الفصل الأول
مقدمة في علم الاحياء
Introduction to biology

المصطلح biology كلمة مشتقة من الكلمة اليونانية bio وتعني life اي حياة وكلمة loges تعني study اي دراسة او science اي علم. اذن biology يعني دراسة الحياة او علم الحياة. يتعامل هذا الحقل من العلم مع الاشياء التي لها صفة الحياة ومع كل أنواع مظاهر الحياة وهذا يعني ان علم الحياة واسع ضخم فتعريفه غالبا ما يكون غير دقيق بسبب عدم وجود تعريف محدد للحياة life نفسها، حيث ان من السهل التمييز بين نبات معروف وحيوان معين وصخرة ولكن الاختلافات الاخرى بين الكائنات الحية living things والكائنات غير الحية non-living things قد لا تكون واضحة. فمثلا من المعروف انه عند تحطيم دماغ الضفدع سيموت الحيوان في النهاية ولكن عند اي نقطة بالضبط ينتقل الضفدع من حالة الحياة الى انعدامها. لذا فان اخذ مميزات الكائنات الحية بنظر الاعتبار هو افضل لتوضيح الحياة من مناقشة مشاكل تعريف الحياة.

الصفات المميزة للكائنات الحية:

تتميز الكائنات الحية بالحجم والشكل النوعي specific size and shape والايض metabolism والنمو growth والتكاثر reproduction والاستثارة irritability والحركة movement والتكيفadaptation والتطور evolution. ولو ان هذه المميزات تبدو نوعية ومعينة الا ان الخط الفاصل بين الحي وغير الحي غامض وغير واضح وان مسألة تسمية بعض الكائنات كالرواشح (الحمات) viruses مثلا احياء ام غير احياء اصبح امرا صعب التحديد والتوضيح. قد تظهر الاشياء غير الحية واحداً او اكثر من المميزات ولكن ليس جميعها. فمثلا قد تنمو البلورات crystals في محلول مشبع او ان كمية صغيرة من الصوديوم تتحرك بسرعة فوق سطح الماء او ان قطرة من الزيت تطفو على الماء وغير ذلك من الأمثلة.

لقد اتفق علماء الحياة على ان المظاهر المتغيرة للحياة يمكن شرحها بنفس لغة الاسس الفيزيائية والكيميائية التي تعرف الاجهزة غير الحية. هذا يعني اذا كانت لدينا معرفة كافية حول كيمياء وفيزياء المظاهر الحيوية فقد يكون باستطاعتنا ان نكون مادة حية. لقد اظهر لنا البناء الانزيمي enzymatic synthesis لجزيئات نوعية للحامض النووي الرايبوزي المختزل DNA في انبوب الاختبار من قبل ارثركورنبرك Arther Kornberg في سنة 1958 انه خطوة اولى مهمة في هذا الاتجاه. تنص الوجهة المعاكسة لذلك والتي تدعى بالحيوية vitalism على ان هناك قوى فريدة استثنائية لا يمكن شرحها بلغة الفيزياء والكيمياء ترافق الحياة وترابطها وتسيطر عليها.

الحجم والشكل النوعي:

يتميز البالغ لكل نوع من الكائنات الحية بمظهر وشكل خاص به، اما الاشياء غير الحية فبصورة عامة لها احجام واشكال متغايرة. لا تكون الكائنات الحية متجانسة بل مكونة من اجزاء مختلفة كل له وظائفه الخاصة. وهكذا فأجسامها تتميز بتنظيم نوعي معقد. الخلية cell هي الوحدة التركيبية الوظيفية للنباتات والحيوانات، فهي ابسط قطعة من المادة الحية يمكن ان توجد بصورة

مستقلة. للخلية نفسها تنظيم نوعي فلكل خلية حجم وشكل مميز. لها غشاء بلازمي plasma membrane يفصلها عن ما يحيطها وانها تحتوي عادة على نواة nucleus كجزء متخصص من الخلية يفصلها عن بقية الاجزاء غلاف نووي. تنتظم اجسام الحيوانات والنباتات في سلسلة متزايدة من المستويات المعقدة، فالخلايا تنتظم بأنسجة tissues والانسجة تنتظم بأعضاء organs والاعضاء بأجهزة systems.

الايض: Metabolism

ان مجموع الفعاليات الكيميائية للخلية والتي تؤدي الى نمو الكائن الحي والمحافظة على بقائه واصلاحه يدعى بالايض metabolism وهذا يتضمن الهضم digestion والامتصاص absorption والتنفس respiration والابراز excretion. تعاني كل الخلايا التغير باستمرار عن طريق اخذ مواد جديدة تحولها كيميائيا الى مواد اخرى بطرق مختلفة ثم تبني مواد خلوية جديدة وتحول الطاقة الكامنة التي تحتويها الجزيئات الكبيرة للكاربوهيدرات والدهون والبروتينات الى طاقة حركية وحرارة حيث تتحول هذه المواد الى مواد أخرى أبسط. ان هذا الاستهلاك المستمر للطاقة هو احد الخواص الفريدة والمميزة للكائنات الحية. تتأيض بعض أنواع الخلايا بمعدل عال كالبكتريا مثلاً ولكن أنواعاً أخرى كالبذور والسبورات لها معدل ايضي يصعب كشفه حتى ضمن النوع المعين الواحد فان المعدلات الايضية قد تتغير معتمدة على عوامل أخرى كالعمر والجنس والتغذية ونوعيتها والصحة العامة وكمية الافراز للغدد الصم وغيرها من العوامل.

قد تكون العمليات الايضية عمليات ابتنائية anabolic وقد تكون تقويضية catabolic. ويشير الابتناء anabolism الى تلك العمليات الكيميائية التي تتحد فيها المواد البسيطة لتكون مواد معقدة أكثر. ينتج عن ذلك خزن الطاقة وانتاج مواد خلوية جديدة ثم النمو. اما التقويض catabolism فيشير الى تفكك او تجزء تلك المواد الخلوية. تحدث هاتان العمليتان باستمرار وفي الحقيقة معتمدتان الواحدة منها على الأخرى وصعبتا التمييز. فقد تتجزأ مركبات معقدة ثم تعود اجزاؤها للاتحاد بطرق مختلفة لتكون مواد اخرى مغايرة للأولى. ان التحولات المتبادلة للكربوهيدرات والبروتينات والدهون والتي تحدث باستمرار في خلايا الانسان هي امثلة على الابتناء والتقويض المركب. لما كانت معظم العمليات الابتنائية تحتاج الى الطاقة فان بعض العمليات التقويضية يجب ان تحدث لتجهز الطاقة لدفع التفاعلات اللازمة في بناء الجزئيات الجديدة.

للنباتات والحيوانات معا اطوار ابتنائية وتقويضية للايض. فالنباتات مع بعض الاستثناءات لها القدرة على صنع مركباتها العضوية من مواد لا عضوية في التربة والهواء بينما يجب على الحيوانات ان تعتمد على النباتات كغذاء لها.

ان التماثل الوظيفي بين الكائن الحي والماكنة ليس دقيقاً بصورة كاملة ولكنه قد يكون مفيداً. ففي حالة الماكنة المعقدة نسبياً كالسيارة او الدراجة البخارية مثلا يحترق الوقود مع تحرر الطاقة. تستخدم هذه الطاقة لتحريك الماكنة اما النواتج الاخرى غير المفيدة فتقذف الى العادم. فالوقود لم يستخدم في الماكنة ليحل محل اجزاء منها. تستبدل الاجزاء البالية فيها بصورة منفصلة وغالباً ما تكون عملية خارجية. بينما في حالة الكائنات الحية يؤخذ الغذاء ويحرق لتحرر الطاقة ويتخلص الجسم من الفضلات فهنا يعامل الغذاء كيميائيا ويحول الى مواد تصبح بعد ذلك جزءاً من الكائن الحي.

النمو: Growth

النمو هو زيادة في الكتلة الخلوية وهذه الزيادة يمكن ان تكون زيادة في حجم الخلايا الفردية او زيادة في عدد الخلايا او في كليهما. قد تحدث الزيادة في حجم الخلية بسبب اخذها الماء فتنتفخ ولكن هذا الانتفاخ في الخلية لا يعتبر نمواً اذ ان النمو يقتصر على تلك العمليات التي تزيد من كمية المادة الحية في الجسم مقاسة بكمية النتروجين او البروتين الموجود. قد يكون النمو متجانساً في اجزاء الكائن الحي او قد يكون كثيراً في بعض الاجزاء وقليلاً في الاخرى وبهذا تتغير النسب الجسمية عند حدوث النمو. تنمو بعض الكائنات الحية بصورة غير محددة كما في النباتات بينما لمعظم الحيوانات فترة نمو محددة تنتهي في البالغ بحجم مميز. من المظاهر الجديدة بالملاحظة في عملية النمو هي ان كل عضو يستمر بوظيفته في الوقت الذي يعاني نفسه عملية النمو.

يختلف النمو في الكائن الحي عما هو عليه في الاشياء غير الحية فمثلاً يحصل النمو في البلورات نتيجة لاضافات على السطح فيكون النمو بالإضافة الخارجية accretion بينما يتضمن النمو في الكائن الحي اضافة مواد جديدة ضمن او داخل الجسم على المواد الموجودة مسبقاً وفي هذه الحالة يدعى النمو بالاندغام intussusception. ان النتيجة في حالة الكائنات الحية ليست زيادة في الحجم فقط وانما زيادة في التعقيد وانتاج اجزاء مختلفة واكثر عدداً.

التكاثر: Reproduction

القابلية على التكاثر ضرورة من ضرورات الحياة فأبسط الرواشح (الحمات) viruses لا تتأيض ولا تتحرك ولا تنمو ولكن بسبب قدرتها على التكاثر ومعاناتها للطفرات (فجات) mutations اعتبرها معظم علماء الحياة بانها حية. لقد كان المعتقد سابقاً ان الديدان تنشأ من شعر الخيل في حوض من الماء وان يرقات الذباب من اللحم المتعفن وان الضفادع من الطين واطلق على هذه الظاهرة اسم التوالد الذاتي spontaneous generation. ولكن الان كلنا يعلم ان كل كائن حي يأتي فقط من كائن حي آخر موجود قبله وهذا ما اثبتته تجربة العالم الايطالي فرانسسكو ريدي Francesco Redi حوالي سنة 1680 فقد وضع قطعة من اللحم في كل من ثلاث قناني تاركاً الأولى غير مغطاة والثانية مغطاة بقطعة من الشاش الدقيق والثالثة مغطاة بورق البرشمان (الرق). تعفنت القطع الثلاث من اللحم ولكن ظهرت اليرقات فوق اللحم في القنينة المفتوحة وظهر قليل منها على الشاش في القنينة الثانية ولم تظهر اية يرقة في القنينة الثالثة المغطاة بالرق. لقد بين ريدي ان اليرقات لم تظهر من اللحم المتعفن ولكن فقط من البيوض المطروحة من قبل الذباب المنجذب الى اللحم بسبب رائحته.

ينتج كل كائن حي ذرية من نفس نوعه وهذه الافراد الجديدة قد تنتج من جزء من الكائن الحي الكبير وهذا يدعى بالتكاثر اللاجنسي asexual reproduction او انه يتكون من اتحاد خليتين تنتجان من نفس النوع وهذا ما يدعى بالتكاثر الجنسي sexual reproduction. يتضمن التكاثر في بعض الديدان الطفيلية بضع أشكال مختلفة، كل شكل ينتج الاخر الذي يليه بالتعاقب الى ان تكمل الدورة ويظهر البالغ.

الاستثارة: Irritability

الكائنات الحية قابلة للاستثارة فهي تستجيب لتغيرات معينة في البيئة، تدعى هذه التغيرات بالحوافز stimuli. قد تكون هذه الحوافز تغيرات في شدة الضوء او في الحرارة او في

الضغط او في الطبيعة الكيميائية للهواء او الماء. فمثلاً تستجيب بعض الحشرات الطائرة للضوء او ان بعض الحيوانات تبحث عن الظل في الجو الحار او هروب الغزال الوحشي عند سماعه صوت اقدام الصياد. هناك في الانسان والحيوانات المعقدة الأخرى خلايا معينة في الجسم متخصصة لتستجيب لأنواع معينة من الحوافز فمثلاً الخلايا القضيبية والمخروطية rod and cone cells في شبكية العين تستجيب للضوء وان خلايا معينة في الانف واخرى في البراعم الذوقية في اللسان تستجيب للحوافز الكيميائية وان خلايا خاصة اخرى في الجلد تستجيب لتغيرات درجة الحرارة والضغط. قد لا توجد مثل هذه الخلايا المتخصصة في الحيوانات الواطئة او النباتات ولكن الكائن بأكمله يستجيب للحوافز. تستجيب الحيوانات والنباتات وحيدة الخلية بحركتها نحو او بعيداً عن الحرارة او البرودة او مواد كيميائية معينة او الضوء.

ان الاستثارة في معظم النباتات ليست واضحة كالتي في الحيوانات بسبب بطء معدل الاستجابة. من هذه الاستجابات حركات النمو للجذور نحو الرطوبة والسيقان نحو الضوء كذلك التفاف الحوالق tendrils لسيقان بعض النباتات المتسلقة حول التراكيب الصلدة او ان اوراق بعض النباتات تستدير بطريقة ما لاجل تعريض اوراقها على احسن وجه لضوء الشمس. هناك نبات يدعى قانص الذباب venous fly trap يستجيب للمس ويستطيع القبض على الحشرات حيث ان اوراقه متفصلة عند العرق الوسطى وحافتها مغطاة بزوائد شعرية فبمجرد وقوف الحشرة على الورقة تحفزها على الانطواء فتتقارب حافات الاوراق وتتداخل الزوائد الشعرية في حافتها مع بعضها الاخر لمنع هروب الفريسة. تفرز بعد ذلك الورقة مادة تقتل وتهضم الحشرة.

الحركة: Movement

من المميزات الأخرى للكائنات الحية هو قابليتها على الحركة. فحركة معظم الحيوانات واضحة جداً فمنها ما يتذبذب ومنها ما يزحف او يسبح او يركض او يطير اما حركة النباتات فأبطأ كثيراً وليست واضحة تماماً ولكنها تحدث حتماً كما ذكر اعلاه في موضوع الاستثارة. لا تتحرك قليل من الحيوانات كالاسفنج والمرجان وبعض الطفيليات ولكن معظمها له اهداب او اسواط ليحرك ما يحيطه وبذا يجلب لنفسه الغذاء والضروريات الاخرى لحياته. قد تكون الحركة نتيجة للتقلص العضلي او نتيجة لضرب الاهداب او الاسواط او التسرب البطيء لكتلة المادة الخلوية كالحركة الاميبية او الحركة الانسيابية للمادة الحية في خلايا أوراق النباتات والتي تعرف بالدورانية cyclosis.

التكيف Adaptation والتطور Evolution

ان قدرة النبات او الحيوان على تكييف نفسه لبيئته هي من المميزات التي تجعله يتغلب على ضروريات العالم المتغير. يستطيع كل نوع معين ان يصبح متكيفا بالبحث عن بيئة ملائمة او انه يعاني تحويرات تجعله مناسباً بصورة افضل لما يحيطه. قد يتضمن التكيف تغيرات سريعة تعتمد على استثارية الخلايا، او يكون نتيجة لعملية طويلة الامد كافية لحدوث الطفرة (فج) mutation اي ان الكائن الحي يعاني تغيراً في مادته الجينية اي يصبح متطوراً evolved. تنتقل هذه التغيرات الى الذرية والى الاجيال المتعاقبة. تجعل هذه العملية الكائنات التي استطاعت البقاء متمكنة من مواجهة البيئات المتغيرة وهذا ما حدث فعلاً عند دراسة تاريخ الأرض.

الاختلافات بين النباتات والحيوانات:

لقد قسم علماء الحياة منذ زمان ارسطو الاحياء الى عالمين: النباتات والحيوانات فكلمة نبات plant توحي بالأشجار والشجيرات والحشائش والكروم كأشياء كبيرة ومعروفة في عالمنا الذي نعيش فيه كل يوم. وكلمة حيوان animal توحي بالقطط والكلاب والاسود والنمور والطيور والضفادع والاسماك. مع ان السرخسيات ferns والحزازيات bryophytes تختلف عن النباتات التي ذكرت أعلاه لكنها ميزت كنباتات ايضا وكذلك الحشرات والمحارات والديدان والقواقع ميزت كحيوانات ولكن اذا نظر الفرد الى بركة من الماء سيجد بعض الاشياء التي من الصعب تمييزها الى حيوانات او نباتات، فكثير من الكائنات الحية وحيدة الخلية المنظورة تحت المجهر لا يمكن بسهولة تمييزها الى حيوانات او نباتات.

لقد اقترح عالم الاحياء الالماني ارنست هيكل Ernst Haekel منذ قرن مضى وضع عالم ثالث هو الطلائعيات Protista لتتضمن كل الكائنات الحية وحيدة الخلية والتي تتوسط في كثير من الوجوه بين النبات والحيوان. لم يكن هذا الاقتراح مقبولاً بصورة شاملة لانه عقد الوضع اكثر مما بسطه. بعض الكائنات الطلائعية Protists شبيهة بالنبات بصورة واضحة وقريبة جدا له. القسم الاخر شبيه بالحيوان اما البعض الاخر فله صفات وسطية بين الحيوانات والنباتات ولا زال هناك البعض يختلف عن كل من النباتات والحيوانات. لقد اقترح حديثا علماء حياة اخرون عالم رابع هو البدائيات Monera يتضمن البكتريا والطحالب الخضر المزرقة blue-green algae والتي لها مميزات كثيرة مشتركة كغياب الغشاء النووي.

هناك تشابه اساسي بين النباتات والحيوانات من حيث ان كليهما يتكون من خلايا كوحدات تركيبية ووظيفية ولكليهما عمليات ايضية مشتركة ولكن هناك بعض الحالات الواضحة وبعض الحالات الغامضة التي يختلف فيهما كل عن الاخر ومن هذه الاختلافات ما يلي:-

1. تفرز الخلايا النباتية بصورة عامة جدارا خلويا خارجيا صلبا من السليلوز ككل بينما لا تملك الخلايا الحيوانية بصورة عامة جدارا خارجيا كالذي في الخلايا النباتية وبهذا تستطيع تغيير شكلها. ومهما يكن فان بعض النباتات ليس لها جدر سليلوزية كما ان مجموعة من الحيوانات كالحبليات الابتدائية والمعروفة بالغلاليات tunicates لها جدر سليلوزية حول خلاياها.
2. يكون نمو النبات غير محدود بصورة عامة. اي ان النباتات تستمر بالنمو لان بعض خلاياها تبقى في حالة نمو فعال خلال فترة الحياة. تنمو كثير من النباتات الاستوائية على طول السنة بينما تلك التي في المناطق المعتدلة تنمو مبدئيا في الربيع والصيف على العكس من ذلك فان حجم الجسم النهائي لمعظم الحيوانات يثبت بعد فترة محدودة من النمو.
3. لمعظم الحيوانات القدرة على الحركة من مكان لآخر بينما تبقى النباتات ثابتة في مكان واحد مرسلة جذورها في التربة لتحصل على الماء والاملاح وتحصل على الطاقة من الشمس بتعريض سطوحها العريضة مع العلم ان هناك بعض الاستثناءات في كل من الحيوانات والنباتات.
4. من اهم الاختلافات بين النباتات والحيوانات هو طريقة حصولها على الغذاء. فالحيوانات تتحرك من مكان لآخر لتحصل على غذائها من الكائنات الحية في البيئة التي تعيش فيها ولكن النباتات ثابتة في مكانها لهذا فهي تصنع غذاءها بنفسها. يملك النبات الصبغة الخضراء chlorophyll التي تمكنه من انجاز عملية التركيب الضوئي باستخدام الطاقة

الضـوئية لتجزئـة المـاء واختـزال ثـاني اوكسـيد الكـاربون الـى كربوهيـدرات. هنـاك استثناءات ايضا فقد تكون متطفلة على غيرها من النباتات.

ولـو ان الـدورات التكاثريـة reproductive cycles للنباتـات والحيوانـات هـي مختلفـة تماما في الاثنين الا ان هناك استثناءات تجعل هذا المعيار غير مقبول عموما. بهذا يستنتج بانـه لا توجد قواعد ثابتة وصلبة لتمييز النباتات عن الحيوانات.

طريقة دراسة العلوم:

الطريقة العلمية Scientific method

ان الحقائق والأسس العلمية التي تجدها في كثير من الكتب ومنها كتب علوم الحياة حددت من قبل مئات العلماء الذين اشتغلوا لسنين عديدة. لقد توصل هؤلاء العلماء الى هذه الحقائق والاسس بنوع من الحكم الصائب السليم المنظم والذي يدعى بالطريقة العلمية Scientific method او طريقة البحث العلمي method of scientific research والتي باتباعها تحل الكثير من المشاكل ذات الطبيعة العلمية اما خطوات هذه الطريقة فهي كما يلي:-

في البدء يجب ان تكون هناك مشكلة problem وان هناك رغبة من جانب المشتغل لحل المشكلة. يلي ذلك ان يلم ذلك المشتغل بكل مظاهر واوجه المشكلة، فعليه ان يقرأ المقالات في المجلات العلمية المتعلقة بالموضوع ويطلع ماذا عمل الاخرون بالنسبة للمشاكل المشابهة. كل هذا سيعطيه افكارا عن طرق العمل التي قد يستعملها في مهاجمة مشكلته. ربما سيحضر لقاءات او اجتماعات حيث تعطى فيها تقارير عن آخر ما توصل إليه الاخرون في ذلك الحقل. وقد يحادث الاخرين المشتغلين في نفس الحقل، ويحصل على اقتراحات جديدة. من المحتمل ان يقوم الباحث بتجارب أولية او ملاحظات ليحسن طريقته ويتفادى الصعوبات التي ممكن ان تصادفه. يبدأ الان بالتفكير حول المشكلة في كل الاوقات ويقوم بفرز وتصنيف كل المعلومات التي اصبح يملكها في فكره، يشبه بذلك آلة حاسبة حية الى حد ما ثم يصل بعد ذلك الى حل للمشكلة مقبول ظاهريا. يعرف مثل هذا التخمين بالفرضية hypothesis. عندئذ تكون هذه الفرضية قابلة للاختبار للتأكد من صحتها. ربما تدحض هذه الفرضية وتكون فرضية اخرى. ولكن اذا ما تجمعت الادلة لصالحها تصبح اقرب لان تكون سارية المفعول.

يستعمل التجريب experimentation متى ما امكن في البحث. فمثلاً لأجل معرفة التأثيرات الممكنة لفيتامين A على الجرذان يحتاج الباحث ان يربي بعض الجرذان على غذاء خال من هذا الفيتامين. ومن الضروري في نفس الوقت تربية جرذان اخرى على غذاء طبيعي يحتوي على كميات كافية من هذا الفيتامين. تدعى المجموعة الاخيرة من الجرذان بالضابط (السيطرة) control. من دون هذا الضابط لا يستطيع الباحث ان يكون متأكداً من ان اي شذوذ في المجموعة التجريبية لا يرجع الى اصابة او اسباب أخرى قد تظهر بصرف النظر عن الغذاء.

قد لا تستسلم بعض المشاكل بصورة جيدة للتجريب ولهذا يجب ان يحدد العالم نفسه للملاحظة observation فقط. فمثلاً بحوث الفلكيين هي من هذا الصنف لان الباحث لا يستطيع السيطرة على الظواهر الفلكية. كذلك في بعض مجالات علم الحياة فكثير من البحوث المتعلقة بالإنسان محددة بالملاحظة فقط بسبب عدم امكانية اجراء التجريب في كثير من الحالات على الانسان.

عند متابعة العالم للمشكلة قد يجد نفسه مضطراً الى تحوير فرضيته. مثال على ذلك الباحث موري بار Murray Barr عندما اجرى بحثا على التأثيرات الطبيعية الممكنة للتعب او الاعياء fatigue على الخلايا العصبية في القطط. حيث قام باجهاد بعض القطط وجمع الخلايا العصبية على شريحة مجهرية وايقظ اخرى من نوم عميق وجمع كذلك خلايا عصبية منها. وعند المقارنة لم يلاحظ اختلافا طبيعيا بين خلايا المجموعتين غير انه لاحظ ان الخلايا من بعض القطط لها اجسام داكنة الصبغة ملتصقة بالغشاء النووي. لاحظ ذلك في نوعي خلايا القطط

المتعبة وغير المتعبة اي ان التعب لا دخل له في هذه الحالة. لقد وجد هذا الباحث ان هذه الاجسام الداكنة هي من القطط الاناث فقط. قادت الباحث هذه الملاحظة الى فرضية جديدة تماما وهي ان الخلايا من القطط الاناث يمكن تمييزها بهذه الاجسام والتي سميت باجسام بار Barr bodies اسند البحث الاضافي هذه الفرضية وظهر انها تنطبق على كثير من الاشكال الاخرى من الحيوانات ومنها الانسان. لقد اظهرت الخلايا المأخوذة من بطانة فم انثى الانسان بعد صبغها بالصبغ المناسب وجود جسم بار Barr body او الكروماتين الجنسي. برهن هذا الاكتشاف على قيمته الثمينة في تشخيص الجنس الحقيقي للخلايا في حالات الشذوذ الجنسي للإنسان، وهكذا نرى ان الاكتشافات التي يمكن ان تأتي من البحث لا يمكن التنبوء بها مقدما وان العالم الجيد يكون يقظاً دائما ليكشف اهمية الملاحظات غير المتوقعة.

ان كلمة نظرية theory تستعمل في بعض الاحيان لوصف الحل المحتمل لمشكلة عندما تسندها كل الادلة ولكن البرهان النهائي لازال مفقوداً. هناك الكثير من الحالات لا يمكن الحصول على برهان حاسم او مقنع لها فتقبى بشكل نظرية الى ان تكتشف طرق جديدة لتكون كبرهان نهائي لها.

عندما تكون الادلة المتجمعة كثيرة جدا ومسندة للنظرية التي لنا ثقة عالية في صحتها يمكن ان تصبح هذه النظرية مقبولة كحقيقة او اساس علمي Scientific fact or principle. يجب ان تبقى مثل هذه الحقائق العلمية مفتوحة دائما للأسئلة وقد تحتاج الى مراجعة او تنقيح.. ولتوضيح ذلك فقد كان المعتقد لعدة سنين ان عدد كروموسومات الخلايا الجسمية للإنسان 48 كروموسوم وقد اعلن بينتر Painter في 1920 هذا العدد كنتيجة للبحث الموسع الذي قام به لخلايا الإنسان باستعمال احسن التحضيرات المتوفرة في ذلك الوقت. لقد قطع مقاطعا رقيقة جدا للخلايا وهذا أدى الى انه من المحتمل لبعض قطع نفس الكروموسوم ان تكون ضمن بضع مقاطع. ومهما يكن ففي سنة 1956 ابتكر تجيو Tjio جهازا يستطيع فيه الباحث ان يرى مجموعة كاملة من كروموسومات الإنسان لخلية واحدة على شريحة واحدة. لقد تطورت طرق زرع خلايا الإنسان خارج جسمه وان تجيو استعمل خلايا من مثل هذه المزارع ووضعها مسطحة على الشريحة المجهرية وصورها. ظهرت الخلايا محتوية على 46 كروموسوم فقط وليس 48. هناك الكثير من الحالات المشابهة لهذا او من هذا النمط اصبح فيها العلماء حذرين جدا في تقييم النظريات المتعلقة بها قبل وضع استنتاجات معينة ودقيقة. ان كل مصدر للخطأ يعالج معالجة كاملة قبل ان تنشر النتائج كحقائق ممكنة الحصول.

تنجز بعض انواع البحوث بدراسة التغاير المترابط correlated variation فمثلاً يؤثر هرمون معين مفرز من الغدة النخامية على النمو. المشكلة هنا ان النمو مرتبط مع كمية الهورمون الموجود في الجسم. لهذا لم تعطى في هذه التجربة بعض الحيوانات كالجرذان مثلا اي هورمون اضافي وعملت كضابط (سيطرة) control بينما حقنت بعض الحيوانات الأخرى بكميات مختلفة من الهورمون وقيس نموها بمقدار الزيادة في الوزن بالغرامات ووضعت هذه الاوزان في الجدول (1) أدناه:-

جدول (1)

لتوضيح تأثير هورمون النمو من الغدة النخامية على وزن الجرذان

كمية الهرمون المحقون	0	4	8	12	16	20

بالغرامات						
الوزن بعد اسبوعين بالغرامات	213	224	235	247	254	262

مثال على الترابط الموجب

وضحت النتائج في هذا الجدول ان الزيادة في الوزن تتناسب طرديا مع كمية الهورمون المحقون. يدعى هذا الترابط بالترابط الموجب positive correlation. اما اذا لم يظهر النمو اية علاقة مع كمية الهورمون المحقون فيقال انه ليس هناك اي ترابط no correlation.

هناك تجربة اخرى يمكن ان تتعلق بالتأثير على النمو عند تعريض الحيوانات لجرعات عالية من أشعة X وظهرت النتائج كما هي مدرجة في الجدول (2).

جدول (2)

لتوضيح تأثير أشعة X على وزن الجرذان

كمية أشعة X المعطاة بالرونتجين	0	100	200	300	400	500
الوزن بعد اسبوعين بالغرامات	218	209	193	173	159	124

مثال على الترابط السالب

نستنتج من هذا الجدول انه كلما كانت جرعة الاشعاع اكبر كلما كان هناك قلة في الوزن. تشير هذه النتائج الى وجود ترابط سلبي negative correlation.

مثال على الطريقة العلمية في البحث العلمي:

من احدى المشاكل التي كان يعمل عليها احد الباحثين وهو هانسن Hansen تتعلق بتأثير بول الام الحامل (العلجوم الافريقي الجنوبي southern African toad). عند القاء نظرة عامة على مجموع ما كتب في هذا الموضوع يتبين ان جنين الإنسان المبكر بالنمو يفرز هرمونا يحفز الاعضاء التكاثرية لذكور واناث الحيوانات. يمتص هذا الهورمون من قبل الام الحامل للجنين وان بعضه يطرح مع بولها. عندما يحقن بعض من هذا البول في اناث الارانب العذارى ستجعل مبايضها شبيهة بمبايض الارانب الحوامل. استعمل هذا الاختبار لمدة سنين للحمل في الإنسان. عندما حقن بول الام الحامل في بعض اناث بعض انواع العلاجيم toads سبب طرحها البيض وسبب كذلك انطلاق النطف sperms عندما حقنت ذكور هذه الحيوانات. وعلى هذا الاساس صاغ الباحث هانسن فريضة تقول ان ذكر العلجوم الافريقي الجنوبي يستجيب لبول الحامل بانطلاق النطف وان هذا الانطلاق يمكن استعماله كدليل على الحمل المبكر لأنثى الإنسان وقام بتجربته كالآتي:-

انتخب الباحث 40 ذكراً من العلاجيم متقاربة في الحجم وقسمها عشوائياً الى مجموعتين كل منها مكونة من عشرين علجوما. استلمت احدى المجموعتين حقنات من بول نساء عرفت بانها حوامل واستلمت المجموعة الثانية بولا من نساء عرفت بانها غير حوامل واستعملت هذه كضابط (سيطرة) control. هذه الضوابط ضرورية والا فان الباحث سوف لا يعرف اذا كان البول نفسه لا يمكن ان يحفز انطلاق النطف.

ظهرت النتيجة ان مجموعة الضابط المكونة من عشرين نموذجا لم تطلق النطف ولكن 19 نموذجاً من 20 من المجموعة الاخرى المستلمة لبول الحوامل استطاع الباحث ملاحظة انطلاق النطف منها وذلك بالفحص المجهري للسوائل المنطلقة من مجمع الحيوان.

ان مثل هذه النتائج تبرر صياغة النظرية التي تنص على ان هذا النوع من العلاجيم يستجيب لبول الحوامل باطلاقه النطف. لقد برهن البحث المستمر ان هذه النظرية صحيحة وذلك لانطلاق النطف في اكثر من 90% من حالات الحمل تحت الاختبار وليس هناك اي انطلاق للنطف عندما يكون البول مأخوذا من المرأة غير الحامل. لقد استعمل هذا العلجوم بعدئذ مع علاجيم اخرى وضفادع لاختبارات الحمل في كثير من العيادات الطبية والمستشفيات.

الموقف العلمي The scientific attitude

الموقف العلمي مظهر مهم جدا للبحث العلمي، يجب ان يتصف به العالم خلال قيامه ببحوثه. يتكون الموقف العلمي من تقييم عادل غير متحيز لكل نتائجه، تقييم غير متأثر برغباته الشخصية او اعتقاداته حول الموضوع. اننا ككائنات بشرية لنا مشاعرنا وعواطفنا والتي غالبا ما تؤثر على قراراتنا. من الصعب في بعض الاحيان وضع هذه العوامل الشخصية جانبا واستعمل حجج او براهين غير متحيزة كقاعدة للنتائج. ان العالم الحقيقي يجب ان يدخل في حسابه هذه التحيزات ويحاول استعمال التفكير العادل. يجب ان يعطي جهداً خاصاً لإيجاد تلك الحقائق التي هي على نحو معاكس لفرضيته.

عند تطبيق الموقف العلمي يجب على الفرد ان يكون حذراً لتجنب التفسيرات المنطقية النهائية teleological interpretations لملاحظاته. هذا يعني ان النتيجة النهائية لتفاعل ما تعطى كسبب لذلك التفاعل. فاذا وضع نبات مثل الجرانيوم Geranium قرب الشباك فسيلاحظ ان السيقان والاوراق تنتظم تدريجياً بحيث تستلم الاوراق أكبر تعرض للضوء. اذا سئل شخص لماذا ينمو النبات بهذه الطريقة؟ الجواب المحتمل لهذا السؤال يمكن ان يكون كما يلي: ينمو النبات بهذه الطريقة لأجل ان يحصل على احسن تعرض للأوراق للضوء لان الضوء يحتاجه النبات. هذا هو التفسير المنطقي النهائي. انه يدل على ان النبات له قدرة ادراك حاجاته وانه يستجيب لأجل ارضاء هذه الحاجات. مع اننا نعلم ان النبات ليس له دماغ او اعصاب ليدرك ويفهم وانه ليس له وسيلة لمعرفة ما هو الأفضل له. يستفيد النبات حقا من الاستجابة بحصوله على اكثر كمية من الضوء لاوراقه ولكن هذا هو النتيجة النهائية وليس سببا للاستجابة. فالدراسة الاكثر دقة ستكشف السبب الحقيقي لهذه الاستجابة. ينتج النبات هورمونات تحفز نمو خلايا السيقان وعندما يأتي الضوء من جانب واحد تهاجر هذه الهورمونات الى الجانب الاخر من الساق. ولهذا سيكون النمو يتضمن التفسير الحقيقي استجابة طبيعية للضوء. نستطيع ان نخير الاستجابة تجريبياً بوضع هورمون اكثر على الجانب المضيء وان النبات سيدور وينمو باتجاه الجانب المعتم.

غالباً ما تعطى التفسيرات المنطقية النهائية تفسيراً غير دقيق ومبسطاً جدا الى حد الخطأ والتشويه لما يحدث في الكائنات الحية. فمثلاً من البسيط جدا ان نفسر لماذا يتنفس الشخص اسرع خلال تمرين شامل او عنيف بقولنا انه يعمل ذلك لأجل ان يتزود باوكسجين اكثر تحتاجه العضلات خلال الاجهاد. ولكن هذا هو نتيجة نهائية وليس سبب التنفس السريع. يحتاج التفسير الحقيقي دراسة مضبوطة ودقيقة لتراكيز الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون في الدم والمراكز العصبية في الجسم التي تنظم التنفس.

أهمية علم الحيوان Importance of Zoology

تعد علوم الحياة من العلوم الأساسية لكثير من الدراسات العلمية كالطب والطب البيطري والتمريض والدراسات الطبية الفنية. كذلك فإن دراسة الحيوانات هي مهمة لأعمال متاحف التاريخ الطبيعي وحدائق الحيوان ومختلف البحوث العلمية المنصبة على الحيوانات. هذا وتبقى دراسات علم الحيوان مهمة للمحافظة على مصادر الثروة الحيوانية في كل قطر من أقطار العالم واستغلالها بطرق علمية لغرض المحافظة على بقائها. والأهم من ذلك هو الوصول الى الدراية التامة لاختيار الحيوانات التي يكون لها فائدة اقتصادية، كالاستفادة من لحومها وبيوضها وجلودها... الخ بهدف زيادة تكاثر مثل هذه الحيوانات والاستفادة منها ومن نتاجها الى الحد الأقصى لغرض توفير الغذاء للجنس البشري الذي يزداد عدداً يوماً بعد يوم. لقد استخدم العلماء الكثير من الحيوانات لاجراء التجارب والبحوث والتي كشفت الكثير عن طبيعة الجسم البشري. مثلاً، كانت الفئران والكلاب أهم الحيوانات التجريبية لدراسة أهمية الفيتامينات بالنسبة للجسم والاعراض التي تظهر في حالة نقص الفيتامينات، وقورن تأثيرها بما يحدث في الانسان. كذلك انصبت معظم تجارب الوراثة على حشرة ذبابة الفاكهة Drosophila وعرفت كثيراً من المعلومات في انتقال الصفات الوراثية من الانسان وباقي الاحياء بمقارنتها بانتقال الصفات في هذه الذبابة. وينطبق ذلك على الارانب وخنازير غينيا التي استعملت لأغراض مشابهة. ولا زالت الحيوانات المختبرية هي المحطة التجريبية الأولى لتطبيق العقاقير الجديدة قبل استعمالها من قبل الانسان. هذا ووفق الاساليب الحديثة، استعملت الحيوانات لغرض الكشف عن أسرار الفضاء. او الكشف عن ابعاد تأثير أنواع الأشعة كأشعة ليزر على مختلف الأحياء ومن ضمنها الإنسان.

أخيراً، ان المنتجات الحيوانية لها فائدة أيضاً بالإضافة الى الفائدة من الحيوانات نفسها. ومن أمثلة هذه المنتجات المرجان واللؤلؤ والعسل، والحليب، والبيض، واللحوم، والشمع والحرير والريش والفرو والجلود وغيرها.

هذا وللحيوانات مدلولات مهمة في علوم الارض (الجيولوجيا) حيث ان المتحجرات الحيوانية التي ترسبت او انغمرت في الصخور تعطي دليلاً مهماً عن العمر التقريبي للصخور الرسوبية وباقي الصخور مما يسهل عملية تحديد فترة تكوين الصخور. هذا وان التنقيب عن سجل المتحجرات أدى الى التفكير بأصل الكون وما ترتب على ذلك نظريات التطور والتي تفسر نشوء الكون والحياة والإنسان. هذا وان اكتشاف الاسرار الغامضة في علوم الحياة ادى الى التخلص من بعض التفسيرات الغيبية والمعتقدات الخرافية والسحر والشعوذة التي كان الإنسان تحت تأثيرها خلال فترة طويلة من الزمن. وكما تتضح أهمية الكثير من الحيوانات في كونها طفيليات خطيرة مهلكة للإنسان ولحيواناته ونباتاته على حد سواء. فمثلاً هناك الكثير من الحيوانات اللافقيرية المسببة للأمراض او تقوم نقلها في الإنسان والحيوانات الداجنة والحشرات المفيدة ومنها: الابتدائيات الطفيلية والديدان المسطحة والكيسية وبعض أفراد مفصلية الأرجل. كما ان حيوانات لافقرية كثيرة تعمل كمضيف ثانوي للعديد من الطفيليات لذا يجب التعرف على تركيبها وفسلجتها ودورة حياتها لغرض الوصول الى أحسن الطرق للحد من انتشار الطفيلي. وهناك الكثير من الحيوانات المتطفلة على النباتات ومنها الديدان الخيطية nematodes التي تتطفل على الحمضيات، والتي تسهل السيطرة عليها بعد التعرف على دورة حياتها. وبالإضافة الى ما سبق، ففي الإنسان اتجاه غريزي لحب الحيوانات، فدراسة علم الحيوان ساهمت في تحقيق

ما يطمح إليه هواه الحيوانات والذين يجدون المتعة في تربية الحيوانات وملاحظة سلوكها وعاداتها واحتضانها لصغارها ومن أهم الحيوانات التي نالت اعجاب الهواة هي الطيور، والحشرات والأسماك والكلاب والقطط وحتى الافاعي والسحالي. ومن الجدير بالذكر، ان تربية الحيوانات أخذت لها موقعها خاصاً في العلوم الزراعية لتكون فرع ذو أهمية كبرى يسمى بتربية وتحسين الحيوان Animal husbandary يهتم هذا العلم بدراسة أدق السبل وأحسنها لتغذية الحيوانات الاقتصادية لغرض الاستفادة من لحومها او نتاجها. كما يشمل التدخل في طرق تكاثرها لغرض زيادة عددها وكذلك التدخل في وراثة صفاتها وانتقاء الصفات الجيدة لغرض الحصول على أصناف جديدة ومقاومة للأمراض وظروف البيئة التي يراد تأقلمها عليها مثلاً تربية أنواع خاصة من الابقار لانتاج اللحوم وأخرى لانتاج الحليب. او اختيار احد اصناف الدجاج لغرض انتاج اللحوم او لانتاج البيض ويشمل أيضاً طرق تربية الاسماك لغرض الاستفادة من لحومها. او تربية دودة القز لغرض الحصول على مادة الحرير. كذلك فان دراسة الحيوانات تفيد في عملية المكافحة الحيوية Biological control للآفات الزراعية Pests حيث يمكن انتقاء المفترسات والمتطفلات وتكثيرها لتقضي على الآفات الزراعية، او تقلل منها. كما ان معرفة المزيد من المعلومات الفسلجية والتركيبية لهذه الآفات يساعد في محاولة اختيار المبيد الانجح للقضاء عليها.

فروع علم الحيوان Branches of Zoology

لقد تطور علم الحيوان بعد حقبة من السنين بحيث انه تجمعت معلومات كثيرة في هذه الفترة عن الشكل الظاهري للحيوانات وتشريحها الداخلي وبيئتها ووظائف اعضائها ونموها الجنيني وتصنيعها وتوزيعها الجغرافي. وفي بادئ الأمر كانت المعلومات قليلة بحيث انه يمكن لشخص ما ان يلم بها، ولكن نتيجة لتوسع فروع المعرفة، وازدياد المهتمين بدراسة الحيوانات واختراع التقنيات الحديثة في البحوث وخاصة الفترة ما بعد الحرب العالمية الثانية، فقد حدث ما يسمى اليوم "بانفجار المعلومات" أي ان شخصاً واحداً لا يمكن ان يلم حتى بفرع صغير واحد في علم الحيوان، وبهذا فقد فكر العلماء منذ زمن ليس بقريب الى تقسيم علم الحيوان الى عدة فروع لكي تحصر دراستها، ومن أهم هذه الفروع:-

1- علم الشكل الخارجي:Morphology

يختص بمعالم الشكل الخارجي للحيوانات الكبيرة، والتركيب الداخلي للحيوانات الصغيرة كالابتدائيات.

2- علم التشريح:Anatomy

دراسة التراكيب الداخلية المختلفة للحيوانات بعد تشريحها وباستعمال أدوات خاصة.

3- علم وظائف الأعضاء (الفسلجة):Physiology

تقوم هذه الدراسة بالتعرف على الوظائف المختلفة لأعضاء الجسم وأجهزته المختلفة. أغلب المعلومات عن هذا العلم أتت عن طريق اجراء التجارب.

4- علم البيئة:Ecology

دراسة الكائن الحي في بيئته وعلاقته بها وبما يحيط به من كائنات حية أخرى وعوامل بيئية مختلفة.

5- التوزيع الجغرافي للحيوانات:Zoogeography

هو دراسة انتشار مختلف الحيوانات ومناطق تواجدها وتوزيعها على سطح الكرة الأرضية.

6- التاريخ الطبيعي:Natural History

دراسة حياة الحيوانات وسلوكها في بيئتها الطبيعية.

7- علم الاجنة:Embryology

دراسة مراحل تكوين الجنين ونموه من فترة اخصاب البويضة لغاية الفقس او الولادة فضلاً عن دراسة النمو والتمايز، وكذلك دراسة بعض الفعاليات والمظاهر التي تخص التكوين الجنيني كالتئام الجروح والاخلاق والتحول الشكلي... الخ.

8- علم الانسجة:Histology

دراسة مختلفة الانسجة tissues الحيوانية بما تحويه من خلايا ومنتجاتها عن طريق استعمال المجهر ويعتبر الاساس لفهم العمليات الوظيفية والمرضية.

9- علم الخلية:Cytology

العلم الذي يتخصص في التعرف على تركيب الخلية ووظيفتها ودراسة محتوياتها الحية وغير الحية.

10- علم الوراثة:Genetics

دراسة انتقال الصفات الوراثية من الاباء والى الابناء وباقي العوامل المتعلقة بهذا الانتقال.

11- علم التصنيف او التقسيم:Taxonomy

يشمل هذا الفرع ترتيب الحيوانات المختلفة ووضعها على شكل مجاميع لها صفات مشتركة لغرض تسهيل دراستها وكذلك يشتمل على مختلف الاسس المتبعة في هذا الترتيب والتسميات العلمية للحيوانات.

12- علم الحيوانات المتحجرة (الحفريات):Paleozoology

هو العلم الذي يهتم بدراسة المتحجرات من الحيوانات ومكان انتشارها في طيات الصخور او في أماكن أخرى.

13- علم التطور العضوي:Organic Evolution

دراسة تختص بنشوء الاحياء وتطورها عبر العصور والنظريات التي وضعت لتفسير ذلك.

14- علم الامراض:Pathology

دراسة طبيعة المرض واعراضه ومسبباته ويمكن ان يدرس التغير النسيجي الناتج عن المرض فيسمى العلم عندئذ بعلم الامراض النسيجي Histopathology.

15- علم النفس:Psychology

ويتضمن هذا العلم دراسة سلوك الحيوانات وتصرفاتها في مختلف مراحل الحياة. هذا ويمكن ان يقسم علم الحيوان الى عدة مجاميع وذلك حسب اهميتها الاقتصادية (فوائدها واضرارها):-

1- علم الطفيليات:Parasitology

هو دراسة الحيوانات التي تعتمد في تغذيتها على حيوانات أخرى مسببة لها أضراراً بالغة وقد تكون طفيليات خارجية ectoparasites اذا عاشت على الجزء الخارجي من جسم الحيوان او داخلية endoparasites اذا عاشت داخل الجسم.

2- علم الحشرات:Entomology

يختص هذا العلم بدراسة الحشرات (المفصليات السداسية الأرجل) ويضم هذا الفرع فروعاً ثانوية اخرى كالحشرات الطبية Medical Entomology او الحشرات الاقتصادية Economic Entomology.

3- علم النواعم:Malacology

دراسة أفراد شعبة النواعم (الرخويات) من كافة الوجوه.

4- علم الاسماك:Icthyology

عبارة عن دراسة خاصة تهتم بالأسماك من جميع الأوجه وهناك علم متصل يهتم بالتربية الصيد والصناعة والسميكة يسمى بـFishery هذا وهناك علم اخر ايضاً يختص بتربية وتكثير الاسماك وباقي الاحياء المائية يسمى بعلم الزراعة المائية aquiculture.

5- علم البرمائيات والزواحف:Herpetology

يختص بدراسة الحيوانات البرمائية والزواحف من كافة الوجوه.

6- علم الطيور:Ornithology

يشمل دراسة افراد صنف الطيور كأحد اصناف الحبليات من جميع الأوجه.

7- علم اللبائن:Mammalogy

دراسة افراد صنف اللبائن كاحدى اصناف الحبليات من جميع الأوجه. هذا من المواضيع الحديثة في علم الحيوان هو علم الاحياء الجزيئي Molecular Biology العلم الذي يختص بدراسة تحليل تركيب الجينات ووظيفتها وطرق سيطرة الجينات على صناعة الانزيمات وباقي البروتينات. وكذلك دراسة التراكيب الخلوية الصغيرة subcellular structures ودورها في العمليات التنظيمية داخل الخلية. وبإضافة الى ذلك الدراسة التطورية المقارنة للتراكيب الجزيئية في الخلية مثل مقارنة الانزيمات والهورمونات والسايتوكرومات والهموغلوبين في مختلف الحيوانات.

ونتيجة لتطور باقي العلوم بصورة متوازية مع تطور علوم الحياة فقد تشكلت علوم تربط علوم الحياة مع باقي العلوم مثل ربطه مع علم الكيمياء ليكون الكيمياء الحياتية Biochemistry ومع الفيزياء فيسمى بالفيزياء الحياتية Biophysics ومع الاحصاء فيسمى بالإحصاء الحيوي Biostatistics وهكذا.

جامعة الموصل كلية الزراعة والغابات قسم وقاية النبات
المرحلة الاولى المادة حيوان عام نظري د. عبدالجبار خليل ابراهيم
المحاضرة الثانية

الخلية الحيوانيةAnimal Cell

اكتشاف الخلية ومكوناتها

The discovery of the cell and its components

كان العالم الانكليزي روبرت هوك Robert Hooke اول من لاحظ الخلايا النباتية ووصفها. لاحظ هوك عام 1665م تراكيب شبيهة بالحجرات الصغيرة او الفجوات داخل مادة الفلين عند فحصه لها بمجهره، فاطلق عليها اسم خلايا cells لشبهها بحجيرات الرهبان في الاديرة. وخلال فترة تقرب من مائة وخمسون عاما. والتي اعقبت اكتشاف الخلية، لم تكن هناك مساهمات مهمة تذكر في حقل الخلية سوى ما قدمه الفيزياوي الانكليزي كرو Grew عام 1672م في مجال وصف الخلية والنسيج في النباتات. كما وجدت النويات muclecoll في النواة من قبل فونتانا Fontana عام 1781م. ثم توالت الاكتشافات عن الخلية. ففي عام 1808م اظهر ميرابيل Mirabel ان النباتات تتكون من انسجة خلوية غشائية.

وفي عام 1809م. اوضح لامارك Lamarck ان للخلية في الكائنات الحية بعض الوظائف المهمة. وفي عام 1824م اظهر توتروشيت Dutrochet بان اجسام الحيوانات والنباتات تتألف من خلايا والتي تبقى مرتبطة ببعضها بفضل قوى لاصقة. وقد تمكن روبرت براون Robert Brown عام 1828م من مشاهدة حركة الدقائق الخلوية. لذا سميت حركتها بالحركة البراونية Brownian movement. كما اوضح في عام 1831م ان النواة هي احدى المكونات الموجودة بصورة دائمية في جميع الخلايا النباتية. وقد توصل العالمان الالمانيان شلايدن Schleiden 1838م وشوان Schwann 1839م كل على انفراد الى صياغة النظرية الخلوية Cell theory والتي مفادها ان جميع الكائنات الحية (الحيوانية والنباتية) تتركب اجسامها من وحدات تركيبية تدعى الخلايا.

وكان باركنجي Purkinje عام 1840م اول من اطلق المصطلح بروتوبلازم protoplasm على محتويات الخلية. كما درست الحيوانات المنوية واستخدمت طريقة التصوير المجهري Photomicroscopy لأول مرة من قبل دون Donne عام 1845م. وقد استخدم فون موهل Von Mohl (1846م) المصطلح بروتوبلازم protoplasm للتعبير عن السايتوبلازم Cytoplasm. كما ذكر ناجيلي Nageli عام 1846م بان الخلايا النباتية الجديدة تنشأ من خلايا موجودة قبلها. كما اكد ذلك فيرشو Virchow (1855م) كما وصف برينكشايم Pringsheim عام 1855م عملية الاخصاب الكاملة في الاشنات. اوضح شولتز Schultze عام 1861م بان الخلية هي مادة حية لها نواة وغشاء خلوي. واستخدم كلمة بروتوبلازم للتعبير عن المواد الحية في الخلية. وذكر بان البروتوبلازم هو الاساس الطبيعي للحياة Physical basis of life. اكتشف مندل Mendel (1865م) المبادئ الاساسية لعلم الوراثة genetics. كما اكتشف ميشر Miescher (1871م) بروتينات نووية nucleoproteins. وحامض نووي nucleic acid. وقد تمكن هس His عام 1870م من تطوير الة القطع الدقيقة Microtome لقطع المقاطع المتسلسلة Serial sections. وهذا ما سهل دراسة الخلايا في الانسجة المختلفة. وفي عام 1873م وصف فول Fol المغزل Spindle والاشعة النجمية astral rays. كما قام هرتكويك Hertwig عام 1876م بدراسة التكاثر في قنفذ البحر. وتوصل الى ان الاخصاب يتضمن اتحاد

الحيامن Sperms بنوى البيوض ova. لاحظ فول Fol عام 1879م ان حيمناً واحداً يخترق البيضة اثناء الاخصاب.

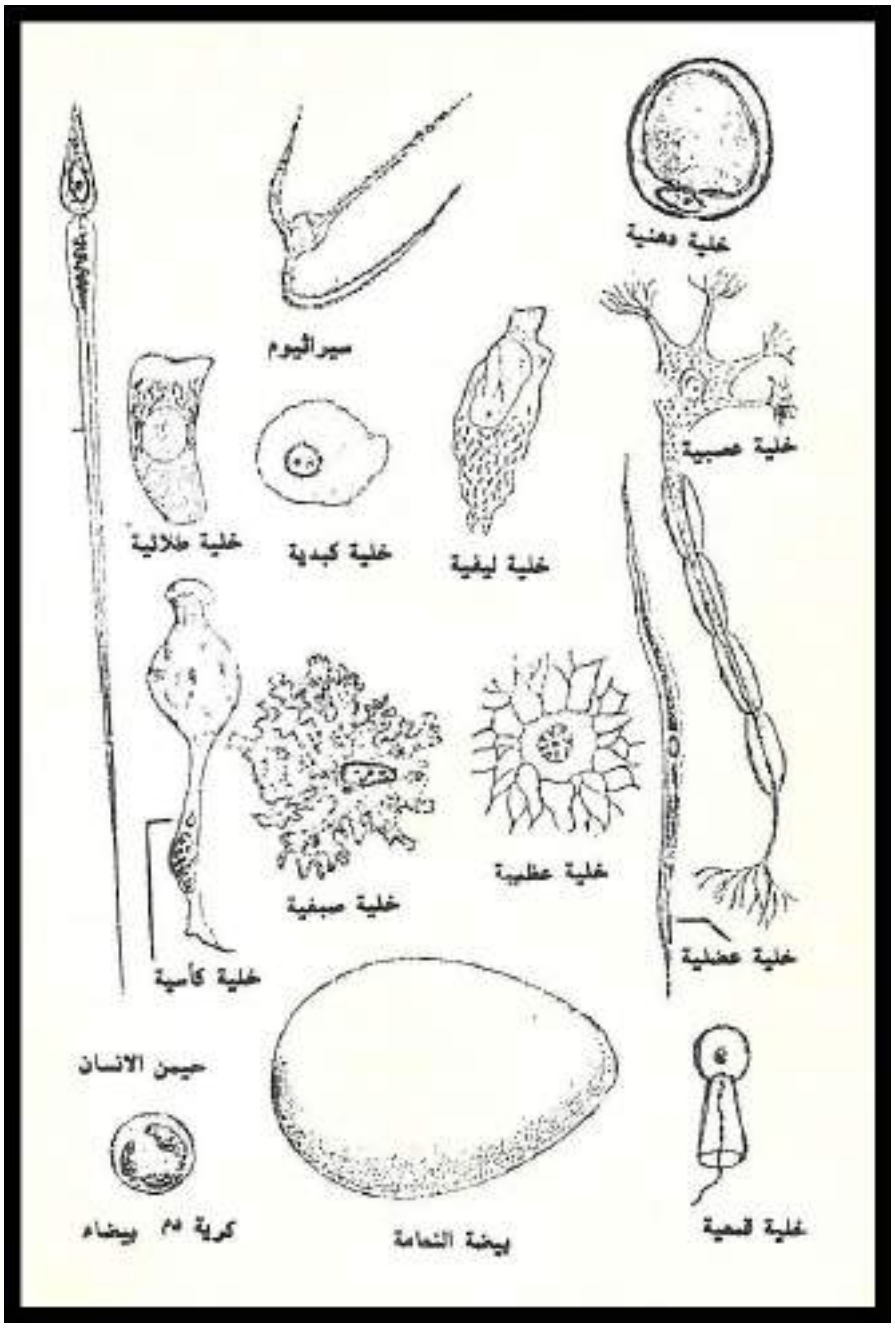
اما فلمنك Flemming (1882م) فادخل المصطلح مايتوز (انقسام خيطي) mitosis واستعمله لأول مرة بعد ان توصل الى وصف دقيق للانقسام الخلوي الخيطي في الخلايا الجسمية (البدنية) للسلمندر *Triturus maculosa*. في حين وصف سترابركز Straburger (1882م) الانقسام الخيطي (المايتوزي) في الخلايا النباتية. كما ادخل مصطلحين جديدين في علم الخلية. وهما السايتوبلازم Cytoplasm والسايتوبلازم النووي (العصير النووي) nucleoplasm. اما فان بندن Van Benden (1883م) فقد اوضح ان الامشاج (الكميتات) gemetes في دودة باراسكاس Parascaris تحوي نصف ما تظهره الخلايا الجسمية somatic cell من الكروموسومات Chromosomes. اما المريكزات Centrioles فقد اكتشفها فان بندن Van Benden (1887م). الا ان وصفها كان من مساهمة بوفيري Boveri (1888م). وفي السنة نفسها ادخل ولدبير Waldeyer المصطلح كروموسوم او صبغي Chromosome في علم الوراثة والخلية.

وقد اجريت عدة تعديلات على النظرية الخلوية واصبحت اخيراً كالآتي (كل كائن حي يتركب من خلايا ومنتجاتها. والخلية هي كتلة من البروتوبلازم تحوي على نواة او اكثر في احد ادوار حياتها. وهي الوحدة التركيبية والوظيفية لجسم الكائن الحي).

الخلية الحيوانية Animal cell

1- الشكل Shape

للخلايا الحيوانية هيئات واشكال كثيرة. شأنها شأن الخلايا النباتية (الشكل 1) فقد تكون الخلايا الحيوانية كروية، عمودية، بيضوية، انبوبية، مكعبة، اسطوانية، متعددة الاضلاع، كأسية، سهمية، مغزلية، نجمية، كفية، قمعية، بوقية، ناقوسية، اميبية غير منتظمة... الخ. ويختلف شكل الخلايا من حيوان الى اخر. ومن عضو الى اخر في نفس الحيوان. ومن نسيج الى اخر في نفس العضو. كما تختلف خلايا نفس النسيج، وعموما فان لشكل الخلية علاقة وثيقة بالوظائف التي تقوم بها. فمثلاً، للخلايا الملتهمة (البلعمية) Phagocytes شكل اميبي وتمتلك اقداماً وهمية تساعد في ابتلاع او التهام المواد الغريبة، في حين تكون الخلايا الطلائية التي تغطي سطح طبقية حرشفية، متقرنة وفاقدة لنواها. وهذا ما يمكنها من القيام بوظيفة الحماية. ومن جهة اخرى، نرى ان الخلايا الطلائية المبطنة للامعاء تكون عمودية، ويحمل سطحها القمي عدداً كبيراً من الزغيبات او الخملات الدقيقة microvilli. وهذا ما يساعدها على القيام بوظيفة الامتصاص وبكفاءة عالية نتيجة لزيادة سطحها الماص. كما ان الالياف العضلية تمتاز بشكلها المغزلي او الاسطواني الذي يؤهلها للقيام بوظيفة التقلص. وهكذا فان الشكل الرمحي (السهمي) للحيمن يساعده على الحركة او السباحة ضمن الاوساط السائلة. وهلم جراً.



الشكل (1) انواع مختلفة من خلايا حيوانية متباينة الاشكال.

2- الحجم Size

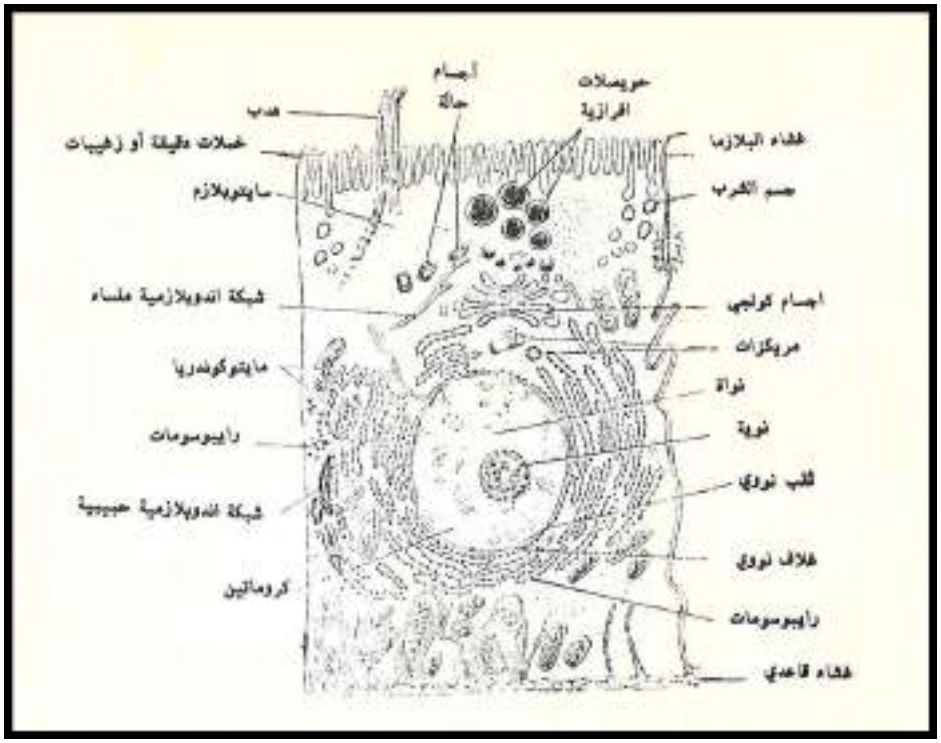
الخلايا الحيوانية بصورة عامة صغيرة عليه، فقد استخدمت وحدات قياس صغيرة لقياس حجومها، وتدعى هذه الوحدات بالمايكرونات. ويساوي المايكرون الواحد $\frac{1}{1000}$ من المليمتر، ويرمز له بالحرفين $\mu.m$. يتباين حجم الخلايا كثيرا، فقد تكون صغيرة للغاية يبلغ قطرها مايكروناً واحداً، او كبيرة جدا، ويبلغ قطرها مائة وخمسة وسبعون مليمتراً كما هو الحال في بيضة النعامة. وقد يصل طول بعض الخلايا الى ما يقرب 3 او 3.5 قدم، بل قد يصل طول بعضها الى ما يقرب من مترين كالخلايا العصبية الموجودة في الحيوانات ذات الاعناق الطويلة كالزرافة مثلاً.

3- العدد Number

ثمة حيوانات تتألف اجسامها من خلية واحدة فقط، كما هو الحال في الابتدائيات (الاوالي) Protozoa، اما الحيوانات الأخرى، عدا الابتدائيات، فهي حيوانات متعددة الخلايا multicellular. اي ان اجسامها مؤلفة من عدد من الخلايا يختلف عادة باختلاف حجم الحيوان نفسه. فالحيوانات الصغيرة تتركب اجسامها من عدد قليل من الخلايا على العكس من الحيوانات الكبيرة التي تتألف اجسامها من عدد كبير من الخلايا.

4- التركيب Structure

يتباين تركيب الخلايا الحيوانية تبايناً كبيراً تبعاً للوظائف التي تقوم بها. فقد توجد تراكيب خلوية معينة في خلية ما. في حين تنعدم في خلية أخرى. وعليه لا توجد خلية حيوانية نموذجية اي تحوي جميع العضيات الخلوية cell organelles. ومن اجل التعرف على العضيات الخلوية بصورة كاملة ودراستها بصورة جيدة، يجب توضيح ذلك من خلال شكل تخطيطي (الشكل 2) لخلية حيوانية افتراضية.



الشكل (2) خلية حيوانية نموذجية.

ثمة تراكيب خلوية يمكن ملاحظتها باستخدام المجهر الضوئي Light microscope الذي قد تصل قوة تكبيره الى ما يقرب من (2000) مرة. ولكن تم التعرف على معظم التراكيب والعضيات الخلوية، وكشف تركيبها الدقيق بفضل المجهر الالكتروني electronic microscope الذي تفوق قوة تكبيره قوة المجهر الضوئي بمئات المرات. كما ان التقنيات والآليات الحديثة المستخدمة في علم الخلية cytological techniques قد كشفت عن الكثير من العضيات الخلوية. تتألف الخلية الحيوانية بصورة عامة من غشاء البلازما plasma membrane الرقيق الذي يحيط بكتلة من السايتوبلازم cytoplasm الحاوي على تراكيب عديدة من أهمها النواة.

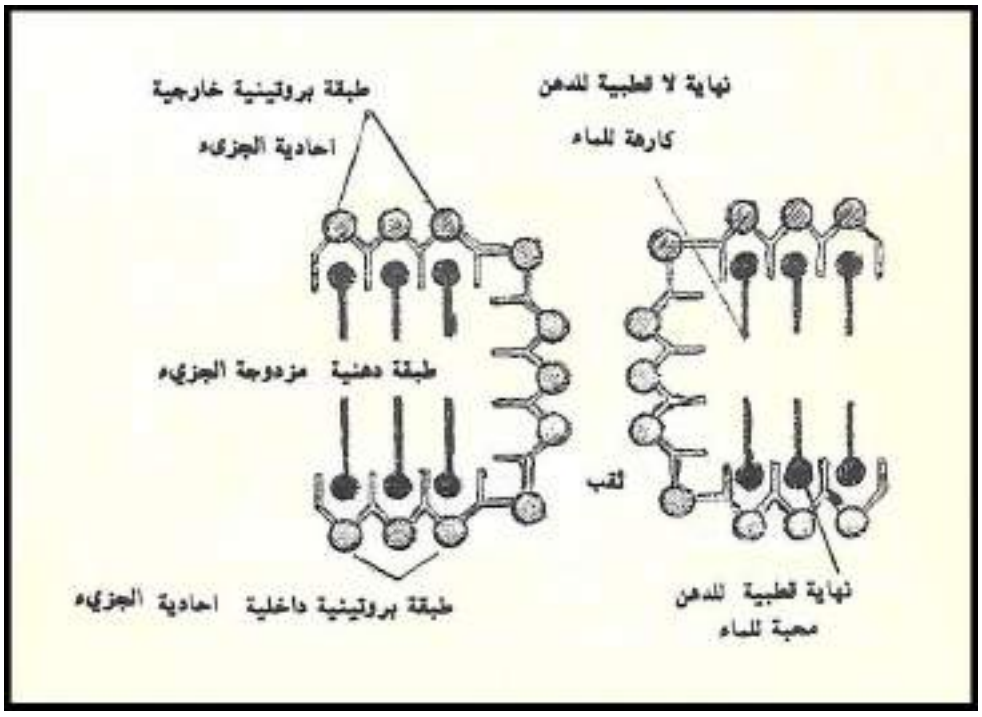
التركيب الدقيق للخلية الحيوانية النموذجية الافتراضية

Ultra Structure of a Presumptive Typical Animal Cell

لتسهيل دراسة تركيب الخلية وفهمه بصورة جيدة، يمكن تناول اجزاء الخلية كما يأتي:-

أ- غشاء البلازما Plasma Membrane

وهو غشاء مرن رقيق للغاية، ذو ثقوب عديدة، وطبيعة دهنية – بروتينية lipoprotein. ويتراوح سمكه بين 75°A و100°A(°A = انكستروم = $\mu m \frac{1}{1000}$) او أكثر. وقد افترض دانيللي Danielli ودافسن Davson (1935) ان غشاء البلازما ثلاثي الطبقات trilaminar. وفي عام 1938 قدم هارفي Harvey ودانيللي Danielli مجسماً او نموذجاً افتراضياً hypothetical model يظهر ان هذا الغشاء يتألف من طبقتين بروتينيتين احداهما خارجية والاخرى داخلية وبينهما طبقة ذهنية مزدوجة الجزيئات (الشكل 3). وقد اثبتت دراسات المجهر الالكتروني الترتيب المذكور لطبقات هذا الغشاء. وهي: بروتين – دهن – بروتين. ويبلغ سمك كل من الطبقتين البروتينيتين (25-20)°Aبينما يبلغ سمك الطبقة الدهنية (35-50)°A. وقد اختار روبرتسون Robertson (1959) المصطلح وحدة غشاء unit membrane للتعبير عن الغشاء ثلاثي الطبقات الذي تترتب طبقاته على النحو المبين في الشكل (3) اي، بروتين – دهن – بروتين protein-lipid-protein. للطبقة الدهنية طبيعة جزيئية مزدوجة bimolecular. اي يتألف سمكها من جزيئتين، حيث ترتبط النهايات الخارجية (القطبية Polar) المحبة للماء hydrophilic من الطبقة الدهنية في كل من جهتيها بالطبقة البروتينية المجاورة لها عن طريق تآصر هيدروجيني، او ترابط ايوني، او قوى كهربائية ثابتة. اما النهايات الداخلية (غير القطبية non-polar) لهذه الطبقة فهي كارهة للماء hydrophobic. وترتبط ببعضها بعضا عن طريق قوى فاندر وول Vander Waal's forces. كما يظهر غشاء البلازما ثقوبا صغيرة يبلغ قطرها (8-50)°A. وحيث توجد هذه الثقوب تتصل الطبقة البروتينية الداخلية بالخارجية.



الشكل (3) التركيب الجزيئي لغشاء البلازما.

وظائف الغشاء البلازمي Functions of Plasma Membrane

لهذا الغشاء وظائف عديدة، منها:

1. انه يحيط بالخلية ويكون حدودها الخارجية، وهكذا يعمل كحاجز بين السوائل خارج الخلية extracellular وداخلها intracellular.
2. ينظم دخول المواد الى الخلية وخروجها منها، حيث يعتبر الغشاء اختياري النفاذية selectively permeable. فهو يسمح لمواد معينة بالمرور من خلاله بحرية كبيرة كالاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون والماء. في حين يسمح لمواد اخرى ولكن بصعوبة كبيرة. بالمرور من خلاله كأيونات الصوديوم والبروتينات والسكريات المتعددة. وقد لا يسمح لمواد اخرى بالمرور عبره البتة. ثمة مواد تمر عبره عن طريق النقل الفعال active transport كالكالسيوم والمغنيسيوم والكلوريد والفوسفات والكلوكوز والاحماض الامينية واملاح الصفراء وغيرها، كما يسمح بمرور مواد معينة في اوقات معينة، ويمنعها في اوقات أخرى.
3. يحيط بالجزيئات الكبيرة macromolecules لبعض المواد التي لا يمكن ان تدخل الخلية او تمر عبر هذا الغشاء الا بهذه الطريقة. حيث يكون حولها تراكيب كيسية وانثناءات حويصلية. ومن ثم تدخل الى السايتوبلازم، تدعى هذه الحويصلات الحاوية على دقائق صلبة بالأجسام الملتهمة phagosomes. وتعرف هذه الظاهرة بالالتهام الخلوي phagocytosis. وقد يكون غشاء البلازما انثناءات قنوية تدعى بأقنية الشرب الخلوي pinocytotic channels من اجل ابتلاع جزيئات سائلة. وتنفصل من هذه القنيات المملوءة بالسائل حويصلات صغيرة تدعى بأجسام الشرب pinosomes. وتسمى هذه الظاهرة الشرب الخلوي pinocytosis.

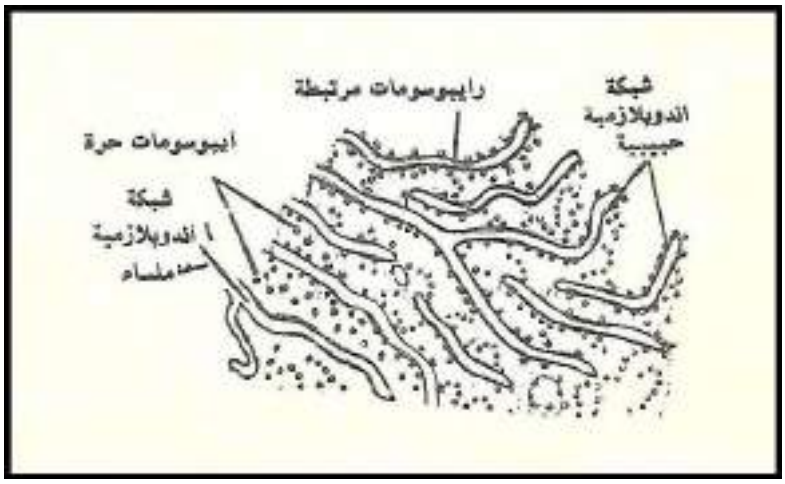
ب- البلازما الشفاف او الزجاجي Hyaloplasm

تدعى المادة البينية matrix او المادة الاساسي ground substance للسايتوبلازم بالمادة البينية السايتوبلازمية cytoplasmic matrix او البلازما الشفاف hyaloplasm. وتحوي المادة الاساس الماء والبروتينات ذات الاوزان الجزئية العالية، ويمكن تمييزه عادة الى اكتوبلازم (سايتوبلازم خارجي) ectoplasm محيطي رائق، غير حبيبي، ذي سيولة قليلة، والى اندوبلازم (سايتوبلازم داخلي) endoplasm مركزي حبيبي ذي سيولة كبيرة. ومن الجدير بالذكر، ان المظهر الحبيبي للاندوبلازم يعود لوجود عضيات الخلية cell organelles or organoids. اي المحتويات الحية للخلية، اضافة الى المحتويات غير الحية للخلية cell inclusions.

عضيات الخلية Cell Organelles

1- الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum (E.R)

هي عبارة عن نظام شبكي مترابط من نبيبات وحويصلات، والتي ترتبط مع الغشاء البلازمي في مناطق معينة، ومع الغشاء (الغلاف) النووي في مناطق اخرى (الشكلان 2 و4). الغشاء المكون للشبكة الاندوبلازمية ثلاثي الطبقات. اي يمثل وحدة غشاء، كما يمتلئ تجويف الشبكة الاندوبلازمية بمواد تكونها الخلية.



الشكل (4) الشبكة الاندوبلازمية الحبيبية والملساء والرايبوسومات الحرة والمرتبطة.

ثمة نوعان من الشبكة الاندوبلازمية، وهما:

أ- الشبكة الاندوبلازمية الملساء Smooth Endoplasmic Reticulum

ويفتقر هذا الطراز من الشبكة الاندوبلازمية الى الرايبوسومات ribosomes. لذا يعرف بالشبكة الاندوبلازمية الملساء smooth، او غير الحبيبية agranular. تقوم الشبكة الاندوبلازمية هذه بصنع السكريات المتعددة والدهون.

ب- الشبكة الاندوبلازمية الخشنةRough Endoplasmic Reticulum

توجد على السطح الخارجي لنبيبات هذه الشبكة حبيبات او اجسام رايبوسومية والتي تتألف من بروتين وحامض نووي رايبوزي ribo-nucleoprotein، ولهذا الطراز من الشبكة الاندوبلازمية دور فاعل في بناء البروتينات.

كما ان الشبكة الاندوبلازمية تساهم وبشكل فعال في نقل المواد داخل الخلية، وبالأخص الى اجسام كولجي. كما تعمل كعضيات خازنة، ودعامة ميكانيكية وشبكة هيكلية دقيقة للمادة البينية السايتوبلازمية.

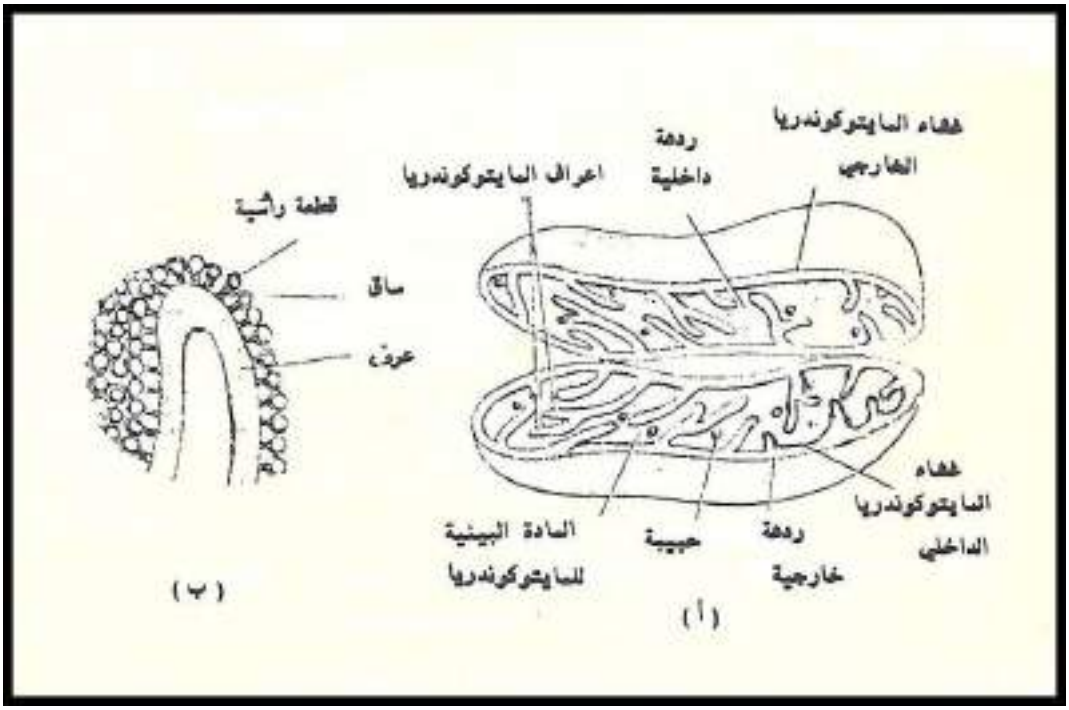
2- الرايبوسومات Ribosomes

وهي جسيمات كروية دقيقة يتراوح قطرها بين A°120 وA°150 (الشكل 4). تتألف هذه الحبيبات من البروتين (حوالي 40%). ومن الحامض النووي الرايبوزي RNA (حوالي 60%) الذي يصنع النواة. ثم يتركها ليساهم في تكوين الرايبوسومات. وتوجد الرايبوسومات على سطح الشبكة الاندوبلازمية كما ذكرنا سابقاً. كما تلاحظ بصورة حرة في البلازما الشفاف، وتعد الرايبوسومات كمعامل لإنتاج البروتينات في الخلية.

3- المايتوكوندريا (المتقدرات) Mitochondria

وقد صاغ هذه التسمية عالم الخلية الالماني بندا Bendah (1897) وذلك لوجود هذه العضيات الخلوية بهيئتين، هما: الهيئة الخيطية mitos والحبيبية chondrion. وعليه، سميت مايتوكوندريا mitochondria (مفردها مايتوكوندريون mitochondrion). وتعرف المايتوكوندريا بـ"بيوت الطاقة للخلية power houses of the cell". للمايتوكوندريا علاقة بإنتاج معظم جزيئات ثالث فوسفات الادينوسين ATF (adenosine triphosphate) ذات الطاقة العالية. ويتراوح عدد المايتوكوندريا في كل خلية بين بضع مئات الى عدة آلاف. ويتراوح قطر المايتوكوندريا بين 2-0.2 µm. وطولها بين 40.0-0.3 µm. لكل مايتوكوندريون (الشكل

5) تجويف مركزي او ردهة داخلية inner chamber مملؤة بمادة بينية لزجة والتي تحتوي على الانزيمات التنفسية respiratory enzymes. والحامض النووي الدي اوكسي رايبوزي DNA. والحامض النووي الرايبوزي RNA. وغالبا ما تحوي المايتوكوندريا على حبيبات كثيفة للغاية تعتبر مواقع لربط ايونات الكالسيوم Ca^{++} والمغنيسيوم Mg^{++}. للمايتوكوندريا غشاءان رقيقان يمثل كل منهما وحدة غشاء. ويبلغ سمك كل منهما (60) انكستروما. وتفصل الغشاءين مسافة بينية او ردهة خارجية outer chamber مملؤة بسائل بتراوح سمكها بين 80-100°A. الغشاء الخارجي املس خال من الانثناءات والتعرجات. في حين يعاني الغشاء الداخلي انغمادات تسمى اعراف المايتوكوندريا mitochondrial crests or cristae تمتد نحو التجويف المركزي للمايتوكوندريا. وعند فحص الاعراف بالمجهر الالكتروني تحت تكبير عال جداً. نجد ان سطحها الخارجي يحمل صفوفاً من تراكيب دقيقة شبيهة بمضرب التنس تسمى اوكزيسومات oxysomes او الدقائق الاولية elementary particles. وهي غنية بالانزيمات التنفسية، وتبقى ضمن سمك الغشاء العرفي عادة الا انها قد تبرز احياناً من السطح الداخلي للاعراف. ومن الجدير بالذكر ان الاعراف تزيد من المساحة السطحية للمنطقة الحاوية على الانزيمات التنفسية المؤكسدة. وعليه تجرى في المايتوكوندريا دورة كربس Krebs cycle، وسلاسل النقل الالكتروني electron transmitting chains من اجل تكوين جزيئات المركب ثالث فوسفات الادينوسين ATP.



الشكل (5) مايتوكوندريا (أ) التركيب التفصيلي لمايتوكوندريون نموذجي. (ب) التركيب الدقيق لعرف من اعراف المايتوكوندريا.

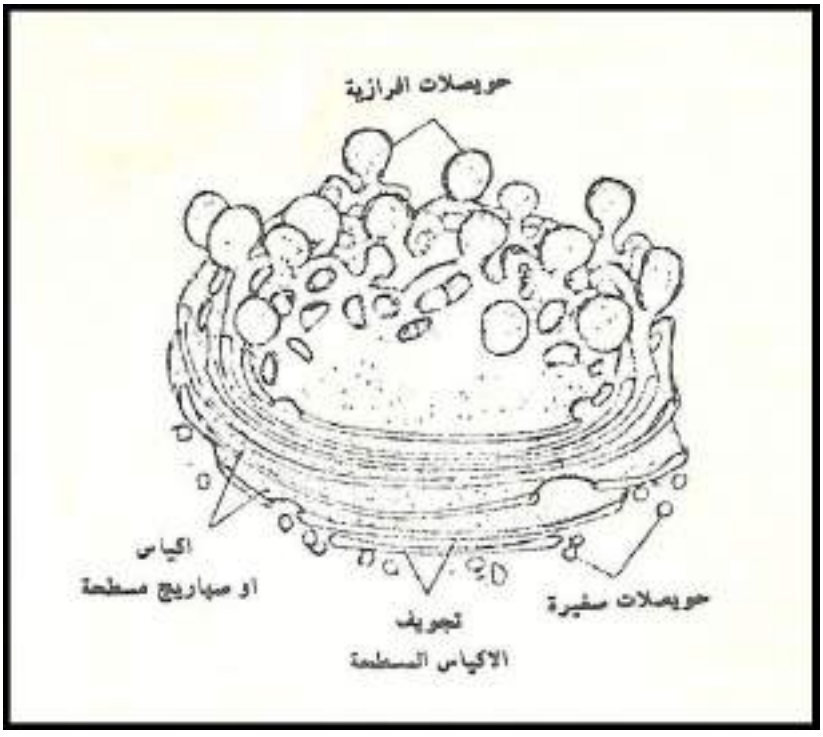
4- جهاز كولجي Golgi Apparatus

وتدعى هذه العضيات ايضاً بأجسام كولجي Golgi bodies او معقد كولجي Golgi complex نسبة الى مكتشفها عالم الخلية الايطالي كاميلو كولجي Camillo Golgi الذي اكتشفها عام 1898. وتظهر تحت المجهر الالكتروني على هيئة اكداس من اكياس او صهاريج

مسطحة. او حويصلات ذات احجام مختلفة. وتوجد عادة بصورة متوازية في مناطقة معينة في الخلية، او موزعة في جميع انحاء السايتوبلازم (الشكل 6). وتلاحظ هذه العضيات باعداد كثيرة في الخلايا الافرازية، والخازنة حيث تصل فيها الى اوج ضخامتها وتعقيدها. غشاء هذه العضيات يمثل وحدة غشاء، ويبلغ سمكه حوالي A°(70). وتعد هذه التراكيب بمثابة معامل التعليب، حيث تمر المواد التي تصنع في الشبكة الاندوبلازمية الى اجسام كولجي لتنظم، او تضاف إليها مواد اخرى، ومن ثم تخزن مؤقتاً. وأخيراً، تنفصل من معقد كولجي بعد تغليفها او احاطتها بغشاء على هيئة حبيبات افرازية أولية elementary secretory granules. ومن وظائفه المهمة الأخرى بناء السكريات المتعددة المعقدة، كالسيليلوز والمادة المخاطية وتركيب الهورمونات في خلال الغدد الصماء endocrine giands.

5- الأجسام الحالة Lysosomes

الاجسام الحالة او الهاضمة عبارة عن تراكيب حويصلية يتألف جدارها من وحدة غشاء، تحوي هذه الحويصلات انزيمات محللة هاضمة تقوم بهضم الجزيئات الكبيرة داخل الخلايا. وبالحل الذاتي autolysis للعضيات الخلوية. يتراوح حجم الاجسام الحالة بين 0.2-0.8 µm عادة. وفي حالات استثنائية، قد تصل الى احجام كبيرة جداً، كما هو الحال في خلايا كلية اللبائن، فتبلغ 5 µm، او أكثر في الخلايا الملتهمة phagocytes، وكريات الدم البيض leucocytes. ومن الامثلة الواضحة لعمل الأجسام الحالة هو اختفاء الذنب في الدعاميص tadpoles.



الشكل (6) أجسام كولجي.

تمتاز الأجسام الحالة بتعدد أشكالها والتي يمكن ملاحظتها في مراحل مختلفة. او في الخلية نفسها، ولكن في أوقات متباينة (الشكل 7) هذه الانواع هي:-

أ- الأجسام الحالة القبلية Pre-lysosomes: وهي عبارة عن حويصلات تتكون نتيجة انغمادات غشاء البلازما، والتي تحوي اما دقائق صلبة تسمى أجسام ملتهمة phagosomes. او

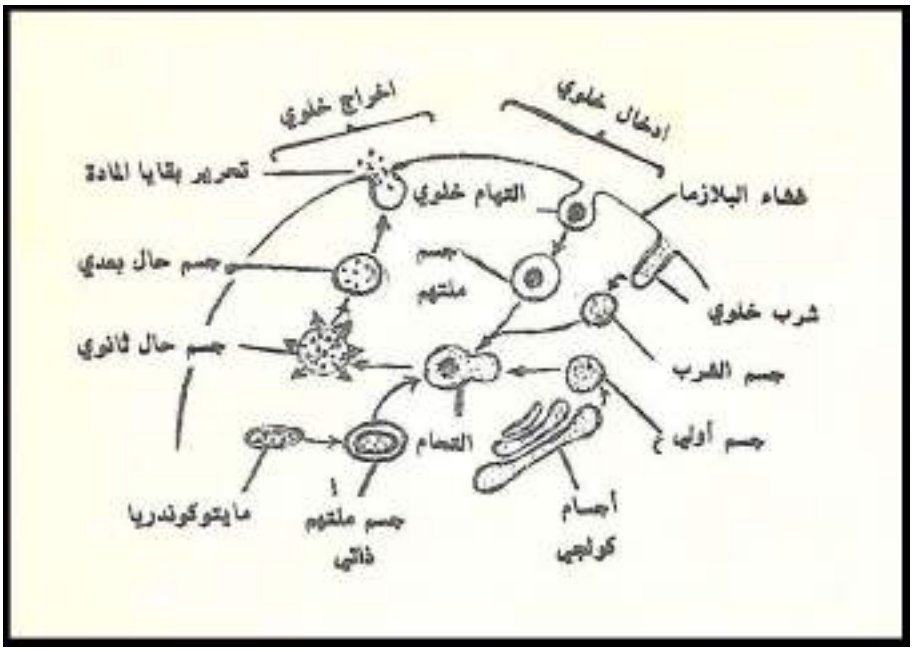
مواد سائلة تسمى أجسام الشرب pinosomes. والتي تدخل الخلية من سطحها (ادخال خلوي endocytosis).

ب- الأجسام الحالة الأولية Primary lysosomes: وهي عبارة عن حويصلات حاوية على انزيمات، ويقوم معقد كولجي بتكوينها.

ج- الأجسام الملتهمة الذاتية Auto phagosomes: وتحيط هذه الاجسام بعضيات الخلية المتحطمة. وتتكون نتيجة عزل عضية واحد، او منطقة من السايتوبلازم بواسطة الشبكة الاندوبلازمية.

د- الاجسام الحالة الثانوية Secondary lysosomes: وتتكون هذه الأجسام نتيجة التحام الأجسام الملتهبة، او اجسام الشرب، او الاجسام الملتهبة الذاتية بالأجسام الحالة الأولية، حيث تقوم الانزيمات الموجودة داخل الأجسام الحالة الأولية بتحليل وهضم محتويات الأجسام الملتحمة بها، ثم تنتشر المواد المحللة الى البلازما الشفاف.

هـ- الأجسام الحالة البعدية Post-lysosomes: وهي عبارة عن الأجسام الحالة الثانوية مع المحتويات المتبقية، بعد انتشار المواد المحللة منها الى الخارج، تلتحم أغشية هذه الأجسام بالغشاء البلازمي، وهكذا تطرح المواد المتبقية الى الفسح خارج خلوية extracellular، وتعرف هذه العملية بالاخراج الخلوي exocytosis.



الشكل (7) الأجسام الحالة.

6- حبيبات الزايموجين (مولدة الخمائر) Zymogen Granules

وهي عبارة عن حويصلات، او حبيبات صغيرة تنشأ بطريقة الانفصال من أجسام كولجي، وتحوي الانزيمات التي تقوم الخلية بصنعها، وتنقل بعد ذلك خارج الخلية، الى أهدافها المحددة.

7- الأجسام الدقيقة Microbodies

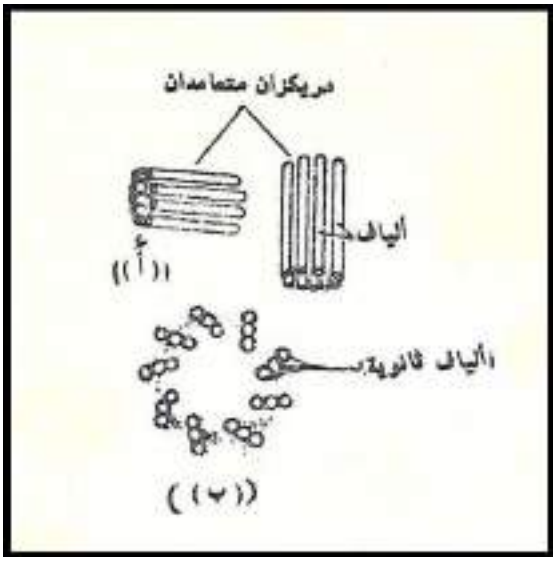
وهي عبارة عن حويصلات كروية، او بيضوية حاوية على انزيمات تقوم باختزال بيروكسيد الهيدروجين، وتشترك عادة في أيض حامض اليوريك. تتألف جدران هذه الحويصلات من طبقة واحدة من غشاء الذي يبلغ سمكه A°65. وتلاحظ عادة في خلايا الكبد والكلية. ويبدو انها تنشأ من الشبكة الاندوبلازمية او من جهاز كولجي. وتعد الاجسام البيروكسية peroxisomes احد انماط الاجسام الدقيقة. وتحوي انزيمات مؤكسدة oxidases. وعليه تفيد في اكسدة المواد.

8- النبيبات الدقيقة Microtubules

وهي تراكيب غشائية رقيقة اسطوانية وتدخل في تركيب الاسواط، والاهداب، والمريكزات، والاشعة النجمية والمغزل النووي، يتراوح قطر النبيبات الدقيقة النموذجية بين A°400-200. في حين يتراوح سمك غشائها بين A°100-50. ويحوي الغشاء حوالي (10-14) خويطاً. يبلغ سمك كل منها حوالي A°30. وتتألف هذه الخويطات من جزيئات بروتينية.

9- المريكزان Centrioles

عبارة عن تركيبين اسطوانيين متعامدين على بعضهما يقعان بجوار النواة، وتحيط بهما منطقة رائقة من السايتوبلازم تدعى بالجسم المركزي centrosome الذي بدوره يحاط بمنطقة سايتوبلازمية اخرى اكثر كثافة تسمى الكرة المركزية centrophere. يتألف كل مريكز من تسعة ألياف مرتبة بصورة دائرية، وتركب كل ليف من ثلاثة ألياف ثانوية او نبيبات دقيقة (الشكل 8). للمريكزين دور مهم جدا في انقسام الخلية، فهما اللذان يقومان بتنظيم قطبي المغزل النووي nuclear spindle poles الذي تساهم خيوطه بدرجة كبيرة في فصل الصبغيات (الكروموسومات) chromosomes او الكروماتيدات chromatids، وفي حركتها باتجاه القطبين، كما ان المريكزات تكون الاجسام القاعدية basal bodies للأسواط flagells والأهداب cilia.



الشكل (8) أ- المريكزان. ب- مقطع مستعرض في احدهما.

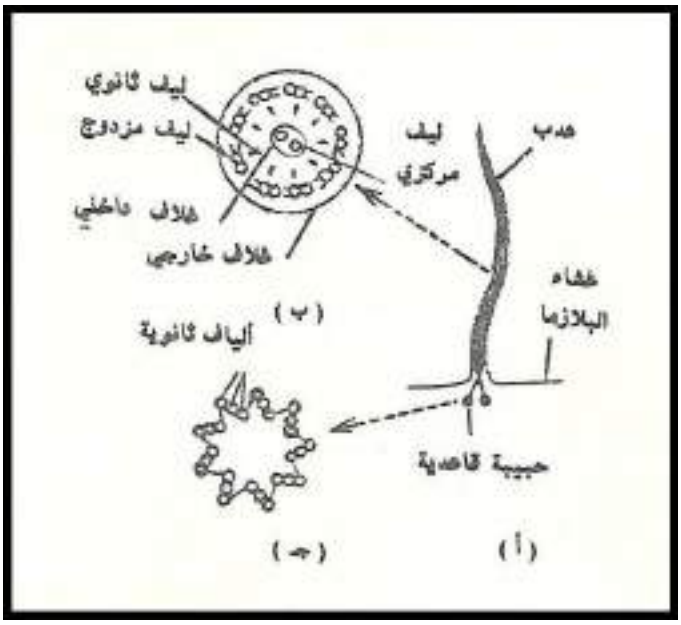
10- الأهداب والأسواط Cilia and Flagella

وهي عضيات خلوية خيطية نحيفة تبرز عادة من السطوح الحرة للخلايا كما هو الحال في معظم الخلايا الحاملة للأسواط والأهداب. ومنها الابتدائيات protozoa، او قد توجد في

التجويف الداخلي في خلايا اخرى، كما هو الحال في الخلايا اللهبية fiame cells، او الخلايا الانبوبية solenocytes. تتشابه الأسواط والاهداب من حيث التركيب (الشكل 9). الا ان السوط تكون عادة أطول من الاهداب وأقل عددا منها، يظهر المجهر الالكتروني من خلال دراسة مقطع مستعرض لكل من هاتين العضيتين، ان كلا منهما تتألف من تسعة ألياف مزدوجة محيطية peripheral fibers، وزوج من ألياف مركزية central fibers منفردة. يحاط الليفان المركزيان بغلاف او غمد داخلي inner sheath، في حين تحاط الالياف المحيطية المزدوجة بغلاف او غمد خارجي outer sheath، ويمثل الغمد وحدة غشاء.

11- الأجسام القاعدية او الأجسام الحركية Basal Bodies or Kinetosomes

هي عبارة عن جسيمات او حبيبات صغيرة تنشأ منها الاسواط والاهداب، وتتألف من تسع مجاميع ليفية ذات طبيعة ثلاثية triplet، وترتبط المجاميع المتجاورة ببعضها عن طريق روابط بين ليفية interfibrillar (الشكل 9). تعمل الاهداب والاسواط على حركة الحيوان، كما تساعد على طرد السوائل المحيطة بها، وتحريك الدقائق القريبة منها.

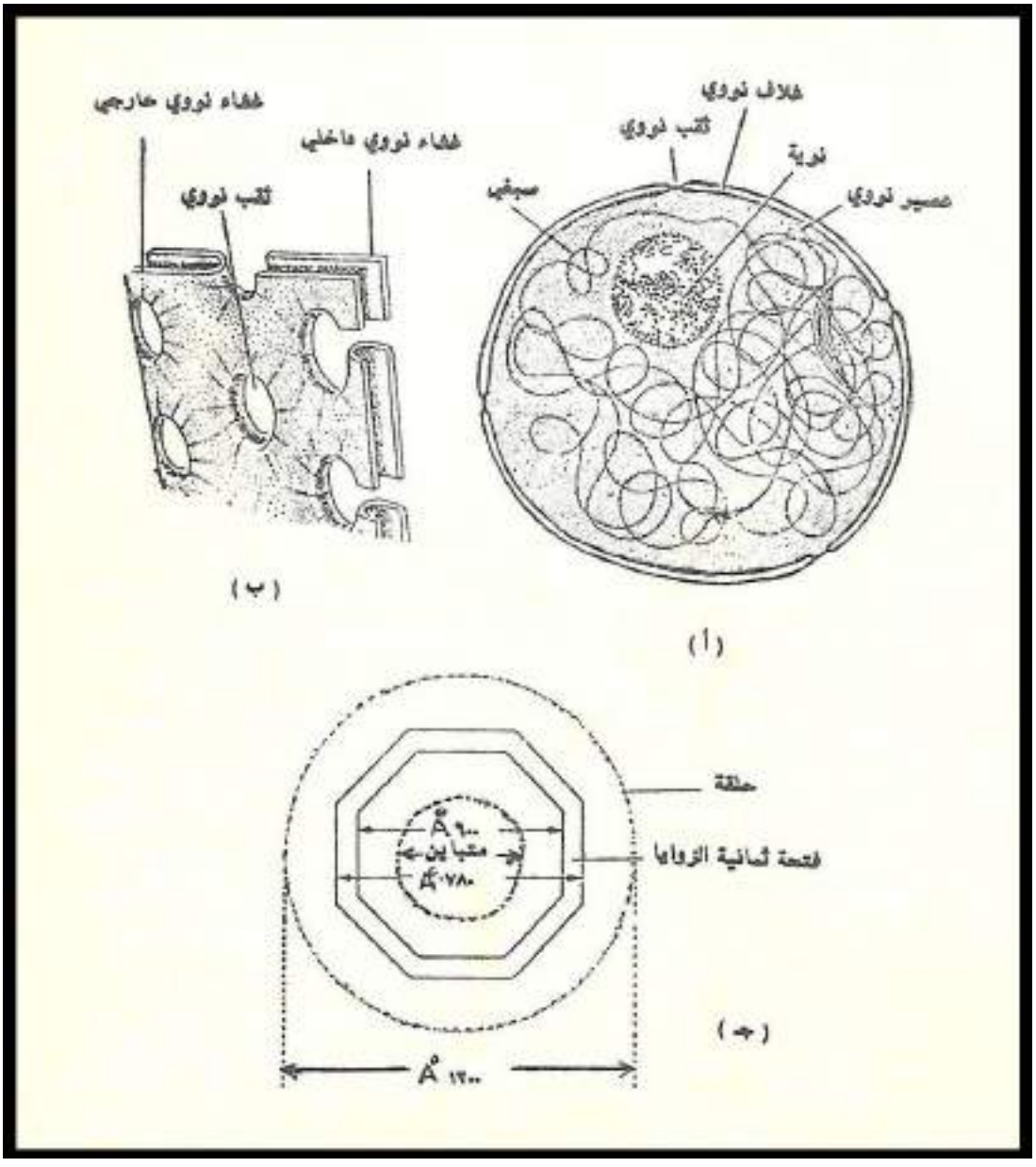


الشكل (9) أ- الهدب. ب- مقطع مستعرض في الجزء الحر من الهدب. ج- مقطع مستعرض في الجسم القاعدي او الحبيبة القاعدية.

12- النواة Nucleus

عبارة عن عضية كثيفة واضحة عادة، وذات شكل متباين جداً، فقد تكون كروية او بيضوية او مسطحة قرصية، او شبيهة بحبات السبحة، او مفصصة، او كلوية او هلالية... الخ. كما يختلف موقعها هو الاخر من خلية الى اخرى. فقد تكون النواة مركزية، او قاعدية، او محيطية... الخ. لكل خلية نواة واحدة عادة. الا ان بعضها يمتلك نواتين او ثلاث، وأحيانا يبلغ عددها مائة نواة او اكثر، كما هو الحال في بعض الابتدائيات مثل اوبلاينا Opalina. كما يختلف حجم النواة في الأنواع المختلفة من الخلايا.

تتألف النواة (الشكل10) من أربعة تراكيب، هي: الغشاء النووي او الغلاف النووي nuclear membrane or envelope، والعصير النووي او البلازما النووي nuclear sap or nucleoplasm، والصبغيات او الكروموسومات chromosomes والنوية nucleolus.



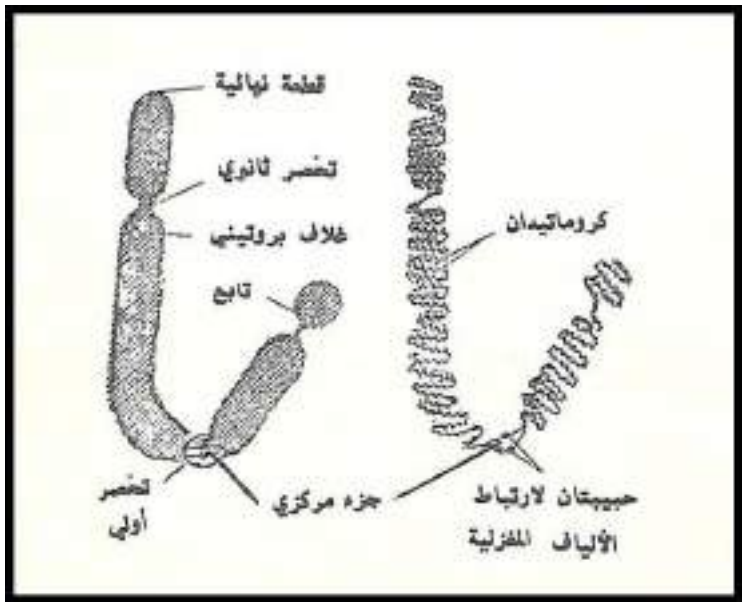
الشكل (10) أ- النواة ومكوناتها. ب- التركيب ثلاثي الأبعاد للغشاء النووي. ج- تركيب ثقب نووي.

أ- الغشاء النووي Nuclear Membrane: ويدعى ايضا بالغلاف النووي nuclear envelope، ويتألف من غشائين (داخلي وخارجي) كل منهما يمثل وحدة غشاء، ويتراوح سمك كل منهما بين 70-80A°، وتفصل بينهما فسحة يتراوح عرضها بين 100-700A°. يلتقي الغشاءان في عدة أماكن ليكونا فتحات ثمانية الزوايا تدعى بالثقوب او الثغور النووية nuclear pores التي تختلف قطراً (400-1000A°) وعدداً (تنعدم في النطف الناضجة) في نوى الخلايا المختلفة، وعبر هذه الثقوب تمر المواد من النواة الى السايتوبلازم وبالعكس، يحمل الغشاء الخارجي الرايبوسومات، كما انه يرتبط بالشبكة الاندوبلازمية.

ب- البلازما النوويNucleoplasm: وهو عبارة عن المادة الأساسية للنواة، ويدعى ايضا بالعصير النووي karyoiymph او اللمف النووي nuclear sap، ويتركب من الماء، والبروتينات، والمواد الفسفورية، والسكريات، والنيوكليوتيدات والأحماض النووية (DNA, r-RNA, s-RNA, m-RNA)، ومواد اخرى. تسيطر النواة على الأفعال الحيوية في الخلية، لذا فهي ضرورية جدا لديمومة حيوية الخلية.

ج- الكروموسومات (الصبغيات) Chromosomes: وهي تراكيب خيطية صبغينية (كروماتينية) (الشكل 11)، وتزداد وضوحاً أثناء مراحل انقسام الخلية، وبالأخص في الطورين الاستوائي والانفصالي. يتكون الكروموسوم من ألياف مرزومة رزماً قوياً تدعى بالخيوط الصبغينية chromonemata. ويحتوي كل كروموسوم على خيط صبغيني واحد chromonema، او اثنين او اربعة خيوط صبغينية. يتركب الكروموسوم كيميائيا من الحامض النووي الدي اوكسي رايبوز DNA (deoxyribonucleic acid) المقترن بالبروتينات. وبصورة خاصة السهتونات histines. للكروموسومات وظيفة مهمة جداً الا وهي حمل الجينات genes او العوامل الوراثية من جيل الى اخر. ان عدد الكروموسومات ثابت في النوع الواحد من الحيوانات، الا ان اشكالها وأطوالها تختلف في النوع نفسه. عندما ينشطر الكروموسوم طوليا الى جزئين اثناء الانقسام الخلوي يدعى كل منهما بالكروماتيد chromatids. يرتبط كروماتيدا كل كروموسوم (الكروماتيدات الشقيقة sister chromatids) بواسطة تركيب يسمى الجزء المركزي centromere، او المركز الحركي kinetochore.

د- النوية Nucleolus: تظهر النواة تركيبا كثيفا كرويا واحدا او اكثر يعرف بالنوية، وقد اكتشفها فونتانا Fontana (1781). ويختلف حجم النوية تبعاً لفعاليتها، وتتركب النوية بصورة رئيسة من البروتين، والحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي r-) ribosomal RNA (RNA. ومما يجدر ذكره، ان النوية تحتفظ بتماسها مع زوج من الكروموسومات المتماثلة homologus chromosomes ويعرف موقع التماس الكروموسومي هذا بالمنظم النويّي nucleolar organizer الحاوي على DNA والذي يقوم باستنساخ الـ r-RNA، وعليه تعد النوية مركزا لبناء الرايبوسومات السايتوبلازمية. يظهر التركيب الدقيق للنوية انها تتكون من أربعة أجزاء، هي: الجزء الليفي pars fibrosa، والجزء الحبيبي pars granulosa، والجزء عديم الشكل pars amorpha، والجزء الكروموسومي pars chromosoma.



الشكل (11) شكل تخطيطي لصبغي بعدي المركز metacentric (أ) منظر خارجي. (ب) تركيب داخلي.

الأحماض النوويةNucleic Acids

ثمة نوعان رئيسان من الأحماض النووية، وهما: الحامض النووي الرايبوزي RNA والحامض النووي الدي اوكسي رايبوز DNA، ويضم النوع الأول ثلاثة أنواع ثانوية، هي: الحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي r-RNA، والحامض النووي الرايبوزي الذايب او الناقل s-RNA or t-RNA، والحامض النووي الرايبوزي الرسولي m-RNA، وقد سميت بالأحماض النووية لانه كان يعتقد انها توجد في النواة فقط.

تركيب الحامض النووي Structure or Nucleic Acid

يتركب الحامض النووي من جزيئات molecules تشترك في تكوينها اعداد كبيرة من وحدات تعرف بالنيوكليوتيدات nucleotides، يتركب النيوكليوتيد من ثلاثة أجزاء، هي:-

1- السكر Sugar

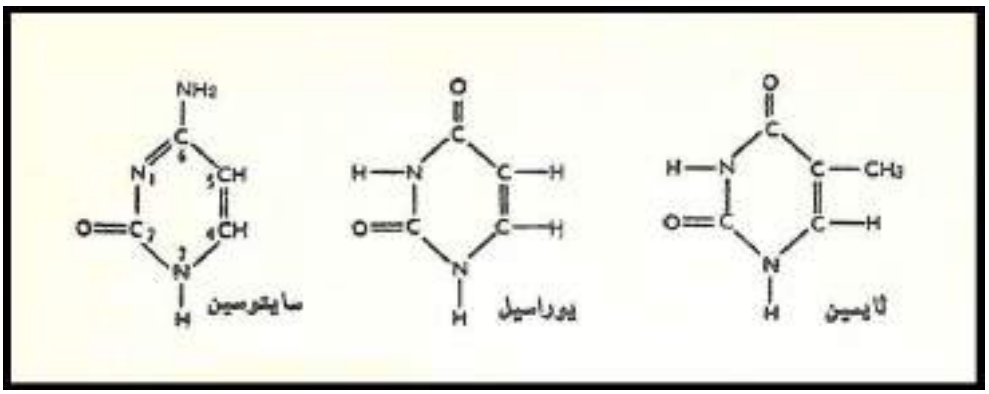
وهو عبارة عن سكر احادي monosaccharide خماسي ذرات الكاربون pentose، ويقع في نوعين وهما: سكر الرايبوز ribose $C_5H_{10}O_5$، وسكر الدي اوكسي رايبوز deoxyribose $C_5H_{10}O_4$، وفيه اربع ذرات فقط من الاوكسجين بدلاً من خمس ذرات موجودة في النوع الأول، وفيما يلي (الشكل 12) الصيغة الكيميائية لكل منهما.

ويدخل النوع الأول في تركيب الـRNA، في حين يشترك الثاني في تركيب الـDNA.

الشكل (12) الصيغتان الكيميائيتان للسكرين الرايبوز والدي اوكسي رايبوز.

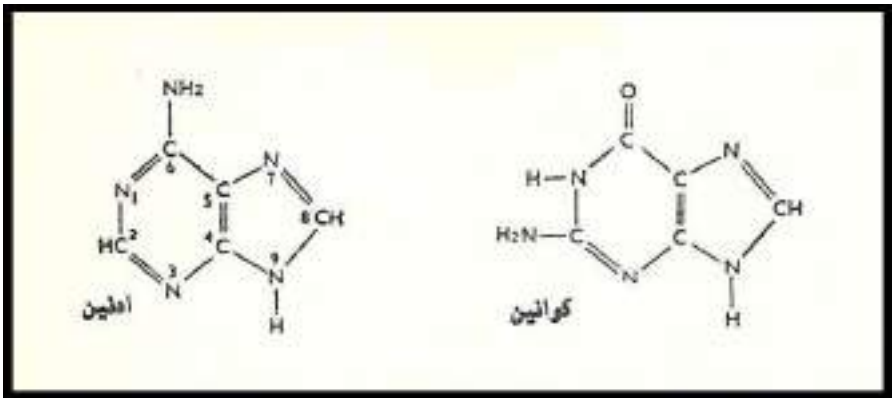
2- القاعدة النيتروجينية Nitrogenous Base

مركبات حلقية، تحتوي على الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنيتروجين، ثمة ضربان رئيسان من هذه القواعد. يتألف الضرب الأول من حلقة واحدة، وتدعى بقواعد البريميدين pyrimidine bases، ومنها ثلاث قواعد، هي: السايتوسين cytosine، ويرمز لها بالحرف C والثايمين thyamine، ويرمز لها بالحرف T، واليوراسيل uracil، ويرمز لها بالحرف U، أما صيغها الكيميائية (الشكل 13) فهي كالآتي:



الشكل (13) الصيغ الكيميائية لثايمين ويوراسيل وسايتوسين.

أما الضرب الثاني، فيشمل قواعد نيتروجينية مؤلفة من حلقتين، وتسمى قواعد البيورين purine bases، ومنها قاعدتان، احداهما تسمى ادنين adenine ويرمز لها بالحرف A، والاخرى كوانين guanine، ويرمز لها بالحرف G، وفيما يلي الصيغتان الكيميائيتان (الشكل 14) لهما:



الشكل (14) الصيغتان الكيميائيتان لكوانين وادنين.

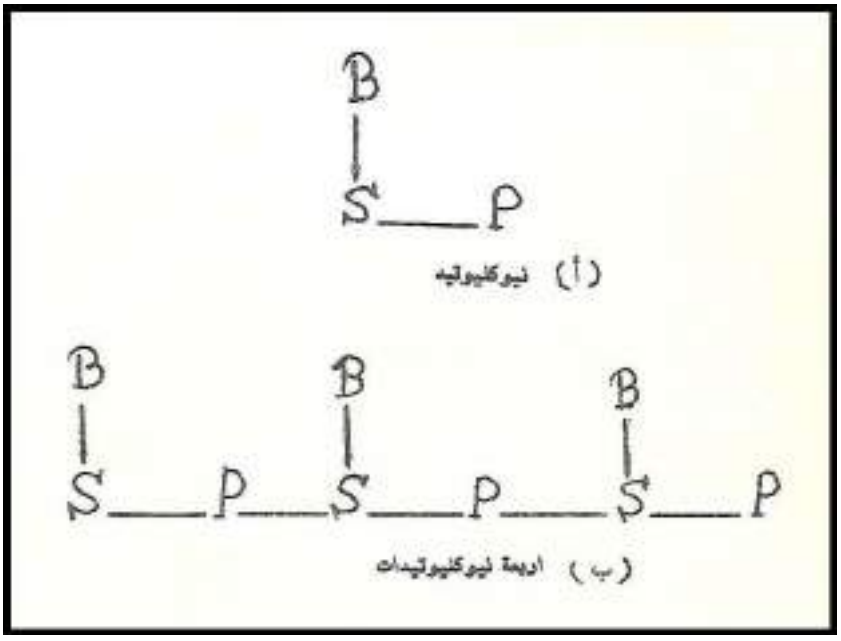
ومن الجدير بالذكر، ان القواعد الثلاث، وهي: الادنين، والكوانين، والسايتوسين توجد في كل من الحامضين النوويين RNA وDNA، في حين القاعدة يوارسيل توجد في الـRNA فقط، والقاعدة ثايمين في الـDNA فقط.

3- حامض الفوسفوريك او مجموعة الفوسفات

Phosphoric Acid or Phosphate Group

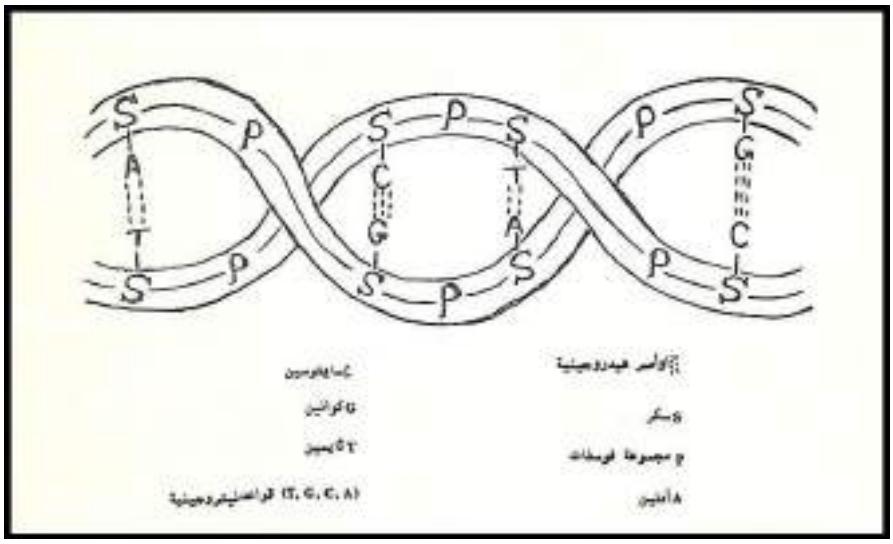
وترتبط مجموعة الفوسفات بالسكر سواء كان ذلك في النوع الرايبوزي في (RNA) او الدي اوكسي رايبوزي في (DNA).

تتكون جزيئة الحامض النووي، كما ذكرنا سابقاً، من عدد كبير من النيوكليوتيدات، ويتألف كل نيوكليوتيد نتيجة ارتباط السكر بالقاعدة النيتروجينية من جهة، وبمجموعة الفوسفات (حامض الفسفوريك) من جهة أخرى. وينتج من اتحاد السكر بالقاعدة النيتروجينية ما يدعى بالنيوكليوسايد nucleoside، والذي عند اتحاده بمجموعة الفوسفات يكون النيوكليوتيد nucleotide. ومن الجدير بالملاحظة، ان السكر (S)، ومجموعة الفسفات (P) تكونان العمود الفقري لجزيئة الحامض النووي، في حين تكون القواعد النيتروجينية (B) المجاميع الجانبية للجزيئة، وفي ادناه توضيح، لكيفية ارتباط مكونات النيوكليوتيد الواحد، وتركيب جزء من جزيئة الحامض النووي مكونة من أربعة نيوكليوتيدات (الشكل 15).



الشكل (15) أ- نيوكليوتيد واحد. ب- اربعة نيوكليوتيدات P مجموعة فوسفات، S سكر، B قاعدة نيتروجينية.

ثمة فرق اخر بين الـRNA والـDNA، حيث تكون جزيئة الـRNA بهيئة سلسلة مفردة، في حين تمتاز جزيئة الـDNA بتركيبها اللولبي المزدوج double helical structure، اي تتكون من سلسلتين ملتفتين بشكل لولبي، وترتبط القواعد النيتروجينية للسلسلتين المتحلزنتين عن طريق اواصر هيدروجينية hydrogen bonds. ومن الجدير بالذكر، ان القاعدة ادنين ترتبط دائما مع الثايمين، حيث ترتبط القاعدة كوانين مع السايتوسين، في ادناه، شكل تخطيطي (الشكل 16) يبين جزء صغيراً من جزيئة الـDNA اللولبية المزدوجة الطويلة.



الشكل (16) شكل تخطيطي لجزء صغير من جزيئة DNA.

اما من حيث الموقع، فان الـDNA يوجد بصورة رئيسة في النواة، في الصبغيات، والجينات، كما يوجد خارج النواة، ولكن في أماكن محددة من السايتوبلازم كالمايتوكوندريا، في حين يتكون الـRNA في النواة ثم يتركها الى السايتوبلازم، هناك ثلاثة أنواع من الـRNA، وهي:-

أ- الحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي r-RNA: ويشترك هذا الحامض النووي في تركيب الرايبوسومات، وعليه يدعى بالحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي r-RNA، ويدعى ايضاً بالحامض النووي الرايبوزي غير الذائب insoluble RNA، يستنسخ r-RNA من قبل المنظم النويي، ثمة ثلاثة أنواع من الـr-RNA، لهذا النوع من الحامض النووي دور مهم في عملية بناء البروتينات.

ب- الحامض النووي الرايبوزي الرسولي messenger RNA (m-RNA): وقد كان جاكوب ومونود Jacob and Monod (1961) هما اللذان اقترحا هذا الاسم، اي الرسولي messenger، إذ يحمل معلومات وراثية من الـDNAالكروموسومي او الصبغي (chromosomal DNA)، بطريقة الاستنساخ، الرايبوسومات في السايتوبلازم لبناء البروتينات، ومن المعروف عن الـm-RNA، انه حامض غير ثابت عادة (باستثناء حالات قليلة كما هو في كريات الدم الحمر) حيث تهاجمه الانزيمات المحللة للحوامض النوية ribonuclease enzymes في السايتوبلازم.

ج- الحامض النووي الرايبوزي الناقل Transfer RNA (t-RNA): ويدعى أيضاً بالحامض النووي الرايبوزي الذائب soluble RNA (s-RNA) حيث يوجد بصورة ذائبة في السايتوبلازم. يقوم هذا الحامض بنقل الأحماض الامينية amino acids الى سطح الرايبوسومات لبناء البروتينات. ويتكون هذا الحامض بطريقة الاستنساخ من الـDNA الكروموسومي، شأنه في ذلك شأن الـRNA الرسولي.

المحتويات غير الحية للخلية Cell Inclusions

يتكون البرابلازم paraplasm، او المحتويات غير الحية للخلية، من مواد عديدة، أهمها:-

1- البروتينات Proteins: وتتجمع البروتينات عادة كمواد مدخرة في الدم والخلايا العضلية، في حين يندر وجودها في الخلايا الأخرى، وعلى أية حال. توجد البروتينات في الحبيبات الافرازية ومولدات الخمير zymogen والحبيبات الافرازية العصبية neurosecretory granules. اما البيوض والاجنة فتحوي بروتينات مدخرة كغذاء بشكل حبيبات محية yolk granules. كما ان الخلايا المخاطية او الكأسية mucous or goblet cells تحوي حبيبات من بروتينات مخاطية mucoproteins. كما ان البلورانيات crystalloids التي تشاهد في عصي شبكية عين الضفدع وفي خلايا لايدك leydig cell في الخصية من المحتمل ان تكون ذات طبيعة بروتينية او بروتينية – دهنية lipoproteins.

2- الكاربوهيدرات Carbohydrates: وبعد الكلايكوجين glycogen من المواد الكاربوهيدراتية التي تدخر، بشكل حبيبات، وعلى نطاق واسع في الخلايا الحيوانية، وتعد الخلايا الكبدية والعضلية من الخلايا المتخصصة في هذا المجال.

3- الدهون والدهون المفسفرة Lipids and Phospholipids: وهي توجد عادة بهيئة فطيرات دهنية او شحمية في كثير من الخلايا. وقد تتجمع لتكون فجوة كبيرة في الخلية، كما هو الحال في النسيج الرابط الدهني adipose tissue.

4- المحتويات غير الحية اللاعضوية Inorganic Inclusions: ومنها، حبيبات الهيموسيدرين haemosiderin granules (مركب حديدي يحوي بروتينا) الموجودة في الضفيرة المشيمية لخنزير غينيا، وحبيبات ميلانين melanin granules الموجودة في خلايا جلد الاسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والإنسان.

انقسام الخلية
Cell Division

ان انقسام الخلايا ضروري لنمو growth الكائنات الحية جميعها، كما لا يمكن الاستغناء عنه في التكاثر الجنسي sexual reproduction، واللاجنسي asexual كليهما، كما انه ضروري جداً لانتقال الصفات الوراثية hereditary characters من جيل الى اخر من الخلايا.

يتضمن انقسام الخلية انقسام النواة karyokinesis، وانقسام السايتوبلازم cytokinesis، تنقسم بالنواة nucleus أولاً، ثم السايتوبلازم cytoplasm، ولكن قد يحدث العكس احياناً.

ومن الجدير بالذكر، ان انقسام الخلية قد لوحظ لأول مرة في السلمندر *Trituris maculosa* (برمائي ذيلي urodele amphibian) من قبل فلمنك Flemming عام 1882. ثم تبعه في ذلك علماء كثيرون اوضحوا كيفية انقسام الخلايا في حيوانات مختلفة، واظهروا سلوك الصبغيات اثناء الانقسام.

العوامل المحفزة لانقسام الخلية Factors Inducing Cell Division

ثمة عوامل وأسباب عديدة تحفز الخلية على الانقسام، ومنها:-

1- النسبة بين حجم النواة وحجم السايتوبلازم: من المعروف، ان هناك نسبة ثابتة الى حد ما بين حجم النواة وحجم السايتوبلازم المحيط بها الذي تتحكم النواة في السيطرة على الافعال الايضية التي تجري فيه، فاذ اختلت هذه النسبة تسببت في انقسام الخلية لكي تعيد هذه النسبة الى وضعها الطبيعي. ومن الجدير بالذكر، ان السايتوبلازم ينمو اسرع من النواة، ويزيد حجمه عن الحد الطبيعي مؤديا الى اختلال النسبة النووية – البلازمية karyo-plasmic ratio.

2- تضاعف مادة الـDNA: يعتقد ان تضاعف مادة الـDNA في الطور البيني interphase قد يكون له دور في عملية الانقسام.

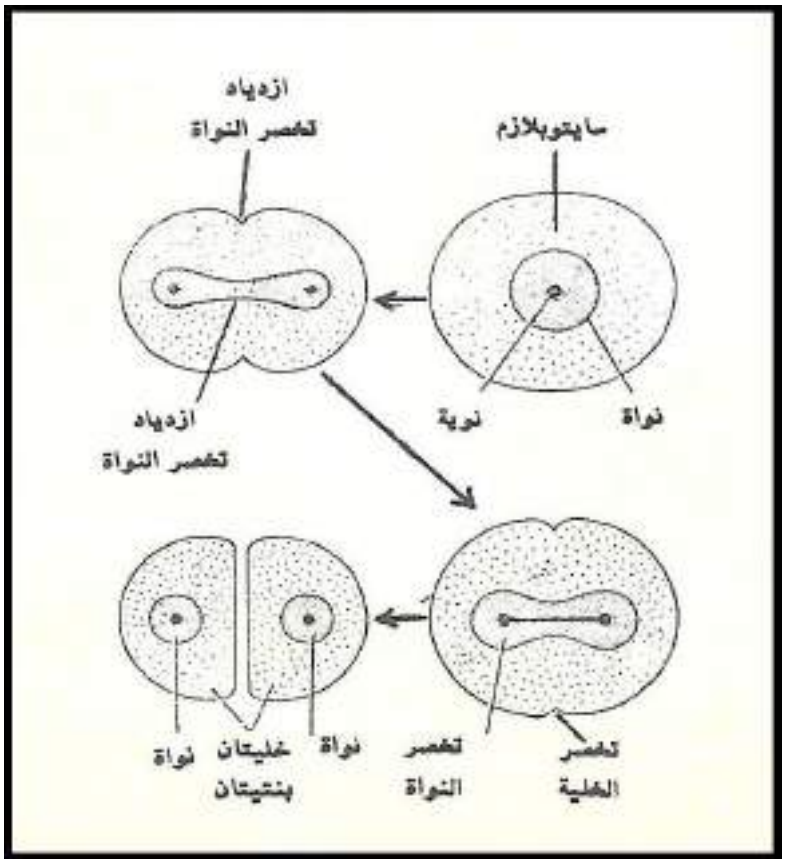
3- دور النوية: اثبتت بعض التجارب ان للنوية nucleolus دوراً مهماً في انقسام الخلية.

4- يعتقد البعض ان الكروموسومات (الصبغات) او عضيات اخرى تفرز مواداً تحفز انقسام الخلية.

وهكذا يبدو واضحاً ان هناك اكثر من سبب يشترك في تحفيز عملية انقسم الخلية. ثمة ثلاثة أنواع من الانقسام في الخلايا الحيوانية، وهي: الانقسام اللاخيطي او المباشر amitosis or direct cell division، والانقسام الخيطي او غير المباشر amitosis or indirect cell division، والانقسام الاختزالي metosis or reduction division.

1- الانقسام اللاخيطي او المباشر A mitosis or Direct Cell Division

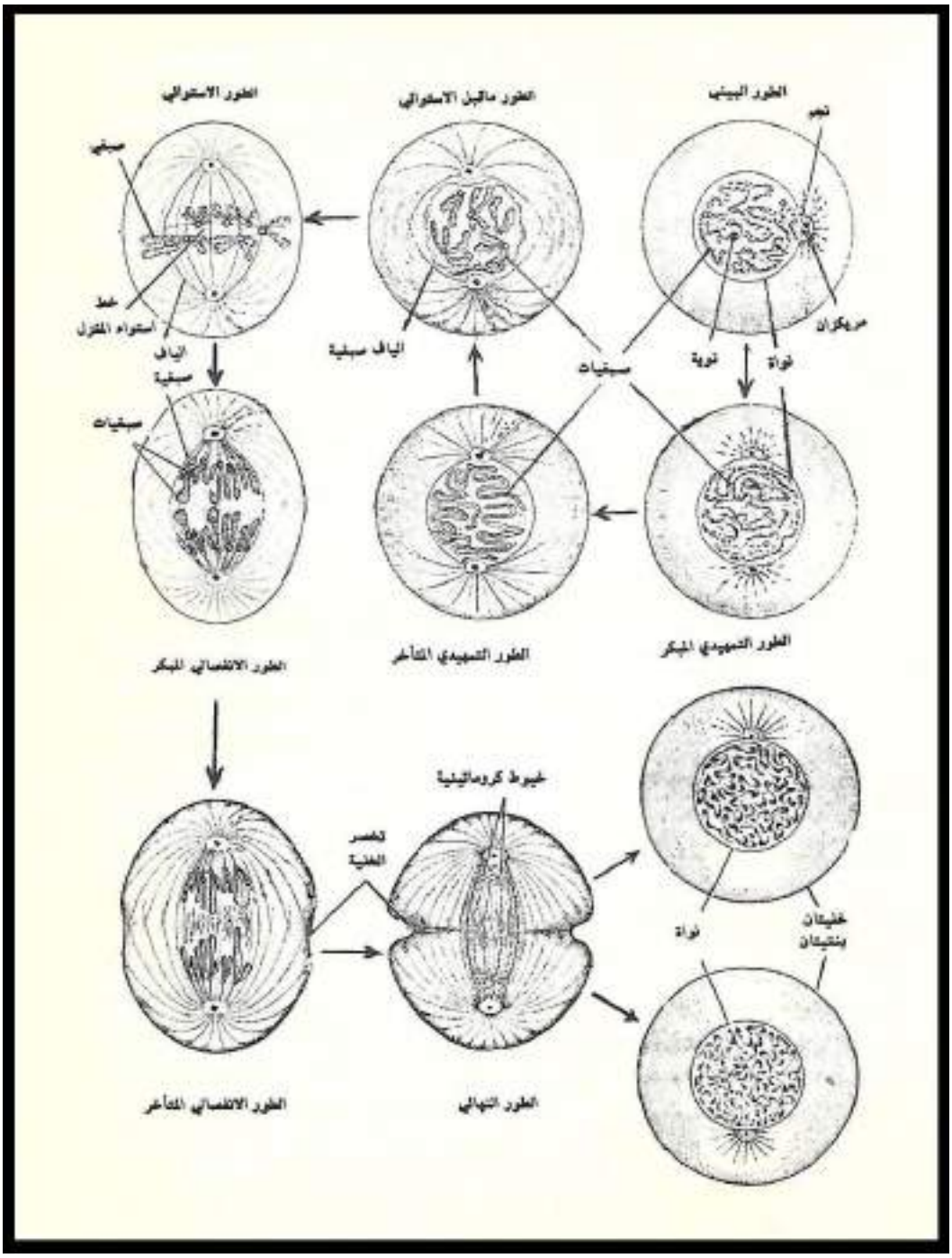
وتعد هذه الطريقة احدى طرق التكاثر اللاجنسي للابتدائيات protozoa. كما تنقسم الخلايا بهذه الطريقة عند تكوين الاغشية الجنينية للفقريات. ومما تجب الاشارة إليه. ان هذا الانقسام يعد مرضيا pathological. وقد يحدث في الانسجة المسنة senescent tissues. وعلى اية حال، تنقسم النواة أولاً ثم تستطيل، وتتخصر من دون ان تتكون الخيوط المغزلية. وتنقسم الى نواتين، كما يتخصر السايتوبلازم، وينقسم ايضا الى جزئين يضم كل منهما احدى النواتين الجديدتين، وهكذا تتكون خليتان بنيتان two daughter cells (الشكل 17).



الشكل (17) انقسام خلوي مباشر اي لا خيطي، تشير الاسهم الى سير خطوات الانقسام.

2- الانقسام الخيطي (الميتوز) او غير المباشر Mitosis or Indirect Cell Division

رغم ان الانقسام الخيطي عملية مستمرة، الا انها تقسم الى أربع مراحل او اطوار phases لسهولة دراسة هذا الحدث، وفهم ما يجري فيه من تغيرات، هذه الاطوار هي، الطور التمهيدي prophase، والطور الاستوائي meraphase، والطور الانفصالي anaphase، والطور النهائي telophase (الشكل 18).



الشكل (18) اطوار الانقسام الخيطي تشير الاسهم الى تسلسل هذه الاطوار.

قبل بدء الطور التمهيدي، تكون الخلية في طور يدعى بالطور البيني (بين انقسامين) interphase، ويدعى احياناً خطأ بطور الراحة resting stage حيث يكون النشاط الايضي في كل من النواة والسايتوبلازم على أشده استعداداً لدخول الخلية في عملية الانقسام، ومما يجدر ذكره ان علامات الانقسام لا أثر لها في هذا الطور.

وفي الطور البيني تبدو الصبغيات بهيئة خيوط طويلة ملتفة غير واضحة المعالم، وتتضاعف مادة الـDNA الوراثية، وتصل النوية اكبر حجم لها، واخيراً يبدأ المريكز Centriole بتكوين مريكزين مباشرة قبل بداية الطور التمهيدي.

أ- الطور التمهيدي Prophase: يبدأ الغلاف النووي بالاضمحلال، والنوية بالاختفاء، والمريكزان بالابتعاد عن بعضهما باتجاه قطبي الخلية المنقسمة. كما تقصر الصبغيات وتزداد سمكا نتيجة التحلزن spiralization الذي تعانيه. ويبقى كروماتيدا chromatids كل صبغي مرتبطين ببعضهما بواسطة حبيبة لا تقبل الاصطباغ تدعى الجزء المركزي centromere. ثمة الياف بروتوبلازمية تشع من كل من المريكزين مكونة ما يدعى بالنجم aster. وتظهر ايضا الياف نحيفة تمتد بين النجمين مكونة بذلك الياف المغزل spindle fibers.

ب- الطور الاستوائي Metaphase: تبدأ الصبغيات المؤلفة من كروماتيدات شقيقة sister chromatids بالتحرك نحو الصفيحة الاستوائية equatorial plane للخلية المنقسمة. اي المستوى الوسطي بين قطبي الخلية cell poles. يختفي الغشاء النووي تماما وهذا ما يسهل حركة الصبغيات واصطفافها في وضع محيطي عند الصفيحة الاستوائية، ترتبط بعض الياف المغزل spindle fibers (نبيبات دقيقة microtubules) بالاجزاء المركزية للصبغيات، لذا تسمى بالالياف الكروموسومية او الصبغية chromosomal fibers. في حين يمر بعضها الاخر من القطب (النجم aster) الى القطب مباشرة دون الارتباط بالصبغيات وتسمى الالياف المستمرة continuous fibers. اضافة الى هذه الالياف، فان هناك اليافا تتكون بين الكروماتيدات الاختية او الشقيقة المنفصلة عن بعضها اي بين الصبغيات الجديدة. وعليه تدعى بالالياف بين الكروموسومية او بين الصبغية inter chromosomal fibers. ومن الجدير بالذكر ان الالياف الصبغية هي الفعالة فقط في عملية سحب الكروماتيدات الشقيقة وابعادها عن بعضها بعضاً.

ج- الطور الانفصالي Anaphase: يتم في هذا الطور انفصال الكروماتيدات الاختية او الشقيقة sister chromatids عن بعضها بعضا، فينقسم الجزء المركزي لكل صبغي الى جزئين مركزيين. وبذا ينفصل الكروماتيدان الاختيان عن بعضهما. ويتحولان الى صبغيين ويستمران بالتباعد عن بعضهما. كل باتجاه احد قطبي الخلية نتيجة لقصر الالياف الصبغية المرتبطة بالأجزاء المركزية. او تمدد الالياف بين الصبغية التي تظهر في هذا الطور. وأخيراً، تصل كل مجموعة من المجموعتين الصبغيتين الى احد القطبين.

د- الطور النهائي Telophase: عند وصول الصبغيات القصيرة السميكة الى القطبين تتحول الى تراكيب خيطية نحيفة غير واضحة المعالم. كما تتكون النوية من جديد، ويحيط غلاف نووي جديد بالصبغيات والنوية، وبذا تتكون نواتان بنتيتان daughter nuclei. وهكذا ينتهي انقسام النواة karyokinesis. ويليه انقسام السايتوبلازم cytokinesis حيث تعاني الخلية تخصراً قرب خط استواء المغزل ويزداد هذا التخصر عمقاً الى ان تنقسم الخلية الى خليتين بنتيتين daughter cells متساويتين في الحجم عادة.

أهمية الانقسام الخيطي Significance of Mitosis

تبدو أهمية الانقسام الخيطي جلية من خلال استعراض النقاط الآتية:-

1. الانقسام الخيطي مسؤول عن تضاعف عدد الصبغيات في الخلية المنقسمة. ومن ثم توزيعها بالتساوي على كل من الخليتين البنتيتين، اذ يعمل هذا التوزيع على انتقال الصبغيات التي تحمل الصفات الوراثية من خلية الى اخرى، نتيجة الانقسام وبدون تغيير.

2. يعمل الانقسام الخيطي على ابقاء حجم الخلية ضمن حدوده المعقولة والطبيعية.
3. تتشابه الخلايا الناتجة من الانقسام الخيطي مع الخلايا المنقسمة من حيث الشكل والوظيفة، وهذا ما يساعد في عملية التجدد (الاخلاف) regeneration او الترميم repair.
4. يساعد الانقسام الخيطي في عملية نمو growth الاعضاء وتكوينها.
5. تتكاثر كائنات عديدة تكاثراً لا جنسياً asexual reproduction بواسطة الانقسام الخيطي.
6. يساعد هذا الانقسام على زيادة عدد الخلايا الجنسية التي تعاني في البداية انقساماً خيطياً لزيادة عددها. ثم تمر بعد ذلك بمراحل الانقسام الاختزالي meiosis.

الانقسام الاختزالي او الميوز Reduction Division or Meiosis

يحدث الانقسام الاختزالي في الخلايا الجنسية sex cells الموجودة في الغدد التناسلية (خصى testes ومبايض ovaries) عادة، وينتج عن هذا الانقسام خلايا حاوية على نصف العدد الأصلي من الصبغيات. وهكذا، فعندما تلتقي خليتان (ذكرية وانثوية) منها، وتتحدان يعود العدد الأصلي للصبغيات في الخلية المتكونة، تتكون الامشاج gametes والحيامن sperms والبيوض ova (eggs) عن طريق هذا الطراز من الانقسام الخلوي. لذا يعرف ايضا بالانقسام مكون الامشاج gametogenic division.

كان بندن Van Benden (1883) أول من لاحظ ان الامشاج في دودة الاسكارس Ascaris تحوي نصف العدد الاصلي من الصبغيات الموجودة في الخلايا الجسمية الاخرى. وقد صاغ بعد ذلك كل من فارمر ومور J.B Farmer & J.E. Morre (1905) المصطلح meiosis الذي يعني الانقسام الاختزالي (المصطلح اغريقي الاصل ومشتق من meloum ويعني يختزل).

رغم عدم معرفة الاسباب الحقيقية المؤدية الى انقسام الخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية diploid cell (اي ذات العدد الكامل من الصبغيات) انقساماً اختزاليا meiosis لتكوين خليتين احاديتي المجموعة الصبغية Two haploid cell (اي تحوي كل منهما نصف العدد الاصلي من الصبغيات الموجودة في الخلية المنقسمة) الا انه قد وجد ان هورمون الانسلاخ ecdysome الموجود في الحشرات يحفز هذا الانقسام في بعض الابتدائيات. كما ان زيادة نسبة مادة الـDNA الى الـRNA هي الاخرى احدى العوامل المحفزة للانقسام الاختزالي.

تتضمن عملية الانقسام الاختزالي – خلاف ما يحدث في الانقسام الخيطي – انقسامين خلويين متعاقبين، الاول منها اختزالي، ويؤدي الى تكوين خليتين احاديتي المجموعة الصبغية، حيث يختزل عدد الصبغيات الاصلي الى النصف في الخلايا الناتجة من الانقسام، في حين يشبه الانقسام الثاني الانقسام الخيطي mitosis، فتنقسم كل خلية احادية المجموعة الصبغية الى خليتين من هذا النوع. وهكذا، فان خلية واحدة ثنائية المجموعة الصبغية تكون اربع خلايا احادية المجموعة الصبغية عندما تمر بالانقسام الاختزالي، وبما ان الانقسام الاختزالي يتضمن انقسامين رئيسيين (الشكل 19) لذا يرمز للأول بالرقم I والثاني بالرقم II لسهولة التمييز بين مراحلهما.

الانقسام الاختزالي الأول First Meiotic Division

ويتضمن هذا الانقسام المراحل او الاطوار الآتية:-

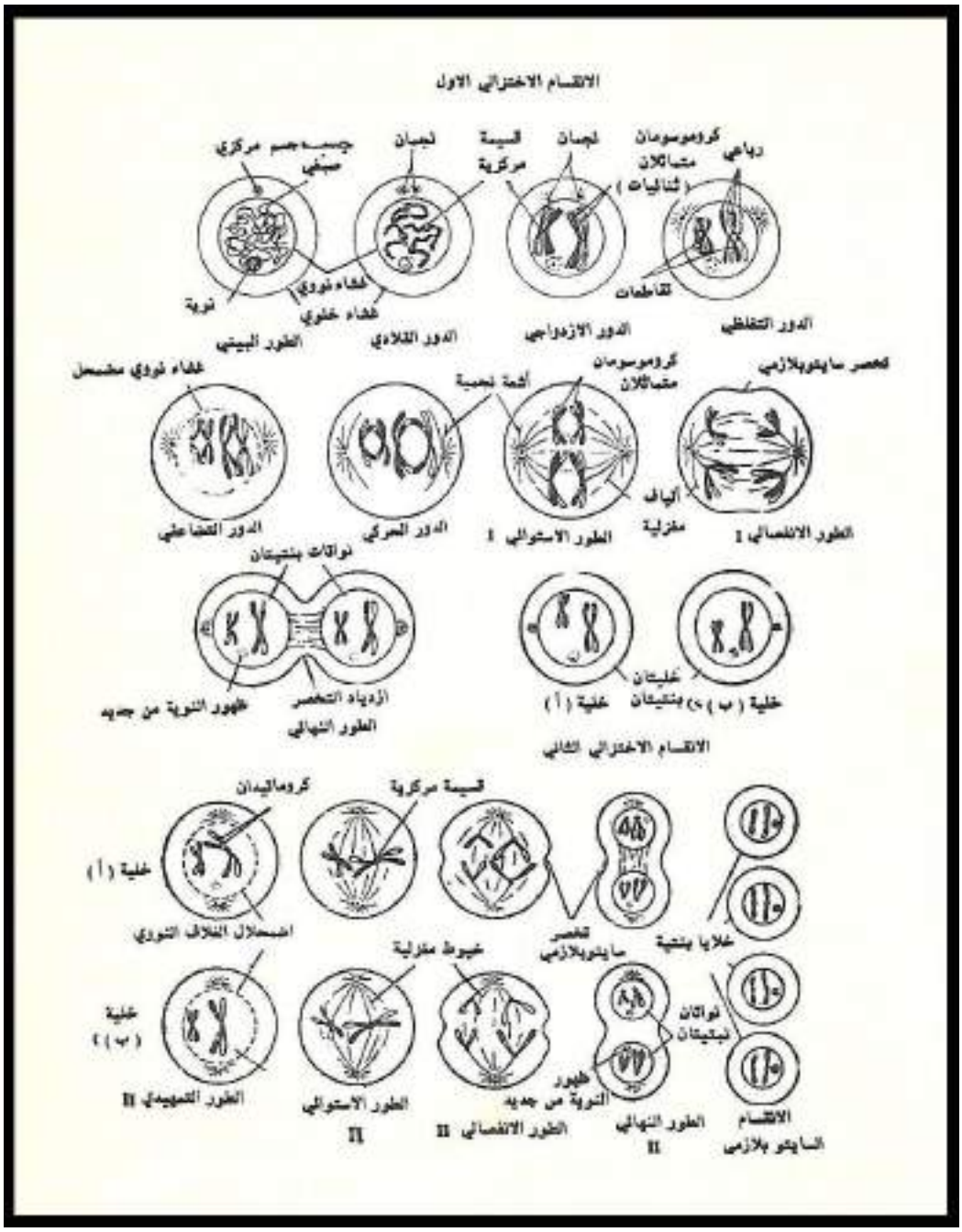
1- الطور التمهيدي I (Prophase I): ويعد اطول طور في الانقسام الاختزالي، وتتضاعف فيه كمية الـDNA، ويتألف من عدة أدوار او اطول ثانوية Substages مستمرة، وهي:-

أ- الدور القلادي (الخيطي) Leptotene: يزداد انفكاك اللفات المحكمة للصبغيات، وعليه تبدو خيطية نحيفة (نحيف: leptos). كما يتكون مريكزان centrioles نتيجة انقسام المريكز، ويتحرك كل منهما باتجاه احد قطبي الخلية. يتألف كل كروموسوم من كروماتيدين شقيقين، الا اننا لا نستطيع رؤيتهما تحت المجهر الضوئي في هذا الدور. تعاني الصبغيات نمطاً معيناً من الاتجاه والتقاطب نحو المريكزين، ويدعى هذا الترتيب الخاص بالباقة bouquet. وتمتاز الكروموسومات بانها تظهر مناطق تتخذ شكلاً خرزيا على امتدادها، وهكذا تشبه القلادة، لذا يدعى هذا الدور بالدور القلادي، وتدعى هذه المناطق بالأجزاء (القسيمات) الصبغية Chromomeres، وهي تمثل في الحقيقة المناطق الملتفة من الكروموسومات باحكام شديد.

ب- الدور الازدواجي Zygotene: وتستمر الصبغيات بالقصر والتثخن، كما ان الصبغيات المتماثلة homologous chromosomes تنجذب نحو بعضها وتزودج. يتألف كل زوج من الصبغيات المتماثلة من صبغيين، احدهما آت من الاب، والآخر من الام، يتشابه الصبغيان المتماثلان من حيث الطول، ومواقع الاجزاء (القسيمات) المركزية، والجينات او المورثات genes. تدعى عملية ازدواج الصبغيات المتماثلة بالاقتران الصبغي chromosomal synapsis، وتتم بطرق ثلاث، وهي:-

1- الاقتران قبل النهائي Proterminal synapsis: وتبدأ عملية ازدواج الصبغيين المتماثلين من نهايتيهما، وتستمر باتجاه اجزائهما (قسيماتهما) المركزية.

2- الاقتران قبل المركزي Procentric synspsis: ويبدأ الازدواج من الاجزاء المركزية للصبغيين المتماثلين، ويتجه نحو النهايتين، اي عكس الحالة الأولى.



الشكل (19) الانقسام الاختزالي.

3- الاقتران العشوائي Random synapsis: ويحدث الاقتران او الازدواج بين الصبغيين المتماثلين في عدة نقاط مختلفة.

يدعى الصبغيان المتماثلان المزدوجان بالثنائي bivalent، اما الكروماتيدات الأربعة المكونة لهما فتسمى الرباعي tetrad.

ج- الدور التغلظي Pachytene: تقصر الصبغيات، وتزداد سمكاً، ويكتمل الاقتران، وتبدو الرباعيات Tetrads واضحة (تحت المجهر الضوئي) في منتصف هذا الدور. وفي هذا الدور يرتبط احد الكروماتيدين من كل صبغي متماثل مع كروماتيد اخر من الصبغي المتماثل المزدوج معه في نقطة واحدة او اكثر، وتدعى هذه النقاط بالتصالبات chiasmata. يتم تبادل القطع

الكروماتيدية غير الشقيقة المتصالبة (اي عند كل تصالب chiasma بين الكروماتيدين غير الشقيقين لكل رباعي، وتسمى هذه العملية التعابر او العبور Crossing over، وللتعابر أهمية وراثية كبيرة حيث يتم من خلالها تبادل مواقع المورثات او الجينات genes بين الصبغيين المتماثلين المزدوجين.

د- الدور التضاعفي (التنافري) Diplotene: وفيما تزداد الصبغيات سمكا وقصراً، ويبدأ كل صبغيين متماثلين مزدوجين بالتنافر والابتعاد عن بعضهما. وهكذا ينفصل الصبيان المتماثلان عن بعضهما، ولكن لا يكون الانفصال كاملاً نتيجة لوجود نقاط التعابر.

هـ- الدور الحركي Diakinesis: تزداد الصبغيات سمكاً وقصراً، ويضمحل الغشاء النووي والنوية، ويصل كل مريكز الى احد قطبي الخلية المنقسمة. ويحاط باشعة نجمية، يزداد كل صبغيين متماثلين مزدوجين ابتعاداً وتنافراً، وهذا ما يؤدي الى حركة نقاط التصالب نحو نهايات الصبغيات، كما يؤدي ايضاً الى اختزال عدد التصالبات بالتدريج نتيجة لعملية الانهاء terminalization التي تستمر في هذا الدور الذي يعتبر آخر دور من الطور التمهيدي الأول.

2- الطور الاستوائي I (Metaphase I): تتحرك ازواج الصبغيات (الثنائيات، او الرباعيات) نحو مستوى الصفيحة الاستوائية للمغزل بحيث يقع المركز الحركي kinetochore (الجزء المركزي) لكل ثنائي على احد جانبيه، وعلى مسافة متساوية من خط الاستواء، ويرتبط كل جزء مركزي بليف مغزلي صبغي مرتبط باحد القطبين.

3- الطور الانفصالي I (Anaphase I): تنفصل الثنائيات (الرباعيات) الى مجموعتين ثنائيتين، وتتألف كل منها من صبغي متماثل واحد مكون من كروماتيدين مرتبطين ببعضهما بعضا من منطقة الجزء المركزي، وتتجه كل مجموعة ثنائية نحو احد قطبي الخلية حيث تقوم خيوط (الياف) المغزل بسحبها، فتنزلق التصالبات من نهايات الكروماتيدات، وهكذا ينفصل كل صبغيين متماثلين.

4- الطور النهائي I (Telophase I): عند وصول الصبغيات الى قطبي الخلية تحاط كل مجموعة والتي تتألف من نصف العدد الأصلي من الصبغيات الموجودة في الخلية المنقسمة (مجموعة احادية haploid set). بغلاف نووي، ثم تظهر النوية من جديد، كما ان الصبغيات تتخذ تدريجياً خصائص الطور البيني (تفقد سمكها وقصرها). ويكون الطور البيني قصير الأمد.

ويعقب الانقسام النووي الانقسام السايتوبلازمي، فتتكون بذلك خليتين بنتيتين تحوي كل منهما نصف العدد الاصلي من الصبغيات الموجودة في الخلية المنقسمة.

ثم لا يلبث ان تمر كل من هاتين الخليتين في الانقسام الثاني الذي هو عبارة عن انقسام خيطي mitosis ذي مراحل مشابهة لتلك الموجودة في الانقسام الخيطي الاعتيادي، وهذه المراحل هي:-

1- الطور التمهيدي II (Prophase II): وهنا ينقسم المريكز مكوناً مريكزين، ويهاجر كل منهما نحو احد قطبي الخلية، يبدأ تكوين الخيوط المغزلية، ومن الجدير بالذكر انها (الخيوط المغزلية) تكون عمودية على اتجاه الخيوط المغزلية في الانقسام الأول. كما يبدأ الغلاف النووي بالاضمحلال، وتفعل النوية الشيء ذاته، ويتألف كل صبغي في هذا الطور من كروماتيدين مرتبطين ببعضهما بواسطة الجزء المركزي (القسيمة المركزية).

2- الطور الاستوائي II (Metaphase II): تتحرك مجموعة الصبغيات الاحادية لتأخذ موقعها الجديد في الصفيحة الاستوائية، ترتبط خيوط المغزل بالاجزاء المركزية لهذه الصبغيات

التي يتألف كل منها من كروماتيدين. وعليه، يمكن تمييز الطور الاستوائي I عن II بسهولة حيث تكون الصبغيات الطور الاستوائي مرتبة بشكل حزم من أربعة كروماتيدات (بسبب وجود صبغيين متماثلين في كل حزمة). في حين تترتب الكروماتيدات في حزم من كروماتيدين (بسبب وجود صبغيات احادية) في الطور الاستوائي II.

3- الطور الانفصالي II (Anaphase II): ينقسم الجزء المركزي في كل صبغي، ثم يبدأ كل من الكروماتيدين في الصبغي الواحد بالابتعاد عن الآخر متجهاً نحو احد القطبين بمساعدة خيوط المغزل التي تسحبه.

4- الطور النهائي II (Telophase II): تمثل الكروماتيدات المنفصلة عن بعضها صبغيات مستقلة، وتتجمع عن قطبي الخلية المنقسمة، يتكون الغلاف النووي حول كل مجموعة من الصبغيات التي تتحول تدريجياً الى خيوط نحيفة، كما تظهر النوية ايضا ضمن الغلاف النووي. ثم يعقب ذلك انقسام السايتوبلازم فتتكون خليتان من كل من الخليتين البنتيتين الناتجتين من الانقسام الاختزالي الأول. وعليه يكون المجموع النهائي اربع خلايا ذات مجموعات صبغية احادية (في الانسان تتكون من 23 صبغياً)، ففي الانسان، تتحول جميع الخلايا الناتجة في الخصية testis (الذكور) الى حيامن. بينما في المبيض ovary (الاناث)، ستتحول خلية واحدة فقط من الخلايا الاربع الى بيضة ovum فعالة، اما الخلايا الثلاث الباقية فتتحول الى اجسام قطبية Polar bodies تضمحل فيما بعد.

اهمية الانقسام الاختزالي Significance of Meiosis

1. يؤدي الانقسام الاختزالي الى تكوين خلايا جنسية احادية المجموعة الصبغية (تحوي نصف العدد الأصلي من الصبغيات)، اذ يعود بعد عملية الاخصاب العدد الأصلي من الصبغيات، وهكذا يبقى العدد ثابتا في النوع species الواحد.
2. تؤدي عملية التعابر الى تكوين صبغيات جديدة مختلفة عن الأولى، وعليه تظهر صفات جديدة في الافراد الناتجة من اتحاد خلايا جنسية حاوية على مثل هذه الصبغيات.

جامعة الموصل كلية الزراعة والغابات قسم وقاية النبات
المرحلة الاولى المادة حيوان عام نظري د. عبدالجبار خليل ابراهيم
المحاضرة الخامسة

الأنسجة الحيوانية
Animal Tissues

ان اجسام الحيوانات العديدة الخلايا تتركب من عدة انواع من الخلايا، فالخلايا المتشابهة في التركيب والوظيفة تترتب في مجاميع او طبقات وتعرف بالأنسجة tissues، ولهذا فان الحيوانات العديدة الخلايا (التوالي Metazoa) هي عبارة عن حيوانات نسيجية اي انها تتكون من انسجة. ففي كل نسيج تكون الخلايا متشابهة لحد ما ولها حجوم واشكال مميزة وتوزيع معين وتتخصص او تتمايز تركيبياً ووظيفياً لتقوم بوظيفة معينة كالحماية protection او الهضم digestion او التقلص contraction ... الخ.

علم الأنسجة Histology او التشريح المجهري هو دراسة تركيب وترتيب الأنسجة في الاعضاء organs بينما يختص التشريح الشامل gross anatomy dissection. وعلى العموم فان الخلايا في حيوانات عديدة الخلايا يمكن ان تتميز الى مجموعتين رئيسيتين:-

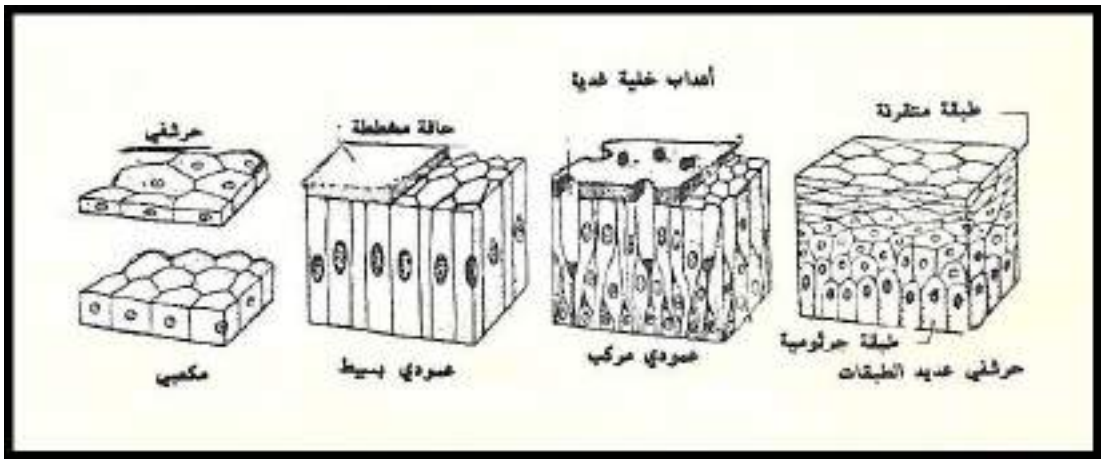
أولاً: خلايا جسمية (Somatic cells (or body cells التي تكون مع افرازاتها الفرد الحيواني.

ثانياً: الخلايا الجرثومية germ cells التي تختص فقط في التكاثر واستمرارية النوع continuance of species. والانسجة الجسمية يمكن ان تقسم بدورها الى المجاميع الأربعة التالية:-

1. الأنسجة الطلائية او الغطائية Epithelial or Covering Tissues
2. الأنسجة الرابطة او الساندة Connective or Supporting Tissues
3. الأنسجة العضلية او المتقلصة Muscular or Contractile Tissues
4. الأنسجة العصبية Nervous Tissues

الأنسجة الطلائية Epithelial Tissues (الشكل 20)

ان هذه الأنسجة تغطي الجسم خارجياً كما في الجلد او تبطن التجاويف الداخلية كما في بطانة القناة الهضمية يمكن ان تشقق هذه الأنسجة جنينياً، من الطبقات الجرثومية الثلاث، كما انها غالبا ما ترتكز على غشاء رقيق يدعى بالغشاء القاعدي basement membrane الذي يكون سمكه حوالي 500 انكستروم وهو يتكون اساسا من مادة بينية مركزة شبه جيلاتينية تدعى بالسكريات المتعددة المخاطية mucopoly saccharides والتي تستطيع المواد الغذائية النفاذ خلالها. ان النسيج الطلائي غالبا ما يفتقر او يخلو من الأوعية الدوية ويحصل على الغذاء والاوكسجين من السائل اللمفي الموجود في الانسجة التي تقع تحته كما تخلو الانسجة الطلائية من الاعصاب وقد تأتي بعضها من الأنسجة الأخرى مخترقة الغشاء القاعدي. هذا وان الخلايا الطلائية يمكن ان تكون على الأشكال التالية:-



الشكل (20) أنواع الأنسجة الطلائية.

1. خلايا حرشفية Squamous Cells
2. خلايا مكعبة Cuboidal Cells
3. خلايا عمودية Columnar Cells
4. خلايا مهدبة Ciliated Cells
5. خلايا مسوطة Flagellated Cells

اما من ناحية ترتيب الخلايا فان الأنسجة الطلائية قد تكون بسيطة simple اي تتكون من طبقة واحدة او قد تكون مركبة compound اي مكونة من عدة طبقات stratified. عند الاعتماد على شكل وترتيب الخلايا يمكن ان تقسم الأنسجة الطلائية الى ما يأتي:-

أولاً: الأنسجة الطلائية البسيطة وتشمل:

النسيج الطلائي الحرشفي البسيط Simple Squamous Epithelium

تكون الخلايا مسطحة وحرشفية متعددة الأضلاع منتفخة عند مركزها حيث توجد النواة وتمتاز هذه الخلايا بكونها متراصة مع بعضها البعض وتبدو عند النظر اليها بهيئة البلاط المرتب على الأرض ويوجد هذا النوع من النسيج في غشاء البريتون peritoneum الذي يبطن تجويف الجسم وكذلك يوجد في بطانة الأوعية الدموية في الفقريات حيث يسمى بالنسيج الطلائي الداخلي endothelium.

النسيج الطلائي المكعب Cuboidal Epithelium

تكون خلايا هذا النسيج مكعبة الشكل وتحتل النواة الكبيرة موقعاً مركزياً في الخلية (يوجد هذا النوع من الخلايا في الغدد اللعابية والنبيبات الكلوية والغدد الدرقية). ان هذه الخلايا المكعبة قد تحتوي على زوائد بروتوبلازمية بشكل شعيرات دقيقة تدعى بالاهداب cilia التي تضرب في اتجاه واحد مكونة تياراً من الحركة. يدعى هذا النسيج بالنسيج الطلائي المكعب

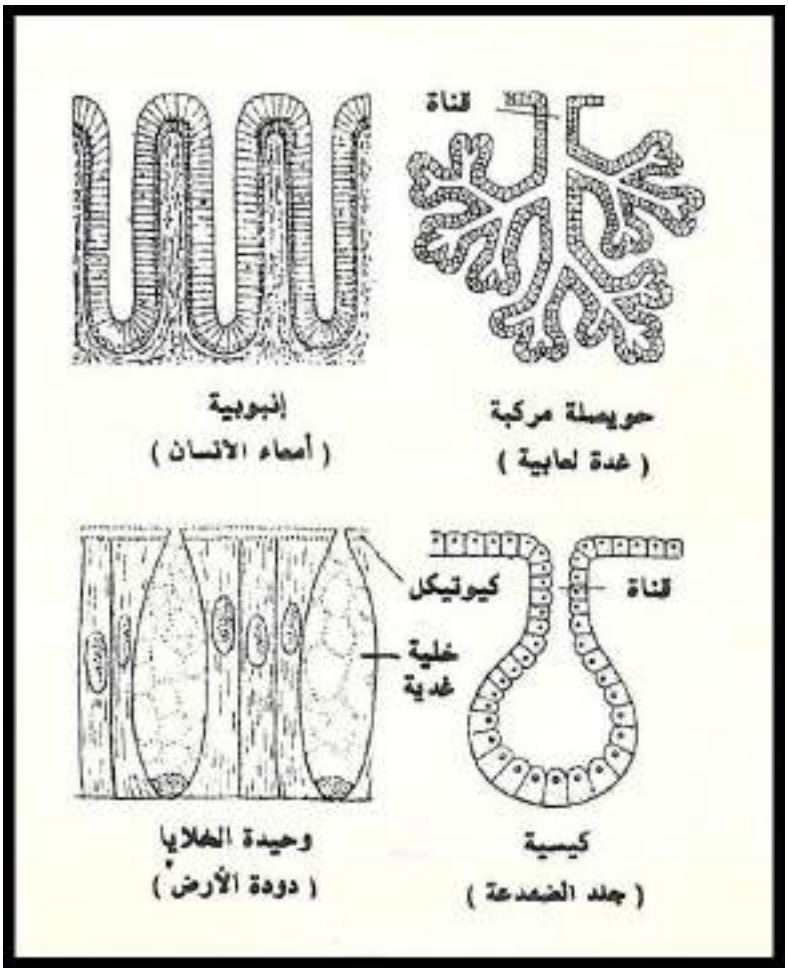
المهدب cuboidal ciliated epithelium ويوجد في بطانة القنوات المنوية في ديدان الأرض وباقي الحيوانات.

النسيج الطلائي العمودي Columnar Epithelium

تكون الخلايا طويلة اي ان طولها اكثر من عرضها وذات نوى بيضوية الشكل وتقع قرب قواعد الخلايا كما تكون هذه الخلايا متراصة بجوانبها الطويلة. يوجد هذا النوع من الخلايا في بطانة المعدة والأمعاء في الفقريات. كما يمكن ان تكون الخلايا العمودية مهدبة فيدعى النسيج عندئذ بالنسيج الطلائي العمودي المهدب Columnar ciliated epithelium كما في بطانة امعاء ديدان الأرض وفي القصبات الهوائية في الفقريات الأرضية وقناة البيض وفي القناة المركزية للحبل العصبي.

النسيج الطلائي الغدي Glandulay Epithelium (الشكل 21)

ان هذا النوع من النسيج يتخصص لافراز مواد تكون ضرورية للحيوان مثل الخلايا الكأسية goblet cells التي تفرز مادة المخاط mucus كما هو الحال في جلد دودة الأرض او في بطانة أمعاء الفقريات.



الشكل (21) أنواع الأنسجة الغدية.

النسيج الطلائي الطبقي الكاذب Pseudostratified Epithelium

يمتاز هذا النسيج بوجود ثلاثة أنواع رئيسية من الخلايا وهي الخلايا الطلائية والعمودية columnar cells المهدبة وغير المهدبة المغزلية fusifosm cells والخلايا القاعدية Basal cells. ترتكز جميع هذه الخلايا على الغشاء القاعدي، الا ان الخلايا القاعدية والمغزلية تكون قصيرة لا تصل الى السطح الحر من النسيج. هذا ما يعطي النسيج مظهراً طبقياً كاذباً، كما يوجد احياناً نوعا رابع من الخلايا هي الخلايا الكاسية منتشرة بين الخلايا الأخرى. تكون هذه الخلايا المادة المخاطية mucus. يوجد النوع المهدب من هذا النسيج في بطانة الرغامي trachea وغير المهدب في بطانة القنوات المنوية الرئيسية والقنوات الكبيرة للغدد اللعابية.

ثانياً: النسيج الطلائي الطبقي Stratified Epithelium

يشمل الأنواع التالية:-

النسيج الطلائي الحرشفي الطبقي Stratified Squamous Epithelium

يتكون هذا النسيج من طبقة من خلايا عمودية او مكعبة تقع على الغشاء القاعدي وتدعى هذه الطبقة بطبقة مالبيجي او الطبقة المولدة germinative layer، ثم تلبيها نحو الخارج عدة طبقات من خلايا مضلعة تتسطح كلما اقتربت من السطح الخارجي للنسيج. اما السطح الخارجي للنسيج فيتألف من خلايا حرشفية رقيقة ومسطحة قد تبقى محتفظة بنواها وعندئذ يعرف هذا النسيج بالنسيج الطلائي الطبقي غير المتقرن كما في بطانة الفم او المريء. اما اذا فقدت الخلايا السطحية نواها واصبحت ميتة ومتقرنة فعندئذ يعرف هذا النسيج بالنسيج الطلائي الطبقي المتقرن كما في جلد اللبائن (الشكل 20).

النسيج المكعبي الطبقي Stratified Cuboidal Epithelium

يتكون هذا النسيج من صفين او اكثر من الخلايا المكعبة كما هو الحال في قنوات الغدد العرقية sweet glands كما في الإنسان البالغ.

النسيج الطلائي العمودي الطبقي Stratified Columnar Epithelium

يتكون هذا النسيج من عدة طبقات من الخلايا، الخارجية منها تكون خلاياها عمودية كما ان خلايا الطبقة القاعدية (المولدة) تكون ايضا عمودية، اما طبقات الخلايا الواقعة بين هاتين الطبقتين فانها تكون عديدة الاضلاع، يوجد هذا النسيج في بطانة احليل الذكر.

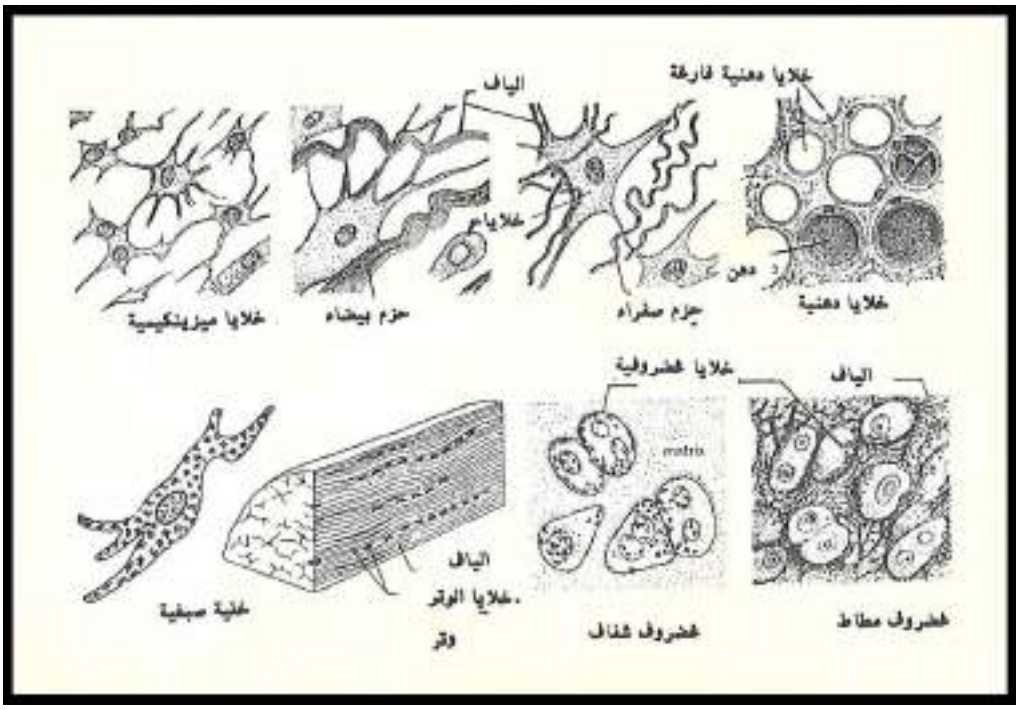
النسيج الطلائي الانتقالي Transitional Epithelium

ان خلايا الطبقة السطحية لهذا النسيج تكون محدبة وكبيرة الحجم، اما خلايا الطبقات الوسطية فتكون كمثرية الشكل واصغر من الطبقة السطحية. يوجد هذا النوع من النسيج في المثانة البولية والحالبين اذ انه عندما تتمدد هذه الاعضاء نتيجة لوجود كمية كبيرة من البول تتمدد خلايا هذا النسيج مكونة شكلاً مسطحاً اي ما يشبه النسيج الطلائي الطبقي الحرشفي، كما ويقل عدد طبقات الخلايا المكونة لهذا النسيج نتيجة لتداخل الخلايا مع بعضها.

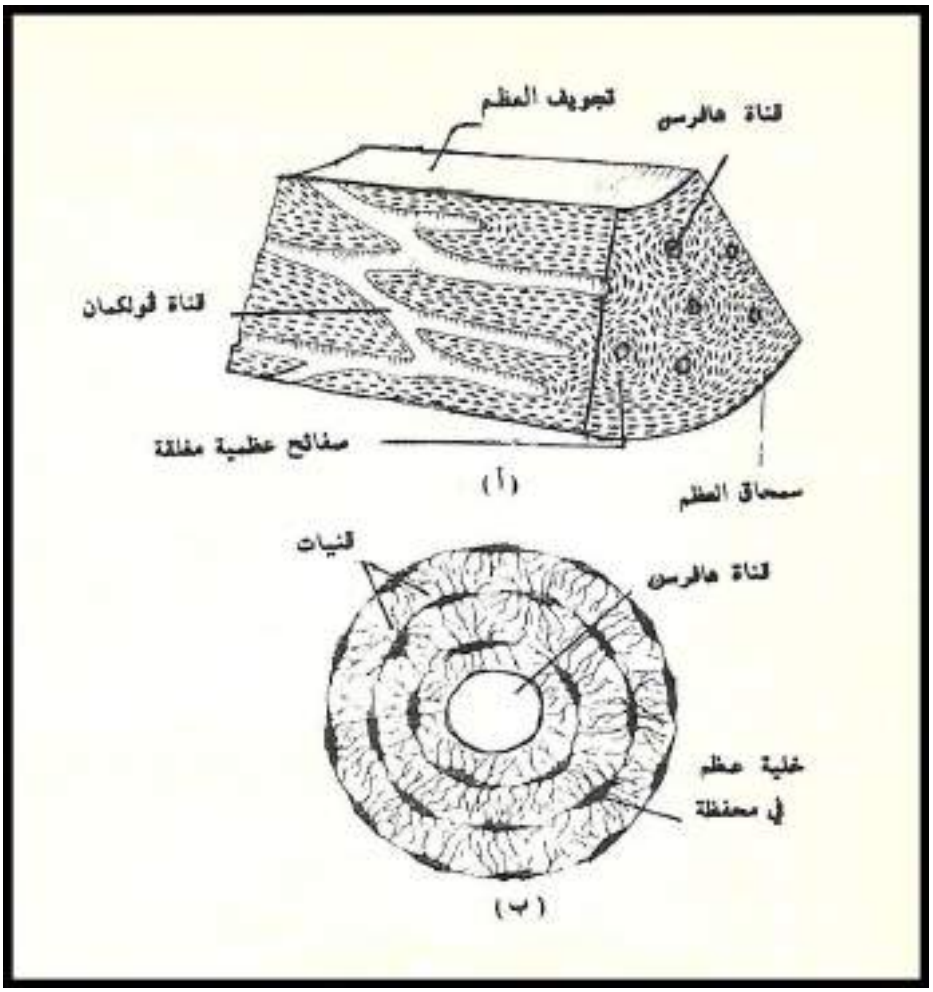
الأنسجة الرابطة او الساندة Connective or Supportive Tissues

(الاشكال 22 و23)

يربط هذا النسيج الأنسجة الأخرى فيما بينها وذلك لدعم الجسم ويمتاز بغزارة مادته البينية ground substance واحتوائه على الاوعية الدموية والاعصاب. تشتق هذه الأنسجة من الخلايا الميزنكية الجنينية embryonic mesenchymal cells التي تكون لها زوائد بروتوبلازمية وتصبح هذه الأنسجة بعد فترة من النمو مختلفة في الشكل حيث ان بعضا منها تنتج أليافا والبعض الآخر تنتج مواد ما بين الخلايا intercellular substances. ان هذه الالياف قد تكون بيضاء white fibers او صفراء Yellow fibers او شبكية Reticular fibers. فالألياف البيضاء تكون رفيعة ومتوازية مع بعضها في حزم متموجة في مظهرها العام وهذه الحزم تتعابر او تتقاطع مع بعضها ولكنها لا تتفرع. وهي تتحلل في الغليان لتكون مادة الجيلاتين. اما الألياف الصفراء او المطاطية elastic fiber فتكون مستقيمة وواضحة المعالم وقد تلتوي او تتفرع وهي تربط ما بين الجلد والعضلات، وهي لا تحلل عند الغليان. الألياف الشبكية عبارة عن ألياف رقيقة متفرعة وغالباً ما تكون شبكة عند التقائها مع بعضها البعض اي لا تكون حزم كالألياف البيضاء. وهي ألياف لا يمكن رؤيتها بسهولة لعدم قابليتها على الاصطباغ بالصبغات المختبرية العادية.



الشكل (22) أنواع الأنسجة الرابطة.



الشكل (23) تركيب العظم. أ- جزء من عظم يبين مقطعاً طولياً واخر مستعرضا. ب- نظام هافرسي.

تشمل الأنسجة الرابطة (الجدول 1):

أولاً: الأنسجة الرابطة الأصيلة Connective Tissue Proper

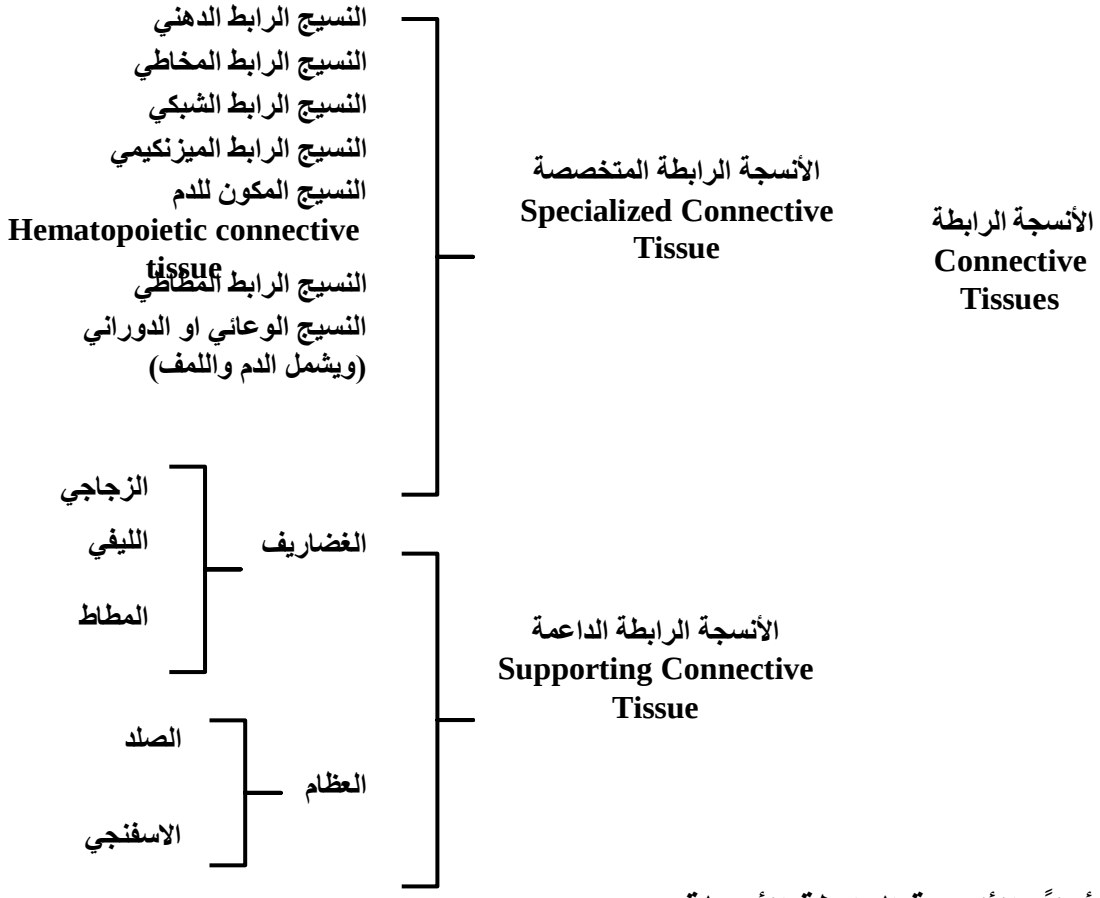
ثانياً: الأنسجة الرابطة المتخصصة Specialized Connective Tissues

ثالثاً: الأنسجة الرابطة الداعمة Supporting Connective Tissues

جدول (1) يبين أهم أنواع الأنسجة الرابطة.

- **الأنسجة الرابطة الأصيلة Connective Tissue Proper**
  - **النسيج الرابط الخلالي (المفكك) Areolar Connective Tissue**
  - **النسيج الرابط الكثيف Dense Connective Tissue**
    - **المنتظم**

غير المنتظم



أولاً: الأنسجة الرابطة الأصيلة Connective Tissue Proper

وتشمل بدورها الأنواع التالية:-

النسيج الرابط الخلالي .Areolar (loose) C.T

يوجد هذا النسيج في مناطق تحت الجلد ويحتوي على نوعين من الالياف البيضاء والصفراء وعلى عدة أنواع من الخلايا ومنها:-

1- الارومات الليفية Fibroblasts: عبارة عن خلايا ذات بروزات بروتوبلازمية وهي مسؤولة عن تكوين الالياف.

2- الخلايا الملتهمة الكبيرة Macrophage: وهي خلايا ذات شكل أميبي وتقوم بالتهام الأجسام الغريبة.

3- الخلايا البدينة Mast cells: وهي خلايا بيضوية الشكل يمتاز سايتوبلازمها باحتوائه على حبيبات خاصة محبة للاصباغ القاعدية تقوم هذه الخلايا بتكوين مادة الهيبارين التي تمنع تخثر الدم. وكذلك تقوم بتكوين مادة الستامين histamine التي تقوم بتوسيع الاوعية الدموية، والسيروتيئين serotonin التي تقلصها.

4- الخلايا الدهنية Fat cells: خلايا كروية الشكل يتخذ منها السايتوبلازم شكلاً حلقيا في حين تحتل القطيرات الدهنية التجويف المركزي للخلية رائحة نواتها في طرف من السايتوبلازم.

5- الخلايا البلازمية Plasma cells: خلايا صغيرة الحجم كروية الشكل تتميز بنواتها التي تترتب فيها المادة الكروماتينية بشكل شعاعي على هيئة عجلة العربة وتقوم هذه الخلايا بتكوين الأجسام المضادة.

6- الخلايا الميزنكيمية Messnchymal cells: تشابه هذه الخلايا الاورمات الليفية الا انها اصغر حجماً منها، وتوجد بكثرة في الادوار الجنينية.

النسيج الرابط الكثيف.Dense C.T

يتكون هذا النسيج من عدد كبير من الالياف البيضاء او الصفراء (المتضمنة التوزيع او غير المتضمنة) حسب نوع النسيج ومن الاورمات الليفية المكونة لها. يمكن ملاحظة النوع المنتظم في الوتر tendon الذي يحتوي على عدد كبير من الالياف البيضاء والاورمات الليفية. يقوم الوتر بربط العضلات مع العظام. وكذلك يوجد هذا النسيج في الحبال الصوتية vocal cords. اما النوع غير المنتظم فيحتوي كثيراً على الالياف الصفراء مرتبة بشكل اشرطة ويوجد في الفراغات التي بينها قلة من الالياف البيضاء كما في ادمة dermis جلد اللبائن.

ثانياً: الانسجة الرابطة المتخصصة Specialized Connective Tissue

ويمكن ان تقسم الى الأنواع التالية:

النسيج الرابط الدهني.Adipose C.T

يتكون النسيج من كتل من الخلايا الدهنية كما سبق ان وصفت وهناك قليلاً من الالياف الشبكية التي تحيطها. هذا ويوجد مع النسيج الدهني بعض الاورمات الليفية والخلايا البدينة واوعية دموية شعرية. يوجد هذا النسيج في منطقة تحت الجلد في اللبائن او في مناطق تجمع الدهن في الاغنام او في الاجسام الدهنية للضفادع.

النسيج الرابط المخاطي .Mucoid C.T

يتكون هذا النسيج من مادة هلامية تنطمر فيها الاورمات الليفية وقليلا من الالياف البيضاء – يوجد هذا النسيج في الحيوانات غير البالغة كما في الحبل السري الذي يربط الجنين بالأم.

النسيج الرابط الشبكي .Reticular C.T

يتكون من خلايا شبكية نجمية الشكل ومن الياف شبكية مطمورة في مادة بينية سائلة. يوجد هذا النوع في الانسجة اللمفاوية كالعقدة اللمفية Lymph node والطحال.

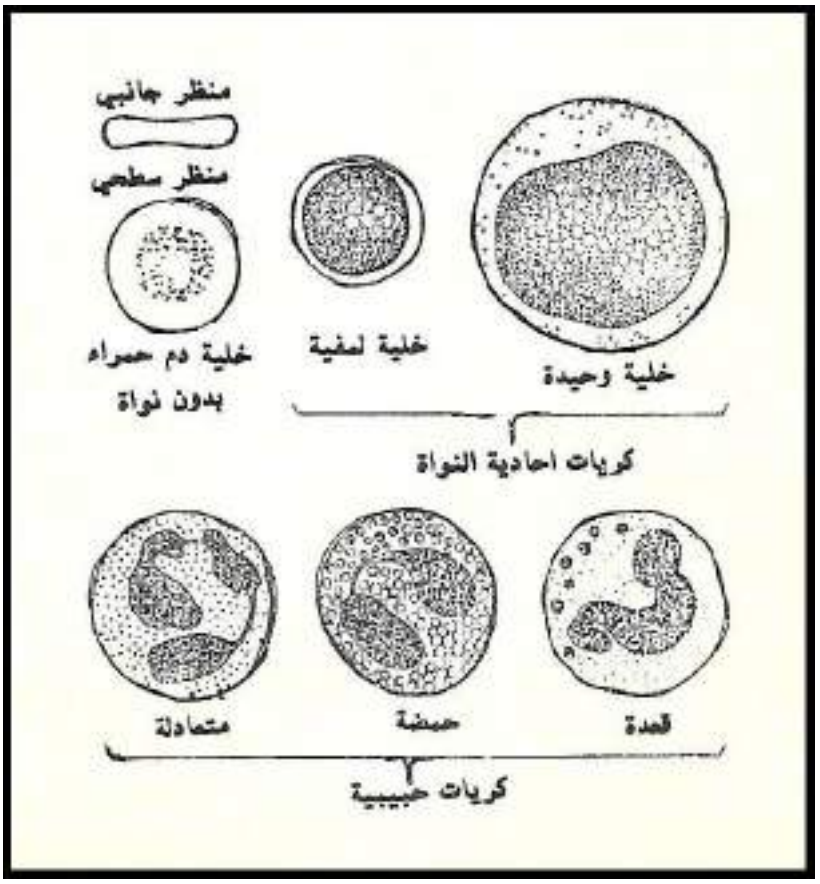
النسيج الرابط الميزنكيمي .Mesenchymal C.T

يتكون بصورة رئيسة من مادة بينية سائلة تنغمر فيها الخلايا الميزنكيمية. يوجد هذا النوع من النسيج في اجنة الحيوانات حيث تتحول فيها بعد الى انسجة رابطة متخصصة.

الأنسجة الوعائية والدورانية Vascular or Circulatory Tissues

يقوم الدم blood واللمف lymph بنقل وتوزيع مختلف المواد في الجسم ويتكون الدم من سائل البلازما plasma الذي يحتوي على خلايا سائبة او كريات corpuscles (الشكل 24) وقد تكون كريات دم بيضاء white blood corpuscles (leucpcytes) وهي توجد في جميع الحيوانات مع سوائل الجسم. تقوم بعض الكريات البيضاء بالدفاع عن الجسم عن طريق ابتلاعها

البكتريا والمواد الغريبة ولهذا تدعى بالخلايا البلعمية phacocytes. وكذلك ان بعض خلايا الدم البيضاء يمكن ان تتحرك وتغير شكلها ولهذا تسمى بالخلايا الاميبية amoebocytes. وان بعض كريات الدم في الفقريات يمكن ان تمر خلال جدران الاوعية الدموية وتغزو الانسجة الأخرى. الخلايا الأخرى في الدم هي كريات الدم الحمراء Red blood corpuscles (erythrocytes) حيث تكون حمراء اللون بسبب وجود صبغة الهيموكلوبين فيها والتي تفيد في نقل الاوكسجين. تكون خلايا الدم الحمراء في اللبائن بدون نوى non-nucleated ومقعرة الوجهين وتكون دائما قرصية الشكل اما في الفقريات الأخرى فتكون محدبة الوجهين وغالباً ما تكون بيضوية الشكل وتمتلك نوى.



الشكل (24) خلايا الدم في الإنسان.

ثالثاً: الأنسجة الرابطة الداعمة Supporting Connective Tissue

ويتضمن كل من الغضروف Cartilage والعظم Bone.

الغضروف Cartilage (الشكل 22)

يتكون من مادة بينية matrix قوية الا انها مرنة تقوم بتكوينها مجاميع صغيرة من الارومات الغضروفية chondroblasts الدائرية الشكل والتي تستقر في علب او محافظ lacunae في المادة الغضروفية بصورة منفردة او بشكل مجاميع. يوجد في هذه المادة البينية التي تدعى بالمخاطين الغضروفي chondrin انواع مختلفة من الالياف يحيط الغضروف غشاء

ليفي رقيقي يدعى بالسمحاق الغضروفي perichondrium المتكون من نسيج ضام كثيف غير منتظم حاو على الاوعية الدموية التي تقوم بتغذية الغضروف عن طريق الانتشار، ومن انواع الغضروف:

الغضروف الزجاجي او الشفاف Hyaline Cartilage

يكون هذا الغضروف ذو لون مزرق وشفاف ومتجانس التركيب وعليه يوجد في داخله عدد قليل من الالياف البيضاء التي لا يمكن رؤيتها بالمجهر الضوئي. لذا يدعى بالغضروف الشفاف او الزجاجي. يوجد هذا النوع من الغضروف في السطوح المفصلية للاضلاع وفي نهاياتها وكذلك في الانف والحلقات الرغامية tracheal rings. كما يمثل هذا الغضروف الهيكل الساند في جميع اجنة الفقريات وكذلك يوجد كهيكل ساند في الاسماك الغضروفية البالغة كالقروش sharks والشعاع rays.

الغضروف الليفي Fibrous Cartilage

يحتوي هذا الغضروف في مادته على الالياف التي تكون بيضاء فيدعى بالغضروف الليفي الابيض white fibrocartilage ولا يغطي بسمحاق غضروفي. يوجد هذا النوع في الاقراص ما بين الفقرات inter-vertebral discs ومناطق الارتقاء العاني public symphysis.

الغضروف المطاط Elastic Cartilage

تحتوي المادة البينية على الياف صفراء فيدعى بالغضروف المطاط او المرن ويكون مغطى بسمحاق غضروفي كما في صيوان الاذن الخارجية ear pinna وفي انابيب اوستاكي Eustachian tubes.

النسيج المطاطي

العظم او النسيج العظمي Bone or Osseous Tissue

يكون هذا النسيج الهياكل العظمية للأسماك العظمية وجميع الفقريات الأرضية (الشكل 23). ان العظم هو عبارة عن مادة بينية كثيفة متكونة من الكولاجين غالباً مع ترسبات معدنية مثل الفوسفات الثلاثية الكالسيوم tricalcium phosphate $Ca_3(PO_4)_2$ وكاربونات الكالسيوم $CaCO_3$. الجزء المعدني يمثل 65% من الوزن الكلي للعظم. يتكون العظم اما نتيجة تحور غضروف سابق (كما في العظام الغضروفية) او يتكون جنينياً من الخلايا الميزنكيمية الجنينية (كما في العظام الغشائية membrane bones). هذا مع العلم ان النوعين من العظام يتكونان من الارومات العظمية Osteoblasts. والتي تنفصل عن بعضها في المراحل المتأخرة ولكن تبقى كثيراً من الاتصالات البروتوبلازمية الدقيقة مع بعضها البعض ومع الاوعية الدموية المرافقة. العظم اذن هو نسيج حي قد يعاد امتصاصه حينا او يتغير في تركيبه. ففي خلال حياة الفرد تزداد نسبة وجود المعادن بالتدريج وتقل المواد العضوية بحيث ان العظام تضحى مطاطة او مرنة في مرحلة الشباب وتكون هشة سهلة الكسر في الكبر.

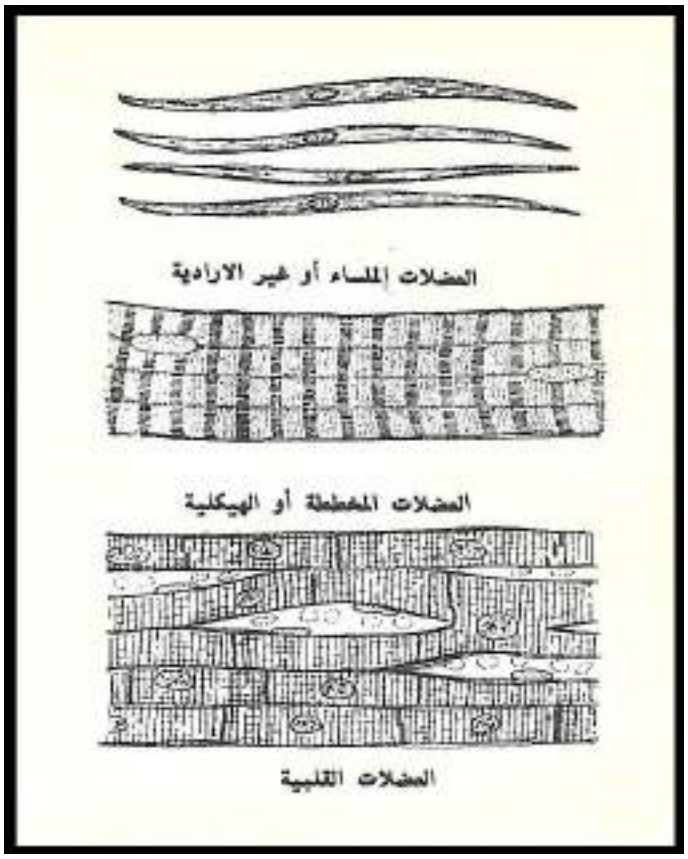
تكون العظام مغطاة (23 أ) بواسطة غشاء ليفي يدعى بسمحاق العظم periosteum والذي تتصل به مجاميع العضلات والاوتار. وفي هذا الغشاء توجد الارومات العظمية Osteoblasts التي تكون مسؤولة عن نمو وترميم العظم. تترسب المواد المعدنية في العظم على

هيئة طبقات رقيقة او صفائح lamellae. ان الطبقات الرقيقة هذه تقع تحت سمحاق العظم وتكون متوازية مع السطح العام للعظم. لكن هناك عدة طبقات انبوبية صغيرة مغلقة concentric lamellae في الداخل وخاصة في العظام الطويلة وعلى شكل اجهزة اسطوانية تدعى بانظمة هافرس Haversion systems. تتكون جدرانها من عدة صفائح تتوسطها قنوات مركزية تدعى بقناة هافرس Haversian canal. وتمتد قنوات هافرست بصورة طولية في العظم ولكن هناك قنوات مستعرضة او مائلة تربط الاقنية الهافرستية وتجويف النقي مع سمحاق العظم. تدعى هذه القنوات المستعرضة بقنوات فولكمان Volkmanns canals والتي هي لمرور الاوعية الدموية والاعصاب من سمحاق العظم الى التجويف النخاعي داخل العظم. اما خلايا العظم الفردية فهي تشمل فسح صغيرة تدعى بالعلب lacunae والتي تقع بين الطبقات وتتصل هذه العلب مع بعضها بواسطة قنيات شعاعية canaliculi تمتد في داخلها الزوائد البروتوبلازمية للخلايا العظمية. في العظام المسطحة كعظام الجمجمة وفي نهايات العظام الطولية، والتي لا تترسب فيها الخلايا العظمية بهيئة انظمة هافرسية. تكون العظام اسفنجية وتحوي تجاويفها على نقي او نخاع احمر red marrow حيث تتكون فيه خلايا الدم. اما التجاويف المركزية في العظام الطويلة فتكون مملوءة بنخاع اسفنجي اصفر اللون يدعى بالنقي الاصفر Yellow marrow.

النسيج العضلي او المتقلص Muscular or Contractile Tissues

ان الحركة في معظم الحيوانات تكون نتيجة فعالية خلايا طويلة ونحيفة تدعى بالخلايا العضلية muscle cells (الشكل 25). تحتوي هذه العضلات على تراكيب خيطية تدعى باللييفات العضلية myofibrils. فعندما تحفز هذه العضلات تقصر في الطول بحيث تسحب الجزء او الاجزاء التي تكون العضلات متصلة بها.

تشتق العضلات على الاغلب من طبقة الاديم المتوسط mesoderm وقليلاً ما تشتق من الاديم الظاهر ectoderm ويمكن ان تقسم العضلات الى ثلاثة أصناف:



الشكل (25) أنواع الخلايا والانسجة العضلية.

العضلات المخططة Striated Muscles (الشكل 25)

ان كتل الياف هذه العضلات تشكل ما يدعى بلحم الحيوان meat وهو ما يكون بلون وردي لغزارة اوعية الدموية. هذا وهناك نوعان من العضلات المخططة هي الحمراء والبيضاء. ترتبط هذه العضلات بالهيكل العظمي ولهذا تدعى العضلات الهيكلية ايضا skeletal muscles وتكون ارادية وهي سريعة التقلص. اليافها تكون اسطوانية قد يصل طولها الى 40 ملم وقطرها 20-90 مايكرون، وتتكون من حزم طولية جدا من خلايا اسطوانية متعددة النوى قد تصل الى حوالي 30 سم تحاط كل عضلة بغشاء رقيق يدعى بالغشاء العضلي sarcolemma وبروتوبلازم كل ليفة يدعى بالساركوبلازم الذي تنطمر فيه الليفات العضلية والتي تكون طولية ومتوازية مع بعضها البعض. ان الياف هذا النوع من العضلات تحتوي على اشرطة عرضية داكنة اللون dark bands متبادلة مع اخرى فاتحة light bands بحيث تنتج في مظهرها تخطيطياً عرضياً. تقصر هذه الاشرطة وتزداد عرضا عند التقلص.

ان الاشرطة الفاتحة تسمى I Bands (Isotropic Bands) والداكنة تدعى بـ A Bands (Anisotropic Bands) وتمر خلال كل منطقة فاتحة منطقة كثيفة تدعى (Z line) وتسمى قطعة الليف العضلي بين كل خطين بالقسيمة العضلية sarcomere. بينما يتوسط المنطقة المعتمة A band منطقة فاتحة تدعى بمنطقة H (H zone). اما فيما يخص تركيب الليفات العضلية نفسها، فكل منها يتكون من اربع مواد بروتينية رئيسة على الاقل هي الاكتين actin والمايوسين myosin والتروبونين troponin والتروبومايسين tropomyosin. الاول

يكون مادة الخيوط التي تمر في المنطقة الفاتحة بينما الثاني يكون مادة الخيوط التي تمر في المنطقة الداكنة. ولهذا فان التقلص يمكن ان يعرف بانه تداخل المنطقة الفاتحة في المنطقة الداكنة.

العضلات الملساء او غير المخططة Smooth or nonstriated Muscles

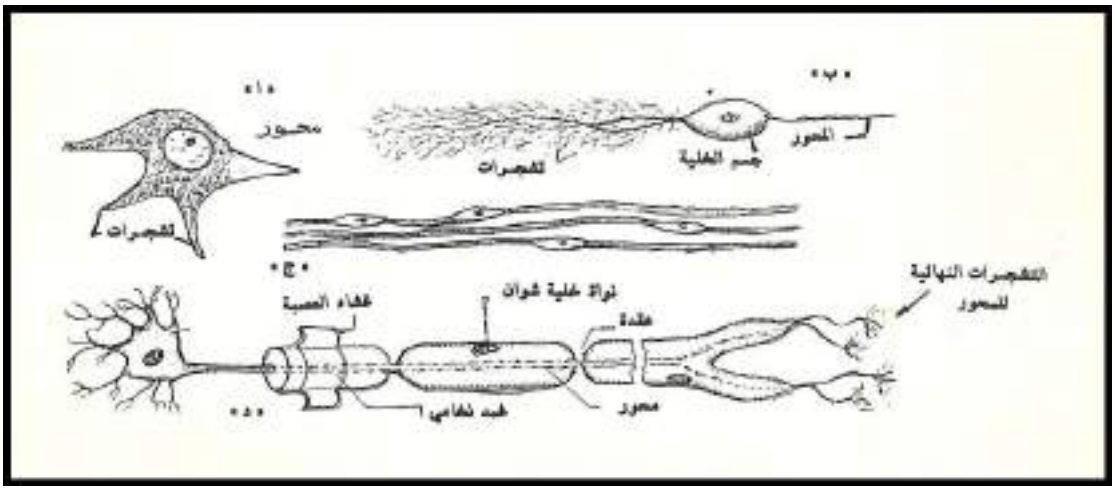
تتكون هذه العضلات من خلايا مغزلية الشكل كل منها يحتوي على نواة مركزية بيضوية الشكل تحتوي على ليفات متجانسة ويكون لها غشاء عضلي رقيق جداً. تترتب هذه الخلايا على شكل طبقات او صفائح مرتبطة بواسطة نسيج ليفي ضام. توجد هذه العضلات في الاعضاء الداخلية واحشاء اجسام الفقريات كجدران القناة الهضمية والاوعية الدموية والمجاري التنفسية وفي الاعضاء البولية والتناسلية. ولهذا تدعى بالعضلات الاحشائية visceral muscles، وهي لا تكون تحت سيطرة الارادة اي انها غير ارادية involuntary.

العضلات القلبية Cardiac Muscles

ان للخلية العضلية القلبية نواة واحدة او نواتين مركزيتين. للعضلات القلبية خطوط مستعرضة دقيقة واليافها تكون متفرعة مكونة شبكة رابطةinterconnecting network ويتكون كل ليف عضلي من وحدات خلوية تتصل بواسطة الاقراص البينية intercalated discs والتي تمثل خطوط Z في العضلات الهيكلية. ان العضلات القلبية تكون مخططة وغير ارادية طوال فترة الحياة. ومن الجدير بالذكر ان فترة الراحة لخلايا هذه العضلات قصيرة جدا وتقع بين التقلصات المتعاقبة لضربات القلب.

النسيج العصبي Nervous Tissue (الشكل 26)

تتكون الأجهزة العصبية في مختلف الحيوانات من خلايا عصبية او العصبات neurons فالخلايا العصبية لها اشكال متباينة (شكل 26) في مختلفة الحيوانات في مختلف اجزاء الجسم الواحد. فللخلية العصبية جسم كبير ونواة واضحة وزائدة بروتوبلازمية واحدة او اكثر. ان الزائدة البروتوبلازمية التي تنقل المحفزات stimuli الى اجسام الخلايا العصبية تسمى بالتشجرات dendrites، اما الزوائد التي تنقل السيالات العصبية impulses بعيداً عن الخلية تسمى بالمحاور axons. في حيوان كبير، قد تكون الخلية العصبية طويلة اذ يصل طولها الى عدة اقدام. فالخلايا ذات القطبين bipolar cells تحتوي على التشجرات من طرف والمحاور من طرف اخر. اما خلايا عديدة الاقطاب multipolar cells فلها تشجرات عديدة الا انها تمتلك محور واحد. فالتشجرات غالبا ما تكون قصيرة ومتفرعة وتقع قرب جسم الخلية، بينما المحاور قد تكون قصيرة او طويلة قليلة التفرع. تكون الخلايا العصبية عندما تتجمع فيما بينها خارج الجهاز العصبي المركزي ما يدعى بالعقد العصبية nerve ganglia في حين تكون الالياف او البروزات العصبية المتجمعة فيما بينها ما يسمى بالاعصاب nerves.



الشكل (26) أنواع العصبات (الخلايا العصبية).
أ- جسم خلية حركية. ب- خلية برنكنجي من المخيخ. ج- ليفة عصبية غير نخاعية
د- عصبة مغمدة

يتكون الجهاز العصبي في كل حيوان من كتل من خلايا عصبية والياف، ومن هذه الخلايا هي الخلايا الدبقية neuroglia التي تتكون من عدة اشكال والتي تفيد في احاطة الخلايا العصبية وجعلها منفصلة الواحدة عن الاخرى. بالإضافة الى ذلك فانها تعمل كمادة ساندة. ان الالياف العصبية عندما تكون بدون غمد محيط بها تدعى بالالياف اللانخاعية un myelinated وتكون رمادية اللون gray، بينما تكون الالياف النخاعية myelinated ذات محاور محاطة بواسطة اغماد متكونة من النخاع myelin الذي يتركب اساساً من مواد دهنية ويبدو ابيض اللون. ان النوعين السابقين من الالياف يكونان محاطين بغشاء رقيق يدعى بالغشاء العصبي neurolemma او غمد شوان Schwanns sheath. ان هذا الغمد يلعب دوراً مهماً في عملية الاخلاف regeneration ليستعيد تكوين الالياف العصبية المحطمة، لا توجد مادة النخاع بصورة مستمرة حول الالياف العصبية فهناك مناطق صغيرة تخلو من النخاع تدعى بعقد رانفير Ranvier nodes ومن الجدير بالذكر ان الالياف اللانخاعية توجد في معظم الحيوانات اللافقرية وبعض اعصاب الفقريات مثل الاعصاب السمبثاوية Sympathetic nerves وفي بعض الياف الحبل العصبي.

البروتوبلازم وطبيعته الفيزيائية والكيميائية
The Protoplasm And Its Physical And Chemical Nature

البروتوبلازم (الهيولي) Protoplasm، يتألف هذا المصطلح من جذرين اغريقيين، وهما: protos ويعني اولي او بدائي، وplasma ويعني تنظيم او ترتيب. والبروتوبلازم عبارة عن مادة حية منظمة والتي تعتبر مركزاً لجميع التحولات الفيزيائية والكيميائية التي تتميز بها الحياة.

وقد اطلق العالم الفرنسي فليكس دوجاردين Felix Dujardin (1835) المتخصص في علم الابتدائيات protozoology المصطلح sarcode الذي يعني اللحم، على المادة الهلامية في الابتدائيات، وكان بركنجي Purkinje (1840) اول من استخدم المصطلح protoplasm، وذلك للتعبير عن المادة الحية في اجنة الحيوانات. في حين استخدم عالم النبات الالماني هيكو فون موهل Hugo Von Mohl (1846) هذه الكلمة لوصف محتويات الخلايا الجينية للنبات، ثم جاءت مساهمة العالم الالماني ماكس شولتز Max Schltze (1861). في تثبيت التشابه الجوهري بين Sarcode (اللحم) والبروتوبلازم ثم اكد من خلال ابحاثه عام (1863) بان "البروتوبلازم هو الاساس الفيزيائي للحياة protoplasm is the physical base of life" وقد اتخذ هكسلي Huxley (1868) هذه العبارة عنوانا لكتابه. وأخيرا، فقد توصل هرتويك Hertwig (1892) الى وضع النظرية البروتوبلازمية protoplasmic theory، والتي فحواها ان المادة الحية التي تتكون منها الحيوانات والنبات هي البروتوبلازم.

الطبيعة الفيزيائية للبروتوبلازم Physical Nature of Protoplasm

البروتوبلازم مادة لزجة، هلامية، نصف شفافة، رمادية باهتة، عديمة الرائحة، أثقل من الماء، وموصلة للكهرباء وذو قابلية على التقلص، كما انها تظهر الحركة البروانية Brownian movements ، والامبية والانسيابية تحت ظروف معينة.

وقد اقترح العلماء نظريات عديدة للتعبير عن المظهر الفيزيائي للبروتوبلازم، ويمكن تقسيمها الى نوعين، هما:-

أ- النظريات القديمة Old Theories: وهي عدة نظريات (الشكل 27) ومنها:

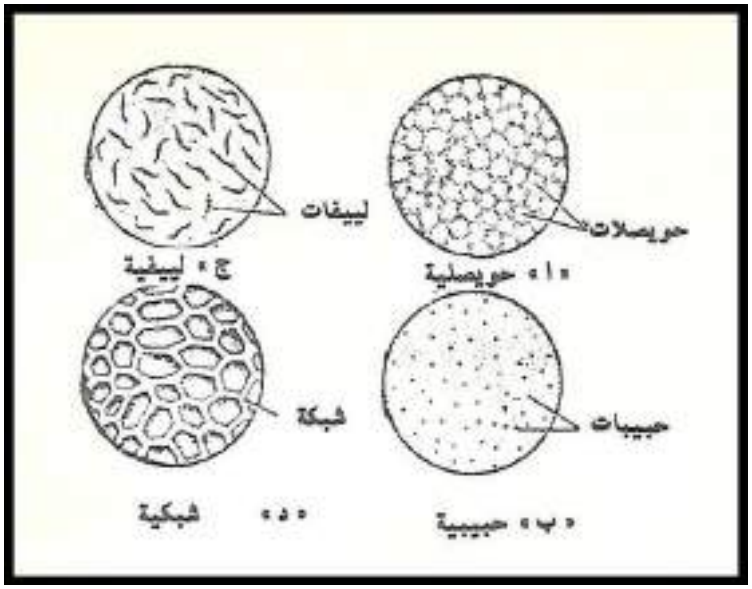
1- النظرية الحويصلية Alveolar Theory: وقد وضعها بوشلي Butschli (1892)، وتنص هذه النظرية على ان البروتوبلازم يتكون من فقاقيع حويصلات من سائل قليل الكثافة وتنتشر داخل سائل كثر كثافة منها، وعليه فالبروتوبلازم يشبه الى حد كبير الرغوة او المحلول المستحلب.

2- النظرية الحبيبية Granular Theory: اقترحها التمن Altmaan (1893)، وحسب هذه النظرية يتركب البروتوبلازم من حبيبات دقيقة عديدة موزعة بصورة منتظمة في وسط سائل متجانس.

3- النظرية الليفية Fibrillar Theory: وقد اقترحت هذه النظرية من قبل فيشر Fisher (1894)، وفلمنك Flemming (1897) اللذين اكدا بان البروتوبلازم يتألف من لييفات دقيقة عديدة او تراكيب خيطية مبعثرة في وسط سائل.

4- النظريـة الشـبكيةReticular Theory: وقـد اقترحهـا هاسـتن Hastein وكلـين Klein وكارنوي Carnoy، وتقول النظرية بان البروتوبلازم يتكون من لييفات دقيقة عديدة تتشابك مع بعضها لتكون شبكة في وسط سائل.

ومن الجدير بالذكر، ان هذه النظريات جميعها تؤكد ان للبروتوبلازم مظهراً ثابتاً، وهذا خلاف ما يؤكده العلم حالياً، حيث ان البروتوبلازم يستطيع ان يتغير من حالة الى أخرى.

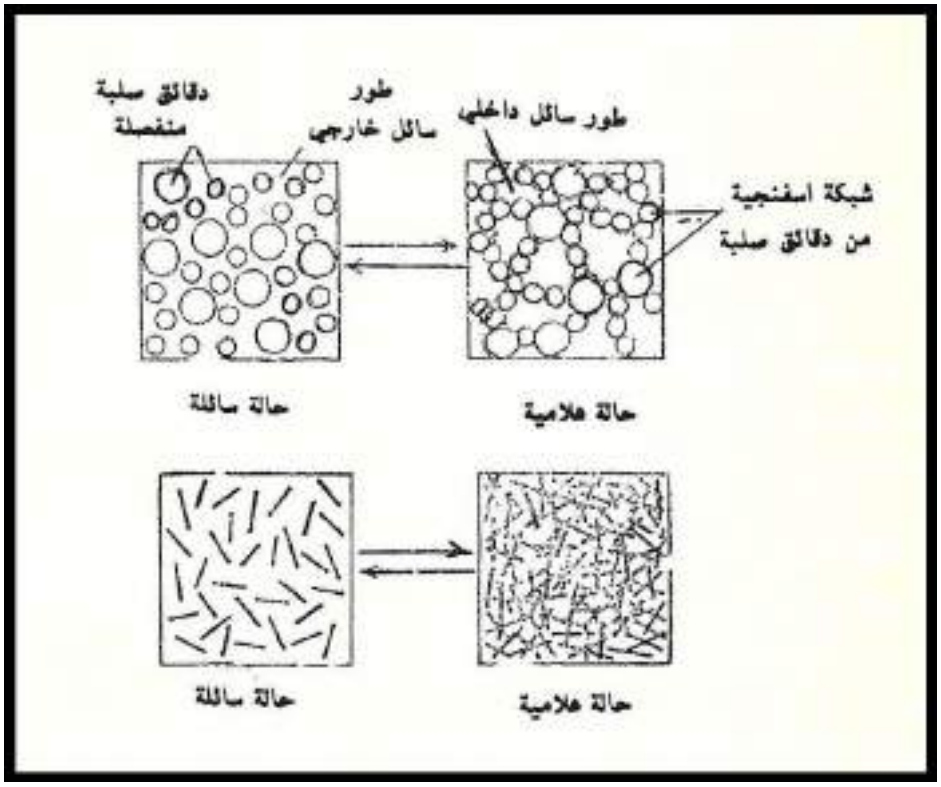


الشكل (27) الطبيعة الفيزيائية للبروتوبلازم حسب النظريات القديمة.

ب- النظرية الغروية الحديثةModern Colloidal Theory:تؤكد هذه النظرية وجهة النظر العلميـة الحديثـة وهـي ان البروتـوبلازم عبـارة عـن نظـام غـروي ذي طبيعـة فيزيائيـة متعـددة polyphysical colloidal system، يتكون البروتوبلازم من مادة أساسية سائلة تحوي دقائق حبيبة كروية صلبة او شبه صلبة بصورة عالقة suspended، ويتراوح قطر هذه الدقائق بين 0.1-0.001 µm (مايكرون). لذا فهي من جهة كبيرة بحيث انها تبقى غير ذائبة في المادة الأساسية، ولا تستطيع تكوين محلول حقيقي true solution، ومن جهة أخرى، فهي صغيرة بدرجة انها لا تستطيع ان تترسب. وعليه، تبقى عالقة في المادة الأساسية مكونة بذلك نظاماً غروانياً colloid system. وتساعد في ذلك بشكل رئيسي الشحنات الكهربائية، كما ان للحركة البراونية Brownian movement (اصطدام جزئيات الحالة السائلة او الماء بالدقائق الغروية الكبيرة فتتذبذب الاخيرة في محلها) دوراً ثانوياً في هذه العملية. وبما ان الدقائق المكونة لمحلول غروي معين تحمل عادة شحنات متشابهة فهي اما موجبة او سالبة، وهذا ما يسبب تنافرها وتباعدها وبقائها عالقة.

ثمة حالتان او طوران two states or phases للغرواني البروتوبلازمي وذلك حسب توزيع الجزيئات الصلبة (حالة منتشرة dispersed phase) في المادة الاساسية (حالة سائلة liquid phase). فاذا ما كانت الجزيئات او الدقائق الصلبة المنتشرة بصورة متجانسة. فان البروتوبلازم سيكون له قوام شبه سائل، وعندئذ تدعى هذه الحالة بالحالة السائلة sol state، وبخلاف ذلك، فاذا ما تجمعت الدقائق الصلبة لتكون تركيباً شبكياً اسفنجياً بحيث تحصر الحالة

السائلة بين تفرعات الشبكة سيظهر البروتوبلازم قواماً شبه صلب semi-solid او شبه هلامي jelly-like، وتعرف هذه الحالة عندئذ بالحالة الهلامية او الجلاتينية gel state (الشكل 28).



الشكل (28) الطوران السائل والهلامي لمحلول غرواني.

ومن الجدير بالملاحظة ان هناك عوامل عديدة منها درجة الحرارة، والضغط والاس الهيدروجيني (تركيز ايون الهيدروجين pH) تستطيع ان تحول الحالة السائلة الى الحالة الهلامية والعكس بالعكس. ويدعى التغير من الحالة الهلامية الى السائلة بالتسيل solation، في حين يدعى التغير من الحالة السائلة الى الهلامية بالتهلم gelation، تدعى الفروانيات colloids التي يمكن تغيرها من حالة الى أخرى، ثم اعادتها الى الحالة الأولى، بالغروانيات العكسية reversal colloids، في حين تدعى الغروانيات التي لا يمكن اعادتها الى حالتها الأولى بعد تحولها الى حالة ثانية بالغروانيات غير العكسية irreversible colloids. مثال ذلك هو زلال البيض الذي اذا ما تحول من الحالة السائلة الى الحالة الهلامية بالتسخين لا يمكن اعادته الى حالته السائلة الأولى مرة أخرى.

الطبيعة الكيميائية للبروتوبلازم Chemical Nature of Protoplasm

ثمة حقيقة يجب ذكرها وهي، ان هناك تشابه في التركيب الكيميائي للبروتوبلازم في مختلف الكائنات الحيوانية، وهذا ما اثبتته التحليلات الكيميائية التي اجريت على البروتوبلازم. ابتداء من الكائنات البسيطة جداً كالاميبا (الابتدائيات) وحتى الانسان (الحبليات) ومن مكوناته:-

أ- العناصر Elements: يحوي البروتوبلازم ما يقرب من 25 عنصراً، ومن أهمها اربعة عناصر هي: الكاربون والهيدروجين والنايتروجين والاوكسجين، ونسبتها عالية تصل الى 96% من المادة الحية الكلية، وهناك عناصر أخرى أساسية، هي:-

الكالسيوم والفسفور والصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكلورين والكبريت والحديد التي تشكل مع العناصر الأربعة الأولى ما يقرب من 99.9% من البروتوبلازم. يتألف الجزء الباقي الذي يمثل 0.1% من عناصر أخرى عديدة، وربما انها توجد بكميات ونسب ضئيلة للغاية، لذا تدعى بعناصر اثرية trace elements، ومنها: البورون والمغنيز واليود والكوبلت والخارصين والرصاص والموليدينم والحديد والسليكون والفاناديوم والكروميوم والقصدير والسولينيوم.

ب- المركبات اللاعضوية Inorganic Compounds

1- الماء Water: يعد الماء من المركبات الضرورية، فهو يعمل كمذيب لمعظم المواد الموجودة داخل البروتوبلازم، كما انه الوسط المناسب لحدوث التفاعلات الكيميائية داخل الخلية، اضافة الى انه يساعد في تكوين الهيئة السائلة الغروية للبروتوبلازم. وبناء على ما سبق ذكره، فان الماء مركب لا يمكن للبروتوبلازم الاستغناء عنه، ويشكل حوالي 80% من وزنه، وقد تزداد هذه النسبة في بعض الكائنات الحية، كما هو الحال في قناديل البحر jelly-fishes (امعائية الجوف). فتصل الى 95%، او تقل كثيراً بحيث تصل الى 2-5% في ميناء السن في اللبائن، اما نسبته في جسم الانسان البالغ فهي 60%، كما تختلف نسبة الماء في الانسجة المختلفة للحيوان الواحد، وفي الانسجة المتشابهة للحيوانات المختلفة.

2- أملاح لا عضوية Inorganic Salts: أهم الاملاح اللاعضوية الشائعة هي: الكاربونات والفوسفات والكبريتات والكلوريدات العائدة للكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم. وتوجد عادة بشكل ايونات ذائبة في محاليل مائية. تعد هذه الأملاح ضرورية جدا من اجل استمرار الافعال الايضية في الخلية بصورة طبيعية، كما انها تنظم الضغط التنافذي (الاوزموزي) osmotic pressure للبروتوبلازم اضافة الى انها تساهم مساهمة فعالة في تكوين العظام والأجزاء الصلبة في الجسم. توجد الاملاح عادة بنسب ضئيلة في البروتوبلازم تتراوح بين 1-4% من وزنه.

3- الغازات Gases: يعتبر غاز الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون من اهم الغازات التي توجد في البروتوبلازم. يقوم الاول باكسدة الجزيئات المعقدة لتحرير الطاقة في حين يتكون الغاز الثاني كناتج عرضي من عمليات الاكسدة.

ج- المركبات العضوية Organic Compounds

1- السكريات او الكاربوهيدرات Carbohydrates: وتتكون هذه المركبات من العناصر الثلاثة الآتية: الكاربون C والهيدروجين H والاوكسجين O ومن الجدير بالذكر ان نسبة الهيدروجين الى الاوكسجين هي كنسبتهما في الماء أي 1:2 تقسم الكاربوهيدرات عادة الى ثلاث مجاميع رئيسة، هي:-

سكريات احادية Monosaccharides: وهي سكريات بسيطة تحوي من 3 الى 7 ذرات من الكاربون، والصيغة والتجريبية او الوضعية empirical formula لهذا الطراز من السكريات هي $Cn(H_2O)n$. وتصنف هذه السكريات حسب عدد ذرات الكاربون التي تشترك في تركيبها. فقد تحوي ثلاث ذرات من الكاربون triose، او اربع ذرات tetrose، او خمس ذرات pentose، او ست ذرات hexose، او سبع ذرات heptose. ومن اهم السكريات البسيطة المعروفة الرايبوز ribose $C_4H_{10}O_5$ الذي يدخل في تركيب الحامض النووي RNA، والدي اوكسي رايبوز deoxyibose $C_5H_{10}O_4$ الذي يدخل ففي تركيب الحامض النووي DNA، والكلوكوز (سكر العنب) والفركتوز (سكر الفواكه)، والكالكتوز ذات الرمز الكيميائي $C_6H_{12}O_6$.

سكريات ثنائية Disaccharides: وتتكون هذه السكريات نتيجة اتحاد جزيئتين من السكريات البسيطة مع فقدان جزيئة ماء واحدة، أهم السكريات الثنائية الشائعة الموجودة في البروتوبلازم هي: السكروز الذي ينتج من اتحاد جزيئة كلوكوز مع جزيئة فركتوز، ومالتوز الذي ينتج من اتحاد جزيئتين من الكلوكوز، ولاكتوز الناتج من اتحاد جزيئة كلوكوز وجزيئة كالكتوز، كما مبين في أدناه:

(أ) $C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$

كلوكوز فركتوز سكروز ماء

(ب) $2C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$

كلوكوز مالتوز ماء

(ج) $C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$

فلوكوز كالكتوز لاكتوز ماء

سكريات متعددة Polysaccharides: وتتكون هذه السكريات نتيجة اتحاد او ارتباط عدة جزيئات من سكريات بسيطة ويعتبر النشاء starch والسليلوز cellulose من السكريات المتعددة المعروفة في النباتات. في حين يحوي بروتوبلازم الخلايا الحيوانية على الكلايكوجين glycogen المعروف بالنشاء الحيواني. والصيغة الوضعية او التجريبية للسكريات المتعددة هي $(C_6H_{10}O_5)n$ حيث يمثل n عدد جزيئات السكر البسيط الداخلة في جزيئة واحدة من اي من السكريات المتعددة.

تشكل الكاربوهيدرات نسبة ضئيلة من البروتوبلازم حيث تبلغ 1% فقط، ويستفاد منها في الخلايا لتحرير الطاقة، كما انها تدخل في بناء الجسم وتركيبه في بعض الحيوانات.

2- الدهون Lipids: وهي تشكل حوالي 3% من وزن البروتوبلازم وتذوب في الكلوروفورم، والايثر، والبنزين، تتركب الدهون بصورة رئيسة شأنها في ذلك شأن السكريات، من الكاربون والهيدروجين والاوكسجين، الا انها قد تحوي عناصر اخرى كالنيتروجين والفسفور. كما ان نسبة الاوكسجين فيها اقل مما في السكريات، ويمكن تقسيم الدهون الى ثلاث مجاميع، هي:-

الدهون الحقيقية او الدهون البسيطة True Fats or Simple Lipids

وتتألف من العناصر الثلاثة الكاربون والهيدروجين والاوكسجين، كما في السكريات، الا ان نسبة الاوكسجين فيها اقل بكثير مما في السكريات، وتتكون الجزيئة الواحدة من هذه الدهون من اتحاد جزيئة واحدة من الكليسيرول glycerol وثلاث جزيئات من الاحماض الدهنية fatty acids.

$$3C_{17}H_{35}COOH + C_3H_5O(OH)_3 \rightarrow C_{57}H_{110}O_5 + 3H_2O$$

ماء ستيرين كليسرول حامض الستيريك

ان الدهون الحقيقية صلبة عادة، الا انها قد تكون سائلة، ويعتمد ذلك على الحامض الدهني الذي يدخل في تركيب الدهن.

الدهون المركبة Compound Lipids: وهي مواد شبيهة بالدهن، وتحتوي على مواد اخرى مثل حامض الفسفوريك، وسكر بسيط او قاعدة نيتروجينية (كولين Choline) اضافة الى احماض دهنية وكليسيرول، ومن امثلتها الدهون المفسفرة (ليسيثين Lecithin)، والدهون السكرية glycolipids (سفينكوسين Sphengosine)، والدهون البروتينية lipoproteins.

الستيرويدات Steroids: لهذه المركبات خواص شبيهة بالدهون، علماً بانها من الناحية الكيميائية ليست لها علاقة بالدهون، ومن امثلتها فيتامين D والهرمونات الجنسية الذكرية والانثوية، وهورمونات القشرة الكظرية والحوامض الموجودة في مادة الصفراء، والكولسترول.

الشموع Waxes: وهذا الطراز من الدهون يتركب من الاحماض الدهنية والكحول بدلاً من الكليسرول، ومن الأمثلة على ذلك شمع النحل.

ومن الجدير بالملاحظة ان الدهون الموجودة في البروتوبلازم لها عدة وظائف، منها:-

1. تعتبر كمصدر لتكوين الطاقة energy.
2. تعتبر كمدخرات غذائية كما في الانسجة الدهنية.
3. تدخل في تركيب الاغشية الخلوية على هيئة دهون مفسفرة.
4. للستيرويدات اهمية كبيرة في بعض مظاهر الايض.
5. الدهون والسكريات قابلة للتحول فيما بينها.

3- البروتينات Proteins: وتبلغ نسبتها 15% من وزن البروتوبلازم، وهكذا فهي تأتي في الترتيب الثاني من المواد التي تدخل في تركيب البروتوبلازم من حيث كميتها.

تتركب البروتينات عادة من اربعة عناصر رئيسة وهي: الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنيتروجين، الا انها تحوي عناصر اثرية trace elements، والتي توجد بكميات ضئيلة جدا. ومنها الكبريت واليود والحديد وغيرها. وتتركب البروتينات من وحدات اساسية هي الاحماض الامينية amino acids، يوجد اثنان وعشرون حامضاً امينياً او اكثر بصورة طبيعية. ومن أهم الاحماض الامينية، الانين alanine، فالين valine، سستين cysteine، سستاين cystine، حامض الكلوتاميك glutamic acid، حامض الاسبارتيك aspartic acid، هستدين histidine، ليوسين leucine، ايسوليوسين isoleucine، كلايسين glycine، لايسين lysine، مثيونين methionine، برولين proline، ثريونين theronine، تايروسين tyrosine، فينايل الانين phenylalanine، سيرين serine، تربتوفان tryptohan.

ثمة ضربان من الاحماض الامينية، فمنها ما هي ضرورية لنمو الكائن الحي، ولا يمكن الاستغناء عنها، وتدعى بالاحماض الامينية الأساسية essential amino acids اما الاحماض الامينية التي يستطيع الجسم ان يصنعها فتسمى الاحماض الامينية غير الاساسية non-

essential amino acidsواذا كانت الاغذية التي يتناولها الكائن الحي غير حاوية على هذه الاحماض فلا تعيق نموه او تؤثر فيه تأثيراً سيئاً.

تتكون البروتينات من ارتباط الاحماض الامينية مع بعضها. فاذا ارتبط حامضان امينيان ببعضها بروابط بيتيدية peptide bond or linkage، ويتم التفاعل بين مجموعة امينية (-NH_2) في احد الحامضين وبين مجموعة كاربوكسيلية COOH في الحامض الآخر، ويدعى هذا المركب بثنائي الببتيد dipeptide. اما اذا ارتبط بالمركب السابق حامض اميني اخر عن طريق رابطة او اصرة بيتيدية فينتج من ذلك مركب يسمى ثلاثي الببتيد tripeptide. ومن الجدير بالذكر، ان هذا التفاعل يستمر عادة فيرتبط عدد كبير من الاحماض الامينية ببعضها مكونة مركبات تسمى متعددة الببتيدات polypeptide. وتتكون من متعددة الببتيدات مركب اكثر تعقيداً يطلق عليه الببتون peptone. في حين يشترك الاخير في تكوين جزيئة البروتين protein molecule المعقدة للغاية، والتي تحوي مئات الجزيئات من الاحماض الامينية. فمثلا جزيئة البروتين البسيط (سالمين Salmine) الموجودة في حيامن الاسماك تحوي العناصر الاساسية الاربعة، وصيغتها الكيميائية هي $C_{81}H_{115}N_{45}O_{15}$، اما جزيئة بروتين هرمون الانسولين insulin فتحوي على الكبريت كعنصر اثري، اضافة الى العناصر الاساسية السابقة الذكر، اما صيغتها الكيميائية فهي $C_{254}H_{377}O_{75}N_{65}S_6$. كما ان الصيغة الكيميائية لجزيئة الهيموكلوبين haemoglobin الحاوية على الحديد كعنصر اثري هي$C_{3032}H_{4816}O_{872}S_8Fe_4$ وتقسم البروتينات الى:-

1- بروتينات بسيطة Simple Proteins: وهي تلك البروتينات التي عند تحللها تعطي الاحماض الامينية فقط. ومن امثلتها الاح او الزلال (بياض البيض) egg albumin والكلوبيولين globulin، ومولد الالياف fibrinogen في الدم، والمايوسين myosin في الخلايا العضلية والهستونات histones ... الخ.

2- بروتينات مقترنة او مركبة Conjugated or Compound Proteins: وهي عبارة عن بروتينات بسيطة مقترنة بمركبات كيميائية غير بروتينية، ومن امثلتها الهيموكلوبين haemoglobin في الدم، والكاسين casein في الحليب، والميوسين (المخاط) في اللعاب، والنيوكلين في نوى الخلايا.

وتمتاز البروتينات بكونها حساسة جداً للتغيرات الطبيعية والكيميائية وتؤلف البروتينات المكونات الرئيسة للبروتوبلازم. وتسيطر على عدة فعاليات حيوية للخلية. اضافة الى انها تعتبر مصدراً لمركبات غنية بالطاقة، من الجدير بالذكر ان الانزيمات enzymes والعوامل المساعدة العضوية هي بروتينات. وان بعض الهرمونات والاجسام المضادة، والصبغات التنفسية هي الاخرى بروتينات. وتشترك البروتينات مع الاحماض النووية ايضاً، وتكون بروتينات نووية تدخل في تركيب الصبغيات (كروموسومات)، والنويات، والرايبوسومات.

فيما يلي مخطط يبين متوسط النسب المئوية للمركبات المختلفة في البروتوبلازم.

البروتوبلازم Protoplasm

المركبات اللاعضوية
Inorganic Compounds

المركبات العضوية
Organic Compounds

الماء Water	الاملاح اللاعضوية (معدنية)	الكاربوهيدرات	الدهون	البروتينات
80% من وزن البروتوبلازم	1-4% من وزن البروتوبلازم	1% من وزن البروتوبلازم	3% من وزن البروتوبلازم	15% من وزن البروتوبلازم

جامعة الموصل كلية الزراعة والغابات قسم وقاية النبات
المرحلة الاولى المادة حيوان عام نظري د. عبدالجبار خليل ابراهيم

المحاضرة السابعة

نظريات أصل الحياة
Theories on the Origin of Life

لقد شغل موضوع منشأ الحياة عقول الكثيرين من العلماء والفلاسفة ورجال الدين ومن اهم النظريات التي وضعت لتفسير هذا النشوء هي:

1- النشوء الذاتي Spontaneous Generation

كان الاعتقاد سابقاً ان الحياة تنشأ بتكرار من مواد غير حية non-living materials وبواسطة النشوء او التكوين الذاتي. فمثلاً تنشأ دعاميص الضفادع والديدان من الطين، والذباب من جثث الحيوانات الميتة بواسطة النشوء الذاتي. لقد دحضت هذه النظرية في القرن السابع عشر والقرن التاسع عشر من قبل فرانسيسكو ريدي (1626-1697) Framcesco Redi الذي اثبت في 1668 بان يرقات الذباب maggots تشاهد فقط في اللحم المتعفن الذي وقف عليه الذباب وطرح بيوضه عليه. هذا وقبل القرن الماضي كان الاعتقاد سائداً بان البكتريا والحيوانات الدقيقة الاخرى ايضا تنشأ نشؤاً ذاتياً. ففي سنة 1861 قام العالم لويس باستور (1822-1895) Louis Pasteur بتجربته المعروفة. اذ زرع بكتريا في دوارق ذات اعناق طويلة وملتوية جانبياً على شكل حرف (S) والتي تكون غير مغطاة وتمنع هذه الاعناق دخول الاحياء او تعيقها فبعد تسخين محتويات الدورق وغليها تقتل البكتريا بواسطة الحرارة ولهذا لا تنمو فيها الكائنات الحية. ان هذه التجربة كانت الأساس في عملية التعقيم sterilization اي قتل الاحياء الصغيرة بواسطة الحرارة او حديثاً باستعمال مواد كيمياوية. اخيراً ان كل الدلائل تشير على ان الحياة الجديدة تأتي من حياة سابقة لها كما عرفت باللاتينية Omne vivum ex vivo وليس من مواد غير حية.

2- نظرية الخلق الخاص Special Creation

حسب هذه النظرية فالحيوانات نشأت بواسطة قوة خارقة Supernatural power اما دفعة واحدة او على شكل دفعات وان كل الانواع قد تكونت بصورة منفصلة عن بعضها البعض. ترتكز هذه النظرية على النهج الروحي للأديان السماوية وهي غير خاضعة للاختبار العلمي.

3- النظرية الكونية Cosmozoic Theory

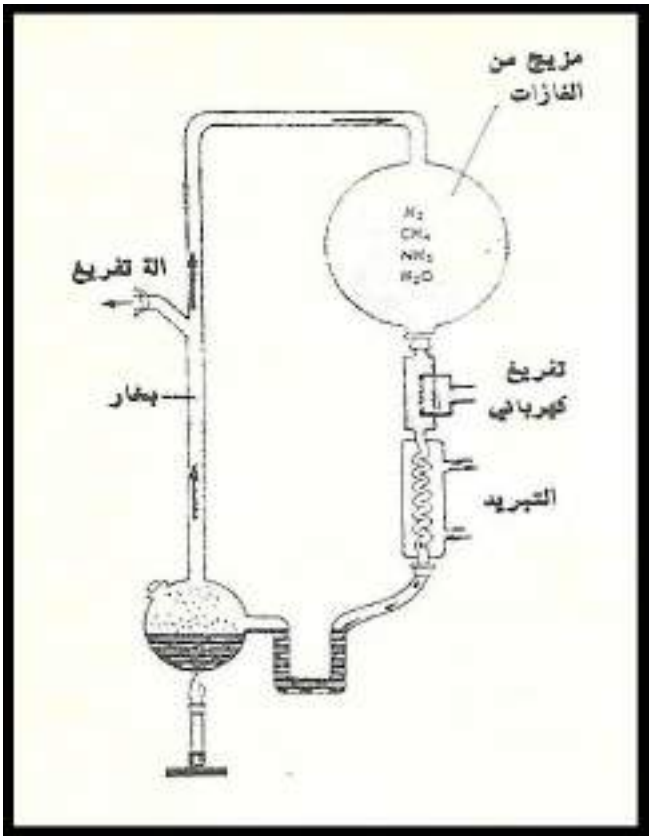
مفادها ان كتلة حية مشابهة لسبورات مقاومة resistant spores يمكن ان تكون قد وصلت الأرض عن طريق الصدفة من مصدر آخر في الكون. ولكن هذه النظرية لا يمكن ان تعطي تفسيراً مقبولاً لأصل الحياة وذلك للأسباب التالية:-

1. البرودة او الجفاف الذي يكون قد تعرضت له الكتل السبورية الحية والكافي لابادتها اثناء انتقالها من مكانها الأصلي.
2. لوجود الاشعة الكونية القاتلة في الفضاء ما بين النجوم inter-stellar space فحسب المعلومات المتوفرة حاليا عن الكتلة الحية، لا توجد هكذا كتلة مقاومة للبرودة والجفاف والاشعة القاتلة. والاهم من ذلك كله فان لغز نشوء الحياة على الكوكب الاخر يبقى معلقاً بدون جواب.

4- النظرية الطبيعية او الفيزياوية الكيمياوية

Natural or Physico-chemical Theory

أتت هذه النظرية الى الوجود نتيجة لتجربة قام بها كل من يوري H.C. Urey وتلميذه ملر S.L. Miller (1953)، حيث سخنا الغازات التي يعتقد انها كانت موجودة في زمن نشوء الحياة وهي الامونيا والميثان والهيدروجين بوجود الماء مع تمريرها على تفريغ كهربائي منتجاً بريقاً ذا أشعة فوق بنفسجية. مشابه للظروف الأولى للأرض. في جهاز خاص (الشكل 29) فبعد عدة اسابيع من أجراء هذه التجربة استطاعا ان يكشفا عن وجود بعض الاحماض الامينية وبعض المركبات العضوية التي تكونت في السائل المنتج.



الشكل (29) يبين الجهاز الذي استعمله يوري وملر لتهيئة ظروف مشابهة لظروف الارض عندما تكونت الحياة عليها.

وبعد هذه التجربة استطاع علماء آخرون تحضير مواد عضوية هامة على نفس الأساس مثل السكريات المركبة Polysaccharides. والبوليبتيد Polypoptides والاحماض النووية nucieic scids. فاذا كانت هذه التفاعلات حدثت في المختبر وتحت ظروف محدودة فان حدوثها في الطبيعة يكون ممكناً وخاصة اذا توفرت عوامل اخرى. قد تكون غير معروفة.

تتخلص النظرية الفيزياوية الكيمياوية. بانه قبل حوالي بليونين من السنين كانت الظروف الطبيعية مناسبة لنشوء الحياة. حيث ان هذه الظروف لا تتوفر في الوقت الحاضر لنشوء حياة اخرى. كان الجو في تلك الفترة يحتوي على كميات كبيرة من الماء (H_2O). وغاز الامونيا (NH_3)، وغاز الميثان (CH_4). كانت المحيطات الناشئة تحوي على الغازات السالفة الذكر بالإضافة الى المعادن الذائبة. وقد تكونت الحياة الأولى من تفاعل هذه المواد. ويعتقد بان ذرة الكاربون في غاز الميثان كانت العنصر الذي بدأت حوله الحياة. حيث ان ذرة الكاربون في غاز الميثان مثلاً ترتبط بأربع اواصر والتي يمكن ان تعوض بمركبات اخرى. ومن المحتمل ان

الميثان قد تفاعل مع نفسه مكوناً سلاسل قصيرة او طويلة. وربما قد التحمت ذرات الكاربون مكونة مركبات حلقية. ويحتمل ايضا ان هذه السلاسل قد تفرعت واتحدت مع مركبات اخرى مكونة مواد سابقة للحياة Pre-life compounds وهذه المواد بدورها اصبحت كوحدات اساسية precursors لتكوين المواد الحية. وربما كانت على شكل عدة اصناف من المركبات العضوية والتي هي السكريات، والسكريات المركبة، والكلسيرول والاحماض الدهنية، والاحماض الامينية والبروتينات والاخيرة تضم الانزيمات ايضاً. وربما قد تكونت مركبات اخرى نتيجة لتفاعلات مشابهة ومن هذه المواد البريميدينات Pyrimidines الاحادية الحلقات والبيورينات Purines الثنائية الحلقات. هذا وان السكريات الخماسية الكاربون ربما قد التحمت مع المجاميع الفوسفاتية مكونة ما يسمى بالنكليوتيدات nucleotides. كما ان قابلية الالتحام قد استمرت فالتحمت النكليوتيدات مع بعضها مكونة مركبات ذات جزيئات معقدة. وهي الاحماض النووية nucleic acids. كما ان الاحماض الامينية ربما قد اتحدت مع بعضها مكونة جزيئات معقدة هي البروتينات والتي بدورها تفاعلت مع الاحماض النووية مكونة البروتينات النووية nucleoproteins. وهكذا فان هذه البروتينات الأولى كان المادة الأولى التي كونت التجمعات aggregates الحية والتي ربما تكونت في خلجان المحيطات الناشئة. هذا وان هذه التجمعات مرت بعملية الانتخاب الطبيعي للخزن المحدود للطاقة واستطاعت المتأقلمة منها ان تعيش بتطويرها تأقلما يساعدها على تخمير fermentation السكريات البسيطة كما تفعل بكتريا اليوم. بعد ذلك تكونت كائنات ذاتية التغذية autotrophs التي تطورت باكتسابها بعض الصبغيات الممتصة للضوء مثل الكلوروفيل. واستطاعت ان تصنع جزيئات كاربونية معقدة وتعطي الاوكسجين الحر عن طريق عملية التركيب الضوئي photosynthesis. وكانت هذه الكائنات الحية الأولى تشابه الى حد ما الطحالب الزرقاء الخضراء البسيطة الحالية blue green algae. ومن هذه الطحالب الزرقاء الخضراء نشأت الكائنات الحية بشقيها النباتي والحيواني، وهكذا نشأت الحيوانات الدنيا (الابتدائيات) والتي مرت بسلاسل تطورية عديدة تمايزت خلالها خلاياها ومن ثم انسجتها وقسم العمل بين اعضائها فكونت الكائنات الحية العليا التي نشاهدها اليوم.

اصل الحياة Origin of Life

لقد بحث الانسان منذ وجوده عن زمان ومكان نشوء الحياة والطريقة التي أتت بجميع اشكال النباتات والحيوانات الى الوجود. وحسب المعلومات المتوفرة لحد الآن لم يتم التعرف على اي نوع من الحياة ما عدا ما وجد على الارض ولكن من المحتمل ان تكون هناك حياة اخرى في مكان اخر في الفضاء الخارجي. فضمن العدد الكبير من النجوم المضيئة بنفسها self-luminous stars والتي ربما يكون عددها اكثر من 10 والتي تقع ضمن مجال تلسكوب بقياس 200 انج. فقد يكون هناك العديد من الكواكب planets التي تشابه ظروفها ظروف الأرض، ويعتقد علماء الفلك بان هناك مالا يقل عن 100 مليون كوكب من النوع الذي يحتمل وجود حياة عليه. لقد اعتبر كوكب المريخ Mars لفترة طويلة كوكب يمكن ان توجد عليه حياة غير انه لا يحوي على ماء بحالة سائلة ولكن جوه يحتوي بصورة رئيسة على ثاني اوكسيد الكاربون ودرجة حرارته قد تهبط ليلاً لتصل الى ثمانين تحت الصفر (-80°C). في كوكب المشتري Jupiter

ترتفع درجة الحرارة كثيراً ونتيجة لضغط الجاذبية العالي فان الهايدروجين يتحول الى مادة صلبة ولهذا قد توجد عليه بعض اشكال الحياة. ان الحياة على الارض تعتمد على الكاربون والهايدروجين والنايتروجين والاوكسجين، والماء السائل، ولكن العناصر الاخرى ربما لها القابلية على اسناد الحياة، وعلى اية حال فانه من المحتمل كثير ان لا نجد نباتات كبيرة وحيوانات ضخمة على اي كوكب مشابه بظروف الارض كالتي نجدها اليوم على كوكبنا هذا.

بيئة الحياة Environment for Life

من المحتمل ان تكون الأرض قد نشأت من تكثف الغازات الحارة Nebular hypothesis او كانت على شكل كتلة منصهرة (Planetesimal hypothesis) وفي كلتا الحالتين فقد تكونت الأرض من بعض الاجسام السماوية التي بردت ببطء وصغر حجمها وفي ذلك الوقت احتاجت الى الجو atmosphere الذي جعل من الماء ان ينتشر على السطح، وعندما غمر الماء الانخفاضات تكونت المحيطات Oceans التي قد تكون في الاصل مرتفعة الحرارة. تبين عند اكتشاف اقدم صخرة وجدت على سطح الأرض بانه كان هناك نشاط بركاني عظيم في الأرض. ومن اكثر الاحتمالات ان الحياة ربما لم تتكون الا عندما بردت المياه والأرض معاً.

متى نشأت الحياة؟ When Life Originated?

ان عمر الأرض يقدر بـ4600000000 سنة، وان اقدم صخرة اكتشفت لحد الآن تعود الى الحقبة القديمة Archeozoic era تقدر بـ3500000000 من العمر. كانت اقدم الصخور التي حوت على الاجزاء الصلبة من الحيوانات سابقة لعنصر الكامبري Pre-Cambrian فربما تكون قد تكونت قبل 600000000 سنة. ان متحجرات وحيدة الخلية والتي اغلبها الطحالب الزرقاء الخضراء. قد وجدت في صخور بعمر 2 بليون سنة. وبعضها وبدرجة اقل من الوضوح. شوهدت في صخور يقدر عمرها بـ3 بليون سنة. اكتشف اقدم كائن حي والذي هو Eobacterium حيث وجد في صخور يقدر عمرها بـ3 بليون سنة. اخيراً ان تقدير الحياة على الأرض ليس بالأمر السهل لانه يعتمد على اكتشاف المتحجرات. وبالتالي تقدير عمر الصخور.

اين نشأت الحياة؟ Where Life Originated?

لما كانت اغلب الحيوانات البسيطة بحرية المعيشة وحيث ان السائل الجسمي للحيوانات يحتوي على الاملاح مثل كلوريد الصوديوم NaCl واملاح أخرى. لهذا يغلب الظن القائل بان الحياة نشأت في المحيطات. ان بقايا الحيوانات الأولى كانت جميعها في الصخور ذات المنشأ البحري. ومن ثم غزت الحيوانات المختلفة المياه العذبة والأرض. وكذلك ان بعض المجاميع منها عادت ثانية الى البحر كالقروش الاولى والأسماك العظيمة والزواحف القديمة Plesiosaurs والحيتان، والفقم Seals وعرائس البحر Sirenians.

جامعة الموصل كلية الزراعة والغابات قسم وقاية النبات
المرحلة الاولى المادة حيوان عام نظري د. عبدالجبار خليل ابراهيم

المحاضرة الثامنة

التصنيف والتسمية العلمية
Classification and Nomenclature

هناك اكثر من مليون نوع من الحيوانات وصفت لحد الآن ولا زالت عشرات، وقد يكون مئات الانواع تضاف كل سنة من مختلف بقاع العالم. ان بعض الحيوانات تكون كثيرة الافراد abundant، والبعض الاخر قليلة rare. ومنها بين الاثنين، ونظرا للعدد المتزايد للحيوانات، وجد من الضروري التفكير في نظام system لتسميتها وترتيبها ووضعها في مجاميع groups، وذلك لاظهارها في نظام بدلا من هرجلة.

من افاق هذا النظام، شكل علم خاص بذاته سمي بعلم التصنيف Taxonomy or Classification. ان عملية ترتيب الحيوانات تشابه عملية ترتيب الكتب المبعثرة في نظام فهرسي في المكتبة. لقد اتبعت عدة اساليب من قبل عدة باحثين في تنظيم الحيوانات، مثلا ارسطو (384-322 ق.م) قسم الحيوانات الى حيوانات ذات دم Enaima وحيوانات لا دموية Anaima اعتمادا على وجود وعدم وجود الدم. وكذلك حيوانات ولودة vivipara وحيوانات بيوضة. واعتمادا على صفة واحدة مثل البيئة قسم بعضهم الحيوانات الى حيوانات برية terrestrial، وحيوانات مائية aquatic، وحسب نوعية غذائها قسم بعضهم الحيوانات الى آكلات الاعشاب herbivorous، وآكلات اللحوم Carnivorous، او الاثنين معا Omnivorous. ان هذا النوع من أساليب التصنيف غير مقبول الان، لانه يعتمد على صفة واحدة، والتي تكون غالبا غير كافية لتبيان موقع الحيوان ضمن المملكة الحيوانية. وخاصة موقعه في السلم التطوري الذي يكشف عن اسلافه، وعلاقته بالحيوانات الاخرى، لهذا، فان نظاما جديدا ظهر لتصنيف الحيوانات سمي بالتصنيف الطبيعي Natural classification. يعتمد النظام على عدة صفات من المظهر الخارجي، والتشريح الداخلي، والاطوار الجنينية، وطراز الكروموسومات وعددها، ونوعية الانزيمات والهورمونات التي تفرزها.

المراتب التصنيفية Taxonomical Grades

تقسم الحيوانات الى عدد من المجاميع الرئيسة التي تشترك في صفة واحدة او اكثر من الصفات الظاهرية او التركيبية. ومن ثم تقسم كل من هذه المجاميع الى مجاميع اصغر تكون افرادها اكثر تشابها في الصفات. وهكذا يستمر التقسيم الى ان نصل الى النوع species، والذي هو الوحدة الاساسية في التصنيف والذي تبنى عليه الوحدات الأخرى.

النوع species (الجمع: أنواع species): انه الوحدة الاساسية في بناء نظام التصنيف، وقد عرف النوع أولا من قبل العالم ري (1705-1628م) Ray. ولكن ولحد الان هنالك صعوبة في تحديد النوع في بعض الاحياء ولهذا من الصعب ايجاد تعريف شامل كامل مناسب لجميع الاحياء. ان التعريف الآتي هو المتفق عليه من قبل الكثيرين وهو ينطبق على معظم الاحياء.

النوع هو مجموعة طبيعية من الافراد المتشابهة في الصفات (ما عدا الفروقات بين الجنسين) والتي تختلف عن مجموعة اخرى في صفة واحدة او اكثر. تنحدر جميع افراد النوع من سلف مشترك Common anecstory. ويمكن لهذه الافراد ان تتزاوج مع بعضها وتنتج

افراد خصبة مشابهة لآبائها. الا انه في بعض الاحيان يحدث تزاوج بين حيوانين. ولكن الحيوانات الناتجة تكون عقيمة كتزاوج الحصان مع الحمارة او بالعكس لانتاج البغل muel الذي يكون عقيما ولهذا يعد كل من الحصان والحمار نوعين منفصلين.

الجنس genus (اجناس genera): الجنس يشمل نوعين او اكثر يشتركان في صفات مشتركة، وان النوعان اللذان ينتميان الى جنس واحد لا يتزاوجان واذا تناسلا فالأفراد الناتجة تكون عقيمة.

العائلة Family (عوائل Families): جنسين او اكثر لهما صفات مشتركة.

الرتبة Order (رتب Orders): عائلتان او اكثر لهما صفات مشتركة.

الصنف Class (أصناف Classes): رتبتان او اكثر لهما صفات مشتركة.

الشعبة Phylum (شعب Phyla): تشمل صنفين او اكثر لهما صفات مشتركة.

المملكة Kingdom (ممالك Kingdoms): مجموعة الشعب الحيوانية. هذا وان جميع الحيوانات تقع تحت مملكة واحدة هي مملكة الحيوان Kingdom animalia.

المجاميع الوسطية Intermediate Groups

اذا كان عدد الحيوانات التي تضمها احدى المجموعات الرئيسة السابقة كبيراً فلسهولة تصنيفها وضعت مجموعات وسطية بين المجموعات الرئيسية في ذلك اضافة المقطع sub (تحت) لاحدى المجاميع الرئيسية لتصبح ثانوية وتوضع كلمة super (فوق) اذا اريد التدليل على وحدة اكبر. مثلاً subfamily بمعنى تحت عائلة (او عويلة) فيمكن ان تحوي العائلة الواحدة على عدة عويلات sub-familes، الوحدة الاكبر من العائلة هي فوق العائلة super-family والتي يمكن ان تشمل عدة عوائل families وهكذا النوع يشمل عدة نويعات sub-species وكل نوع قد يشمل عدة سلالات او ضروب strains or varieties وهكذا الحال بالنسبة للوحدات الرئيسة الأخرى.

التسمية العلمية Scientific Nomenclature

لكل حيوان اسمه العادي او المحلي Common or vernacular name والذي يختلف باختلاف المنطقة او القطر وقد يختلف داخل القطر الواحد. ان الاعتماد على الاسماء المحلية ادى الى حدوث هرجلة في التسميات التي تطلق على الحيوانات في الاقطار المختلفة وبدوره جعل التفاهم بين العلماء صعب اذا اريد تدارس موضوع معين ولهذا ولكي يصبح لكل حيوان اسمه المعين يعرف به في كل بقاء العالم كان من المحتوم تفادي الاسماء المحلية او العادية وايجاد تسمية موحدة ليفهمها طلاب العلم والمعرفة في كل مكان وفي كل زمان.

يعتبر العالم السويدي كارل لينايوس (1707-1778م) Carl Linnaeus اول من وضع الاساس الحقيقي في التصنيف والتسمية العلمية وما زال هذا الاساس يستعمل الى يومنا هذا. فقد قسم الحيوانات الى مجاميع الى ان وصل لحد النوع. واعطى لكل نوع اسما مميزا على قدر ما وصلت اليه المعرفة والدراسة حينذاك. عرف نظامه في التسمية بالتسمية الثنائية binomial nomenclature حيث يتألف اسم الحيوان من كلمتين من اصل لاتيني او اغريقي او مشتقاتهما. تدل الكلمة الأولى في التسمية على اسم الجنس Genus وتبدأ دائماً بحرف كبير وتدل الكلمة الثانية على اسم النوع species وتبدأ بحرف صغير حتى ولو كان مشتقاً من اسم علم.

لقد سجل لينايوس نحو 4378 نوعاً مختلفاً للحيوانات والنباتات. ولقد بين لينايوس نظامه في كتابه Systema Naturae في عام 1735. ونشر اثني عشر جزءاً ويعتبر الجزء العاشر الذي كانت اخر طبعه له 1758 (باتفاق العلماء) الاساس القويم للتسمية العلمية.

وكان البعض يعتقد بفكرة الخلق الذاتي ومن ثم لم يهتم كثيراً باظهار الروابط بين مجاميع الحيوانات المختلفة.

ونظراً لوجود العدد الكبير من الحيوانات في العالم فقد حدث ارتباك اخر في التسميات حيث اطلقت عدة اسماء على نفس الحيوان في مختلف الاقطار وكذلك اطلق اسم واحد على عدة حيوانات في مناطق مختلفة، ولهذا كانت الحاجة ماسة الى وجود تسمية موحدة ولهذا عقد المؤتمر العالمي لعلماء الحيوان International Congress of Zoologists واقر بتشكيل لجنة للتسميات العلمية 1898 وذلك لاعداد قانون عالمي للتحكم في التسميات العلمية. هذا واعد هذا القانون الذي يقرر ويسجل التسمية العلمية ابتداء من العوائل وحتى الانواع. وقد اقترحت قواعد ثابتة وعالمية بشأن جميع التسميات العلمية.

ومن اهم قوانين التسميات العلمية التي وضعت من قبل اللجنة الدولية 1901 ونقحت 1961 وهي:-

1. يجب ان يكون اسم الحيوان مختلفا عن اسم النبات. فيكون من الافضل تفادي استعمال نفس اسم الجنس والنوع للنبات والحيوان.
2. يجب ان لا تحتوي المملكة الحيوانية على جنسين two genera بنفس الاسم، وكذلك النوعين في الجنس الواحد.
3. يجب عدم اطلاق تسميات اخرى مغايرة للتسميات التي وضعها لينايوس في وصفه الانواع حسب ما ظهرت في كتابه Systema naturae الطبعة العاشرة 1758.
4. ان التسميات يجب ان تكون لاتينية او (ملتننة) او يفضل كتابتهما باحرف مائلة italics وفي حالة تعسر ذلك يوضع خط تحت اسم الجنس وخط اخر تحت اسم النوع.
5. ان اسم الجنس يجب ان يكون اسما واحدا (مفردا) مبتداءا بحرف كبير.
6. اسم النوع يكون مفرداً او جمعاً ويبدأ بحرف صغير ودائما ويكون صفة متطابقة قواعديا مع اسم الجنس.
7. ان مؤلف الاسم العلمي هو الشخص الذي ينشر وصف النوع لأول مرة في كتاب مقبول او مجلة.
8. عندما يفترض جنس جديد فيجب تحديد النوع النموذجي type species.
9. ان اسم العائلة يتكون بإضافة idea الى اسم الجنس وللعويلة sub-family يضاف inae.

ومن الممارسات العامة عند وصف الانواع الجديدة ذكر موقع جمع الحيوان. في البداية كان الكتاب لا يذكرون النوع النموذجي type species ولهذا كانت تقاريرهم الوصفية غير كاملة مما ادى الى كثيراً من الخلط وعدم التنسيق في وصف الحيوانات. وحسب هذه القوانين يكون الشخص الأول الذي وصف الحيوان أولاً له امتياز الريادة law of Priority حتى في حالة اعادة وصف الحيوان من قبل شخص اخر. يكتب اسم المؤلف بصورة كاملة او مختصرة بأحرف غير مائلة بعد الاسم العلمي مثل: العصفور الدوري *Passer domesticus* Linnaeus وقد يكتب اسم المصنف بصورة مختصرة كالآتي: .L او .Linn.

تصنيف الحيوانات الى مجاميع كبيرة

هناك بعض الصفات العامة التي تسهل تمييز المجاميع الكبيرة، مثلا المملكة الثانوية (الابتدائيات) sub-Kingdom Protozoa والتي تتميز بسهولة عن المملكة الثانوية (عديدة الخلايا او التوالي sub-kingdom Metazoa وكذلك تقسم مجموعة التوالي الى البارازوا او نظيرة الحيوانات (المساميات) Parazoa التي تشمل شعبة الاسفنجيات عديمة التجويف الهضمي. والتوالي الحقيقية Eumetazoa التي تمتلك تجويفاً هضميا. وحسب عدد الطبقات الجرثومية. تقسم التوالي الحقيقية الى حيوانات ثناية الطبقات Diploblastic animals (اللاسعات والمشطيات) وحيوانات ثلاثية الطبقات Triploblastic animals. وتقسم الاخيرة الى حيوانات لا جوفية Acelomata (كالديدان المسطحة) والجوفيات Coelomata والتي تشمل معظم الشعب الباقية (الديدان الكيسية والحلقية ومفصلية الارجل والنواعم وشوكية الجلد والحبليات). كما تقسم الجوفيات حسب نوع تجويفها الى الجوفيات الكاذبة Pseudocoelomate ومنها الديدان الكيسية Ascheiminthes حيث يكون جوف الجسم غير مبطن بالبيريتون وغير ناشيء من طبقة الاديم المتوسط، والجوفيات الحقيقية Eucoelomate التي تضم شعبة الديدان الحلقية، والنواعم، وشوكية الجلد، والحبليات، حيث يكون جوف الجسم مبطن بالبريتون وناشيء من الاديم المتوسط. وتنقسم الحيوانات الجوفية الى كل من ثانوية الافواه Deuterostomia وابتدائية الافواه Protostomia، وذلك حسب الاختلاف في مراحل نموها الجنيني. ان اللافقريات Invertebrates تشمل جميع الحيوانات التي تفتقر الى عمود فقري بعكس الفقريات Vertebrates التي تمتلك عموداً فقرياً. بالإضافة الى الصفات المذكورة اعلاه، والمفيدة في فصل المجاميع الكبيرة في المملكة الحيوانية فهناك ملاحظات اخرى قد تكون مهمة في التصنيف ايضا، أهمها:

1- التناظر Synnetry:

تكون اغلب الابتدائيات غير متناظرة لانها لا يمكن ان تقسم الى اجزاء متشابهة ولو ان لبعضها تناظراً كرويا Spherical Symmetry. ان لافراد امعائية الجوف وشوكية الجلد تناظراً شعاعياً Radial Symmetry حول المحور الوسطي مروراً بالفم. ان المستويات Planes المارة خلال هذا المحور تقسم الحيوان الى اجزاء شعاعية ومعظم الشعب الحيوانية تكون متناظرة جانبياً bilaterally symmetrical. اي انه عند قطع الحيوان طوليا وعموديا مروراً بالخط الطولي الوسطي للجسم ينقسم الحيوان الى قسمين متشابهين متقابلين. ففي هكذا حيوانات، يكون الجزء الذي يقوم الحركة هو الجزء الامامي anterior والطرف الذي يقابله هو الخلفي posterior. والسطح العلوي هو الجزء الظهري dorsal في حين الجهة السفلى هي الجهة البطنية Vemtral.

2- التعقيل Segmentation

في افراد شعبة الديدان الحلقية ومفصلية الارجل والحبليات هناك تكرار خطي لاجزاء الجسم يعرف بالتعقيل او التقسيم Segmentation فكل حلقة معادة تسمى بالبدينة somite، ففي ديدان الارض يتكون الجسم من عدد كبير من عقل متعاقبة والتي تكون متشابهة بصورة أساسية. وفي السرطان البحري او الحشرات تكون هذه العقل مختلفة حسب مناطق الجسم وحسب وظيفتها. ففي الديدان الحلقية يكون التعقيل خارجياً وداخلياً، ولكن في مفصلية الارجل يكون

خارجيا فقط بينما في الإنسان والحبليات الأخرى يكون داخلياً بصورة رئيسة مثل الفقرات والعضلات الجسمية وبعض الاوعية الدموية والاعصاب.

3- اللواحق Appendages

ان الاجزاء البارزة من الجسم تساعد على الحركة والتغذية وفي باقي الفعاليات الأخرى تسمى باللواحق Appendages. مثل مجسات شقائق البحر والاهلاب الصغيرة لدودة الأرض وقرون الاستشعار (اللوامس) والاطراف في مفصلية الارجل وزعانف واطراف واجنحة الفقريات.

4- الهيكل الساند Skeleton

ان معظم الحيوانات الارضية وكثيراً من الحيوانات المائية لها هيكل ساند Skeleton يفيد في الاسناد والحماية فقد يكون داخلياً مثل الضفدعة والإنسان، او خارجيا مثل السرطان والحشرات. وقد يكون من مواد عضوية او من مواد غير عضوية.

5- الجنس Sex

ان الفرد الذي يحتوي على اعضاء ذكرية وانثوية في آن واحد يسمى بالحيوان الخنثي hermaphrodite او احادي المسكن monoeclous او ثنائي الجنس bisexual. هذا وتكون معظم افراد الشعب الحيوانية العليا منفصلة الأجناس او ثنائية المسكن dioeclous او احادية الجنس فالفرد اما يكون ذكر او انثى.

6- النمو الجنيني Embryonic Development

في معظم الشعب الحيوانية تتكون فتحة الفم في الجنين من الثقب الاريمي blastopore فتسمى هذه الحيوانات ابتدائية الافواه Protostomes وتشمل الديدان المسطحة والحلقية والنواعم وغيرها. وفي الحيوانات الاخرى والتي تسمى بثانوية الافواه Deuterostomes والتي تشمل شوكية الجلد ونصفية الحبل والحبليات. ينشأ الفم في منطقة بعيدة عن الثقب الاريمي وبعدئذ يتحور الثقب الاريمي الى فتحة المخرج anus. لهذا هناك اختلاف بين هاتين المجموعتين، ففي المراحل الأولى للتفلج Cleavage في مجموعة ابتدائية الافواه يكون اتجاه الانقسامات التفلجية حلزونياً ومحدداً ويكون اصل الاديم المتوسط من طبقة واحدة هي الخدمة الاريمية blastomere، ولكن في مجموعة ثانوية الافواه يكون التفلج شعاعيا وغير محدد والاديم المتوسط ينشأ من جدار تجويف المعيدة gastrocoel.

7- اليرقات Larvae

ان اليرقات تعطي معلومات مهمة عن نوع العلاقة الموجودة بين مجموعة حيوانية واخرى علاوة على الصفات الموجودة في الطور البالغ. حيث ان كثيراً من اليرقات لها صفات تلائم بيئتها الخاصة مثل وجود الاهداب Cilia للسباحة. وتكون هذه الصفات خاصة لكل مجموعة، مثلاً برنقيل الماء Barnacles (مفصلية الارجل) والغلاليات tunicates (حبليات بدائية) لم يكن تصنيفها صحيحاً الا بعد دراسة اطوارها اليرقية.

وفي الفصول القادمة سوف نمر على الشعب الحيوانية مقدمين صفاتها العامة وامثلة عنها، وأهم أصنافها، وأهم هذه الشعب:-

1. شعبة الأولى (الابتدائيات) Protozoa
2. الاسفنجيات (المساميات) Porifera
3. امعائية الجوف Coelenterata
4. الديدان المسطحة Platyhelminthes
5. الديدان الكيسية Aschelminthes
6. الديدان الحلقية Annelida
7. مفصلية الارجل Arthropoda
8. النواعم Mollusca
9. شوكية الجلد Echinodermata
10. الحبليات Chrodata

جامعة الموصل كلية الزراعة والغابات قسم وقاية النبات
المرحلة الاولى المادة حيوان عام نظري د. عبدالجبار خليل ابراهيم

المحاضرة التاسعة

اللافقريات The Invertebrates
تعريفها، عددها، اهميتها، تاريخها، شعبها، وعلاقاتها التطورية
Definition, Number, Importance, History, Phyla. And Phylogenetic Relationships

تعريف اللافقريات وعددها:

اللافقريات invertebrates حيوانات ليس لها عمود فقري vertebral column. وتشكل اللافقريات ما يقرب من 97% من مجموع الانواع species المعروفة من الحيوانات في المملكة الحيوانية حالياً. في حين تشكل الفقريات vertebrates حوالي 3% من مجموع الانواع المعروفة فقط. هذا اذا ما عرفنا ان هناك ما يقرب (1123000) نوع من الحيوانات المعروفة في الوقت الحاضر.

تختلف هذه الانواع الكثيرة من اللافقريات عن بعضها بعضاً من حيث المظهر الخارجي والتركيب الداخلي، وكذلك من حيث نشوئها وتطورها.

تؤلف اللافقريات حوالي احدى وثلاثين شعبة. في حين تشكل الفقريات vertebrata شعبة ثانوية sub-phylum واحدة فقط من بين الشعب الثانوية الثلاثة التي تكون شعبة الحبليات Phylum Chordata.

أهمية اللافقريات: تعتبر اللافقريات مهمة جدا لان عددا كبيرا منها ذو مساس مباشر بحياتنا، فاما ان تكون مفيدة او مضرة، لذا وجب علينا دراستها لكي نستفيد منها او نتقي شرها.

أ- فوائدها: ثمة فوائد عديدة نحصل عليها من اللافقريات، ومنها:

1. تستخدم اللافقريات كغذاء مثل الروبيان، والمحار والسرطان وغيرها.
2. تنتج بعض اللافقريات مواداً مفيدة كالعسل والشمع اللذين ينتجهما النحل، والحرير الذي تنتجه دودة القز، واللؤلؤ الذي ينتجه المحار... الخ.
3. يقوم بعضها بتفتيت التربة، وزيادة خصوبتها وبذا يزداد انتاج الارض مثال ذلك ديدان الأرض.
4. يساعد بعضها في تلقيح الازهار اثناء انتقالها من زهرة الى أخرى طلباً للرحيق، فيزداد الانتاج او قد يتحسن.
5. يستخدم بعضها في السيطرة الحيوية biological control، اي استخدام بعضها لافتراس الآفات الزراعية.
6. يختار العديد منها لاجراء التجارب العلمية لأسباب عديدة، منها: ان عددها كثير جدا، ودورة حياتها قصيرة نسبياً، والحصول عليها سهل للغاية، وتربيتها والعناية بها لا تكلفان كثيرا، والحيز الذي تشغله اثناء التجربة صغير نظراً لصغر حجمها، واخيراً لبساطة تركيبها.

ب- اضرارها: ثمة أضرار جمة لبعض اللافقريات، ومنها:

1. اعداد كبيرة منها تسبب امراضاً فتاكة للإنسان والحيوان على حد سواء كالزحار والبلهارزيا والملاريا ومرض النوم... الخ.
2. يعمل العديد منها كمضيف ثانوي لطفيليات مختلفة كالقواقع والقشريات.

3. يعمل بعضها كناقل او حامل لبعض الامراض، ومنا البراغيث والقمل.
4. منها ما هو من الآفات الزراعية الخطيرة كالحشرات التي تلحق اضراراً فادحة بالمحاصيل الزراعية.
5. منها ما يحتاج الى اموال طائلة للتخلص منها، كما هو الحال في القشريات التي تلتصق بالمنشآت البحرية او بأسفل البواخر والسفن والتي تزال بين حين وآخر.

وهكذا يبدو واضحاً، ان اللافقريات لها أهمية كبيرة، وهي ذات مساس مباشر بحياة الانسان، وحيواناته، بل ونباتاته أيضا (كالديدان الخيطية التي تصيب الحمضيات). لذا يجب التعرف عليها بصورة جيدة للاستزادة من منافعها، وتقليل اضرارها قدر المستطاع.

نبذة تاريخية عن اللافقريات: قسم ارسطو (322-384 ق.م) الحيوانات الى ذوات القدم (وتشمل الفقريات) وعديمة الدم (وتشمل اللافقريات). اما القزويني (1283-1203م) فقد قسم الحيوانات البرية الى خمس مجاميع، وهي: السباع والنعم والدواب والطيور والحشرات، وكانت المجموعة الأخيرة تمثل اللافقريات. وضع عالم التصنيف المشهور كارل لينايوس (1758م) اللافقريات في صنفين، هما: الديدان Vermes والحشرات Insecta، في حين شملت الاصناف الأربعة الباقية، وهي: الاسماك Pisces، والبرمائيات Amphibia، والطيور Aves، واللبائن Mammalia الحيوانات الفقرية. وقد جزء لامارك (1809م) اللافقريات الى عدة مجاميع، وهي النقاعيات Infusoria والبوليبات Polypes، والشعاعيات Radiata، والحشرات Insecta، والعنكبوتيات Arachnida، والقشريات Crustacea، والديدان الحلقية Annelida، وذؤابية الاقدام Cirripedia، والنواعم Mollusca، والغلاليات او الكاسيات Tunicata والكونشيات او الكونشيفيرا Conchifera.

وفي عام 1816، قام كوفيير بتقسيم اللافقريات الى ثلاث مجاميع كبيرة فقط، وهي: النواعم Mollusca، والشعاعيات Radiata، والمفصليات Articulata، وكانت الشعاعيات تضم عدة مجاميع، وهي: شوكية الجلد Echinodermata، والمعويات Intestinaux، واللاسعات Acalephes، والبوليبات، والنقاعيات، وقد اعتمد كوفيير في تقسيمه هذا على المظهر الخارجي.

اما ليوكارت (1847)، فاتبع نظام الشعب Phyla، وقسم اللافقريات عدة شعب، ومنها: الابتدائيات Protozoa، وامعائية الجوف Coelenterata والديدان Vermis، ومفصلية الاقدام Arthropoda، والنواعم. وكان كارل فوكت Carl Vogt (1851) ذا فضل كبير في تقسيم الديدان الى ديدان مسطحة Platy helminthes والديدان الدوارة Rotifera، والديدان الخيطية Nematelmia والديدان الحلقية Annelida. وقد قسم هيكل Haeckel عام 1874 اللافقريات الى مجموعتين كبيرتين تضم الأولى اللافقريات التي تتكون اجسامها من خلية واحدة فقط وسماها الأوالي او الابتدائيات Protozoa، في حين ضمت المجموعة الثانية جميع اللافقريات التي تتكون اجسامها من اكثر من خلية واحدة، وسماها التوالي او البعديات Metazoa.

تضم المملكة الحيوانية، في الوقت الحالي ما يقرب من احدى وثلاثين شعبة جميعها لا فقريات باستثناء شعبة ثانوية واحدة هي الفقريات Subphylum Vertebiata التابعة لشعبة الحبليات والتي تضم جميع الحيوانات الفقرية Verteorates. تحوي بعض الشعب من اللافقريات على عدد قليل نسبياً من الانواع Species، لذا يطلق عليها بالشعب الصغرى minor phyla، في حين تدعى تلك الشعب التي تضم انواعا كثيرة من اللافقريات بالشعب الكبرى

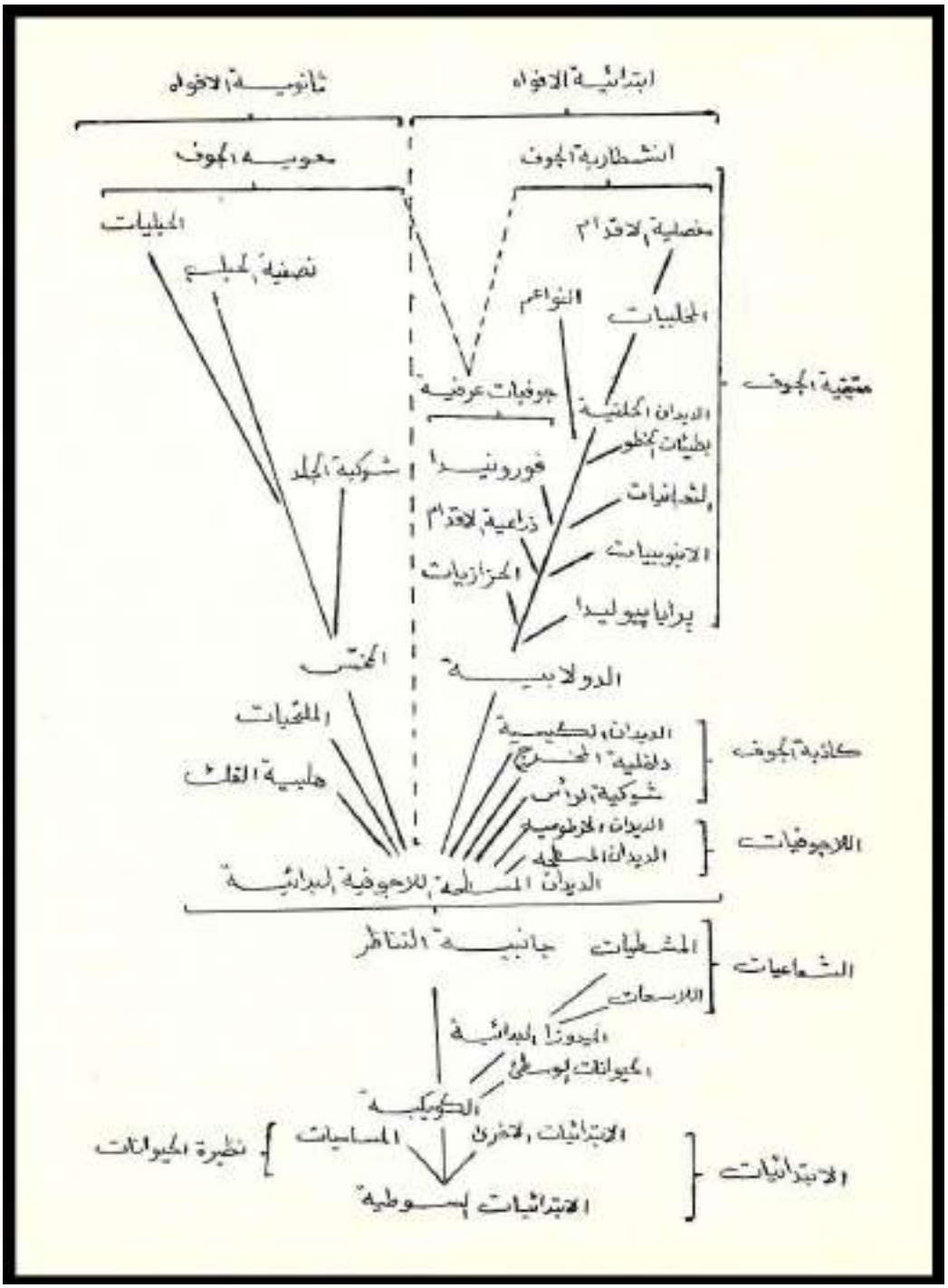
Major phyla. ندرج في أدناه شعب اللافقريات الكبرى منها والصغرى، والعدد التقريبي للأنواع في كل منها.

	الشعبة		نوعها	عدد الأنواع فيها
1-	الابتدائيات او الاوالي او الاوليات	Protozoa	كبرى	50.000
2-	المساميات او الاسفنجيات	Porifera or Sponges	كبرى	10.000
3-	امعائية الجوف او اللاسعات	Coelenterate or Cnidaris	كبرى	11.000
4-	الديدان المسطحة	Platyheiminthes	كبرى	15.000
5-	الديدان الخيطية	Nematoda	كبرى	10.000
6-	الديدان الحلقية	Annelida	كبرى	7.000
7-	مفصلة الاقدام	Arthropoda	كبرى	900.000
8-	خارجية المخرج او الحزازيات	Ectoprocta or Bryozoa	كبرى	4.000
9-	النواعم (الرخويات)	Mollusca	كبرى	80.000
10-	شوكية الجلد	Echinodermata	كبرى	6.000
11-	الحبليات (42.700 نوع من الفقريات) (2.300 نوع من اللافقريات)	Choridata	كبرى	2.300
12-	المشطيات	Ctenophora	صغرى	90
13-	الحيوانات الوسطى	Mesozoa	صغرى	50
14-	الديدان الخرطومية او نيمرتينيا	Rhychocoela or Nemertinea	صغرى	750
15-	الديدان الدوارة او الدولابيات او العجليات	Rotifer or Rotitaria	صغرى	1.500
16-	بطنية الاهداب	Gastrotricha	صغرى	175
17-	حركية الخرطوم	Kinorthycha	صغرى	100
18-	الديدان الشعرية	Nematomorpha	صغرى	250
19-	شوكية الراس	Acathocephala	صغرى	300
20-	داخلية المخرج	Entoprocta	صغرى	60
21-	برايوبيوليدا	Priapulida	صغرى	8
22-	الانبوبيات	Sipunculida	صغرى	275
23-	الثعبانيات	Echiuroidea	صغرى	60
24-	بطيئات الخطو	Tardigrada	صغرى	130
25-	المخلبيات	Onychophora	صغرى	65
26-	خماسية الافواه	Pentastomida	صغرى	70
27-	فورونيدا	Phoronida	صغرى	15
28-	ذراعية الاقدام	Brachiopoda	صغرى	260

الشعبة	نوعها	عدد الأنواع فيها
29- هلبية الفك	Chaetognatha صغرى	50
30- الملتحيات	Pogonophora صغرى	80
31- نصفية الحبل	Hemichordate صغرى	80

العلاقات التطورية بين مختلف شعب العالم الحيواني:

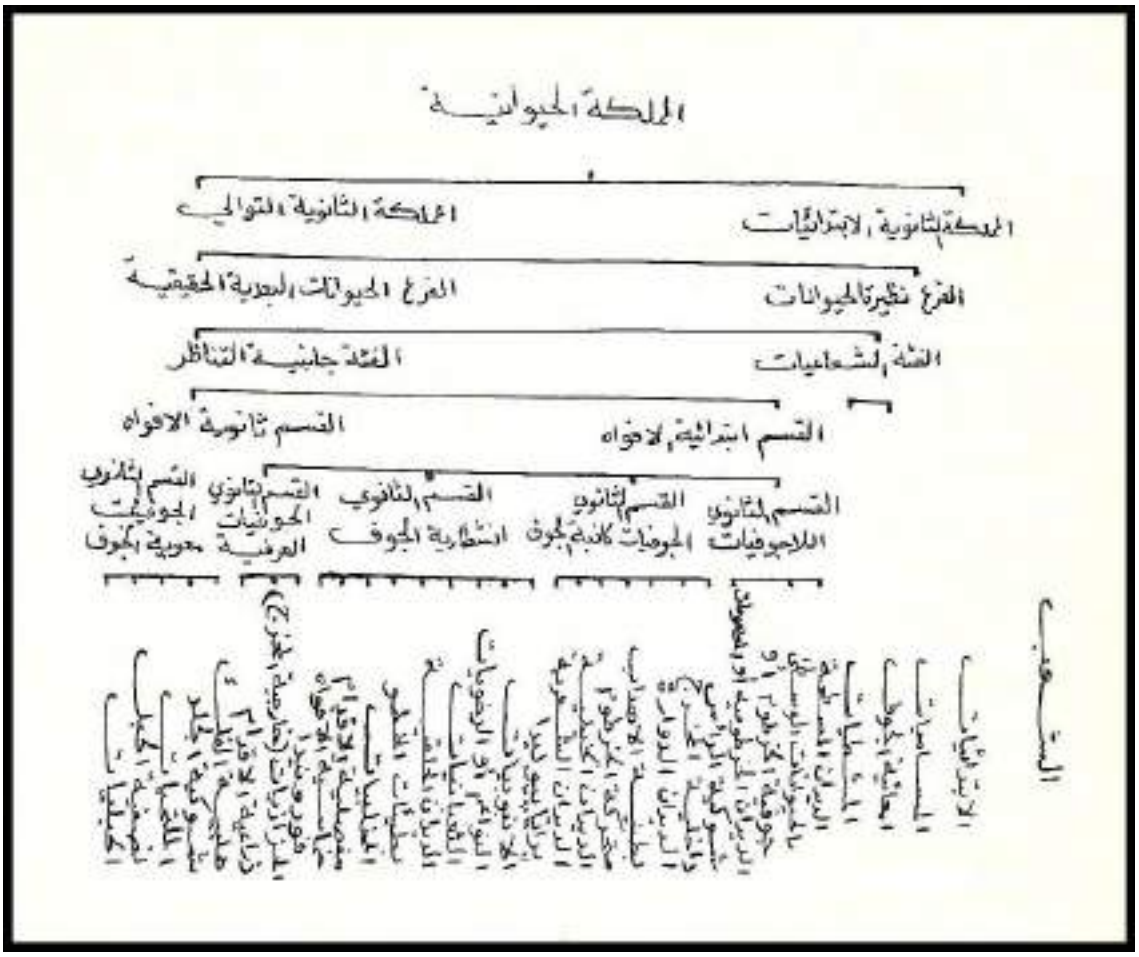
تشير الدراسات التي قام بها علماء التطوير بان أغلب الكائنات الحيوانية، ان لم تكن جميعها، قد عانت تطوراً كبيراً او قليلاً على مر العصور، اي قد نشأت من بعضها بعضا، وهكذا فقد احتفظت ببعض الصفات من السلف الذي نشأت منه اضافة الى الصفات الجديدة التي ظهرت فيها نتيجة للتطور الذي مرت به، توضح الشجرة التطورية evolutionary tree (الشكل 30) العلاقات التطورية بين جميع شعب المملكة الحيوانية.



الشكل (30) الشجرة التطورية تبين العلاقات التطورية بين مختلف الشعب الحيوانية. كما تبين المجاميع الحيوانية التصنيفية الرئيسة.

ان الرأي السائد بين علماء الحياة المختصين بالتطور هو ان الابتدائيات السوطية Flagellates قد نشأت من الطحالب البدائية Primitive algae، ثم نشأت الابتدائيات الأخرى والمساميات من السوطيات. ومن خلال يرقة الكويكية نشأت اللاسعات والمشطيات والحيوانات الوسطى وكذلك الديدان المسطحة البدائية، وتعد الأخيرة منشأ للديدان المسطحة الباقية، والديدان الخرطومية، وشوكية الرأس، وداخلية المخرج والديدان الكيسية، ومن خلال ظهور اليرقة الدولابية، قد نشأت شوكية الجلد، ونصفية الحبل والحبليات من خلال سلف افتراضي هو

المخمس Pentaculata تقسم المملكة الحيوانية الى مجاميع تصنيفية كبيرة نوعا ما، كما هو موضح في الشكل (31). ويفيد هذا التقسيم في زيادة فهم الصفات الخاصة والمشتركة بين مختلف شعب العالم الحيواني. تقسم المملكة الحيوانية Animal kingdom الى مملكتين ثانويتين، هما: المملكة الثانوية الابتدائيات او الاوالي Subkingdom Protozoa، وتضم شعبة الابتدائيات فقط، اي الحيوانات التي تتكون اجسامها من خلية واحدة unicellular فقط، والمملكة الثانوية التوالي او البعديات Subkingdom Metazoa وتشمل جميع الشعب الحيوانية الباقية، وتضم الحيوانات التي تتألف اجسامها من اكثر من خلية واحدة اي متعددة الخلايا multicellular. تقسم المملكة الثانوية التوالي الى فرعين – فرع البارزاوا او نظير الحيوانات Branch Parazoa، ويضم المساميات فقط، وفرع التوالي الحقيقية Branch Eumetazoa ويضم الشعب الباقية من العالم الحيواني كلها. ويضم فرع التوالي الحقيقية فئتين حسب تناظر اجسامها، وهما: فئة شعاعية التناظر Grade Radiata ويضم اللاسعاف والمشطيات، وفئة جانبية التناظر Grade Bilateria وتضم الحيوانات ثلاثية الطبقات. تقسم الفئة الأخيرة الى قسمين رئيسين – قسم ابتدائية الافواه Protostomia. وقسم ثانوية الافواه Deuterostomia. في ابتدائية الافواه، ينشأ الفم والمخرج من فم الأريمة (blastopore). ويكون التفلج حلزونيا ومن النوع المحدد، اما في قسم ثانوية الافواه. ينشأ المخرج فقط من فم الاريمة في حين تنشأ فتحة الفم من مكان اخر. ويكون التفلج شعاعياً وغير محدد، يضم القسم الأول، اي ابتدائية الافواه، ثلاثة مجاميع من الشعب الحيوانية وذلك حسب وجود الجوف الجسمي او انعدامه وحسب مصدر وكيفية نشوئه. تدعى المجموعة الأولى باللاجوفيات (عديمة الجوف) Acoelomate وتضم الديدان المسطحة والديدان الخرطومية، وتدعى المجموعة الثانية بكاذبة الجوف Pseudocoelomata (لا ينشأ جوفها الجسمي من طبقة الاديم المتوسط، ولا يبطن بالبريتون) وتضم شوكية الرأس وداخلية المخرج والديدان الكيسية، اما المجموعة الثالثة فتدعى بالجوفيات الحقيقية Eucoelomata، وتقسم الى مجموعتين ثانويتين تسمى احداهما انشطارية الجوف Schizocoela (ينشأ جوفها من انشطار طبقة الاديم المتوسط) في حين تسمى المجموعة الثانية جوفيات عرفية Lophophorate Coelomata قد يتكون جوفها الجسمي اما نتيجة لانشطار الاديم المتوسط او نتيجة التحوصل Enterocoela في جدار المعي الاولي Archenteron. تضم المجموعة الأولى للشعب الآتية: مفصلية الارجل والمخلبيات والنواعم والديدان الحلقية وبطيئات الخطو والثعبانيات والانبوبيات وبرايابيوليدا، اما شعب المجموعة الثانية، فهي: الحزازيات (خارجية المخرج) وذراعية الاقدام وفورونيدا. اما القسم ثانوية الافواه فيضم خمس شعب، هي: الحبليات، ونصفية الحبل وشوكية الجلد، وهلبية الفك والملتحيات، وينشأ جوفها الجسمي الحقيقي من تحوصل المعي الأولي، لذا فهي جميعها معوية الجوف.



الشكل (31) شكل تخطيطي يبين المجاميع التصنيفية الحيوانية الرئيسة.

جامعة الموصل كلية الزراعة والغابات قسم وقاية النبات
المرحلة الاولى المادة حيوان عام نظري د. عبدالجبار خليل ابراهيم

المحاضرة العاشرة

شعبة الابتدائيات أو الأوالي Phylum Protozoa

لوحظت الابتدائيات لأول مرة من قبل ليونهوك Leeuwenhoek (1674) وأطلق عليها المصطلح animalicules الذي يعني الحييوينات او الحيونات الصغيرة. وكانت الفورتيسلا Vorticella والجياردیا Giardia من بين الحييوينات التي وصفها ليونهوك. وقد استخدم ليدر مولر Leder Muller (1760-1763) المصطلح Infusoria الذي يعني النقاعيات للتعبير عن الابتدائيات التي تعيش في نقاعات المادة العضوية Infusion. وقد تمكن اوتو فريدريك Otto-Friedrich (1786) من وصف ما يقرب من 400 نوع species من الاوالي. اما المصطلح Protozoa (proto = اولي، او بدائي، zoon = حيوان) او الاوالي. فق صاغة كولدفس Goldfuss (1830)، ولكنه كان يشمل انذاك خليطاً من اللافقريات (الابتدائيات، والمساميات، واللاسعات، والحزازيات، والديدان الدوارة). وكان فون سيبولد Von Siebold (1845) هو اول من توصل الى ان الابتدائيات حيونات تتكون اجسامها من خلية واحدة فقط. لذا اطلق عليها المصطلح unicellular اي احادية الخلية. اما هيكل Haeckel (1873) فقد قسم المملكة الحيوانية الى مملكتين ثانويتين، وهما: مملكة الأوالي ومملة التوالي. اما اهرنبرك Ehrenberg (1938) فقد ادرك الفرق بين الابتدائيات والديدان الدوارة، لذا فصل المجموعتين عن بعضهما.

المميزات العامة للأوالي General Characters of Protozoa

1. حيوانات صغيرة مجهرية، بسيطة التركيب، تتكون اجسامها من خلية واحدة تقوم بجميع الافعال الحيوية التي يقوم بها جسم اي كائن حي اخر كالإنسان مثلاً.
2. تعيش الاوالي في التربة الرطبة او المياه العذبة او البحرية، وتكون حرة المعيشة او قد تعيش متطفلة على الإنسان والحيوانات الأخرى، وقد تسبب لهم اضرارا بليغة وامراضا فتاكة.
3. يعيش اغلبها بصورة منفردة، وقد يتجمع بعضها مكونا المستعمرات Colonies.
4. التناظر symmetry معدوم في بعضها، وجانبي bilateral او شعاعي radial في البعض الآخر.
5. للابتدائيات اشكال مختلفة. فمنها الكروي والبيضوي والقمعي والمغزلي والقرصي، الخ كما ان بعضها ليس له شكل ثابت البتة.
6. قد تكون اجسامها عارية، او مغطاة بتراكيب كلسية صلبة تسمى القشور shells، وقد يمتلك بعضها هياكل داخلية endoskeletons صلبة.
7. يقسم السايتوبلازم فيها الى قسمين، احدهما داخلي حبيبي اكثر سيولة، ويحوي اغلب العضيات الخلوية، ويسمى الاندوبلازم endoplasm اما القسم الاخر فخارجي، ويحيط بالاندوبلازم، وهو اقل سيولة، وفي اغلب الاحيان، يكون خاليا من العضيات الخلوية، ويسمى الاكتوبلازم ectoplasm.
8. ثمة أربعة أنواع من التغذية nutrition في الابتدائيات، فبعضها يتغذى تغذية حيوانية holozoic (اميبا)، والبعض الآخر يتغذى بالطريقة النباتية او الذاتية (التركيب الضوئي

holophytic or autotrophic (photosynthesis (يوغلينا) او الرمية saprozoic (يوغلينا)، او المختلطة mixed، اي بطريقتين بدل واحدة، (يوغلينا).

9. الهضم داخل خلوي intracellular، ويحدث عادة داخل الفجوات الغذائية food vacuoles.
10. يتم التنفس respiration بطريقة الانتشار diffusion من خلال السطح العام للخلية.
11. تقوم الفجوات المتقلصة Contractile vacuoles بعملية الابراز excretion، اي تنظيم الضغط الاوزوموزي، اي تنظيم كمية الماء في الجسم وتخليصه من الفضلات النيتروجينية السائلة الضارة، وقد يتم ذلك من خلال السطح العام للجسم بطريقة الانتشار.
12. تتحرك الابتدائيات بواسطة تراكيب خلوية تسمى العضيات الحركية Locomotory organelles، ومنها الاهداب Cilia والاسواط flagella والاقدام الوهمية او الكاذبة pseudopodia، وقد تكون هذه العضيات معدومة في بعضها (السبوريات).
13. التكاثر reproduction في الابتدائيات نوعان، جنسي sexual ولا جنسي asexual، وتضم الطريقة الجنسية طريقتين ثانويتين، وهما: الاخصاب المتبادل Conjugationوالاقتران Syngamy، في حين تضم الطريقة اللاجنسية اربع طرق ثانوية، هي: الانقسام الثنائي البسيط simple binary fission الطولي او المستعرض، والانقسام المضاعف multiple fission، والتبرعم budding، والانقسام السايتوبلازمي plasmotomy.

التصنيف Classification

تقسم الابتدائيات الى أربعة أصناف، وذلك حسب العضيات الحركية التي تمتلكها، وهي:-

1- صنف السوطيات Class Masrigophora or Flagellata: وتمتلك افراده سوطا flagellum واحد او اكثر، ويضم هذا الصنف عدة رتب، منها:-

1. رتبة اليوغلينيات Order Eugienoidea مثال، يوغلينا Eugiena.
2. رتبة قديرة الاسواط Order Dinoflagellata مثال، نوكتليوكا Noctiluca.
3. رتبة النباتيات Order Phytomonadina مثال، فولفكس Volvox.
4. رتبة الاوليات Order Protomondina مثال، تريبانوسوما Trypanosoma.
5. رتبة عديدة الاسواط Order Polymastigina مثال، جياردیا Giardia.

2- صنف اللحميات (جذرية الاقدام Class Sarcodina (Rhizopoda: الاقدام الوهمية هي العضيات الحركية في الابتدائيات التي تنتمي الى هذا النصف، يضم الصنف أربع رتب، هي:-

1. رتبة الاميبات Order Amoebozoa مثال، أميبا Amoeba.
2. رتبة المخرمات Order Foraminifera مثال، آرسلاAmoeba.
3. رتبة الشمسيات Order Heliozoa مثال، أكتسنوسفيريومActinosphaerium.
4. رتبة الشعاعيات Order Radiolaria مثال، سفيروزومSphaerozoum.

3- صنف الهدبيات Class Cllata: ويضم الابتدائيات التي تمتلك الاهداب. وينقسم الى ثلاثة أصناف ثانوية subclasses، هي:

(أ) الصنف الثانوي الهدبيات الأولية Subclass Protoclliata: المثال: اوبالاينا Opalina

(ب) الصنف الثانوي الهدبيات الحقيقة Subclass Euclliata: ويضم أربع رتب، هي:-

1. رتبة كاملة الاهداب Holotricha، مثال: براميسيوم Paramecium
2. رتبة حلزونية الاهداب Order Spirotricha، مثال: ستنتور Stentor
3. رتبة قمعية الاهداب Order Chonotricha، مثال: سبايروكونا Spirochona
4. رتبة محيطية الاهداب Order Peritricha، مثال: فورتيسلا Vorticella

(ج) الصنف الثانوي الممصيات Subclass Suctoria:

تستبدل الاهداب فيها (في الافراد البالغة) بعدد من المجسات ذات نهايات عجرية ماصة او مدببة ثاقبة، مثال، اسينيتا Acineta.

4- صنف السبوريات (البوغيات) Class Sporozoa: ويضم ابتدائيات او اوالي تنعدم فيها العضيات الحركية. ويقسم الى ثلاثة أصناف ثانوية، هي:

(أ) الصنف الثانوي السبوريات النهائية Subclass Telosporidia: ويضم ثلاث رتب، هي:

1. رتبة المحتشدات Order Gregarinida، مثال: كريكارينا Gregarina
2. رتبة البذريات Order Coccidia، مثال: ايمريا Eimeria
3. رتبة السبوريات الدموية Order Haemosporidia، مثال: بلاسموديوم Plasmodium

(ب) الصنف الثانوي السبوريات الكليلة Subclass Acnidosporidia: ويضم رتبتين، هما:

1. رتبة السبوريات البسيطة Order Haplosporidia، مثال: هابلوسبوريديوم Haplosporidium
2. رتبة السبوريات اللحمية Order Sarcosporidia، مثال: ساركوسستس Sarcosystis

(ج) الصنف الثانوي السبوريات اللاسعة Subclass Cnidosporidia: ويضم اربع رتب هي:

1. رتبة السبوريات المخاطية Order Myxosporidia، مثال: مكزوبولص Myxobolus
2. رتبة المخاطيات الشعاعية Order Actinomyxidia، مثال: تتراكتينومكزون Tetractinomyxon
3. رتبة السبوريات الصغيرة Order Micrisporidia، مثال: نوسيما Nosema
4. رتبة السبوريات الملوية Order Helicosporidia، مثال: هليكوسبوريديوم Helicosporidium

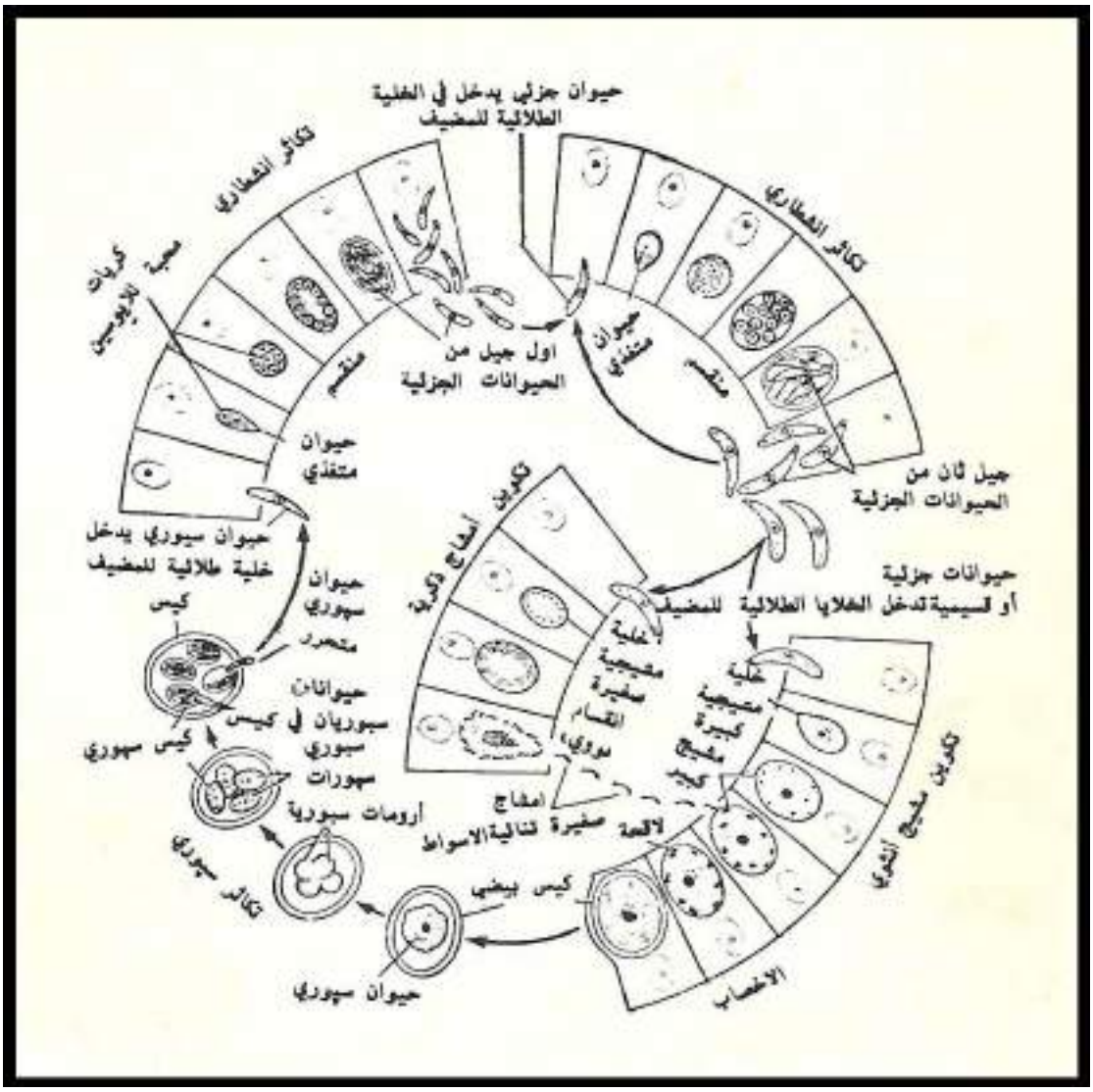
المثال: ايمريا Eimeria

يعودهذا الطفيلي الى رتبة البذريات التابعة للسبوريات النهائية. ايمريا طفيلي داخل خلوي Intracellular parasite، يصيب الخلايا الطلائية للقناة الهضمية. وغددها الملحقة في العدد من الفقريات واللافقريات. فمثلا تصيب *E. tenella* الدجاج غير البالغ (الفروج). في حين تصيب *E. mitis* الدجاج البالغ. يهاجم النوعان السابقان البطانة الطلائية للجزء الامامي للفائفي. اما *E. stirdae* فتصيب الارانب الصغيرة. وتتلف الخلايا الطلائية للقنوات الصفراوية الكبدية. كما ان الماشية تصاب بـ *E. bovis* التي تتلف البطانة الطلائية لامعائها. وكذلك فان الكلاب تصاب بالطفيلي *E. canis*.

اما من بين اللافقريات التي تصاب بهذا الطفيلي فهو أم اربع وأربعين" *Lithobius* حيث تتطفل *E. Schubergi* على الخلايا الطلائية للقناة الهضمية.

دورة الحياة Life Cycle:

تحتاج ايمريا لإكمال دورة حياتها الى مضيف واحد monogenetic فقط. تتضمن دورة حياتها دورتين او مرحلتين. احداهما لا جنسية asexual phase والاخرى جنسية sexual phase (الشكل 32).



الشكل (32) ايميريا دورة الحياة.

الدورة او المرحلة اللاجنسية:

تتكون هذه الدورة من جيلين من التكاثر الانشطاري sxhizogony. عندما يبتلع المضيف الاكياس البيضية oocysis لهذا الطفيلي. وتدخل قناته الهضمية، يتحلل الكيس المحيط بالحيوانات السبورية بتأثير العصارات الهاضمة للمضيف. فتخرج هذه الحيوانات. وتتحرر في تجويف الامعاء وهكذا يبدأ الجيل الأول من التكاثر الانشطاري. تعزو الحيوانات السبورية الخلايا الطلائية للقناة الهضمية للمضيف للحيوانات السبورية شكل مغزلي متطاول ومقوس. ونواة

حويصلية، وطبقة من الجليد pellicle تحيط بأجسامها وتساعدها على الحركة. تبدأ الحيوانات السبورية بعد دخولها الخلايا الطلائية. بالنمو فتصبح كمثرية او كروية. وهكذا تتكون الحيوانات المتغذية trophozoites، ومن أبرز مميزاتها، وجود قطيرة ذات ميل شديد (محبة) لصيغة الابوسين eosinophil تقع قرب نهايتها غير الحادة. تحصل الحيوانات المتغذية على غذائها من الخلايا التي تعيش في داخلها. تعاني الحيوانات المتغذية التكاثر الانشطاري الأول. اذ تنقسم فيها النواة انقساما خيطياً mitotic division متكرراً مكونة ما يسمى المنقسم او المنشطر schizont الذي تترتب فيه النوى بشكل محيطي. ثم تحاط كل منها بكمية من السايتوبلازم مكونة حيوانا جزئيا او قسيمياً merozoite.

ومما تجب الإشارة إليه، ان كل منشطر يكون ما يقرب من 900 حيوان جزئي او قسيمي. وحالما ينفجر المنقسم، تتحرر الحيوانات الجزئية، وتبدأ بمهاجمة خلايا طلائية جديدة في القناة الهضمية للمضيف. وهكذا يبدأ التكاثر الانشطاري الثاني، إذ تنمو الحيوانات الجزئية داخل الخلايا الطلائية للمضيف مكونة حيوانات متغذية شبيهة بمثيلاتها في الانشطار الأول الذي سبقه مع وجود اختلاف واحد فقط، الا وهو انعدام القطيرة المحبة لصبغة الايوسين. تنمو الحيوانات المتغذية، وتزداد حجماً، وتنقسم نواتها مكونة ما يقرب من 250 نواتا مبعثرة في السايتوبلازم. وهكذا يتكون المنقسم او المنشطر الذي يكون اكبر حجماً من المنشطر الأول. ثم ينفجر المنشطر هذا. فيحرر ما يقرب من 250 حيوانا جزئيا. لذا تكون الحيوانات الجزئية الناتجة من التكاثر الانشطاري الثاني اكبر حجما من مثيلاتها في التكاثر الانشطاري الثاني، تتضخم الخلايا الطلائية مع تضخم المنقسم الذي ينمو فيها. وبانفجاره يتلف الخلية نفسها، وهكذا تتلف الخلايا الطلائية في القناة الهضمية للمضيف. قد تهاجم الحيوانات الجزئية الناتجة من التكاثر الانشطاري الثاني الخلايا الطلائية للمضيف مرة أخرى لتحطم المزيد منها، الا ان اغلبها (الحيوانات الجزئية) يبدأ بالدورة الجنسية.

الدورة الجنسية:

تتحول بعض الحيوانات الجزئية التي غزت الخلايا الطلائية للمضيف الى خلايا مشيجية gametocytes، وهي من نوعين، خلايا مشيجية ذكرية، وخلايا مشيجية انثوية. النوع الأول عبارة عن خلايا مشيجية صغيرة microgametocytes بيضوية. اما النوع الثاني. فهي خلايا مشيجية كبيرة macrogametocytes وبيضوية. وتحوي مواداً غذائية مدخرة تنقسم الخلايا المشيجية الذكرية انقساماً متكرراً مكونة عدداً كبيراً من الامشاج الصغيرة microgametes ثنائية الاسواط. اما الخلايا المشيجية الكبيرة (الانثوية) فتنمو وتتحول كل منها الى مشيج كبير macrogamete واحد فقط. تغادر الامشاج الذكرية الخلايا التي تنشأ منها، وتدخل الخلايا الحاوية على الامشاج الكبيرة، وتتحدد مع هذه الامشاج مكونة اللاقحات zygotes التي حال تكونها تحيط نفسها بغلافين، خارجي سميك، وداخلي رقيق، وهكذا تتكون الاكياس البيضية التي تتحرر اثر تمزق الخلايا الطلائية التي تحويها فتنطلق داخل تجويف الامعاء، وأخيراً تطرح خارج الجسم مع براز الحيوان المصاب.

يحوي كل كيس بيضي على لاقحة واحدة، او حيوان سبوري واحد sporont. والذي ينقسم مرتين (يعتقد ان احد الانقسامين اختزالي) مكوناً اربع ارومات سبورية sporoblasts تفرز كل منها كيسا سبورياً sporocyst حول نفسها، ثم تنقسم انقساماً خيطياً مكونة حيوانين

سبوريين sporozoites. يدعى هذا التكاثر بالتكاثر السبوري sporogony. وهكذا يحوي الكيس البيضي الواحد على ثماني حيوانات سبورية يحاط كل زوج منها بكيس سبوري خاص به. وعند حلول الظروف المناسبة من درجات الحرارة وكمية الرطوبة يصبح كل كيس سبوري معدياً. وباستطاعته اصابة الحيوان الذي يبتلعه.

يمكن التأكد من الاصابة بهذا الطفيلي، وخاصة *E. temella* الذي يصيب الدجاج، إما من ملاحظة الاكياس البيضية في براز الحيوانات المصابة بعد الاصابة بثمانية ايام، او من الاضرار البليغة والمميتة الناتجة من تلف النسيج المخاطي المبطن اللاعور caecal epithelium، وانسلاخ ما تحته، مما يؤدي الى نزف شديد من الاوعية الدموية التالفة حيث يختلط الدم بالبراز، ويمكن ملاحظة ذلك بوضوح.

تتم الوقاية عن طريق تنظيف الأماكن التي تربى فيها الدواجن تنظيفاً جيداً ومستمراً للتخلص من الاكياس البيضية (ان وجدت) التي تطرح مع البراز. وتختلط مع الغذاء الذي تتناوله. فتسبب لها الاصابة.

ما عند الاصابة بهذا الطفيلي، فتستخدم بعض الادوية والعقاقير (سلفاميزاثين sulphamezathene وسلفاكويتوكزالين sulphaquinoxaline) التي تضاف الى الماء الذي تشربه هذه الطيور.

أهمية الابتدائيات:

تظهر أهمية الابتدائيات من خلال التعرف على فوائدها واضرارها.

1. تعتبر الابتدائيات غذاء مهما لكثير من الحيوانات الأخرى كالقشريات ويرقات الحشرات المائية والمساميات وغيرها. وهذه تشكل بدورها غذاء للروبيان والسمك والمحار والتي تعتبر من المصادر الغذائية والاقتصادية المهمة للإنسان نفسه.
2. يعمل البعض منها (هياكل الشعاعيات وقشور المخرمات) كدليل اثناء التنقيب عن النفط حيث يكثر وجود هذه الكائنات في الاماكن التي كانت قد غمرتها البحار سابقاً وتعتبر من المواقع التي يحتمل وجود النفط فيها.
3. يعمل الكثير منها على تنقية الماء. اذ تتغذى على البكتريا التي تقوم بتحليل المواد العضوية التي تزيد من تلوث المياه.
4. استخدام العديد من التجارب العلمية في الحقول العلمية المختلفة كالخلية والوراثة والكيمياء الحياتية وعلم الوظيفة وغيرها، وذلك لصغر احجامها وبساطة تركيبها وقصر دورة حياتها. ووفرة عددها، وسهولة الحصول عليها.

أضرارها:

1. تعد الابتدائيات او الاوالي مصدراً لأمراض كثيرة، فبعضها طفيلي خارجي ectoparasite، والبعض الاخر طفيلي داخلي endoparasite، ثمة طفيليات خطيرة ومنها: البلاسموديوم *Plasmodium* (يسبب مرض الملايا) والتريبانوسوما *Trypanosoma* (يسبب مرض النوم) وانتميبا الزحار *Entamoeba histolytica* (تسبب مرض الزحار الاميبي). وايمريا *Eimeria tenella* (تسبب موت الدجاج،

والماشية وغيرها) ونوسيما *Nosema bombycis* (تصيب دودة القز) و *Nosema apis* (تصيب نحل العسل).

2. قد تتغذى على البكتريا المثبتة للنيتروجين فتقلل من خصوبة التربة ومن ثم الانتاج نفسه.
3. كما يعمل بعض الاوالي على تنقية الماء. فان بعضه الاخر يعمل على تلوثه، فمثلاً يوروكلينوبسس *Uroglenopsis* تلوث الماء بافرازاتها الدهنية وذات الرائحة الكريهة.

شعبة المساميات او (الاسفنجيات)
Phylum Porifera (Sponges)

صاغ كرانت Grant (1836) المصطلح Porifera الذي يعني المساميات. ويتألف من جذرين لاتينيين هما: Porus ومعناه الثقب او المساحة وFerro ومعناه يحمل. وهكذا فان سبب تسمية هذه الشعبة بالمساميات يعود لوجود اعداد كبيرة من الثغور او المسامات pores في جدران أفرادها.

كانت المساميات او الاسفنجيات تعتبر من النباتات الى ان توصل ايلس Ellis عام 1765 الى حقيقة ان هذه الكائنات هي حيوانات وليست نباتات. اذ لاحظ دخول التيارات المائية الى اجسامها ثم خروجها منها، كما لاحظ الحركة الواضحة لفتحاتها الرئيسة اي الزفيرية oscula.

وضعت المساميات بعد ذلك من قبل لينايوس Linnaeus ولامارك Lamarck وكوفيير Cuvier في مجموعة حيوانية سميت النباتات الحيوانية Zoophytes. وكانت النباتات الحيوانية تضم اللاسعات Cnidaria وخارجية المخرج Ectoptocta ايضا. وبعد دراسة المساميات بصورة جيدة. والتعرف على فسلجتها وعلاقتها التطورية. اقترح هكسلي Huxley (1875) وسولاس Sollas (1884) فصل المساميات عن بقية التوالي Metazoa. ووضعها في مجموعة حيوانية سميت بارازوا Parazoa اي جارة او نظيرة الحيوانات (الشكل 31).

المميزات العامة للمساميات General Characters of Sponges

1. المساميات حيوانات متعددة الخلايا multicellular.
2. المسامات جميعها مائية، وتعيش في البحار ما عدا أفراد العائلة Spongillidae التي تقطن المياه العذبة.
3. جميع المساميات ثابتة في المراحل البالغة.
4. تعيش المساميات بصورة منفردة مثل ليكوسولينيا *Leucosolenia* او بهيئة مستعمرات مثل الاسفنج التجاري *Euspongia*.
5. لبعض المساميات تناظر شعاعي radial symmetry، اما الباقية فعديمة التناظر asymmetrical.
6. تعتبر المساميات حيوانات ثنائية الطبقات diploblastica، اذ يتكون جدار الجسم فيها من طبقة طلائية خارجية (الاديم الظاهر ectoderm) ومن طبقة طلائية داخلية (الاديم الباطن endoderm). وتوجد بين الطبقتين طبقة هلامية تسمى الغراء المتوسط mesoglea.
7. توجد ثغور او مسامات عديدة في جدار الجسم يدخل الماء من خلالها الى تجويف داخلي كبير عادة يدعى بالتجويف نظير المعدي Paragastral cavlty. او تجويف الاسفنج Spongocoel، والذي يفتح الى الخارج عن طريق فتحة كبيرة واحدة او اكثر تسمى الفميم او الفتحة الزفيرية osculum (الفويهة) التي يخرج الماء من خلالها.
8. للمساميات هيكل skeketon مؤلف إما من أشواك spicules (كلسية او رملية) او من الياف اسفنجية sponging fiberes، وقد ينعدم الهيكل في بعضها مثل *Oscarella*.

9. يتم التنفس من خلال السطح العام للجسم بطريقة الانتشار diffusion.
10. تتكاثر المساميات بطريقتين، هما: الطريقة اللاجنسية وتتم بالتبرعم budding. والاجسام المختزلة bodies reduction. والبريعمات gemmules والاخلاف regeneration، اما الطريقة الجنسية. فتتم عن طريق اتحاد الحيامن بالبيوض.
11. الخلايا الحسية والعصبية مفقودة في المساميات، لذا ينعدم فيها التوافق والتناسق بين مختلف خلايا الجسم.

تصنيف المساميات Classification of Porifera

ثمة ما يقرب من (10000) نوع من المساميات والتي تقسم الى ثلاثة أصناف، وهي:-

أ- صنف الكلسيات Class Calcarea: وهي مساميات صغيرة الحجم عادة. شعاعية التناظر. ويتكون الهيكل فيها من اشواك كلسية (كاربونات الكالسيوم). لذا تعرف بالاسفنجيات الكلسية Calcareous sponges. وقد تكون الاشواك احادية المحور monaxon. او ثلاثية الاشعة triradiate. او رباعية الاشعة tetraradiate وجميع افراده بحرية.

ويضم الصنف رتبتين، هما:

1. **رتبة متجانسة التجويف Order Homocoela:** ويكون تجويفها مبطناً برمته بالخلايا القمعية choanocytes كما يكون جدار الجسم فيها مستقيماً. مثال: ليوكوسولينيا Leucosolenia، وكلاثرينا Clathrina.
2. **رتبة متباينة التجويف Order Heterocoela:** ويقتصر وجود الخلايا القمعية على القنوات الشعاعية radial canals فقط. كما يعاني جدار الجسم فيها انثناءات عديدة. مثال: كرانشيا *Grantia* وسايكون *Sycon*.

ب- صنف سداسية الأشعة Class Hexactinellida: وهي رملية (سليكية) وسداسية الاذرع او الأشعة (نجمية). وخلاياها القمعية موجودة في الردهات السوطية flagellated chambers فقط، وجميعها بحرية.

1. **رتبة سداسية النجوم Order Hexasterophora:** ومن ابرز مميزات افرادها ان اشواكها سداسية الاذرع او الاشعة. وردهاتها السوطية مرتبة بصورة شعاعية، مثال: يوبلكتلا *Euplectella*.
2. **رتبة مزدوجة الاقراص Order Amphrdiscophora:** ومن ابرز مميزات افرادها ان أشواكها ذات اقراص مزدوجة. وردهاتها السوطية غير مرتبة، مثال: هيالونيما *Hyalonema*.

ج- سنف الاسفنجيات الشائعة (العامة) Class Demospongia: وتمتاز افراده بانها من المساميات الصغيرة او الكبيرة. والهيكل فيها اما معدوم مثل *Oscarella*. او من اشواك رملية. ولكن ليست سداسية الاذرع، او من الياف اسفنجينية او كلتيهما، تقطن عائلة واحدة منها فقط، وهي Spongillidae المياه العذبة.

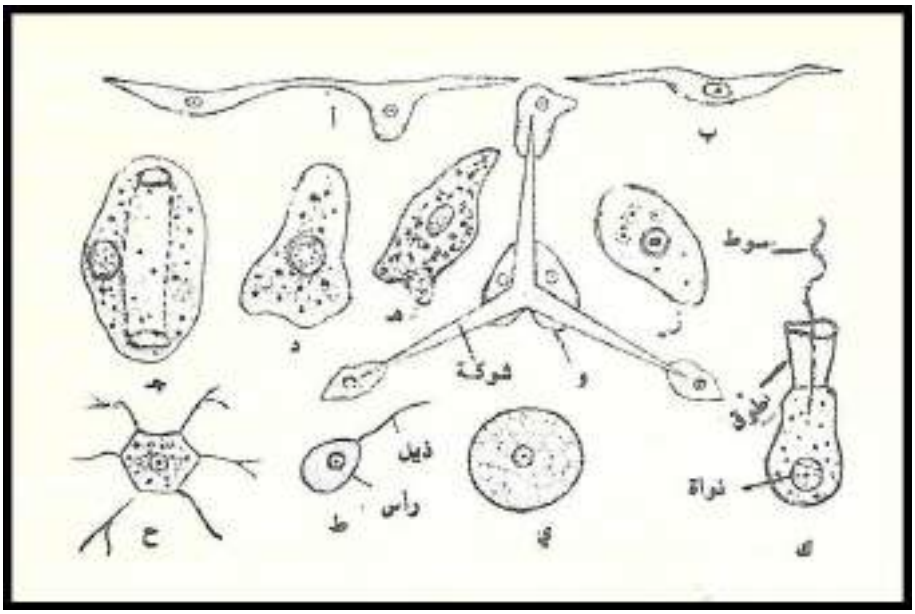
ويضم الصنف أربع رتب هي:

1. **رتبة الاسفنجيات المخاطية (المخاطيات) Order Myxospongia:** ومن ابرز مميزات افرادها انها عديمة الهيكل. مثال اوسكارلا *Oscarella*.

2. **رتبة احادية المحور Order Monaxonida:** ومن ابرز مميزات أفرادها انها ذات هيكل مكون من اشواك رملية احادية المحور. مثال كلايونا *Cliona*، كالينا *Chalina*، سبونجلا *Spongilla*.
3. **رتبة رباعيات الاشعة Order Tetractnellida:** وتمتاز افرادها بانها ذات اشواك (ان وجدت) رباعية الاذرع لا تقع اذرعها في المستوى نفسه. مثال بلاكينا *Plakina*.
4. **رتبة القرنيات Order Keratosa:** واهم ما تمتاز به افرادها هو هيكلها المكون من الياف اسفنجينية Spongin fibers. مثال: اسفنج الحمام او التجاري *Euspongia*.

أنواع الخلايا في المساميات Types of Cells in Sponges

ثمة عدة أنواع من الخلايا في المساميات (الشكل 33)، وهي:



الشكل (33) أنواع الخلايا في المساميات.

1- الخلايا القمعية Choanocytes: وتدعى ايضاً بالخلايا المطوقة السوطية Collared flagellated cells. وهي من الخلايا المميزة للمساميات. ولها شكل بيضوي او كروي. ويتمد غشاؤها البلازمي القمي على هيئة طوق يحيط بسوط طويل يتحرك باستمرار. كما ان للخلية نواة واضحة قد تبطن هذه الخلايا تجويف الاسفنج برمته. او تقتصر على الاقنية الشعاعية او الردهات السوطية حسب نوع النظام القنوي. لهذه الخلايا عدة وظائف كالتغذية، والتنفس، والتكاثر، وتكوين تيار الماء.

2- الخلايا المسطحة Pinacocytes: وهي عبارة عن خلايا مسطحة متعددة الاضلاع منتفخة قليلاً عند منتصفها حيث توجد النواة. وتمتاز هذه الخلايا بكونها متراصة مع بعضها لحيث لا تترك بينها مسافات بينية. تغطي هذه الخلايا السطح الخارجي للاسفنج كما انها قد تبطن تجويف الاسفنج وممرات الانظمة القنوية حيث تنعدم الخلايا المطوقة السوطية. لهذه الخلايا قابلية كبيرة على التقلص. ووظيفتها الرئيسة هي الحماية. وربما تقوم بالتقاط بعض دقائق الغذاء ايضا. ومما تحجب الاشارة اليه. هو انها قد تفقد جدرانها مكونا ما يدعى بالمدمج الخلوي Syncytium.

3- الخلايا الثغرية او المسامية Porocytes: وهي خلايا انبوبية تمتد عبر سمك جدار الجسم لتربط بين الماء الموجودة خارج الجسم والذي يملاء تجويف الاسفنج نفسه. يمتد غشاء البلازما الداخلي لهذه الخلايا. أي الذي يبطن تجويفها الانبوبي، على هيئة حلقة باتجاه مركز التجويف (يبدو على هيئة صفيحة دائرية ذات فتحة وسطية) مكونا ما يدعى بالحجاب الثغري pore diaphragm ويقع الحجاب الثغري قرب النهاية الخارجية لتجويف الخلية الثغرية. ويتحكم في تنظيم مرور الماء عبر هذه الخلايا. للخلايا الثغرية قابلية كبيرة على التقلص والانبساط. وقد تشترك في التهام دقائق الغذاء.

4- الخلايا العضلية Myocytes: وهي خلايا مغزلية ذات قدرة كبيرة على التقلص والانبساط. وتلاحظ عادة بشكل تجمعات حول الفتحات الكبيرة (الزفيرية) كالفويهات oscula. والابواب البعيدة (الخلفية) apopyles مكونة ما يسمى بالعاصرة sphincter.

5- الخلايا الغدية Gland Cells: وهي خلايا ذات استطالات او امتدادات بروتوبلازمية تمتد من الخلية لتصل سطح الخارجي للجسم، تفرز هذه الخلايا مواد لاصقة تساعد في تثبيت الاسفنج بالمواد التي يلتصق بها.

6- خلايا رابطة او ساندة Collencytes: وهي خلايا ذات شكل نجمي. ولها استطالات بروتوبلازمية نحيفة طويلة متفرعة. تكون هذه الخلايا تراكيب ليفية حول القنوات الرئيسة. وتدعى خلايا هذا النوع التي لها استطالتان فقط (اي ثنائية القطب bipolar) بالخلايا الوترية desmacytes.

7- الخلايا التناسلية Sex Cells: وهي عبارة عن امشاج انثوية (بيوض ova) او ذكرية (حيامن sperms) والتي تتكون في مواسم التكاثر. وتنشأ اما من الخلايا الاولية او من الخلايا القمعية.

8- الخلايا الاميبية Amoebocytes: وهي خلايا متجولة في الغراء المتوسط. وتمتاز بأشكالها واحجامها المختلفة، وتقع في عدة أنواع هي:-

أ. **الخلايا الاولية Archaeocytes:** وهي خلايا غير متخصصة تستطيع ان تكون اي نوع من الأنواع الباقية من الخلايا، لذا فهي خلايا احتياطية تمتاز الخلية الاولية بنواتها الكبيرة.

ب. **الخلايا الهيكلية (ارومات هيكلية) Scleroblasts:** وتسمى ايضاً الخلايا بانية الهيكل. اذ تقوم بتكوين الهيكل (الياف اسفنجينية واشواك) في المساميات.

ج. **الخلايا الملونة Chromocytes:** وهي خلايا اميبية تحوي على حبيبات صبغية ذات الوان خاصة بنوع الاسفنج. وهي التي تكسب الاسفنج لونه الخاص به.

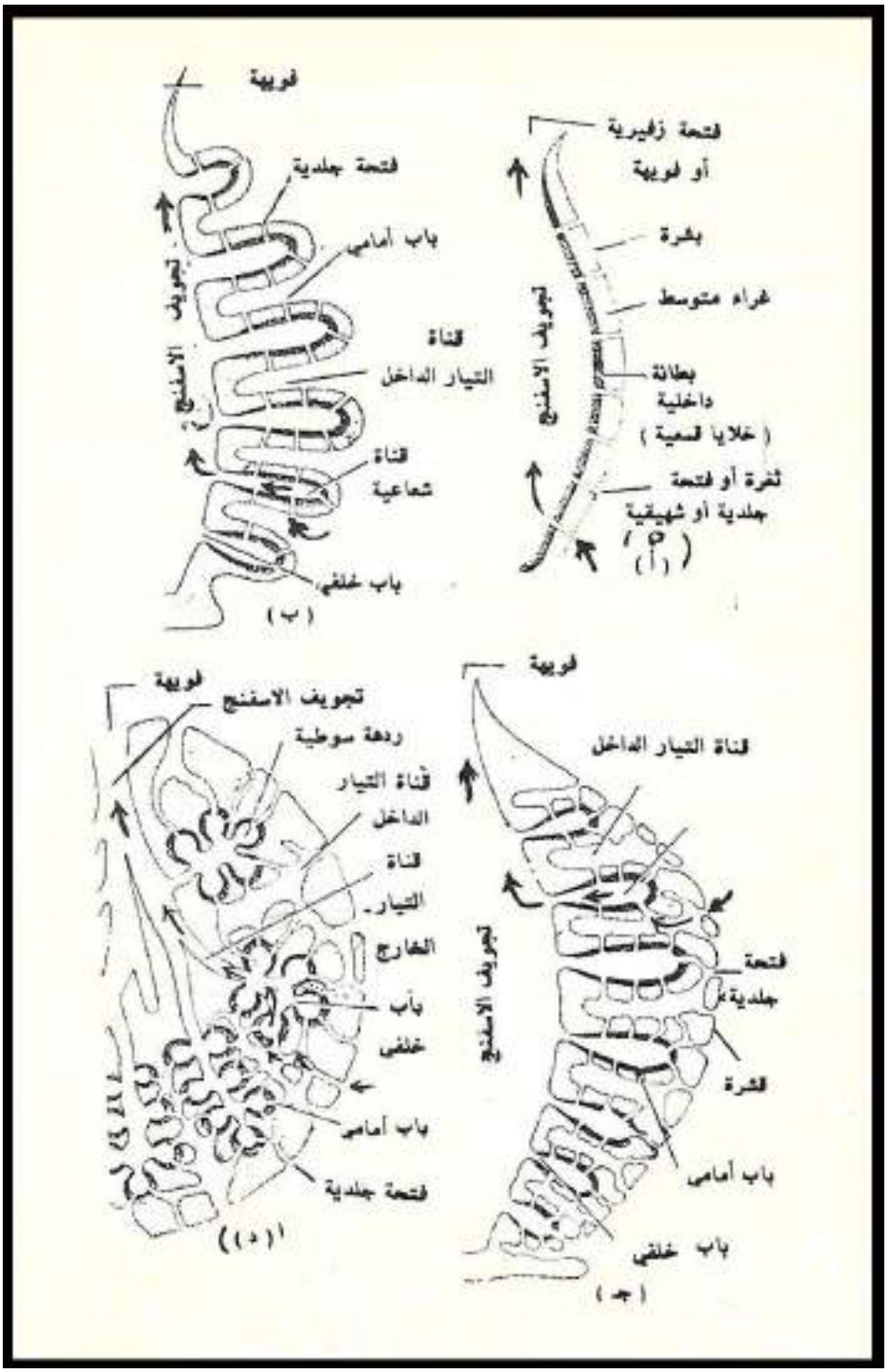
د. **الخلايا الخازنة Thesocytes:** وهي خلايا اميبية تقوم بخزن المواد الغذائية والتي تستخدم عندما يحتاجها الاسفنج.

الأنظمة القنوية Canal Systems

تدعى الفسح والممرات التي تمر عبرها تيارات الماء ابتداء من دخولها الثغور وحتى خروجها من الفتحة الزفيرية، بالنظام القنوي Canal system. ثمة ثلاثة أنواع من الانظمة القنوية الرئيسة في المساميات (الشكل 34) وهي حسب تطورها وتعقيدها كما يأتي:

1. النظام القنوي الاسكوني Ascon Type of Canal System.

2. النظام القنوي السايكوني Sycon Type of Canal System.
3. النظام القنوي الليكوني Leucon Type of Canal System.



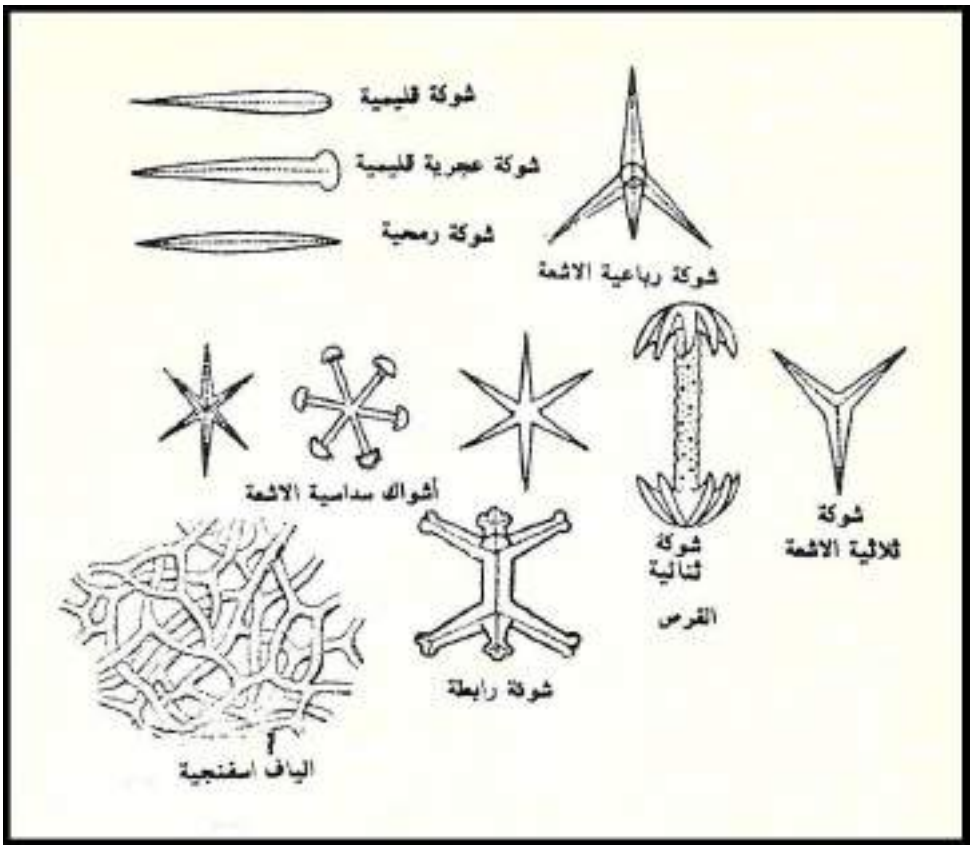
الشكل (34) الانظمة القنوية في المساميات تشير الاسهم الى مسار تيار الماء.

فيما يأتي جدول يقارن بين النظم القنوية الثلاثة الرئيسة المذكورة في اعلاه.

	النظام الاسكوني	النظام السايكوني	النظام الليكوني
1- جدار الجسم	بسيط، مستقيم، غير منثني	يعاني انثناءات عديدة فتتكون قنوات خارجية (قنوات التيار الداخل) وقنوات داخلية (قنوات شعاعية)	غير منتظم، ويعاني انثناءات اضافية في القنوات الشعاعية. فتتكون ردهات سوطية
2- توزيع الخلايا القمعية	تبطن تجويف الاسفنج برمته	تبطن القنوات الشعاعية فقط	تبطن الردهات السوطية فقط
3- طبقة الغراء	تشكل طبقة رقيقة تقطعها الخلايا الثغرية	طبقة اكثر سمكاً تخترقها الخلايا الثغرية قبل البلوغ فقط	طبقة سمكية جداً
4- مسار تيارات الماء داخل جسم الاسفنج	الثغور او الفتحات الشهيقية ↓ التجويف المركزي للاسفنج ↓ الفميم او الفتحة الزفيرية	فتحات جلدية ↓ قنوات التيار الداخل ↓ ابواب امامية ↓ قنوات شعاعية ↓ ابواب خلفية ↓ التجويف المركزي للاسفنج ↓ الفويهة او الفتحة الزفيرية	فتحات جلدية ↓ جيوب تحت جلدية ↓ قنوات التيار الداخل ↓ ابواب امامية ↓ ردهات سوطية ↓ ابواب خلفية ↓ قنوات التيار الخارج ↓ التجويف المركزي للاسفنج (ان وجد) ↓ الفويهة او الفتحة الزفيرية

الهيكل Skeleton

ثمة نوعان رئيسان من الهيكل في المساميات، هما: الاشواك والالياف الاسفنجينية spongin fibers (الشكل 35). هناك عدة أنواع من الاشواك في المساميات (قد تكون كلسية او رملية). الا ان الرئيسة منها أربعة، وهي:



الشكل (35) الهيكل في المساميات.

أ. **أحادية المحور Monaxonida:** قد تتكون من مادة كلسية او رملية وتبدو باشكال متباينة. فقد تكون رمحية oxea، او قليمية stylate، او قضبانية مستديرة strongyle، او عجرية النهايتين tylate، او عجرية – قليمية tylostyle.. الخ.

ب. **ثلاثية الاذرع Triradiate ot Triod:** تتألف هذه الاشواك من ثلاثة اذرع متساوية او قد تكون متباينة وتدعى ايضا بثلاثية الاشعة.

ج. **رباعية الاذرع او الاشعة Tetraradiate or Tetractin:** وهي أشواك تتكون من اربعة اذرع لا تقع في مستو واحد.

د. **ثلاثية المحاور Triaxon:** وهي اشواك ذات ستة اذرع (سداسية الاشعة) hexactin.

ه. **متعددة المحاور Polyaxon:** وهي اشواك ذات محاور عديدة، اي لها عدد كبير من الاذرع المتساوية التي تنشأ من نقطة واحدة.

أما الالياف الاسفنجينية فهي الياف بروتينية متقرنة ترتبط مع بعضها البعض بهيئة شبكة. وما الاسفنج الطبيعي الا هذه الالياف، ولكن بصورة نقية. ومن اهم انواع الاسفنج الذي نحصل على اليافه لاستخدامها في شتى مجالات الحياة هو الاسفنج Euspongia المعروف اعتياديا بالاسفنج التجاري Commercial sponge او اسفنج الحمام bath sponge. ويوجد في البحر الابيض المتوسط وسواحل استراليا وجزر بهاما وغيرها. ويمكن الحصول على الاسفنج النقي كما يأتي: بعد قطع الاسفنج في اعماق البحر، يوضع على ظهر السفينة لفترة من الزمن لكي تموت المادة الحية، ثم يضرب بالعصى، ويعلق في جوانب السفينة بحيث يصبح تحت مستوى سطح الماء، فتتحلل وتندثر الخلايا والغراء المتوسط، ولا يبقى من الاسفنج غير اليافه

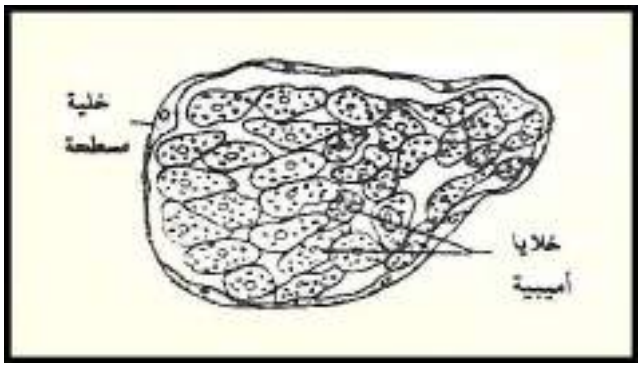
المتقرنة النقية، والتي تعامل بعد تجفيفها بالمواد الكيميائية لقصر لونها غير المرغوب، ثم تقطع الى كتل مناسبة لغرض عرضها للبيع.

التكاثر Reproduction

تتكاثر المساميات جنسياً ولا جنسياً، ويتضمن التكاثر اللاجنسي اربعة أنواع، هي:-

1- التبرعم budding: وقد تحدثنا عن هذا النوع من التكاثر.

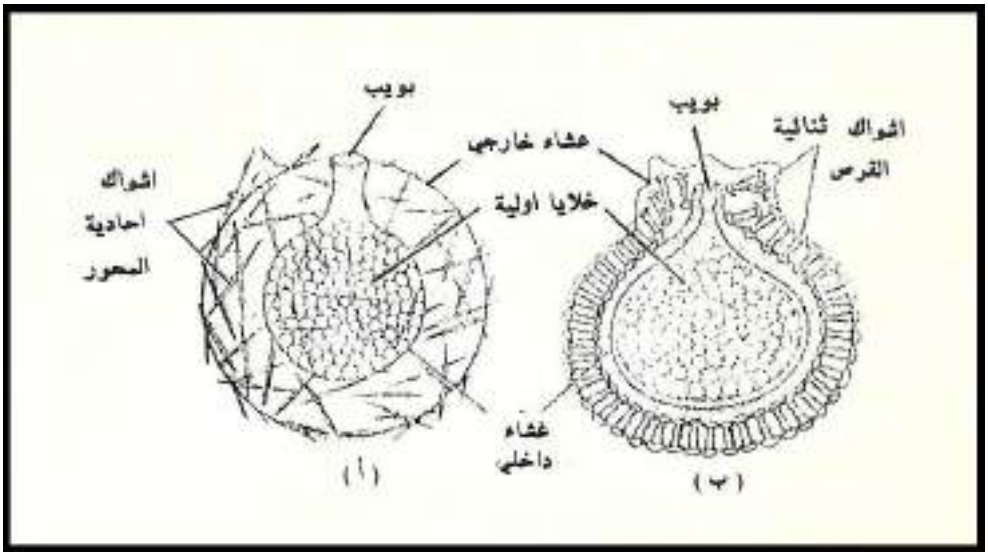
2- الاجسام المختزلة Reduction bodies: وهي عبارة عن اجسام او تراكيب تبقى بعد موت واندثار جسم الاسفنج الام. تتألف هذه الاجسام من كتلة من خلايا اميبية محاطة بصف من خلايا مسطحة (الشكل 36). تنمو هذه الاجسام في الظروف البيئية المناسبة لتكون اسفنجا جديداً شبيهاً بالاسفنج الام.



الشكل (36) جسم مختزل للمساميات.

3- تكوين البريعمات Formation of Gemmules: وهي اجسام تكاثرية تكونها المساميات التي تقطن المياه العذبة والمياه البحرية.

في مساميات المياه العذبة (الشكل 37)، تتكون البريعمات كما يأتي:-



الشكل (37) بريعمتان للمساميات (أ) بريعمة سبونجلا (ب) بريعمة افيديشيا.

أ. يتجمع عدد من الخلايا الاولية.

ب. تأتي خلايا اغتذائية وتزودها بالغذاء، ثم تغادر المكان.

ج. تأتي خلايا اميبية وتحيط بالخلايا الاولية التي حصلت على الغذاء وتبني حولها غلافين كايتينيين خارجي رفيق وداخلي سميك ثم تغادر ايضا.
د. وفي اثناء فترة بناء الجدارين او الغلافين تأتي خلايا بانية الهيكل وتضع اشواكاً ثنائية القرص amphidisc spicules بين الجدارين لتقويتهما.

ومما تجب الاشارة اليه، هو ان فتحة صغيرة تسمى البويب micropyle نترك في الجدارين وتفيد في خروج الخلايا الاولية عندما تحل الظروف المناسبة لتكون اسفنجا جديداً، هذه التراكيب اكثر مقاومة من الاجسام المختزلة للظروف البيئية السيئة.

اما بريعمات المساميات البحرية فتتكون كما يأتي:-

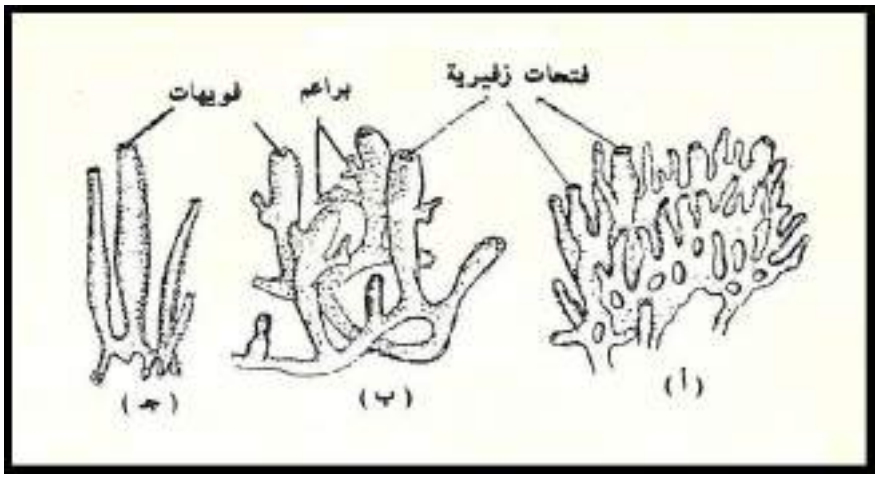
أ. تتجمع الخلايا الأولية على هيئة كتلة، قد تكون هذه الخلايا محملة بالغذاء، او يتم تزويدها به من قبل الخلايا الاغتذائية.
ب. تحيط خلايا مسطحة بهذه الخلايا الاولية. وتتحول فيما بعد الى خلايا عمودية يمكن تمييزها الى نوعين امامية ذات اسواط، وخليفة عديمة الاسواط. تترك هذه البريعمة المسوطة جسم الام فتسبح في ماء البحر لفترة ما. ثم تلتصق بجسم صلب، وتستقر، ثم تنمو الى اسفنج جديد بعد تغيرات تمر بها.

4- الاخلاف او التجدد Regeneration: للاسفنجيات قابلية فائقة على التجدد. فهي تستطيع اعادة الاجزاء المفقودة بسهولة، ليس هذا فحسب، بل تستطيع الخلايا المفككة والمفصولة عن بعضها التي تعود للنوع الواحد ان تنمو وتكون اسفنجا كاملا. اما عند جمع خلايا منفصلة تعود لانواع Species مختلفة من المساميات في وسط غذائي مناسب لنموها، فانها تبقى متجمعة في البداية، لكن تنفصل بعد ذلك عن بعضها لتكون مجاميع تضم كل منها خلايا النوع الواحد فقط.

التكاثر الجنسي Sexual Reproduction: ويتضمن اتحاد الحيمن والبيضة، وتكوين اللاقحة، ثم المرور بالمراحل اليرقية الأخرى كالأريمة والمعيدة.

المثال: ليكوسولينيا Leucoslenia

يعتبر الليكوسولينيا اسفنجا صغيراً بسيطاً (الشكل 38) يعيش في المياه الساحلية للبحار بهيئة مستعمرات انبوبية متفرعة ملتصقة باية مادة صلبة. تتكون المستعمرة من انابيب بيضاء. او صفراء باهتة. يمتد بعضها بصورة افقية فوق الحجارة او النباتات البحرية، وتلتصق بها، وتنشأ منها مجموعة من انابيب او تراكيب دورقية عمودية يمثل كل منها فردا واحدا، ثمة ثغور ostia عديدة تخترق جدران هذه الانابيب والتي تسمح بدخول الماء الى تجويف الاسفنج spongocoel (التجويف نظير المعدي paragastral cavity) الذي يفتح بدوره عند قمة الاسفنج بفتحة كبيرة تدعى بالفميم (الفويهة) او الفتحة الزفيرية osculum يخرج الماء من خلالها خارج الجسم.



الشكل (38) مستعمرة ليكوسولينيا (أ) شبكية (ب) متفرعة (ج) بسيطة.

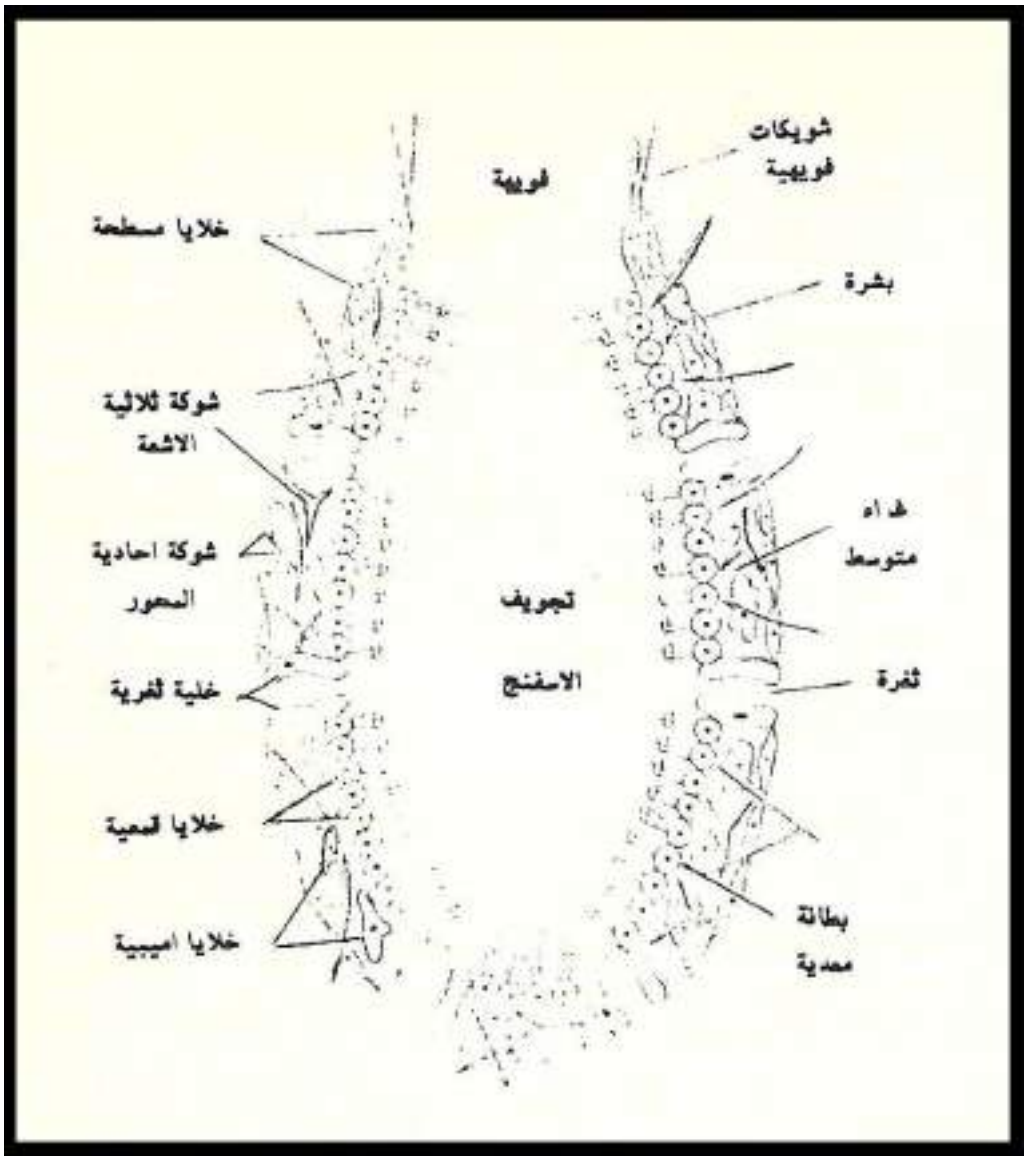
جدار الجسم Body Wall

يتألف جدار الجسم الرقيق المستقيم من طبقتين خلويتين (الشكل 39) وهما: الطبقة الطلائية الخارجية outer epithelial layer. والطبقة الطلائية الداخلية inner epithelial layer. وتوجد بين الطبقتين طبقة وسطية هلامية تسمى الغراء المتوسط mesoglea الذي تتجول فيه عدة أنواع من الخلايا الاميبية.

تتكون الطبقة الطلائية الخارجية من الخلايا المسطحة او القرصية pinacocytes. وتوجد بينها اعداد كبيرة من الخلايا الثغرية او المسامية porocytes.

تتكون الطبقة الطلائية الداخلية (الطبقة نظيرة المعدية paragastral layer) من صف واحد من الخلايا القمعية او المطوقة السوطية والتي تبطن التجويف الداخلي للاسفنج برمته باستثناء جزء صغير يتمثل بمنطقة الفميم او الفتحة الزفيرية والتي تبطنها الخلايا المسطحة التي تكون الطبقة الطلائية الخارجية.

اما طبقة الميزوكليا او الغراء المتوسط فتحوي عدة أنواع من الخلايا الاميبية. منها: الخلايا الاولية والخلايا بانية الهيكل والخلايا الرابطة والخلايا التناسلية. كما تحوي هذه الطبقة على أشواك كلسية قد تكون احادية المحور monaxonida او ثلاثية الاذرع (ثلاثية الاشعة) triradiate او رباعية الاذرع (رباعية الاشعة) tetraradiate.



الشكل (39) ليكوسولينيا مقطع طولي في جدار الجسم.

التغذية Nutrition: التغذية في المساميات بصورة عامة شبيهة الى حد كبير بالتغذية في الابتدائيات (الاوالي). اذ يحدث الهضم في كلتا المجموعتين داخل الفجوات الغذائية food vacuoles التي تتكون داخل الخلايا. لذا يدعى بالهضم داخل الخلايا (داخل خلوي) intracellular. تعتبر الخلايا القمعية هي النوع الرئيس في التغذية. كما ان للخلايا الاميبية دوراً فاعلا ايضا. وهناك من يرى ان اغلب أنواع الخلايا ان لم يكن جميعها يشترك في عملية التغذية سواء كان ذلك من حيث التقاط دقائق الغذاء او هضمها.

عندما تدخل تيارات الماء من الخارج الى داخل تجويف الاسفنج عبر الثغور (فتحات التيار الداخل او الفتحات الشهيقية) الموجودة في جدار جسم الاسفنج تحمل معها دقائق الغذاء التي يستفيد منها الاسفنج مثل الكائنات الحيوانية والنباتية المجهرية والبكتريا ودقائق من المواد العضوية. تقوم الخلايا القمعية بالتقاط دقائق الغذاء التي تصبح في تماس معها بواسطة اقدام وهمية تتكون قرب قاعدة الطوق فتحيط بالمادة الغذائية. وتكون فجوة غذائية والتي تضاف اليها

انزيمات هاضمة. ثم تمتص المواد المهضومة، وتنتقل الى الخلايا الاخرى اما عن طريق الخلايا الاميبية التي تنقلها، او بواسطة الانتشار. اما المواد التي لا يمكن هضمها فتطرح خارج الخلية القمعية اي داخل تجويف الاسفنج، ثم الى الخارج عبر فتحة الفميم. وقد تشترك الخلايا الاميبية والمسطحة وحتى الثغرية في عملية التغذية، كما تقوم الخلايا الخازنة بخزن بعض المواد كالسكريات والدهون للاستفادة منها عند الحاجة.

التنفس Respiration: ليس للمساميات اعضاء تنفسية خاصة، اذ يحدث التنفس بواسطة الانتشار من خلال السطحين الداخلي والخارجي للاسفنج فتحصل الخلايا على الاوكسجين المذاب في الماء المحيط بها. وتتخلص من ثاني اوكسيد الكاربون الموجود في خلاياها.

الابراز Excretion: ويحدث الابراز ايضا بطريقة الانتشار ومن خلال سطحي الجسم الخارجي والداخلي، وتشكل الامونيا المادة الابرازية الرئيسة في المساميات.

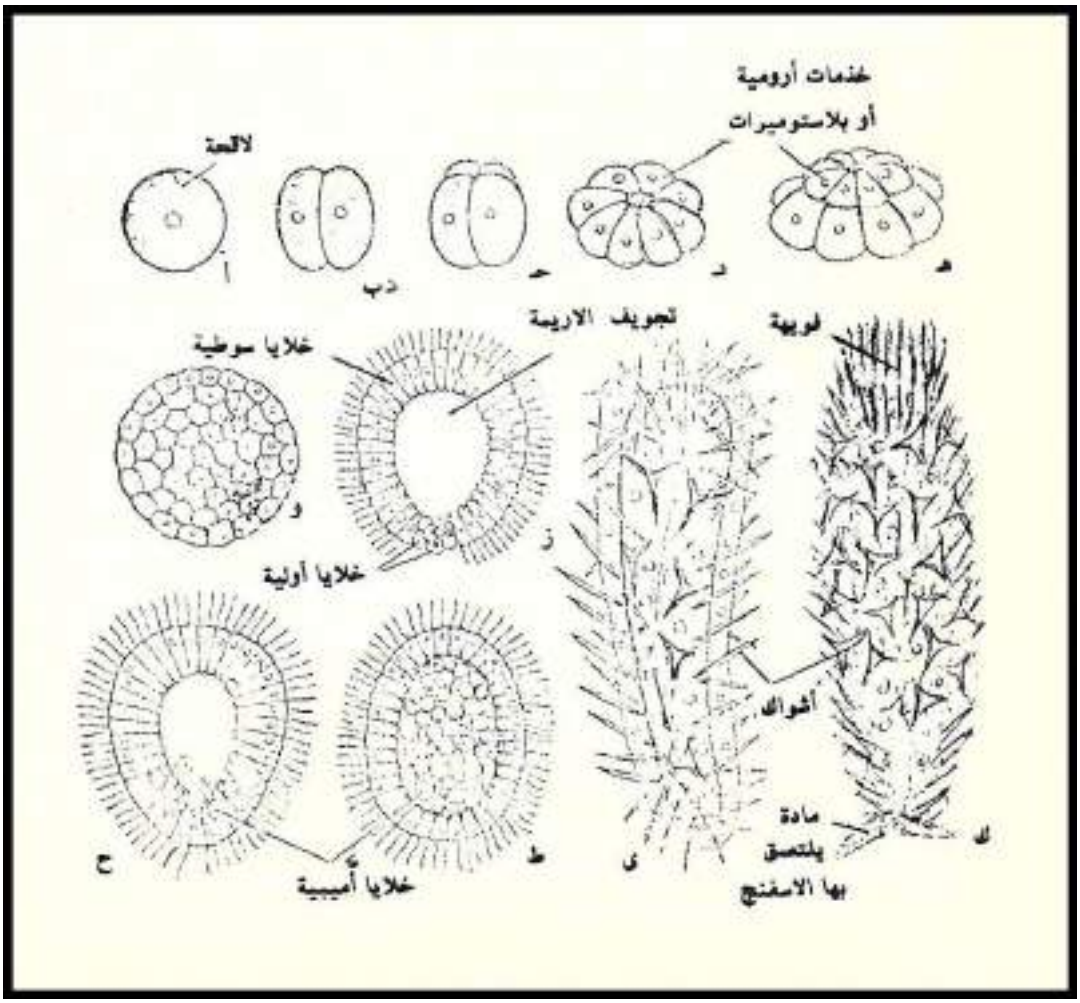
الحس والتنبه والحركة Irritability and Movement: تفتقر المساميات الى الخلايا الحسية والعصبية. وعليه نجد ان تأثير الحوافز الخارجية والداخلية في المساميات يكون موضعيا، ولا ينتقل تأثيره اكثر من 3 او 4 ملم. ومما تجب الاشارة إليه، ان منطقة الفميم هي أشد المناطق استجابة للحوافز والمؤثرات نتيجة لتجمع الخلايا العضلية بشكل عاصرة حول الفتحة الزفيرية او الفميم.

اما فيما يتعلق بالحركة، فالمساميات البالغة جميعها ثابتة، الا ان المراحل اليرقية متحركة وتساعد على انتشار الاسفنج.

التكاثر Reproduction: يحدث التكاثر باحدى الطريقتين الآتيتين:-

أ- التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction: تتكاثر الليكوسولينيا بطريقة التبرعم، اذ تتكون بروزات، او انبعاجات خارجية صغيرة قرب قاعدة الافراد. او الانابيب العمودية تسمى البراعم buds والتي تزداد طولا وحجما لتكون فيما بعد افرادا كاملة (الشكل 38). تمتلك البراعم ثغورا في جدرانها وفميمات (فتحات زفيرية) عند قممها الطليقة قد تبقى البراعم متصلة بالمستعمرة الام. او تنفصل عنها بعد موتها لتكون مستعمرة جديدة.

ب- التكاثر الجنسي Sexual Reproduction: ليكوسولينيا اسفنج ثنائي الجنس bisexual. اذ يستطيع تكوين الحيامن والبيوض من الخلايا الاولية. او القمعية تتحرر الحيامن بعد تكوينها. وتطرح في ماء البحر. في حين تقبى الامشاج الانثوية او البيوض داخل طبقة الغراء المتوسط. عندما تدخل حيامن من الاسفنج ليكوسولينيا الى تجويف اسفنج اخر من النوع نفسه مع تيارات الماء تلتقطها الخلايا القمعية. كما تفعل مع دقائق الغذاء الا انها لا تهضمها، ثم تفقد سوطها وطوقها وتهاجر الى احدى الامشاج الانثوية (البيضة). وعند وصولها اليها. تطلق الحيمن. فيتحد مع البيضة مكونا اللاقحة zygote. تعاني البيضة انقساما او تقلجا تاما متساويا. ومما تجب الاشارة إليه. ان الانقسامات الثلاث الاولى تكون طولية. ثم يليها الانقسام الرابع. وهو افقي، وهذا يختلف تماما عما هو موجود في جميع التوالي الباقية اذ يكون الانقسامان الاول والثاني طوليين، والثالث افقيا. ثم تتكون كرة مجوفة تسمى الاريمة المجوفة coeloblastula، والتي تتحول بدورها الى طور يرقي يعرف بالمعيدة المجسمة stereogastrula or paren chymula. تستقر هذه اليرقة بعد فترة سباحة قصيرة على اية مادة صلبة ثم تعاني بعض التغيرات لتتحول الى اسفنج بالغ (الشكل 40).

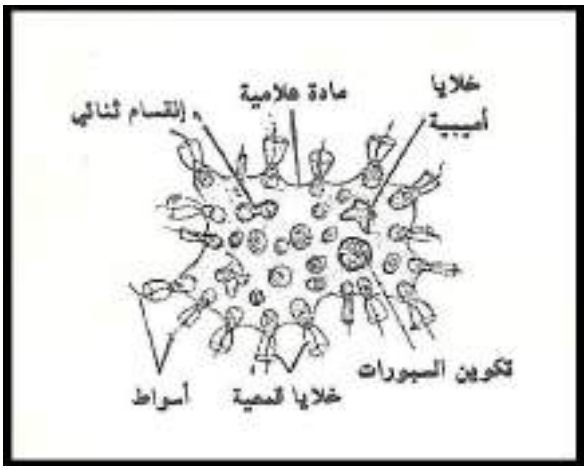


الشكل (40) مراحل النمو في الليكوسولينيا.

أصل المساميات Origin of Sponges

يعتقد ان المساميات قد نشأت من مستعمرة السوطيات القمعية Choanoflagellates الابتدائية والمسماة بروتيروسبونجيا Proterospongia إذ ان هذه المستعمرة تتكون من ثلاثة عناصر، او مكونات اساسية هي: الخلايا المطوقة السوطية. والخلايا الاميبة، ومادة هلامية شبيهة بالغراء المتوسط (شكل 41) وهي العناصر الاساسية المكونة للمساميات.

أهمية المساميات: للمساميات اهمية كبيرة يمكن التعرف عليها من خلال دراسة فوائدها واضرارها.



الشكل (41) مستعمرة بروتيروسبونجيا.

أ- فوائد المساميات:

1. استخدام الالياف الاسفنجينية المستخرجة من اسفنج الحمام او الاسفنج التجاري المسمى علميا *Euspongia* في الصناعة، فهي اذن ذات قيمة تجارية.
2. تعد المساميات مصدراً غذائياً لبعض النواعم.
3. تحتمي في داخلها الاسماك الصغيرة، والديدان، والقشريات، والنواعم.
4. تعيش بعض المساميات والطحالب الخضراء مع بعضها معيشة تكافلية symbiosis. إذ تعيش الطحالب داخل المساميات. فتقدم الثانية الأولى الحماية وثاني اوكسيد الكاربون لصنع الغذاء. في حين تقدم الأولى للثانية الاوكسجين الناتج من عملية البناء الضوئي photosynthesis التي تتم فيها كما نزودها بالغذاء الذي تصنعه بالطريقة النباتية.
5. يستخدم بعضها لأغراض الزينة مثل سلة ازهار فينوس (Venus' flower basket) *Euplectella* وكأس نبتون (Neptune's cup) *Poterion*.

ب- أضرار المساميات:

1. بعضها ضار بالنسبة للمحارات اذ تتطفل اطوارها اليرقية على صدفة المحار وتثقبها مثل كلايونا Cliona ثم تحيط بالمحار فتحرمه من غذائه فيموت، وهذه خسارة كبيرة حيث تشكل المحارات مصدراً غذائياً مهما، اضافة الى انها تنتج اللؤلؤ.
2. بعضها سام وبعضها الآخر يولد روائح غير مقبولة، وأخرى قد تسبب التهابات مؤلمة اذا ما لمست.

شعبة اللاسعات (امعائية الجوف)
Phylum Cnidaria or Coelenterata

ان المصطلح Coelenterata (امعائية الجوف) مشتق من كلمتين اغريقيتين هما: Kotlos وتعني مجوف. وenteron وتعني امعاء. وقد سميت بامعائية الجوف لامتلاكها جوفا او تجويفا وسطيا يدعى بالتجويف الوعائي المعدي gastrovascular cavity الذي يتم فيه الهضم خارج خلوي extracellular digestion اما المصطلح Cnidaria فمشتق من الكلمة الاغريقية Knide وتعني يلسع، وتشير الى قدرة هذه الحيوانات على اللسع لامتلاكها خلايا خاصة تدعى بالخلايا اللاسعة Cnidoblasts.

كانت اللاسعات، والمساميات، وشعب اخرى تعرف بالنباتات الحيوانية Zoophyta وذلك للتشابه الكبير بينها وبين النباتات. وظلت الحالة كذلك الى ان توصل بيزونيل Peyssonel (1723) وترمبلي Trembly (1744) الى معرفة الطبيعة الحيوانية للاسعات. وعندئذ وضعت هذه الكائنات في مجموعة الشعاعيات Radiata التي كانت تضم شوكية الجلد Echinodermata الا ان ليوكارت Leuckart (1846) عمد الى فصلها عن شوكية الجلد. ووضعها في شعبة امعائية الجوف Coelenterata التي كانت تضم آنذاك المساميات واللاسعات والمشطيات، الا ان ذلك لم يدم طويلا اذ قام هاتشك Hatschek (1888) بفصل الشعب الثلاث أي المساميات Porifera واللاسعات Cnidaria والمشطيات Ctenophora عن بعضها.

المميزات العامة General Characters

1. اللاسعات جميعها مائية، واغلبها بحرية والقليل منها يعيش في المياه العذبة.
2. توجد اللاسعات اما فرادي او بهيئة مستعمرات. وقد تكون ثابتة او سابحة.
3. قد يكون التناظر symmetry في اللاسعات شعاعيا radial او شعاعيا ثنائيا biradial او شعاعيا جانبيا radiobilasteral.
4. مستوى تنظيم الجسم فيها هو المستوى النسيجي tissue level.
5. من اهم ما تمتاز به اللاسعات هو وجود الخلايا اللاسعة التي تتركز عادة في المجسات tentacles.
6. يتكون جدار الجسم فيها من طبقتين خلويتين، تدعى الخارجية منهما بالبشرة epidermis. في حين تدعى الداخلية بالبطانة المعدية gastrodermis وترتكز الطبقتان على طبقة هلامية وسطية وهي الغراء المتوسط mesoglea.
7. يحيط جدار الجسم بتجويف وسطي يسمى التجويف الوعائي المعدي gastrovascular cavity الذي يحدث فيه الهضم خارج خلوي extracellular digestion، ويتصل هذا التجويف بالخارج عن طريق فتحة واحدة هي فتحة الفم mouth، وتمثل فتحة الفم والمخرج anus من حيث الوظيفة.
8. بعضها عديم الهيكل، في حين يمتلك بعضها الاخر هيكلاً مرجانياً.
9. تتكاثر اللاسعات جنسياً sexually ولا جنسياً asexually.
10. تمتاز أغلب اللاسعات بظاهرة تعدد الأشكال (التشكل) polymorphism، اذ يتخصص افراد اللاسعات التي تعيش بهيئة مستعمرات colonies لأداء وظائف معينة، ففي

مستعمرة فايزاليا physalia يتخصص بعض الافراد للتكاثر. وبعضها الاخر للتغذية، او للدفاع، او لحمل المستعمرة.

11. قد يمتاز بعض اللاسعات بظاهرة تعاقب او ترادف الاجيال alternation of generations. اي وجود جيلين: احدهما جنسي (ميدوزي medusoid)، والاخر لا جنسي (بوليي polypoid) في دورة حياتها، كما هو الحال في الاوبيليا Obelia مثلاً.
12. وجود الخلايا العصبية والحسية والاعضاء الحسية في اللاسعات.

التصنيف Classification

ثمة ما يقرب من 11.000 نوع من اللاسعات التي تقسم عادة الى ثلاثة أصناف Classes، وهي:

أ- صنف المائيات Class Hydrozoa: لاسعات تعيش في المياه البحرية او العذبة بصورة منفردة او بهيئة مستعمرات. وقد يكون لها طور بوليي فقط مثل هايدرا *Hydra*، او ميدوزي فقط مثل ليريوب *Liriope*، او الطورين معا مثل اوبيليا *Obella*، وتنشأ غددها التناسلية من البشرة. ويتكون هذا الصنف من الرتب *Order* الست الآتية:-

1. رتبة الهايدريات Order Hydrida: وتظهر افرادها الطور البوليي فقط. مثال: هايدرا *Hydra*.
2. رتبة القاسيات Order Trachylina: ويسود فيها الطور الميدوزي، ويكون الطور البوليي معدوماً او ضعيف التكوين. مثال: كونيونيس *Gonionemus*، ليريوب *Liriope*.
3. رتبة عارية البراعم Order Gymnobiastea: لا يحيط غلاف المستعمرة بالافراد الخضرية او القليمات المولدة. مثال: تيوبيولاريا *Tubularia*، بناريا *Pinnaria*.
4. رتبة مغطاة البراعم Order Calyptoblastea: يغطي غلاف المستعمرة الهيدرات الزهرية والقليمات المولدة ايضاً. مثال: اوبيليا *Obelia*، بلوميولاريا *Plumularia*.
5. رتبة المرجانيات المائية Order Hydrocorallina: تعيش افرادها بهيئة مستعمرات ثابتة تحاط بهيكل كلسي خارجي. مثال: مليبورا *Millepora*.
6. رتبة السيفونيات Order Siphonaphora: تعيش بهيئة مستعمرات، وتمتاز باتضاح ظاهرة تعدد الاشكال. مثال: فايزاليا *Physalia*، فيليلا *Velella*.

ب- صنف الكأسيات Class Scyphozoa: افراده جميعها بحرية، منفردة، ميدوزية (أطوارها البوليبية مختزلة او مفقودة)، مناسلها gonads اندوديرمية ويضم الصنف خمس رتب، هي:-

1. رتبة الصليبيات Order Stauromedusae: لا تظهر افرادها تعاقب الأجيال. جميعها جالسة. مثال: لوسرناريا *Laucernaria*.
2. رتبة الميدوزات المكعبة Order Cubomedusae: اجسام افرادها مكعبة. مثال: كاريبديا *Charybdea*.
3. رتبة الاكليليات Order Coronatae: اجسام افرادها مخروطية. مثال: بريفلا *Periphylla*، نوسيثو *Nausithoe*.

4. رتبة لوائية الافواه Order Semaeostomeae: اجسام افرادها قرصية. مثال: اوربليا *Aurelia*، سيانيا *Cyanea*.
5. رتبة جذرية الافواه Order Rhizostomeae: لافرادها ثمانية اذرع فمية كبيرة متفرعة تحمل على حافاتها عدداً كبيراً من افواه ماصة قمعية ترتبط بتفرعات المقبض او المعدة. مثال: كاسيوبيا *Cassiooea*.

ج- صنف الزهريات Class Anthozoa: للزهريات شكل بوليبي فقط. وقد تعيش بصورة منفردة او على شكل مستعمرات. يؤدي الفم فيها الى بلعوم يتصل بتجويف وعائي معدي مقسم بواسطة ثمانية حواجز (مساريق mesenteries) او اكثر او اقل. جميعها بحرية، ويقسم الصنف الى صنفين ثانويين، هما:

1. الصنف الثانوي او الصنيف السماكيات Subclass Alcyonaria: وتسمى ايضا المرجانيات الثمانية Octocorallia. وافراده بحرية تعيش بشكل مستعمرات. ولها ميزات siphonogiyph واحد بطني. مثال: السيونيوم *Alcyonium*، تيوبيورا *Tubipora*، كوركونيا *Gorgonia*.
2. الصنف الثانوي (الصنيف) الحيوانات الزهرية Subclass Zoantharia: وتسمى ايضا المرجانيات السداسية Hexacorallia، وافراده بحرية تعيش بشكل منفرد او بهيئة مستعمرات، لبولیباتها ميزاب واحد. او اثنين، او قد يكون الميزاب معدوما. وقد يكون بطنياً. مثال: زوانش *Zoanthus*، او ظهريا. مثال: سيرينش *Cerianthus*، او معدوماً. مثال: اكروبورا *Acropora*، وقد يكون هناك ميزابان. مثال: متريدوم (شقيق نعمان sea anemone) *Meiridium*.

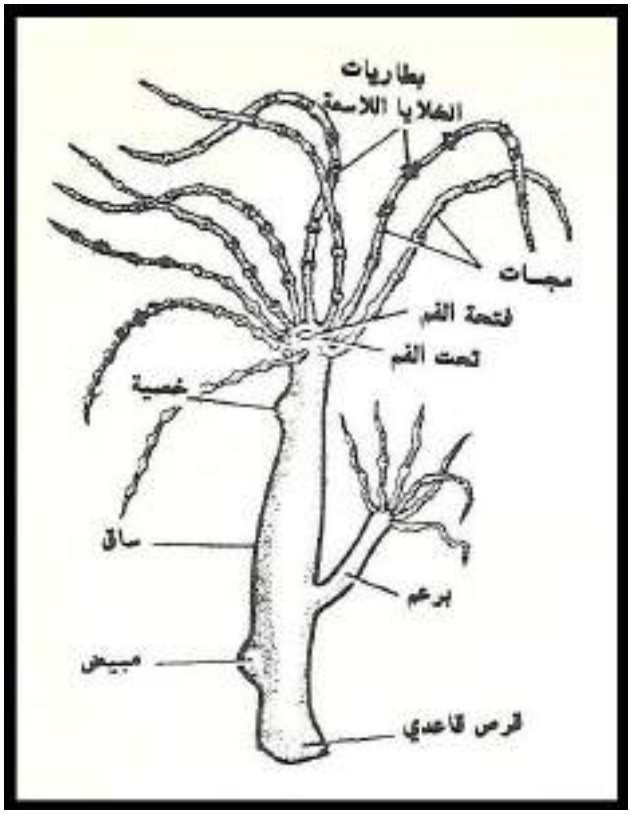
المثال: هايدرا Hydra

هناك عدة انواع من الهايدرات، منها الهايدرا الاخضر *Chlorohydra viridissima*، والهايدرا الرمادي *Hydra vulgaris*، والهايدرا القرنفلي *Hydra gangetica*.

الهايدرا حيوان بوليبي صغير يتراوح طوله بين (3-1) سم، ويعيش في المياه العذبة بصورة منفردة ملتصقاً بالأجسام الصلبة او النباتات المائية تحت سطح الماء عادة. وقد يلاحظ طافيا فوق سطح الماء احيانا او سابحا فيه.

يتكون جسم الهايدرا من ثلاث مناطق رئيسة. وهي: القرص القاعدي basal disc او القاعدة base او القدم foot، والعمود column وتحت الفم hypostome (الشكل 42). القرص القاعدي هو النهاية اللاقمية من الحيوان. والتي يلتصق الحيوان بواسطتها عادة بمواد أخرى. للقدم خلايا غذية تفرز مادة مخاطية تساعد في التصاق الحيوان. كما انها تستطيع تكوين الغازات التي تتجمع على شكل فقاعات تساعد في طفو الحيوان في الماء. يتصل القرص القدمي pedal disc بمنطقة ما يسمى العمود او الجذع وهو عبارة عن تركيب اسطواني مجوف قد يكون املساً. اي خالياً من أية بروزات. ويدعى الحيوان عندئذ بالهايدرا المستوى *Hydra* plain. او يحمل عادة من الخصى testes ويعرف عندئذ بالهايدرا الذكر *Hydra* male. او قد يحمل مبيضاً فيعرف بالهايدرا الانثى *Hydra* female. او قد يحمل الاعضاء التناسلية الذكرية والانثوية معا فيعرف بالهايدرا الخنثية *Hydra* hermaphrodite. او قد يحمل برعما bud. وقد يحمل هذه

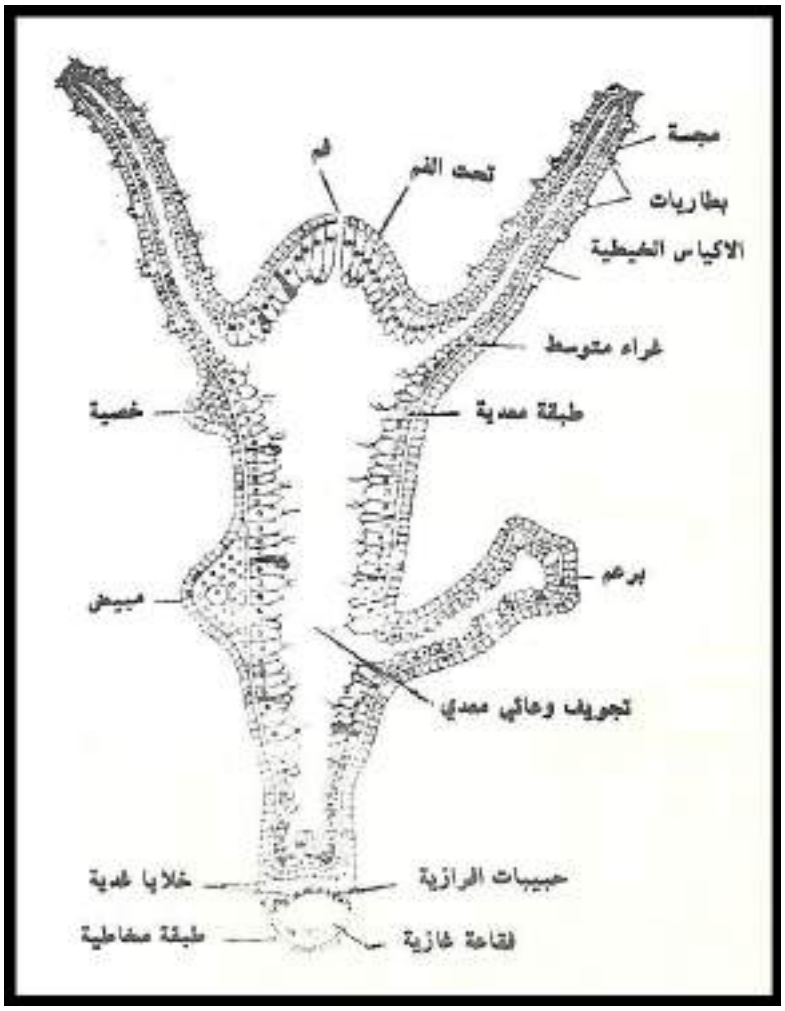
التراكيب معاً. وتنمو الخصى عادة في الجزء العلوي من الساق او العمود. اي قريبا من المخروط الفمي او تحت الفم على العكس من المبيض الذي يحتل عادة الجزء السفلي من العمود اي القريب من القدم. اما منطقة تحت الفم او المخروط الفمي oral cone فيمثل النهاية الحرة للحيوان التي تتخذ شكلاً مخروطياً تنتني بفتحة الفم mouth المحاطة بعدد من المجسات tentacles المجوفة الطويلة التي يتراوح عددها بين 4-12 مجسة مزودة بعدد كبير من الخلايا اللاسعة التي تتجمع على شكل بطاريات وتعطي للمجسات شكلاً عقدياً.



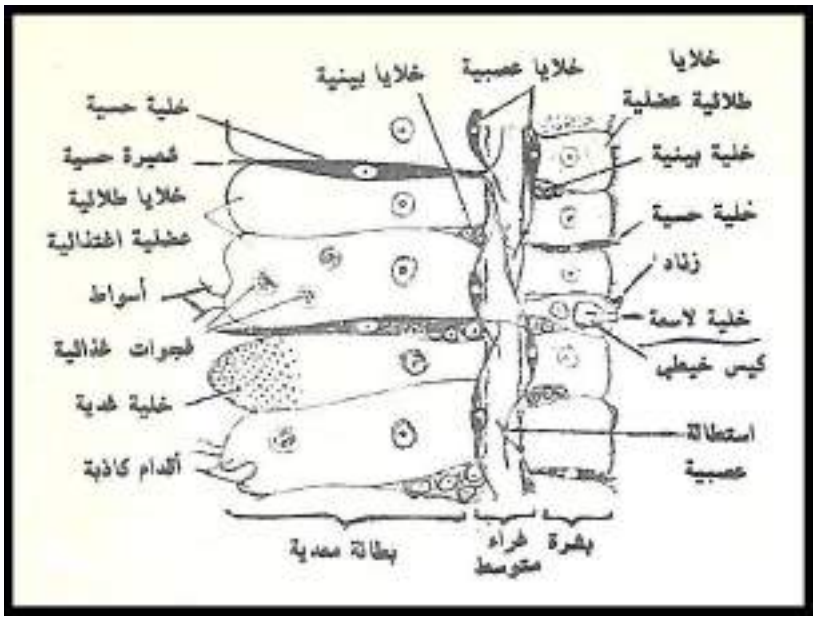
الشكل (42) هايدرا منظر خارجي.

التركيب النسيجي للهايدرا *Hydra* Histology of

يعد الهايدرا من الحيوانات ثنائية الطبقات diploblastica . اي يتكون جدار الجسم فيه من طبقة خارجية تسمى البشرة epidermis، وطبقة داخلية تسمى البطانة المعدية gastridermis، وتقع بين الطبقتين طبقة هلامية غير خلوية ساندة تسمى الغراء المتوسط mesoglea، ويحيط جدار الجسم بفسحة وسطية تدعى بالتجويف الوعائي المعدي gastrovascular cavity (الشكلان 43 و44).



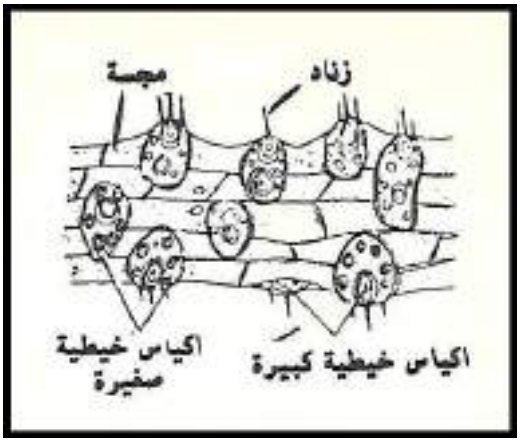
الشكل (43) هايدرا مقطع طولي في الجسم.



الشكل (44) جزء مكبر من مقطع في جدار الجسم في الهايدرا.

أ- البشرة Epidermis: وتتألف من عدة انواع من الخلايا، هي:

1- الخلايا الطلائية العضلية Epithelio-muscular Cell: وهي خلايا مخروطية الشكل نهاياتها القمية الخارجية عريضة ومضلعة ذات حافات متموجة تتقارب مع بعضها وتكون السطح الخارجي للبشرة ما عدا المناطق التي تبرز منها او تحتلها الخلايا اللاسعة والحسية. اما قواعد هذه الخلايا فتكون ضيقة وتمتد على شكل استطالات او بروزات عضلية طولية تحوي لييفات عضلية لها القابلية على التقلص. ويؤدي تقلصها الى قصر طول الحيوان. وتتألف الخلية الطلائية العضلية من جزئين. احدهما قمي طلائي epithelial والاخر قاعدي عضلي muscular. وتكون الخلايا الطلائية العضلية في المجسات كبيرة ومسطحة منتفخة عند وسطها حيث توجد النواة. وتدعى هذه الخلايا بالخلايا المضيفة host cells التي تحوي كل منها خلية او خليتين لاسعتين كبيرتين ويحيط بهما ما يقرب من 10-12 خلية لاسعة (الشكل 45) مكونة بذلك ما يدعى ببطاريات الخلايا اللاسعة stinging cell batteries كما تتخذ الخلايا الطلائية العضلية الموجودة عند القرص القاعدي شكلا عمودياً. وتتحول الى خلايا غدية. وتفرز مادة مخاطية تساعد في تثبيت الحيوان. كما انها تكون فقاعات غازية تعمل على طفو الهايدرا.



الشكل (45) جزء من مجسة هايدرا يبين خلايا البشرة الحاوية على بطاريات الاكياس الخيطية.

2- الخلايا البينية Interstitial Cells: وهي خلايا صغيرة كروية ذات نواة كبيرة. تتجمع هذه الخلايا عادة عند قواعد الخلايا الطلائية العضلية. وتعد خلايا جنينية غير متميزة يمكن ان تتحول الى اي نوع من الأنواع الأخرى من الخلايا. وعليه فهي تمثل خلايا احتياط.

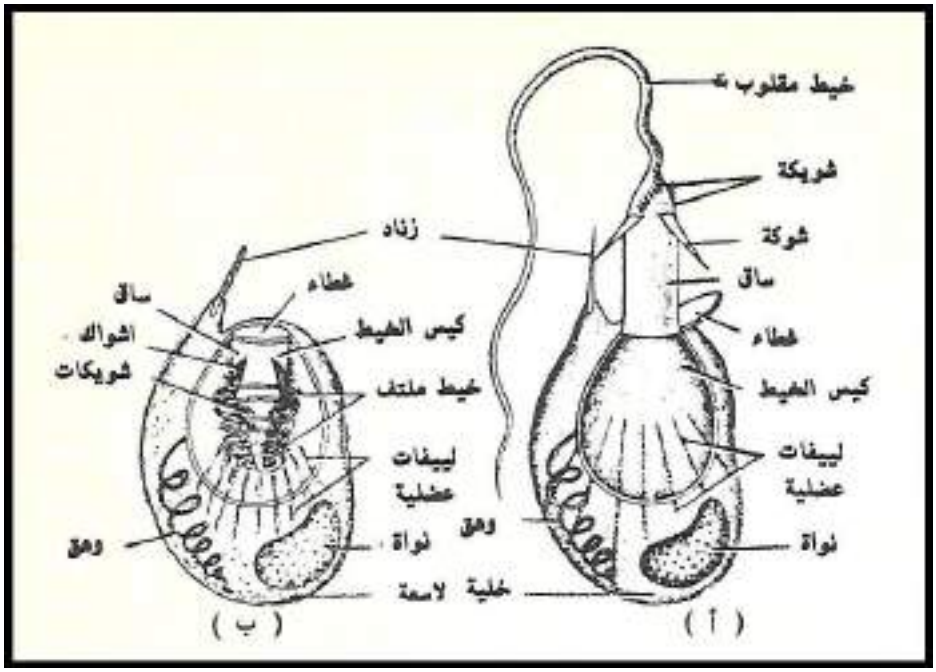
3- الخلايا الحسية Sensory Cells: وهي خلايا طولية ضيقة تحمل عند نهاياتها القمية شعيرات حسية، وتنشأ من قواعدها استطالات خيطية تنتفخ لتكون عقيدات صغيرة. كما انها ترتبط مع استطالات الخلايا العصبية. تنتشر هذه الخلايا بين خلايا البشرة. وتزداد في المجسات والمخروط الفمي والقرص القاعدي.

4- الخلايا العصبية Nerve Cells: وهي خلايا صغيرة غير منتظمة الشكل ذات استطالتين او اكثر. تكون هذه الخلايا شبكة تقع بين القواعد العضلية للخلايا الطلائية العضلية وبين الغراء المتوسط.

5- الخلايا الجنسية Sex Cells: وهي خلايا خاصة، تنشأ من الخلايا البينية، وتقوم بتكوين الغدد التناسلية (الخصى testes والمبايض ovaries).

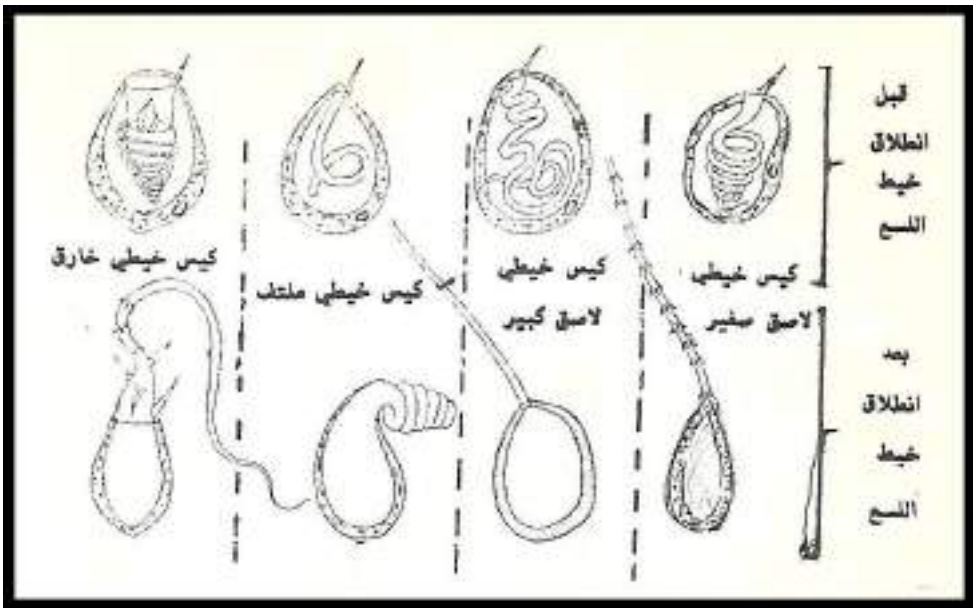
6- الخلايا اللاسعة Cnidoblasts: وهي خلايا كمثرية الشكل (الشكل 46) تنشأ من الخلايا البينية وتستخدم في الدفاع والهجوم. وتفيد ايضا في الحركة والتنقل. وهي تنتشر بين خلايا البشرة

باستثناء منطقة القرص القاعدي ويزداد عددها في المجسات (الاشكال 42، 43، 45) تحوي الخلية اللاسعة على حوصلة او كيس يدعى بالكيس الخيطي nematocyst يشغل الجزء المركزي من الخلية اللاسعة. ويتكون من جدارين ويحوي على مادة سامة تسمى hypnotoxin. يتصل الكيس الخيطي عند قمته بخيط اللسع stinging thread الانبوبي في النهاية المفتوحة عادة الذي يحمل عند قاعدته المنتفخة butt or shaft ثلاثة أشواك كبيرة يلي كلا منها صف من الاشواك الصغيرة المرتبة حلزونيا على امتداد الخيط عادة. ويغطي المنطقة المنتفخة من خيط اللسع تركيب يسمى الغطاء operculum. اما قمة الخلية اللاسعة فتحمل شعيرة حسية تدعى بالزناد cnidocil. كما تظهر الخلية اللاسعة لييفات متقلصة. وقد يظهر بعضها الاخر وجود خيط يثبت الكيس الخيطي بقاعدة الخلية اللاسعة عند انطلاق خيط اللسع واختراقه جسم الفريسة. ويدعى هذا الخيط بالوهق او الانشوطة lasso.



الشكل (46) خلية لاسعة (أ) بعد انطلاق خيط اللسع. (ب) قبل انطلاق خيط اللسع.

توجد في الهايدرا اربعة أنواع من الاكياس الخيطية (الشكل 47)، وهي:



الشكل (47) أنواع الاكياس الخيطية.

1- الاكياس الخيطية الخارقة او الثاقبة Penetrant Nematocysts:

وهي اكياس خيطية كبيرة معقدة التركيب كمثرية الشكل. يتصل كل منها بخيط لاسع انبوبي يحمل اشواكا على امتداده. ويمتاز بنهاية الحافة المفتوحة التي تخترق جسم الفريسة عند انطلاقه، وعليه تدعى بالاكياس الخيطية الخارقة. وتستخدم للهجوم والدفاع.

2- الاكياس الخيطية الملتفة Volvent Nematocysts:

شكلها كمثري ايضا، الا انها اصغر من النوع الخارق، وتمتاز بخيطها القصير عديم الاشواك ومغلق النهاية. يستخدم هذا النوع من الاكياس الخيطية في صيد الفريسة اذ تلتف على زوائد واجزاء من جسمها.

3- الاكياس الخيطية اللاصقة الكبيرةLarge Glutinant Nematocysts:

وهي ذات أشكال بيضوية كبيرة، ولخيطها اللاسع الطويل فتحة نهائية وصفا من الاشواك الصغيرة المرتبة بصورة حلزونية على امتداده. كما يمتاز الخيط بلزوجته عند انطلاقه. يستخدم هذا النوع من الاكياس الخيطية في الحركة ومسك الفريسة نتيجة التصاق الخيوط اللزجة بالأجزاء التي تصبح في تماس معها.

4- الاكياس الخيطية اللاصقة القصيرةSmall Glutinant Nematocysts:

لها شكل بيضوي. وهي اصغر من النوع السابق. كما ان خيطها عديم الاشواك ومفتوح النهاية. الا انه يمتاز بلزوجته ايضا والتصاقه. عند انطلاقه، بالمواد التي يصبح في تماس معها.

ب- البطانة المعدية Gastrodermis: وهي الطبقة الطلائية الداخلية، وهي اكثر سمكا من الطبقة الخارجية، وتتألف من الأنواع الآتية من الخلايا:

1- الخلايا الطلائية – العضلية الاغتذائية Nutritive-Epitbello-muscular Cells: ان هذه الخلايا تشبه الخلايا الطلائية العضلية الموجودة في طبقة القشرة بصورة عامة. الا انها تختلف عنها في عدة نقاط. منها: انها اكبر حجماً من مثيلاتها في البشرة. وتمتد قواعدها العضلية قطريا (بصورة مستعرضة) وتكون أقل نموا. في حين تظهر سطوحها القمية اقداما وهمية

واسواطا تساعد في عملية التغذية (توزيع دقائق الغذاء والتقاطها). ويحدث الهضم داخل الخلوي intracellular digestion في هذه الخلايا.

2- الخلايا الغدية Gland Cells: وهي خلايا صولجانية تنتشر بين الخلايا الاغتذائية. ويوجد منها نوعان. احدهما ينتشر في منطقة الفم وتحت الفم. وتفرز خلاياه مادة مخاطية تسهل ابتلاع المواد الغذائية. او التصاقها بها وهذا ما يقلل من فرص افلاتها. في حين يفرز النوع الثاني من الخلايا الغدية الانزيمات الهاضمة في التجويف الوعائي المعدي حيث يتم هضم المواد الغذائية الموجودة داخل هذا التجويف هضماً خارج خلوياً extracellular digestion.

3- الخلايا البينية: وتشبه هذه الخلايا مثيلاتها في طبقة البشرة، الا انها اقل عددا منها.

4- الخلايا الحسية: انها شبيهة تماما بالخلايا الحسية الموجودة في طبقة البشرة.

5- الخلايا العصبية: تشبه هذه الخلايا مثيلاتها في طبقة البشرة الا انها اقل عدداً منها.

ج- الغراء المتوسط Mesogloea: وهي طبقة ساندة، غير خلوية، تتكون من مادة هلامية. وتقع بين الطبقتين الطلائيتين الخارجية والداخلية.

التغذية Nutrition: يتألف غذاء الهايدرا من اليرقات الصغيرة للحشرات والقشريات والديدان. كما يشمل اطوار جنينية مبكرة من الاسماك والضفادع. يصطاد الهايدرا هذه الكائنات بوساطة الانواع المختلفة من الخلايا اللاسعة المتمركزة بصورة خاصة في المجسات. ثم تتقلص المجسات لتقرب الفريسة من الفم بل وتداخلها فيه. فالتجويف الوعائي المعدي، ثم تفرز الخلايا الغدية (الشكلان 43، 44) للبطانة المعدية انزيمات هاضمة تقوم بهضم هذه المواد جزئيا داخل التجويف المذكور. ويدعى هذا النوع من الهضم بالهضم خارج الخلايا extracellular digestion. ثم تقوم الخلايا الطلائية العضلية الاغتذائية بالتقاط هذه الدقائق الغذائية بوساطة الاقدام الوهمية التي تمتلكها وبطريقة شبيهة لتلك التي تقوم بها والاميبا للحصول على غذائها فتتكون فجوات ويهضم ما بداخلها من مواد غذائية عن طريق الانزيمات هاضمة تضاف إليها من سايتوبلازم الخلية نفسها. وعليه يسمى هذا الهضم بالهضم داخل الخلايا intracellular digestion.

ومما تجدر الاشارة إليه، هو وجود الطحلب الاخضر *Chlorella vulgris* الذي يعيش داخل الخلايا البطانة المعدية للهايدرا الخضراء *Chlorohydra viridissima* والذي يصنع غذاءه بطريقة البناء الضوئي. اذ يمتلك الكلوروفيل او اليخضور Chlorophyll. فيستفيد منه الهايدرا كما يستفيد من الاوكسجين المتحرر في هذه العملية ايضا. في حين يوفر الاخير حماية للطحلب اضافة الى ثاني اوكسيد الكاربون الذي ينتج من عملية التنفس.

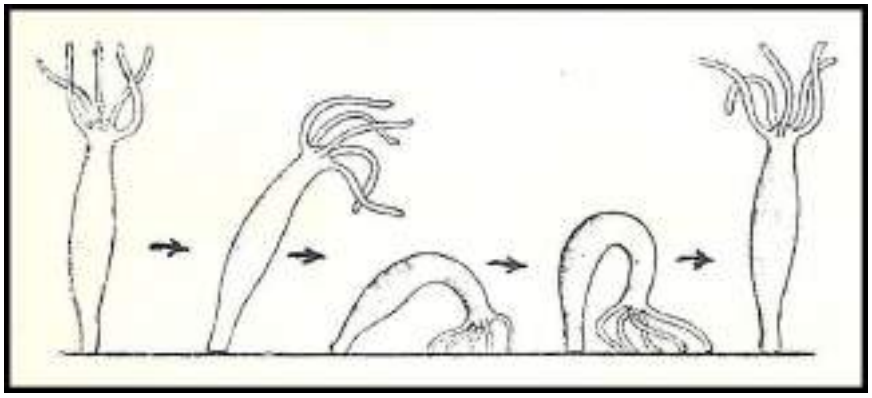
التنفس Respiration: يتم التنفس من خلال السطوح القمية المعرضة للماء من خلايا طبقتي البشرة والبطانة المعدية. وذلك بطريقة الانتشار على غرار ما يحدث في المساميات. اذ يتم تبادل الغازات بانتقالها من منطقة ذات تركيز عال الى منطقة ذات تركيز واطيء.

الابراز Excretion: يتخلص الهايدرا من المواد النيتروجينية الابرازية كالامونيا من خلال السطح العام للجسم وبطريقة الانتشار.

الحركة Movement: ثمة أنواع من الهايدرا. فالهايدرا الابيض والاسمر يبقيان في مكانهما فترة طويلة بعكس الهايدرا الاخضر الذي يكون في حركة شبه مستمرة. يعاني جسم الهايدرا

ومجساته تقلصات واضحة بوساطة الاجزاء العضلية للخلايا الطلائية. وقد يكون التقلص طوليا او قطرياً. يتحرك الهايدرا بطرق كثيرة، وهي:

1- الحركة العروية او الزحف Looping or Creeping: وتتضمن هذه الحركة الخطوات الآتية: يمتد الجسم. ثم ينحني الى ان تمس المجسات المادة التي يسير عليها الهايدرا. ثم يطلق الهايدرا الاكياس الخيطية اللاصقة التي تعمل على تثبيت المجسات. وأخيراً يحرر الهايدرا قرصه القاعدي. ويقربه زحفا نحو مجساته المثبتة الى ان يصبح بشكل عروة، ثم يحرر مجساته ويحركها الى مكان ابعد. ثم يثبتها من جديد، ويعود فيحرر قدمه ليقربه مرة أخرى من مجساته وهلم جراً.. وهذه الحركة تشبه الى حد كبير حركة اليسروع caterpillar او حركة الزحف لدودة الارض (الشكل 48).



الشكل (48) الهايدرا. الحركة العروية او الزحف (تشير الاسهم الى اتجاه الحركة).

2- الانقلاب Somersaulting: يمتد جسم الهايدرا. ثم تنحني المنقطة الفمية ومجساتها وتلتصق بالمادة التي يسير عليها الهايدرا. ثم يحرر قرصه القاعدي ويرفعه الى الاعلى بصورة عمودية. ثم يحنيه من جديد في اتجاه الحركة الى ان يلامس المادة التي يسير عليها الحيوان، ثم يثبته. ويعود فيحرر مجساته ومخروطه الفمي. ويعيد وضعه الطبيعي. وهكذا يكرر الهايدرا هذه الحركات (الشكل 49).

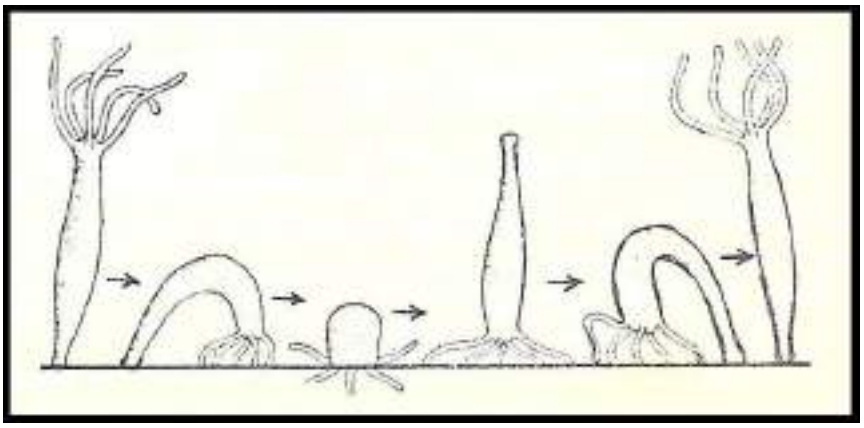
3- الانزلاق Gliding: يتحرك الهايدرا حركة بطيئة للغاية عندما يكون قرصه القاعدي ملتصقاً والهاديرا بحالة منتصبة. اذ تتكون أقدام وهمية صغيرة في الخلايا الطلائية العضلية في منطقة القدم التي تساعد في هذه الحركة (الشكل 50).

4- المشي Walking: ويتحرك الهايدرا بهذه الطريقة عندما يكون في حركة الانقلاب. اي مرتكزاً على مجساته، وقرصه القاعدي حراً، ومنطقة الساق بصورة عمودية منتصبة. فيحرر الحيوان مجساته ويحركها من مكان الى اخر وكأنها أقدام او أرجل. لذا تدعى هذه الحركة بحركة المشي (الشكل 51).

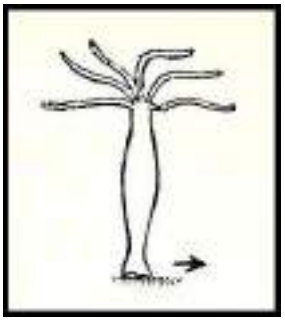
5- الطفو Floating: تتكون فقاعة غازية اسفل القرص القاعدي والتي تحاط بمادة مخاطية تفرزها الخلايا الغدية لهذه المنطقة. فعندما يتحرر القرص القاعدي ينقلب الحيوان وتصبح الفقاعة الغازية في تماس مع سطح الماء أما الهايدرا فتصبح في وضع مقلوب معلق بالفقاعة (الشكل 52).

6- التسلق Climbing: وتتلخص هذه الطريقة بأن يمتد جسم الهايدرا ومجساته، ثم يتعلق بمادة ما فوقه. فيحرر قدمه ثم يرفعه ليثبته في مكان اخر أعلى ويكرر الحركة عدة مرات (الشكل 53).

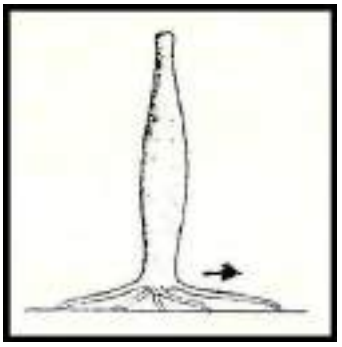
7- السباحة Swimming: ويحدث ذلك نتيجة التقلص والانبساط المتعاقبين للجسم والمجسات في الهايدرا بعدما يحرر قرصه القاعدي. وتؤدي هذه الحركة التموجية الى السباحة الحرة للحيوان (54).



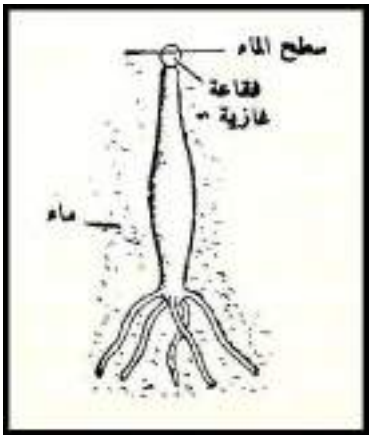
الشكل (49) الهايدرا. الانقلاب. تشير الاسهم الى اتجاه حركة الحيوان.



الشكل (50) الهايدرا. الانزلاق. يشير السهم الى اتجاه الحركة.

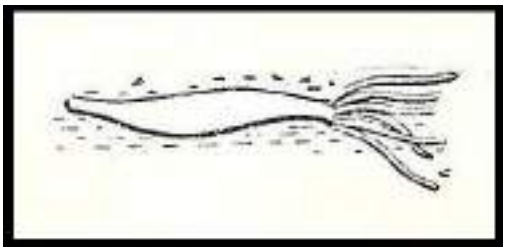


الشكل (51) الهايدرا. المشي. يشير السهم الى اتجاه الحركة.



الشكل (52) الهايدرا. الطفو.

الشكل (53) الهايدرا. التسلق.



الشكل (54) الهايدرا. السباحة.

التكاثر Reproduction:

يستطيع الهايدرا ان يتكاثر جنسياً ولا جنسياً أيضا.

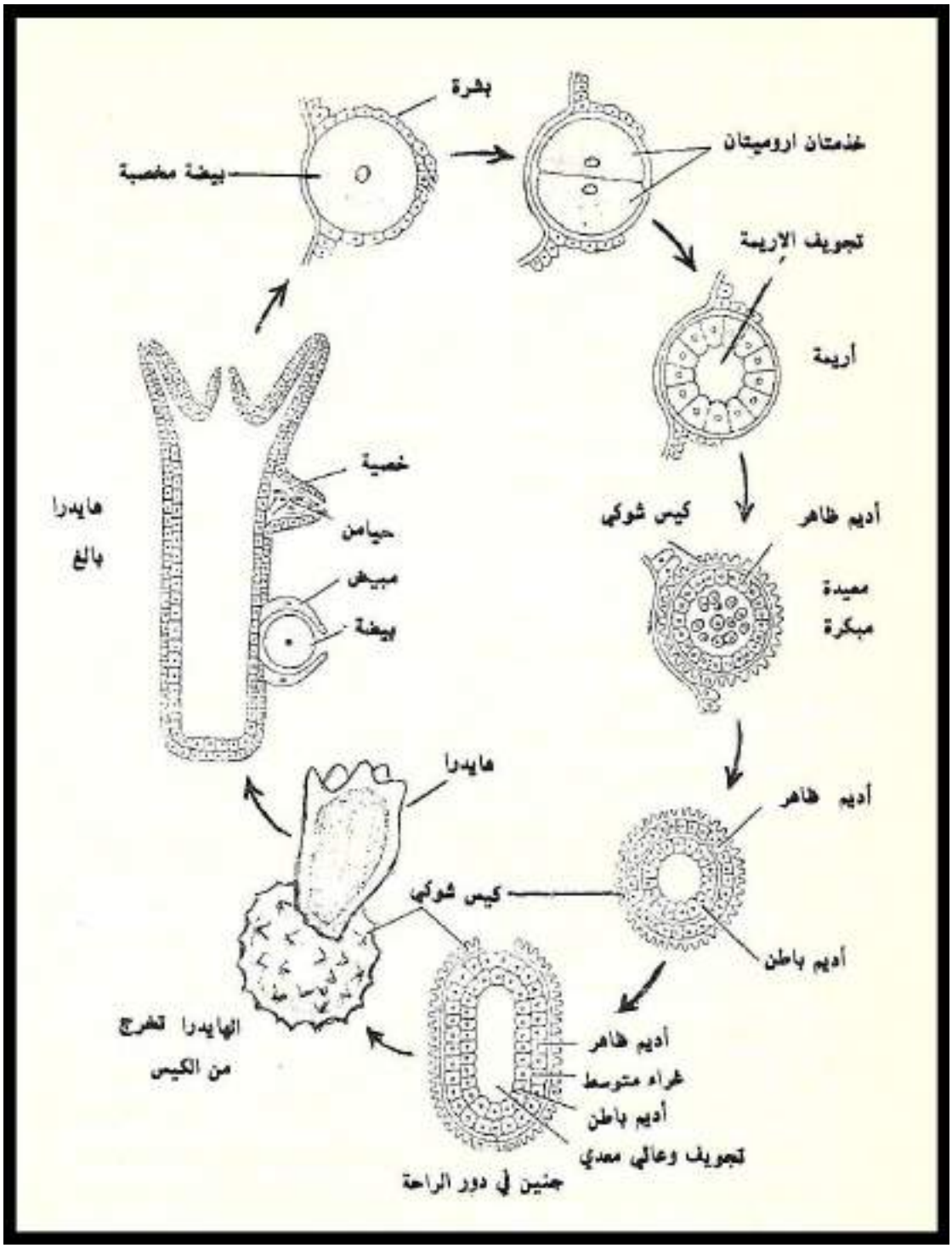
1- التكاثر الجنسي Sexual Reproduction: يتم هذا النوع من التكاثر بوساطة الخلايا التناسلية الذكرية والانثوية التي قد تتكون من الهايدرا نفسه او من هايدرات اخرى تعود لنفس النوع. هناك مبيض واحد عادة. الا انه قد يوجد مبيضان احيانا كما في الهايدرا *Peimatohydra oligactis*. يقع المبيض عادة قرب القرص بعكس الخصى التي تحتل الجزء القريب من المخروط الفمي عادة.

تطرح الحيامن الى الماء بعد اكتمال نموها ونضوجها فتسبح فيه. وقد يصل عدد منها الى سطح البيضة الناضجة الذي يصبح في تماس مع الماء بعد تمزق الخلايا الطلائية العضلية التي كانت تغطيه. فيخترق احدها سطح التربة. اي الغشاء الجلاتيني المحيط بها. فيحدث الاخصاب بعد التحام نواتي الحيمن والبيضة. فتتكون البيضة المخصبة او اللاقحة Zygote. تمر البيضة بالانقلاق التام holoblastic cleavage. ثم تتكون الاريمة اي البلاستولا blastula وهي عبارة عن كرة مجوفة سمك جدارها طبقة واحدة من الخلايا التي تتحول الى طور المعيدة اي الكاسترولا gastrula. اذ تهاجر بعض الخلايا فتملأ تجويف الاريمة. وتكون خلايا الاديم الباطن. في حين تمثل الطبقة الخارجية المحيطية خلايا الاديم الظاهر. تكون خلايا الاديم الظاهر طبقتان. احدهما داخلية هلامية رقيقة، والاخرى خارجية كايتينية متقرنة سميكة ملساء او ذات أشواك وتدعى الطبقتان معا بالكيس Cyst الذي يحيط بالمعيدة ويقيها من الظروف السيئة. ثم تسقط المعيدة في الماء منتظرة فصل الربيع لكي تنمو وتكون هايدرا جديداً (الشكل 55).

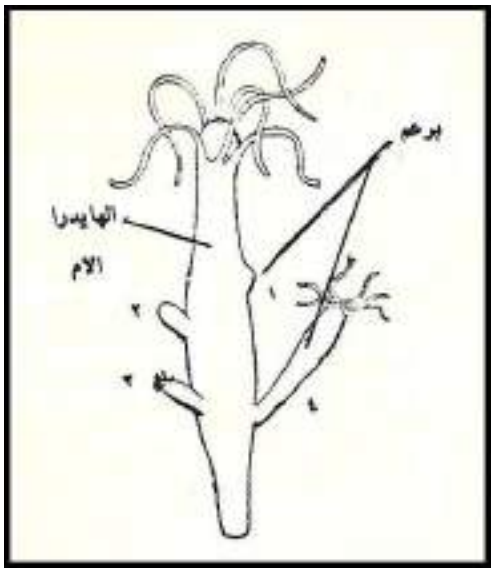
2- التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction: ويحدث ذلك في فصل الصيف عندما تكون الظروف البيئية جيدة. اذ تتكون انبعاجات او بروزات صغيرة من السطح الخارجي للهايدرا تسمى البراعم buds. وتلاحظ عادة في المنطقة الوسطية من الساق او القريبة من القرص القاعدي. قد يتكون برعم واحد او أكثر. وفي اثناء نمو البرعم. يمتد التجويف الوعائي المعدي للهايدرا الام داخله. ويعتمد في غذائه على الام ايضا في باديء الامر. الا انه في المراحل الاخيرة من النمو تتكون له فتحة فم في قمته. وتحاط بعدد من المجسات المجوفة الطويلة، عندئذ يعتمد البرعم او الهايدرا الصغير في غذائه على نفسه. في النهاية. يتخصر البرعم عند منطقة اتصاله بالأم او نشوئه منها. فينفصل عنها. ويعيش بصورة مستقلة (الشكل 56).

الاخلاف او التجدد Regeneration

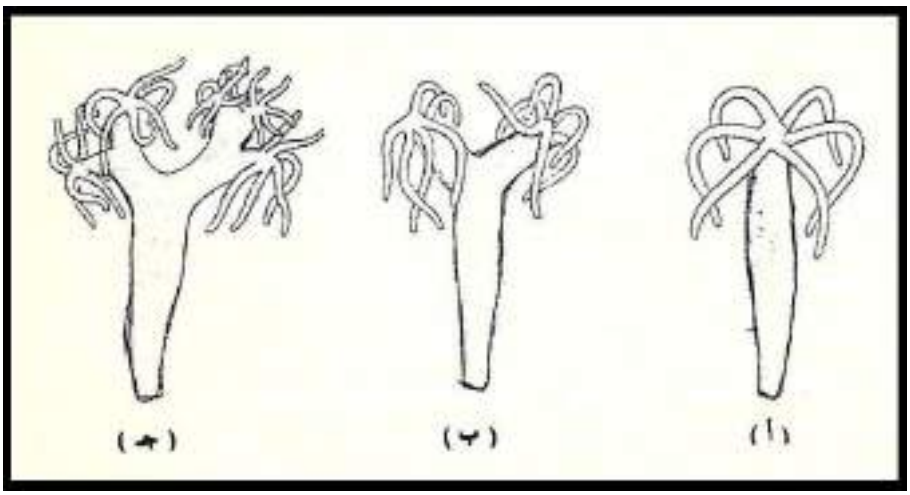
يعد ترمبلي Trembley (1744-1745) أول من تعرف على القدرة الاخلافية الكبيرة للهايدرا. اذ وجد ان قطعاً صغيرة يبلغ قطرها 1/6 ملم تستطيع ان تكون هايدرا جديدا. كما تمكن الباحث المذكور من الحصول على هايدرا يحمل اربعة رؤوس (الشكل 57). اذ شطر المنطقة الراسية للهايدرا الى شطرين اولا. ثم بعد ان تكون له رأسان عاد فشطر كلا منهما. وهكذا كرر العملية عدة مرات الى ان حصل على هايدرا له سبعة رؤوس لكل منها فتحة فم محاطة بعدد من المجسات. ومن هنا جاءت تسمية الحيوان اي هايدرا *Hydra* الذي يرمز الى افعوان خرافي له تسعة رؤوس قتله هرقل. فكان كلما قطع رأسا من رؤوسه نبت محله رأسان جديدان.



الشكل (55) الهايدرا. دورة حياة.



الشكل (56) الهايدرا. تكوين البرعم. 1-4 مراحل نمو البرعم.

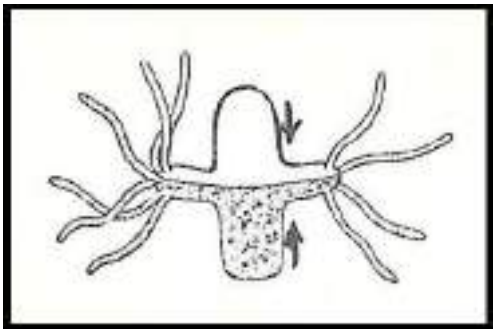


الشكل (57) الهايدرا. (أ) هايدرا اعتيادي ذو رأس واحد. (ب) هايدرا ذو رأسين. (ج) هايدرا ذو أربعة رؤوس.

تعود القدرة الاخلافية الفائضة لهذا الحيوان الى وجود الخلايا البينية الجنينية غير المتخصصة التي تستطيع ان تتحول الى اي نوع من الأنواع الأخرى من الخلايا وبذا تعوض الأجزاء التالفة او المفقودة (الشكل 58). خلايا كهذه تدعى بخلايا كلية او تامة الطاقة totipotent cells. وقد أوضح براين Brien (1955) ان هناك منطقة تقع اسفل منطقة اتصال المجسات بالساق تسمى منطقة النمو growth zone. حيث تنقسم فيها الخلايا البينية. وتكون الانواع الاخرى من الخلايا. ويؤدي تكوينها الى اندفاع الخلايا القديمة في الاتجاهين القمي والقاعدي للحيوان. اذ تطرح الى الخارج من نهايات المجسات او منطقة القدم. ومن الجدير بالذكر، ان هذه العملية تستمر مدى الحياة. وتتجدد الخلايا كل 45 يوماً. وهكذا، فان الهايدرا يمكن ان يستمر في الحياة الى مالا نهاية اذا وجد الحيوان ظروفا بيئية مناسبة.

الشكل (58) الهايدرا. ظاهرة التجدد او الاخلاف.

كما يمتاز الهايدرا باستجابته الفائقة لعملية التطعيم grafting (الشكل 59) اذ من السهل جدا زرع اجزاء مختلفة مأخوذة من عدد من الهايدرات في هايدرا اخرى من النوع نفسه. ومن خلال التطعيم، يمكن الحصول على هايدرات ذات أشكال غريبة لا يمكن ملاحظتها في الطبيعة. فمثلاً يمكن الحصول على هايدرا له عدد كبير من الرؤوس او الاقدام او المجسات او السيقان من خلال نقل هذه الاجزاء من هايدرات أخرى وزرعها فيه.



الشكل (59) الهايدرا. تطعيم هايدرين احدهما بالاخر.

سلوك الهايدرا تجاه المحفزات الخارجية

Behaviour of Hydra to External Stimuli

يتأثر الهايدرا، شأنه شأن الحيوانات الأخرى بالمحفزات الخارجية، وقد يكون تأثيره هذا ايجابياً او سلبياً. كما قد تختلف شدة تأثره بهذه الحوافز. ويعتمد ذلك على عدة عوامل. منها: قوة المحفز، ونوعه، والحياة الفسلجية للهايدرا، وفيما يأتي عدد من المحفزات. وكيفية استجابة الهايدرا لها:-

1- الضوء Light: اظهرت التجارب ان الهايدرا يختار الضوء المعتدل. في حين يتجنب الضوء الشديد او الضعيف. ويتحرك دون توقف في الظلام.

2- الحرارة Temperature: يبتعد الهايدرا عادة عن الأماكن التي تزيد فيها درجة الحرارة عن 20°م لذا يحاول العيش في مياه معتدلة الحرارة او الباردة.

3- اللمس Contact: عند لمسه بلطف قد يظهر تقلصا للجزء الملموس فقط، او قد يتسبب في تقلص اجزاء اخرى ايضا. او قد يتقلص الجسم كله. الا ان الوخز القوي لأي جزء من الجسم يؤدي الى تقلص الحيوان تقلصاً قوياً وشاملاً.

4- المواد الكيميائية Chemicals: يظهر الهايدرا سلوكا ايجابيا تجاه أغلب المواد الكيميائية فيحاول الابتعاد عنها اذا ما تعرض لها.

5- الكهرباء Electricity: اذا وضع قطبان كهربائين احدهما موجب والاخر سالب في وعاء زجاجي حاوٍ على الهايدرا تميل النهاية الحرة او الطليقة من الحيوان (المخروط الفمي او القرص القاعدي حسب الوضع الذي يكون فيه الحيوان) نحو القطب الموجب anode. في حين تبقى النهاية الملتصقة متجهة نحو القطب السالب cathode.

6- تيارات الماء Water Currents: لا يظهر الحيوان رد فعل ملموس عند تعرضه لتيارات الماء.

جامعة الموصل كلية الزراعة والغابات قسم وقاية النبات
د. عبدالجبار خليل ابراهيم

المرحلة الاولى المادة حيوان عام نظري

المحاضرة الثالثة عشر

شعبة الديدان المسطحة
Phylum Platyhelminthes

لقد كان كيكبور Gegenbaur (1859) أول من اقترح استخدام المصطلح Platyhelminthes للتعبير عن الديدان المسطحة. ويتكون من كلمتين اغريقيتين. هما: platys وتعني مسطح، وheimins وتعني دودة. كانت الديدان المسطحة في بداية الامر تضم شعباً أخرى مثل الديدان الخرطومية Rhyncnocoela او Nemertinea وغيرها. الا انها ازيلت منها فيما بعد واقتصرت الديدان المسطحة على ثلاثة أصناف فقط. وهي: صنف المعكرات Turbelaria وصنف المثقبات Trematoda وصنف الشريطيات Cestoda.

المميزات العامة للديدان المسطحة

General Characters of Platyhelminthes

1. تمتاز باجسامها المسطحة المضغوطة من الناحية الظهرية البطنية. لذا سميت بالديدان المسطحة.
2. للديدان المسطحة تناظر جانبي.
3. ظهرت فيها طبقة الاديم المتوسط mesoderm، وعليه فهي حيوانات ثلاثية الطبقات Tripioblastica. اي تنشأ اجسامها من الطبقات الجرثومية الثلاث. الاديم الظاهر ectoderm. الاديم الباطن endoderm. الاديم المتوسط بدل الميزوكليا (الغراء المتوسط) mesoglea.
4. بلغ مستوى التعضية organization فيها مستوى الأجهزة المكونة من اعضاء Organ-system level. اي ظهرت عدة أجهزة منها، الجهاز الهضمي والابرازي والتناسلي والعصبي.
5. اتضاح المنطقة الرأسية التي تحتوي على الدماغ والاعضاء الحسية. وتسمى هذه الظاهرة الترئيس Cephalization.
6. ليس لها جوف جسمي acoelomate. اذ يملأ النسيج الحشوي او البارنكيمي parachymal tissue المجال الموجود بين جدار الجسم والاجهزة الداخلية.
7. قد يكون الجهاز الهضمي معدوما كما في الدودة الوحيد *Taenia*. او موجودا كما في الدودة الكبدية Distomum (= Fasciola) والبلاناريا Planaria ويكون دائماً ذات نهاية مسدودة (المخرج anus مفقود). كما يكون متفرعا ليعوض الى حد ما عن جهاز الدوران في نقل وتوزيع الغذاء الى انحاء الجسم المختلفة.
8. يتكون الجهاز الابرازي من وحدات ابرازية فاعلة هي الخلايا اللهبية flame cells التي ترتبط بقنوات ابرازية تفتح عن طريق فتحة ابرازية او اكثر الى الخارج.
9. الجهاز العصبي جيد التكوين. ويتألف من الدماغ وعدد من الحبال العصبية الطويلة تلتي تترابط مع بعضها بعضا بروابط عصبية مستعرضة مكونة ما يسمى بالجهاز العصبي السلمي ladder-like nervous system.
10. تفتقر الى جهازي الدوران والتنفس.

11. اجهزتها التناسلية جيدة التكوين ومعقدة. وهي ذات كفاءة انتاجية عالية بسبب دورة حياتها المعقدة عادة. كما ان اغلبها خنثية hermaphrodite. الا ان بعضها احادية الجنس unisexual.
12. يحدث الاخصاب fertilization داخلياً. وقد يكون ذاتيا او خلطيا. كما قد يكون النمو مباشراً او غير مباشر. وقد يتكاثر بعضها بالطريقة اللاجنسية asexually.
13. يعد اغلبها من الطفيليات parasites الخطيرة التي تصيب الانسان مثل *Taenia* و*Echinococus* و*Schistosoma* او حيواناته مثل *Distomum*. كما ان بعضها الاخر حر المعيشة مثل *Planaria*.

التصنيف Classification

تضم هذه الشعبة حوالي 15.000 نوع من الديدان التي تقسم الى ثلاثة أصناف، هي:-

1- صنف المعكرات Class Turbellaria

أغلبها ديدان حرة المعيشة. البشرة فيها مهدبة، تحوي خلاياها القضبان rhabdite. ويضم الصنف ست رتب، هي:

أ. رتبة اللاجوفيات Order Acoein: وينعدم فيها الجهاز الهضمي، مثال: *Convohita*.
ب. رتبة مستقيمة التجاويف Order Rhabdacoela: تكون قناتها الهضمية انبوبية مستقيمة، مثال: *Microstomum*.
ج. رتبة مختلفة التجاويف Order Alloeocoela: قناتها الهضمية مزودة بتراكيب كيسية صغيرة، مثال: *Optoplana*.
د. رتبة ثلاثية الفروع Order Tricladida: تتشعب الامعاء الى ثلاثة فروع رئيسة. فرع امامي وفرعان خلفيان، مثال: *Planaria*.
ه. رتبة عديدة الفروع Order Polycladida: وتتكون فيها الامعاء من عدة فروع.

2- صنف المثقبات Class Trematoda

طفيليات داخلية او خارجية. الجسم مغطى بالكيوتكل، تنعدم فيها البشرة والاهداب والقضبان Rhabdites. للجهاز الهضمي فم ماص. لها محاجم واحياناً الخطاطيف او الاشواك. الامعاء متفرعة الى فرعين رئيسين. لها مبيض واحد ويضم هذا الصنف رتبتين، هما:

1- رتبة احادية المنشأ Monogenes: لها محجمان امامي ضعيف التكوين وبطني جيد التكوين. وعليه تدعى ايضا بمختلفة المحاجم Heterocotylea وتحتاج الى مضيف واحد فقط لإكمال دورة حياتها. مثال Polystomum.

2- رتبة ثنائية المنشأ Digenea: تحتاج لإكمال دورة حياتها في مضيفين او اكثر، لها محجمان او قد يختزل احدهما. او قد ينعدمان معاً. مثال: *Distomum* ، *Schistosoma*.

3- صنف الشريطيات Class Cestoda

جميعها. بدون استثناء. طفيليات داخلية تنعدم فيها البشرة والقضبان والاهداب الخارجية وجهاز الهضم. اجسامها شريطية مقسمة الى قطع عادة. اعضاء الالتصاق مقتصرة على الجهة الامامية. تحتاج الى مضيف او اكثر لاتمام دورة حياتها.

ويضم الصنف رتبتين، هما:

1- رتبة شريطية الاشكال Order Ceatodria: أجسام هذه الديدان غير مقسمة الى قطع، مثال: *Amphilina*.

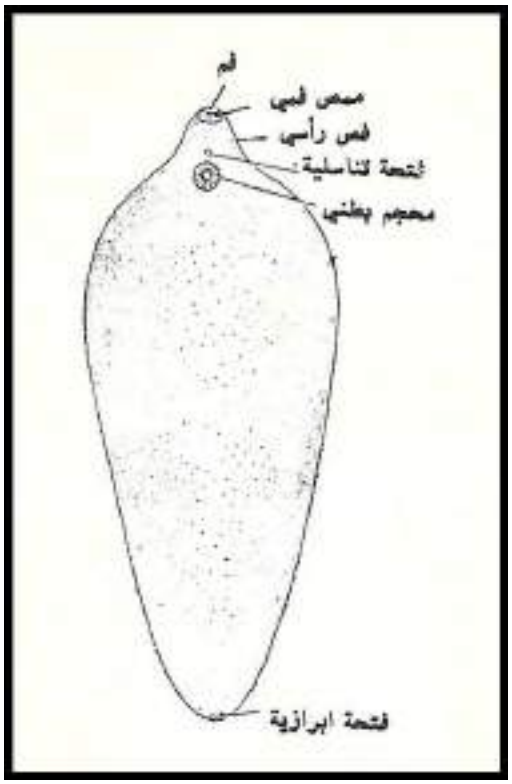
2- رتبة الشريطيات الحقيقية Order Eucestoda: وتكون اجسامها مقسمة الى قطع proglottids، مثال: *Taenia* ، *Echinococcus*.

المثال: الدودة الكبدية Fasciola hepatica or Distomum hepaticum

تعرف الفاشيولا او الدايستوم بالدورة الكبدية liver fluke للأغنام. اذ تعيش الديدان البالغة متطفلة في القنوات الصفراوية الكبيرة لها. كما قد تصيب فقريات اخرى كالماعز والخيل والابقار والكلاب والقرود والانسان، وتعيش ما يقرب من خمس سنوات داخل اكبادها.

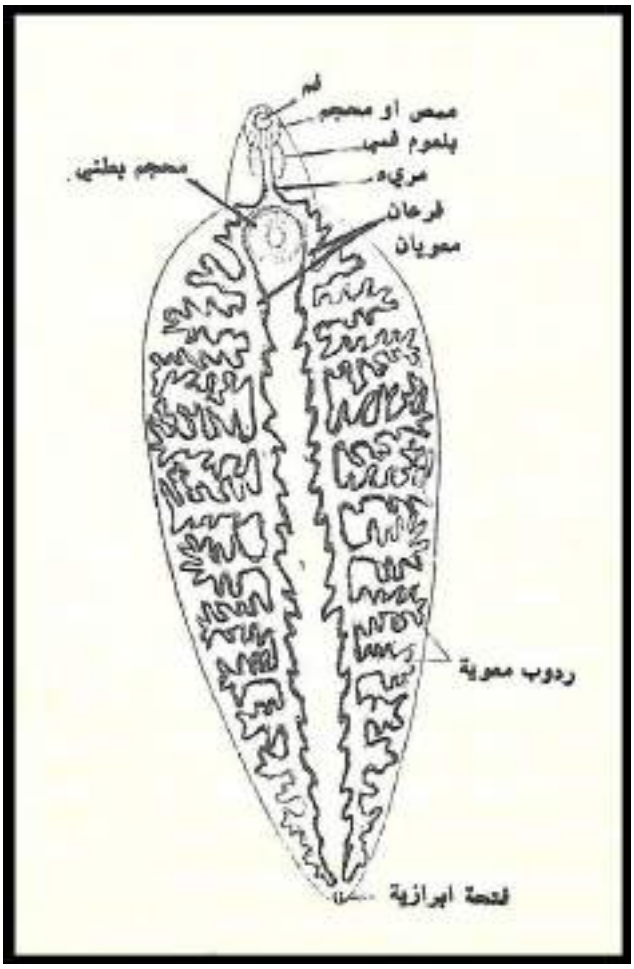
تتغذى هذه الديدان على مادة الصفراء. والدم والنسيج الطلائي للقنوات الصفراوية. وهكذا تسبب تلف النسيج الكبدي. ومما يجدر ذكره. ان القنوات الصفراوية لبعض الاغنام قد تحوي ما يقرب من 200 طفيلي. وتحتاج هذه الديدان الى مضيفين. احدهما فقري والاخر لا فقري. لإكمال دورة حياتها.

1- المظهر الخارجي External Features: للدودة الكبدية (الشكل 60) شكل ورقي مسطح من الناحية الظهرية البطنية. وجسم أملس. وتناظر جانبي. ولون بني غامق. يبلغ طولها حوالي 25 ملم، وعرضها 22 ملم. تبدو النهاية الأمامية الحاملة للفم مخروطية. وعليه تدعى بالمخروط الفمي oral cone في حين تستدق النهاية الخلفية التي تحمل الفتحة الابرازية. تحاط فتحة الفم بالمحجم الفمي او الامامي oral or anterior sucker الذي يساعد في تثبيت الدودة وربما في امتصاص الغذاء. اما المحجم الثاني. اي المحجم البطني ventral sucker فاكبر حجماً. ويقع الى الخلف من المحجم الامامي على بعد حوالي 3 ملم. لذا يدعى بالمحجم الخلفي posterior sucker. وتقع الفتحة التناسلية في الجهة البطنية امام هذا المحجم او الممص مباشرة. ثمة فتحة صغيرة تقع عند منتصف السطح الظهري تمثل فتحة قناة لورر aurer's canal.



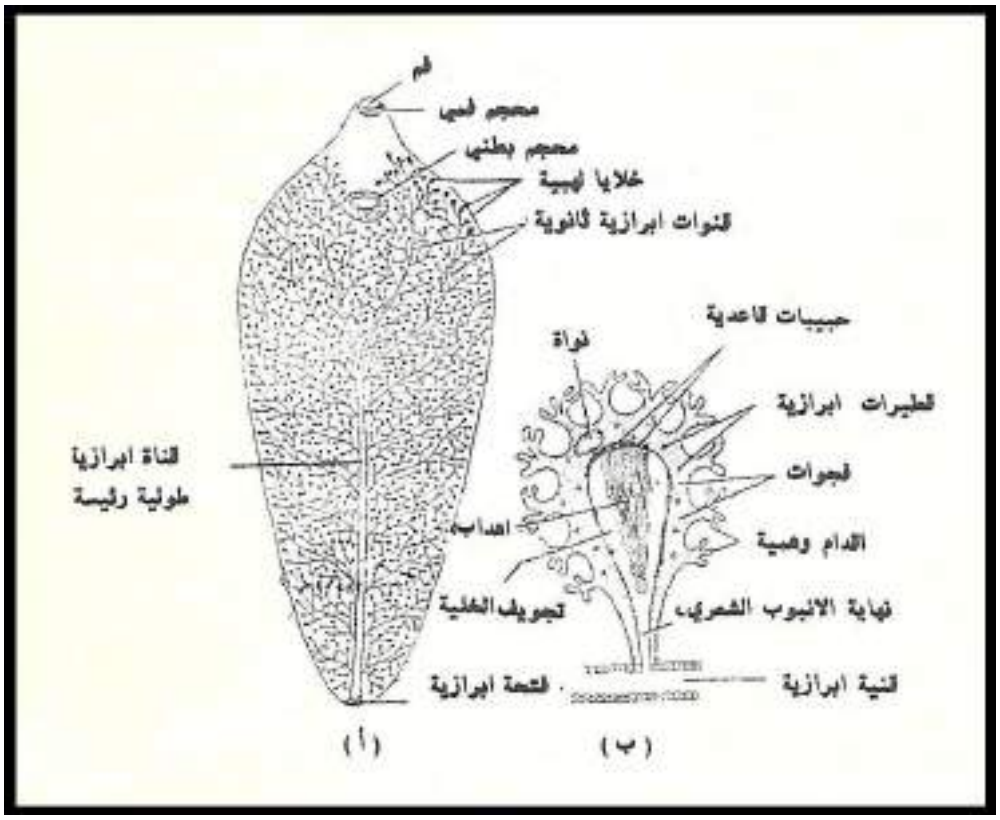
الشكل (60) الدودة الكبدية - المظهر الخارجي من السطح البطني.

2- الجهاز الهضمي Digestive System: تتغذى الدودة على مادة الصفراء والدم واللمف والنسيج الطلائي للقنوات الصفراوية الكبدية بوساطة فتحة الفم mouth (الشكل 61) التي تحتل منتصف الممص الفمي. وتفتح في التجويف الفمي الذي يؤدي بدوره الى بلعوم pharynx عضلي وغدي. يتصل البلعوم بمريء esophagus انبوبي ضيق وقصير يتصل بامعاء intestine مكونة من فرعين خلفيين رئيسين ايمن وايسر، ويتفرع كل منهما الى عدد كبير من التفرعات الثانوية تسمى الردب المعوية intestinal diverticula التي تنتشر في مختلف انحاء الجسم. وتسهل وصول المواد الغذائية الممتصة الى اجهزة الجسم المختلفة وتعوض فقدان جهاز الدوران الذي يقوم بهذا العمل. تحوي الخلايا الطلائية المعوية خلايا غدية تفرز انزيمات هاضمة تساعد في عملية الهضم. ثم تقوم الخلايا المعوية بامتصاص المواد المهضومة، ثم تتولى الخلايا الحشوية او البارنكيمية ايصال هذه المواد الى اجزاء الجسم المختلفة.



الشكل (61) الدودة الكبدية – جهاز الهضم.

3- الجهاز الابرازي Excretory System: يتم الابراز بوساطة الخلايا اللهبية flame cells (الشكل 62). وهي خلايا ذات حدود غير منتظمة، تمتد زوائدها البروتوبلازمية على هيئة اقدام وهمية pseudopodia عديدة. ويحتل تجويف مركزي كبير وسط الخلية. وتوجد فيه خصلة من الاهداب الطويلة التي تتحرك حركة تموجية شبيهة بحركة اللهب. ومن هنا اكتسبت هذه الخلايا اسمها. تعمل هذه الحركة على دفع المواد الابرازية الى الانابيب والقنوات الابرازية excretory canals الصغيرة التي ترتبط بدورها بقنوات ابرازية كبيرة تقع في الجهة الأمامية وعلى الجانبين. تلتقي هذه القنوات الكبيرة مع قناة ابرازية طويلة رئيسة main longitudinal excretory canal وسطية التي تفتح الى الخارج عند النهاية الخلفية المستدقة للحيوان عن طريق الفتحة الابرازية excretory pore (الشكل 62). تعد الاحماض الدهنية والامونيا من أهم المواد الابرازية.



الشكل (62) الدودة الكبدية (أ) جهاز الابراز. (ب) خلية لهبية مكبرة.

4- التنفس Respiration: يتم الحصول على الطاقة من تحلل الكلايكوجين الى احماض دهنية وثاني اوكسيد الكاربون. اذ ان الدودة الكبدية تتنفس بالطريقة اللاهوائية anaerobic respiration بسبب الكمية القليلة للاوكسجين في القنوات الصفراوية في الكبد. اما ثاني اوكسيد الكاربون المتكون فيطرح الى الخارج من خلال السطح العام للجسم وبطريقة الانتشار.

5- الجهاز العصبي Nervous System: يتكون الجهاز العصبي في الدودة الكبدية (الشكل 63) من:

أ- الحلقة المخية Cerebral Ring:

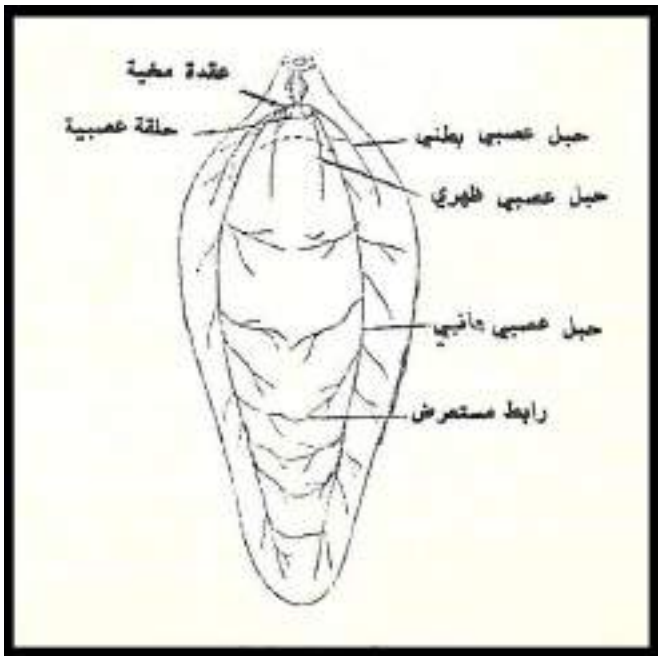
وهي عبارة عن طوق عصبي يحيط بالمريء. ويحمل من الجهة الجانبية الظهرية زوجاً من العقد العصبية المخية Cerebral ganglia. في حين يحمل عقدة عصبية بطنية وسطية median ventral ganglion.

ب- الحبال العصبية الطولية Longitudinal Nerve Cords

ويبلغ عددها اثنا عشر عصبا تنشأ من العقدتين المخيتين. تنشأ من كل عقدة مخية ستة حبال عصبية. ثلاثة منها أمامية قصيرة تزود المخروط الفمي بالأعصاب. في حين الثلاثة الخلفية أطول من الأمامية. ومع ذلك، فاثنان منها، وهما العصبان الظهري والبطني قصيران نسبياً، الا ان العصب الجانبي طويل جداً. ويمتد الى نهاية الجسم.

ج- الروابط العصبية المستعرضة Transverse Commissures

وهي عبارة عن عدد من الألياف العصبية التي تربط الحبلين العصبيين الجانبيين بعضمها ببعض.



الشكل (63) الدودة الكبدية الجهاز العصبي.

د- الألياف العصبية Nerve Fibres: الصغيرة التي تتفرع من الأجزاء التي ذكرت سابقاً.

6- الجهاز التناسلي Reproductive System: الجهاز التناسلي جيد التكوين. والدودة خنثية hermaphrodite (ثنائية الجنس bisexual) اي تحوي الجهازين التناسليين الذكري والانثوي كليهما (الشكل 64).

أ- الجهاز التناسلي الذكري Male Reproductive System

ويتكون من الأعضاء الآتية:

1- الخصيتين Testes: ثمة زوج من الخصى المتفرعة التي تحتل النصف الخلفي من الجسم. وتقع الخصية اليمنى خلف اليسرى. تقوم الخصيتان بتكوين الحيامن او النطف.

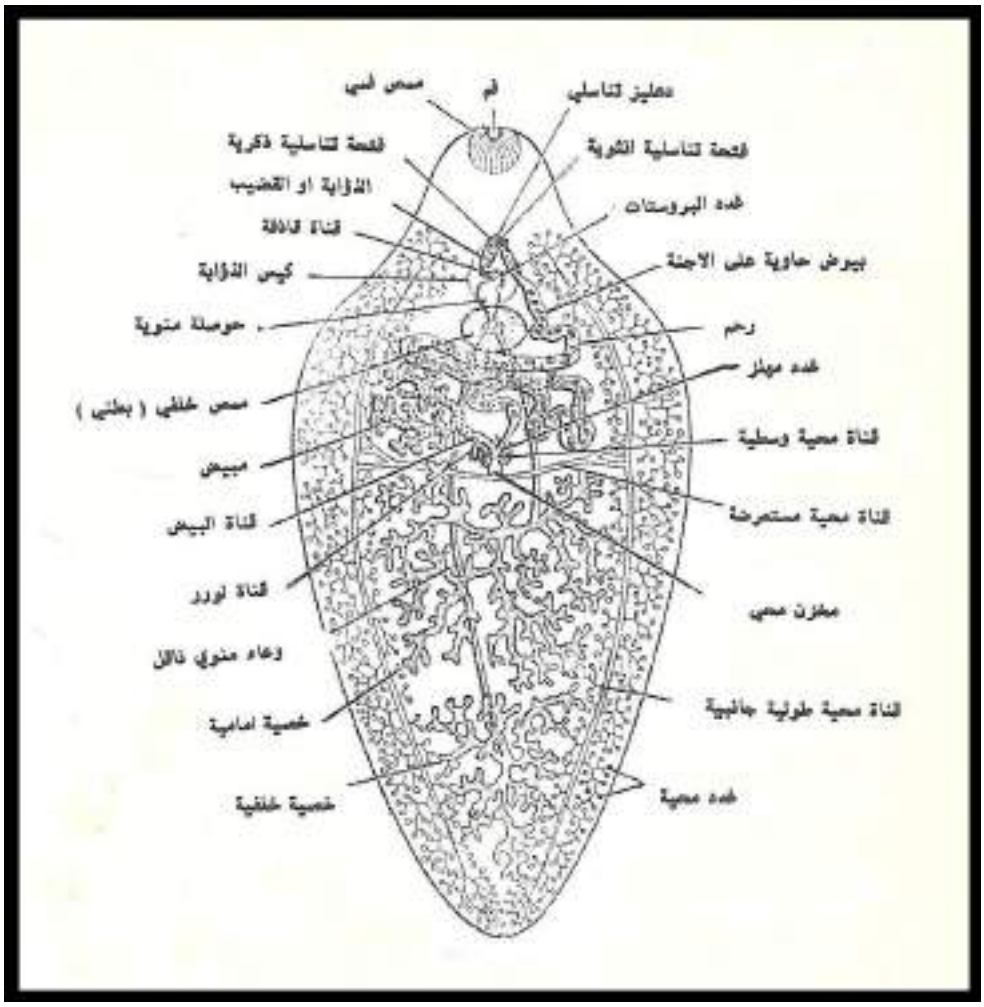
2- الوعائين المنويين الناقلين Vass Deferentia: وهما عبارة عن انبوبين طويلتين. تتصل كل منهما باحدى الخصيتين. وتتجه نحو الامام وتقوم بنقل الحيامن.

3- الحوصلة المنوية Veslcula Seminalts: تركيب كيسي كمثري الشكل عضلي الجدران يتكون عند ملتقى الوعائين المنويين. ويقوم بخزن الحيامن.

4- القناة القاذفة Ejaculatory Duct: وهي عبارة عن قناة ضيقة ملتوية تتصل بالحويصلة المنوية وتمتد حتى نهاية العضو الذكري.

تحاط هذه القناة بغدد عديدة (احادية الخلايا) تسمى غدد بروستات prostate glands تسهل افرازاتها حركة الحيامن.

5- القضيب Penis or Cirrus: وهو عضو ذكري عضلي كبير اسطواني له القابلية على التمدد. وتمر عبره القناة القاذفة لتفتح في نهايته داخل الدهليز التناسلي المشترك. يحاط العضو الذكري بغلاف غشائي قوي يسمى بكيس sac او غمد sheath العضو الذكري.



الشكل (64) الدودة الكبدية – الجهاز التناسلي.

6- الدهليز التناسلي المشترك Common Genital Atrlum: وهو عبارة عن فسحة كبيرة تفتح فيها الفتحتان التناسليتان الذكرية والانثوية كليتهما. وتفتح بدورها الى الخارج عن طريق الفتحة التناسلية العامة common genital pore التي تقع امام المحجم البطني مباشرة.

ب- الجهاز التناسلي الانثوي Female Reproductive System

وتشترك في تكوينه الأعضاء الآتية:

1- المبيض Ovary: للدودة الكبدية مبيض واحد ذو تركيب انبوبي صغير متفرع يقع امام الخصية في الجهة اليمنى. يقوم المبيض بتكوين البيوض.

2- قناة البيض Oviduct: قناة قصيرة ضيقة تتصل بالمبيض. وتتجه نحو الخلف وتقوم بنقل البيوض. تلتقي قناة البيض مع الرحم. والقناة المحية الوسطية القصيرة.

3- غدة مهلز Mehils Gland: غدد احادية الخلية. يتجمع عدد كبير منها حول ملتقى قناة البيض والرحم تساعد افرازات هذه الغدد في سهولة مرور البيض داخل الرحم. وتنشيط الحيامن. وربما في تحرير القطيرات المحية المسؤولة عن تكوين القشرة من الخلايا المحية بل وفي تصلبها ايضاً.

4- الغدد المحية Vilelline or Yolk Glands: وهي غدد حويصلية كثيرة العدد منتشرة على جانبي الجسم تقوم بتكوين الخلايا المحية التي تعتبر غذاء للجنين او المراحل اليرقية. وتكون قشرة البيضة. تتصل هذه الغدد بقنوات نحيفة يلتقي بعضها مع بعض مكونة قنوات كبيرة نوعا ما

والتي تصيب بدورها في كل جانب من قناة محية طولية longitudinal yolk duct جانبية رئيسة والتي تتكون في الحقيقة. من قناة محية طولية امامية قصيرة واخرى خلفية طويلة. وتنشأ من القناة المحية الطولية في كل جانب. وعند ملتقى القناتين المحيتين الأمامي والخلفية. قناة محية مستعرضة transverse yolk duct نحو الخط الوسطي للجسم. وتلتقي القناتان المستعرضتان لتكونا ما يدعى بمخزن المح yolk reservoir. تنشأ قناة محية وسطية median yolk duct قصيرة من مخزن المح، وتمتد نحو الامام لتلقي مع الرحم وقناة البيض.

5- الرحم Uterus: وهو عبارة عن قناة واسعة نوعا ما، شديدة الالتواء تنشأ من ملتقى قناة البيض والقناة المحية الوسطية. وتتجه نحو الامام لتفتح عن طريق الفتحة التناسلية الانثوية female genital pore في الدهليز التناسلي المشترك يقوم الرحم بخزن البيوض الناضجة. ثم تطرح الى الخارج اي في القنوات الصفراوية لكبد المضيف من خلال الفتحة التناسلية العامة.

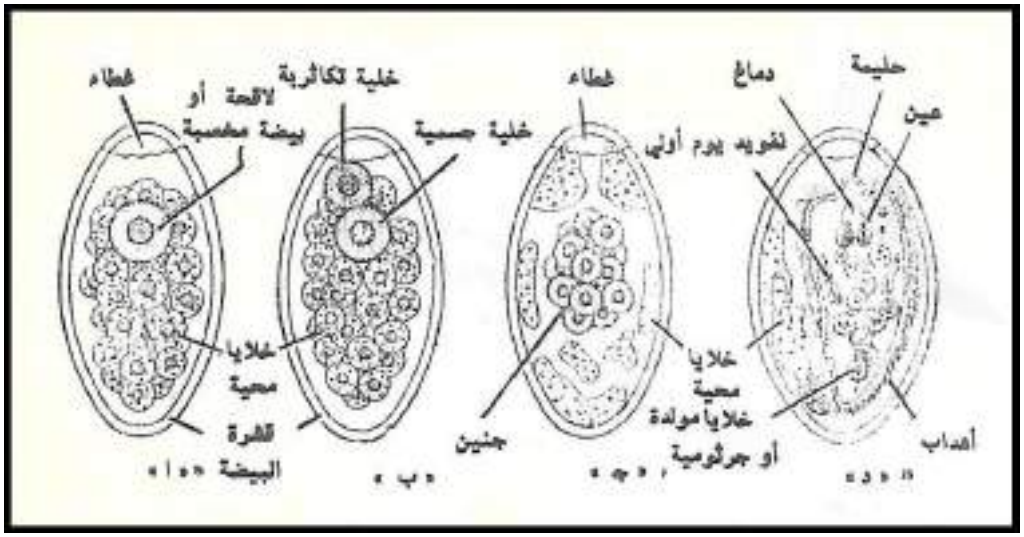
6- قناة لورر Laurer's Canal: عبارة عن قناة قصيرة تنشأ من قناة البيض. وتتجه عموديا نحو الاعلى لتفتح على السطح الظهري للدودة. كان الاعتقاد السائد سابقا هو ان هذه القناة تستخدم لطرح المح الزائد عن حاجة الدودة. اما الان فتعتبر مهبلاً يستلم العضو التناسلي الذكري للدودة المشاركة في عملية الجماع وتنتقل الحيامن عن طريقها لاخصاب البيوض.

دورة حياة الدودة الكبدية Life Cycle or Liver Fluke

على الرغم من ان الدودة الكبدية تمتلك الاعضاء التناسلية الذكرية والانثوية كليهما. الا ان الاخصاب الخلطي Cross fertilization يسود الاخصاب الذاتي self fertilization عادة. عندما تجتمع دودتان تولج احداهما عضوها الذكري في قناة للدودة الأخرى. وتقذف حيامنها في هذه القناة وتنتقل منها الى قناة البيض. وهكذا تستلم احدى الدودتين الحيامن من الدودة الثانية. اما في حالة الاخصاب الذاتي. فتنتقل الحيامن من الفتحة التناسلية الذكرية الى الفتحة التناسلية الانثوية لنفس الدودة. ثم عبر الرحم باتجاه قناة البيض حتى الى نهايتها حيث يتم اخصاب البيوض. ثم تحاط البيوض المخصبة باعداد كبيرة من الخلايا المحية. وتحاط كل بيضة مع ما حولها من خلايا محية بقشرة بيضوية رمادية قوية لها غطاء operculum عند احدى نهايتها (الشكل 65) تصنع الدودة الواحدة ما يقرب من 500.000 بيضة خلال فترة حياتها التي قد تتراوح بين 5 الى 11 سنة. وقد يتطفل ما يقرب من 200 دودة في القنوات الصفراوية لمضيف واحد. وتعزى هذه الكفاءة الانتاجية العالية في الطفيليات عموما الى دورة حياتها المعقدة التي تتطلب وجود مضيفين او اكثر لإكمال دورة حياتها. وهكذا. فمن المحتمل ان عددا قليلاً فقط من هذه البيوض قد يصل الى المراحل النهائية. ويتمكن من اصابة المضيف النهائي. تمر البيوض المخصبة عبر الرحم الى الفتحة التناسلية الانثوية. والدهليز التناسلي العام. فالفتحة التناسلية المشتركة. فالقنوات الصفراوية في كبد المضيف ثم تصل مع مادة صفراء الى الامعاء الدقيقة للمضيف. وأخيراً يطرح الى الخارج مع الغائط. عندما تمر هذه البيوض في ظروف بيئية ملائمة من درجة الحرارة والرطوبة تعاني سلسلة من الانقسامات التي قد تبدأ عندما تكون البيوض ما زالت في الرحم. تنقسم خلية البيضة الى خلية صغيرة تكاثرية propagatory cell. واخرى كبيرة جسمية somatic cell.

تنقسم الأخيرة لتكون البشرة في الطور اليرقي. اما الخلية التكاثرية فتكون الجنين او اليرقة والخلاية المولدة germ cells (الشكل 65). يمكن ان تحدث هذه التغيرات في البيضة

وهي ما زالت في الرحم. اما ما يعقبه من مراحل النمو فيتم خارج الرحم. وتظهر في اثناء النمو عدة مراحل يرقية، هي:



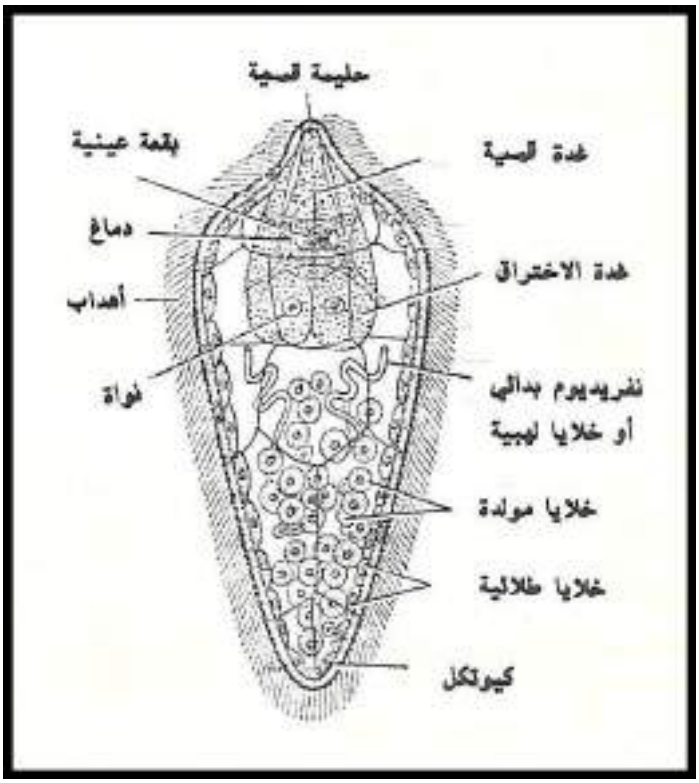
الشكل (65) بعض المراحل المبكرة للنمو في الدودة الكبدية (أ) بيضة مخصبة. (ب) مرحلة خليتين. (ج) مرحلة عدة خلايا. (د) ميراسيديوم.

1- الميراسيديوم Miracidium: يخرج الميراسيديوم (الشكل 66) من البيضة بعدما يذوب غطاؤها ثم يسبح في الماء. الميراسيديوم يرقة مخروطية مهدبة تحمل نهايتها الامامية الواسعة بروزاً وسطياً غير مهدب يسمى الحليمة القمية او الثاقبة apical or penetrating papilla التي يفتح فيها زوج من الغدد الثاقبة والغدة القمعية. كما يظهر الميراسيديوم زوجاً من البقع العينية eye spots. وكتلة عصبية تمثل الدماغ. وزوجاً من الخلايا اللهبية، وكتلا من الخلايا المولدة التي تمثل عادة الجزء الاخير المستدق من الجسم. وبشرة مهدبة، وبعد ثماني ساعات من السباحة يموت الميراسيديوم. ان لم يجد مضيفه الوسطي. وهو اما القوقع *Limnaea truncatula* او *Bulinus* او *Planorbis*. واذا وجده فانه يخترق جسمه بمساعدة الحليمة القمية وافرازاتها الغدية. ليصل الى الغدة الهضمية للمضيف. او كبده. ويتحول بعد مضي حوالي 14 يوما الى طور يرقي اخر يدعى بالكيس السبوري.

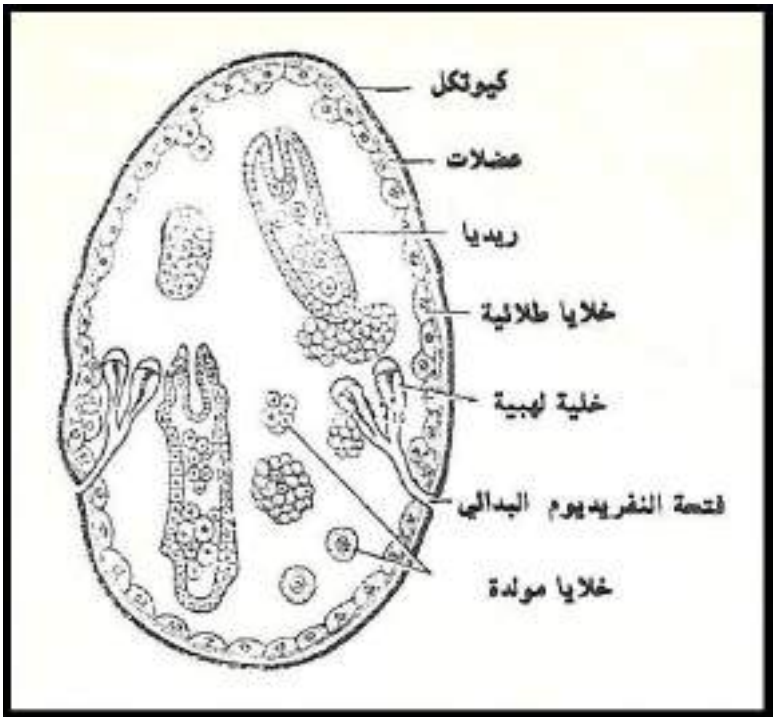
2- الكيس السبوري Sporocyst: الكيس السبوري طور يرقي (الشكل 67) بيضوي عديم الاهداب. والحليمة القمية. يحصل الكيس السبوري على غذائه من انسجة المضيف المحيطة به. للكيس السبوري زوجان من الخلايا اللهبية. وكتل من الخلايا الجرثومية او المولدة التي تتحول الى طور يرقي اخر هو الريديا Redia نسبة العالم الايطالي Redi (1626-1697) الذي يعد اول باحث في دراسة الطفيليات.

3- الريديا Redia: للريديا (الشكل 68) شكل اسطواني طويل مستدق النهايتين. وطول عضلي في الجزء الامامي. وطيتان قرب النهاية الخلفية. للريديا فتحة فم تقع في قمة الجزء الامامي، وتؤدي الى بلعوم. فقناة هضمية بسيطة كيسية. في حين تقع فتحة الولادة birth pore بعد الطوق العضلي. اما امام كل طية خلفية فتوجد فتحة ابرازية. يحوي هذا الطور اليرقي كتلا من الخلايا المولدة التي تتحول الى طور يرقي اخر هو السركاريا Cercaria. او قد يحوي طور الريديا

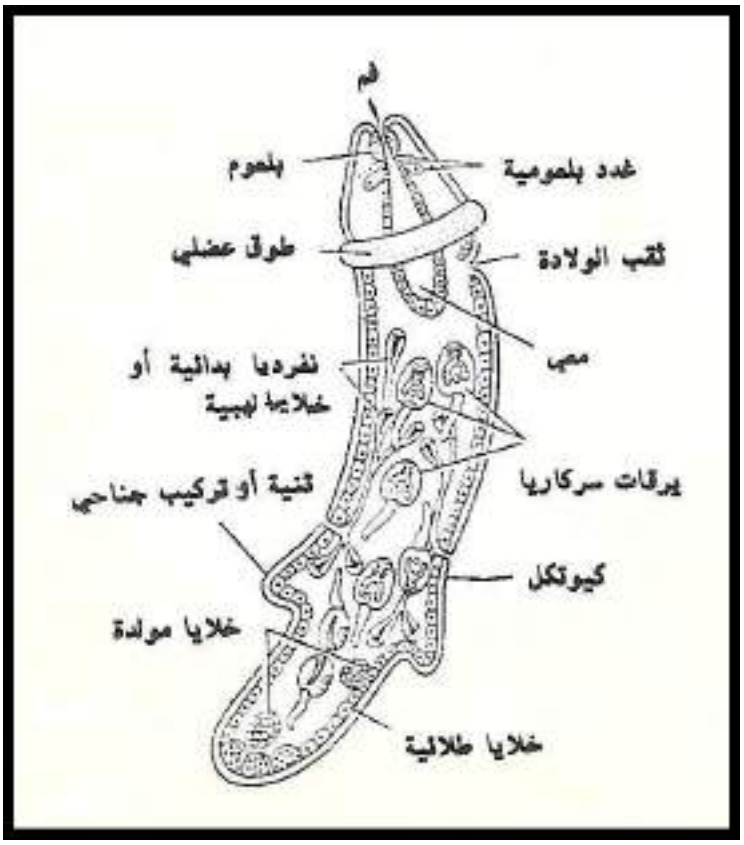
الاولي جيلا اخر من الريديا يدعى بالريديا الثانوية التي تخرج من ثقب الولادة ثم تكون السركاريا. تتحرك الريديا داخل انسجة المضيف وتتغذى على سوائلها بوساطة جهازها الهضمي البسيط. ثم تنتقل الى كبد القوقع.



الشكل (66) يرقة ميراسيديوم للدودة الكبدية.



الشكل (67) الكيس السبوري للدودة الكبدية وبداخله الريديا.

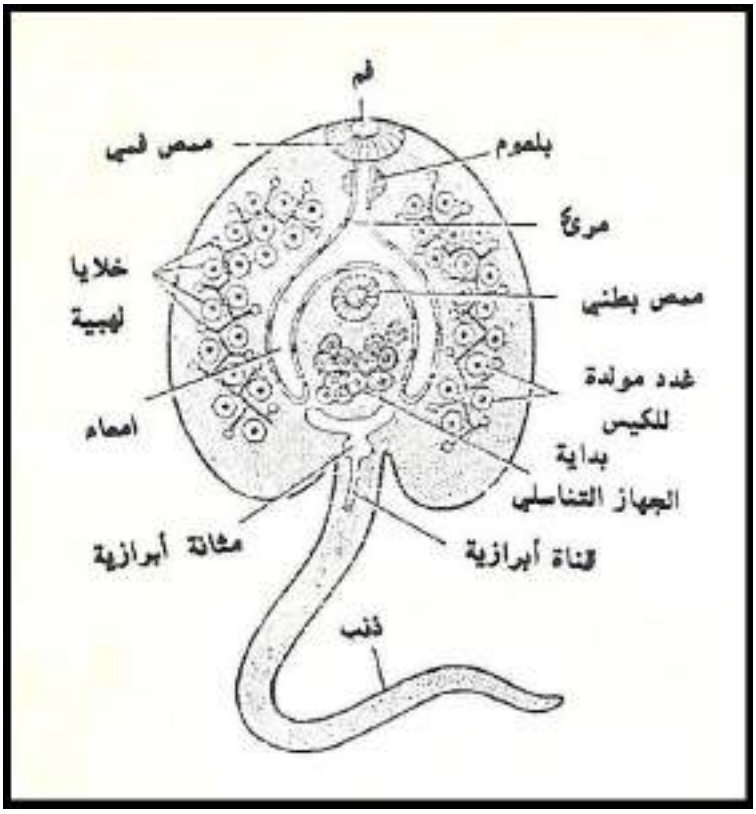


الشكل (68) الريديا للدودة الكبدية وبداخلها السركاريا.

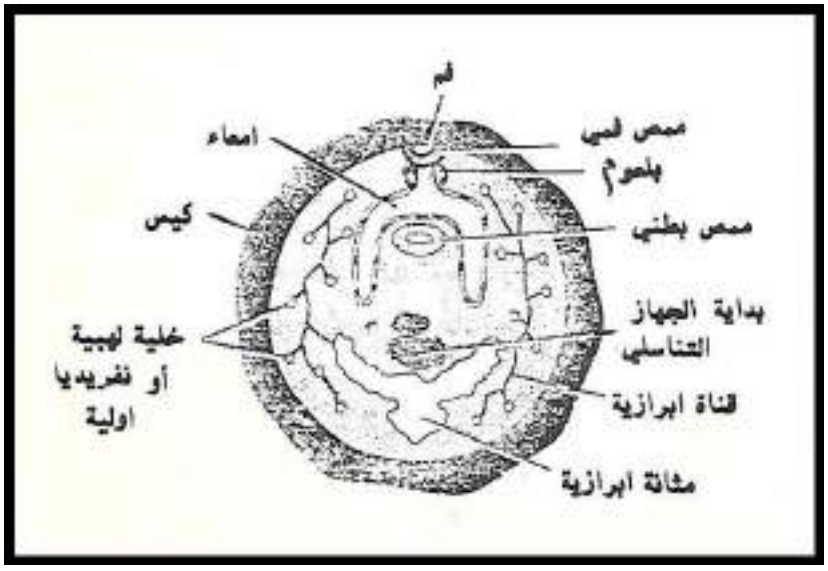
4- السركاريا Cercaria: للسركاريا (الشكل 69) شكل بيضوي. وذنب طويل غير مشطور ومحجمان امامي وخلفي (بطني). وقناة هضمية متكونة من فم يحتل وسط المحجم الامامي او الفمي. ويتصل ببلعوم عضلي الذي يفتح بدوره في المريء الذي يتشعب الى فرعين معويين. اما الجهاز الابرازي فيتكون من عدد من الخلايا اللهبية التي تتصل بقناة رئيسة في كل جانب. وتلتقي القناتان عند بداية الذنب لتكونا الحوصلة او المثانة الابرازية excretoru vesicle or bladder التي تطرح ابرازاتها السائلة عن طريق قناة ابرازية تنشطر الى قناتين تفتح كل منهما بصورة مستقلة ثمة كتلة من الخلايا المولدة التي تقع خلف المحجم البطني. وتكون الاعضاء التناسلية. كما تمتلك السركاريا غددا مولدة للكيس Cystogenous glands تقع الى الداخل من طبقة الكيوتكل والعضلات. وتقوم بتكوين الكيس الذي يحيط بالسركاريا عند تكيسها. تخرج السركاريا من ثقب الولادة في الريديا. وتترك الكبد. وتتجه نحو تجويف الجبة للقوقع. ثم تغادر جسم القوقع. وتسبح في الماء لمدة يومين او ثلاثة ثم تتحول بعدها الى الطور اليرقي الاخير اي السركاريا البعدية metacercaria.

5- السركاريا البعدية Metacercaria: تلتصق السركاريا البالغة. بعد فترة السباحة المذكورة في اعلاه. باوراق النباتات المائية. ثم تفقد ذنبها وتصبح كروية. وتفرز الخلايا المولدة للكيس كيساً. وهكذا تتكون السركاريا البعدية (الشكل 70). فاذا ما ابتلعها مضيف نهائي final or definitive host كالاغنام او الانسان مثلا تدخل الى جهازه الهضمي. وتصل الى امعائه حيث تصل تجويفه الجسمي. واخيرا تصل كبده اما عن طريق اختزاق جداره. او قد تنتقل عن طريق

الاوردة البوابية الكبدية hepatic portal veins. وتستقر في القنوات الصفراوية وتتحول الى دودة بالغة.



الشكل (69) السركاريا في الدودة الكبدية.



الشكل (70) السركاريا البعدية للدودة الكبدية.

جامعة الموصل كلية الزراعة والغابات قسم وقاية النبات
المرحلة الاولى المادة حيوان عام نظري د. عبدالجبار خليل ابراهيم

المحاضرة الرابعة عشر

شعبة الديدان الكيسية
Phylum Aschelminthes

اقترح كروبن (1910) المصطلح Ascheiminthes الذي يتألف من كلمتين اغريقيتين، هما: Askos وتعني الكيس، وHeimins وتعني دودة. بدلا من المصطلح Nematheiminthes اي الديدان الخيطية.

المميزات العامة للديدان الكيسية
General Characters of Ascheiminthes

على الرغم من ان هذه الشعب تضم خمسة أصناف تختلف افرادها عن بعضها بعضا اختلافا كبيرا من حيث التركيب والمنشأ. الا انها تمتاز ببعض الصفات المشتركة، ومنها:

1. تمتلك جميعها جوفاً جسميا كاذباً او وهميا pseudocoelom.
2. حيوانات ثلاثية الطبقات tripiolastica.
3. تناظرها جانبياً.
4. القناة الهضمية عادة كاملة ومفتوحة اي لها فتحتا الفم والمخرج (او المجمع)، وقد يكون لها فتحة الفم فقط. وقد تكون القناة الهضمية معدومة احياناً.
5. اجسامها مغطاة بطبقة سميكة مرنة غير حية من الكيوتكل.
6. جهازها الابرازي يتألف من قنوات وتفريديا اولية protonephridia (خلايا لهية او بصيلات لهية flame bulbs).
7. جهازها العصبي يتكون عادة من طوق عصبي يحيط بالجزء الامامي من لقناة الهضمية. ومن عدد من الاعصاب التي تنشأ منها وتتجه نحو النهايتين الأمامية والخلفية للجسم.
8. تفتقر الى جهازي التنفس والدوران.
9. اغلبها مائية، قد تقطن المياه العذبة او المالحة. وبعضها الاخر يعيش خارج الماء.
10. قد تعيش بصورة حرة او تتطفل على الحيوانات والنباتات.
11. قد تتراوح احجامها بين ديدان صغيرة مجهرية وديدان يصل طولها الى مترا او اكثر.
12. اغلبها ثنائي المسكن اي احادي الجنس. وتكون الذكور فيها اصغر حجماً من الاناث.

التصنيف Classification

يختلف تصنيف هذه الشعبة اختلافا كبيراً. وذلك بسبب اختلاف اصول افرادها وتركيبها. وهكذا، فقد تقسم هذه الشعبة الى خمسة اصناف رئيسة، هي:

1. صنف الديدان الدوارة (العجليات = الدولابيات) Class Rotifera (Rotitaria)
2. صنف بطنية الاهداب Class Gastrotricha
3. صنف متحركة الخرطوم Class Kinorhyncha
4. صنف الديدان الشعرية Class Nematomorpha
5. صنف الديدان الخيطية Class Nematoda

او قد تعتبر الشعبة عظمى (فوق الشعبة) superphylum. وتعامل عندئذ الاصناف المذكورة في اعلاه معاملة شعب phyla مستقلة. على أية حال. يمكن ان نتبع احدى الطريقتين السابقتين في التصنيف. ولتكن الأولى، اي ان للشعبة خمسة أصناف هي:

أ- صنف العجليات Class Rotifera: ويضم ما يقرب من 1500 نوع، وتمتاز افراده بما يأتي:-

1. حيوانات مجهرية صغيرة تقطن المياه العذبة او البحرية.
2. تحاط اجسامها بطبقة من الكيوتكل على هيئة درع صلب.
3. تحمل مقدمتها الاكليل، او التاج Corona الهدبي. او العضو العجلي wheel organ. في حين تحمل مؤخرتها اي قدمها الاصابع والغدد السمنتية cement glands.
4. جهازها الهضمي كامل او غير كامل. ويحتوي البلعوم على عضو المضغ mastax.
5. الجهاز العصبي عبارة عن عقدة عصبية مخية cerebral ganglion. وعدد من الالياف العصبية. اما الحبال العصبية nerve cords فغير موجودة.
6. الاجناس فيها منفصلة. والذكور اصغر من الاناث عادة. والتكاثر قد يكون جنسياً او عذريا parthenogenetically، النمو مباشر. المثال: *Asplanchna*، *Epiphanes*، *Philodina*، *Brachionus*.

ب- صنف بطنية الاهداب Class Gastrotricha: ويحوي قرابة 175 نوعا، ولها مميزات مشتركة، ومن أهمها:

1. حيوانات مجهرية صغيرة. سطحها البطني المسطح يحمل اهداباً.
2. تقطن المياه العذبة او البحرية.
3. طبقة الكيوتكل رقيقة وشوكية وذات تآليل عادة.
4. الجهاز العصبي مؤلف من عقدة مخية وحبلين عصبيين طوليين جانبيين.
5. التكاثر جنسي او عذري. والنمو مباشر. المثال: *Chaetonotus*، *Macrodasys*، *Lepidodermella*.

ج- صنف متحركة الخرطوم Class Kinorhyncha: ويضم الصنف ما يقرب من 100 نوع، ومن مميزاتها العامة:

1. ديدان مجهرية صغيرة تعيش في البحار.
2. يتكون الجسم من 13 او 14 منطقة حلقية zonites متراكبة على بعضها.
3. للكيوتكل هيئة شوكية. الا ان الاهداب معدومة.
4. تحاط المنطقة الرأسية القابلة على الامتداد والانسحاب بهالة من الاشواك.
5. جهازها الهضمي كامل.
6. جهازها الابرازي التفريدي الاولي مكون من قناتين تتصل كل منهما بخلية لهبية.
7. الجهاز العصبي مكون من عقدة عصبية مخية وحبل عصبي عقدي بطني وسطي.
8. الاخصاب داخلي، والنمو غير مباشر (عدة مراحل يرقية) المثال: *Centroderes*، *Pycnophyes*، *Echinoderes*.

د- صنف الديدان الشعرية Class Nematomorpha: ويضم حوالي 250 نوعاً. ومن أهم مميزات أفراده ما يأتي:

1. ديدان يتراوح طولها من بضعة مليمترات الى متر واحد.
2. يرقاتها طفيلية على الجراد والصرصر، في حين البالغة حرة المعيشة.
3. للكيوتكل حليمات.
4. اجسامها اسطوانية نحيفة طويلة، وتجويفها الكاذب شبه مملوء بالنسيج البارنكيمي.
5. القناة الهضمية في الديدان البالغة مضمحلة.
6. ينعدم فيها جهاز الدوران والتنفس والابراز.
7. للجهاز العصبي طوق عصبي حول بلعومي وحبل عصبي بطني وسطي، المثال: *Paragordius*، *Nectonema*.

هـ- صنف الديدان الخيطية Class Nematoda: ويضم حوالي (10000) نوع وتمتاز افراده بما يأتي:

1. ديدان مائية او ارضية او طفيلية.
2. الجسم اسطواني طويل.
3. الكيوتكل سميك والبشرة على هيئة مدمج خلوي syncytium.
4. يحوي جدار الجسم على العضلات الطولية فقط والتي تقسم الى اربعة مجاميع بواسطة الخطوط الاربعة للبشرة.
5. القناة الهضمية كاملة والبلعوم عضلي.
6. للجهاز العصبي حلقة عصبية عقدية تحيط بالقناة الهضمية يمتد منها اثنا عشر عصبا. ستة منها امامية وستة خلفية عادة او قد تكون اكثر في الجهة الخلفية.
7. الاجناس منفصلة والذكور اصغر من الاناث عادة. والتكاثر جنسي فقط، والاخصاب داخلي. والنمو مباشر. واليرقة تعاني عدة انسلاخات، المثال: *Ascaris*، *Wuchereria*، *Trichinelta*، *Trichuris*، *Enierobius*، *Rhabdities*، *Necator*، *Ancylostoma*.

المثال: اسكارس Ascaris

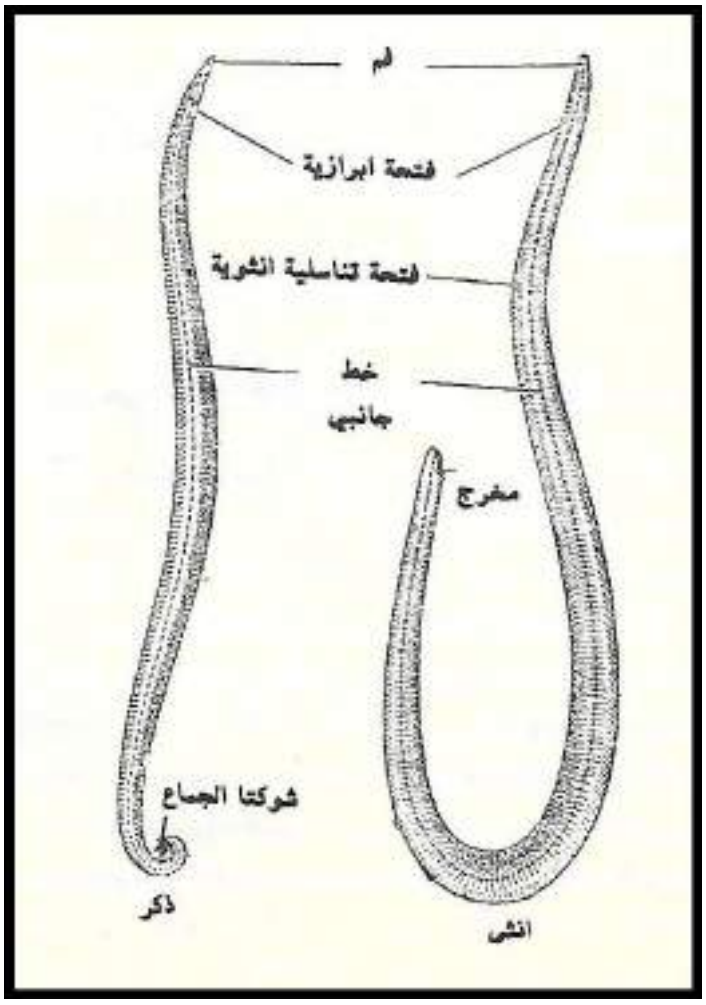
الاسكارس من الطفيليات المعوية الداخلية الممعنة في القدم. وتعد من الديدان الخيطية المعروفة. وذلك لسببين، اولهما ان الدودة كبيرة الحجم. وثانيهما انها واسعة الانتشار. فمنها ما يصيب الانسان مثل *Ascaris humbricoides humanis* او الخنازير مثل *A.lumbricoides suum*، او الخيول مثل *A. megalocephala* و *Parascaris equorum*وقد تصيب الطيور ومنها الدجاج مثل Ascaris galli. ومما تجدر الاشارة إليه ان الاسكارس التي تصيب الانسان وتلك التي تصيب الخنازير متشابهة مظهرا وتركيبا الا انها مختلفة فسلجة اذ ان الاطوار اليرقية المعدية لاسكارس الخنازير تستطيع ان تصيب الانسان. الا انها سرعان ما تختفي، ولا تستطيع اكمال دورة حياتها. وهكذا، يعتقد الباحثون ان الطفيليين ينتميان الى نوعين (نوعين ثانويين) subspecies هما *suum* و*humanis* تابعين لنوع واحد *himbricoides*.

المظهر الخارجي External Features

الاجناس منفصلة (الشكل 71) ويمكن تمييز الجنسين بسهولة. إذ يتراوح طول الذكر (15-30) سم. وقطره (2-4) ملم. وتنحني نهايته الخلفية الى الجهة البطنية على شكل الحرف – ل. في حين يتراوح طول الانثى (20-40) سم. وقطرها (3-6) ملم. وتبقى نهايتها الخلفية مستقيمة. للاسكارس شكل اسطواني مستدق من الطرفين الامامي والخلفي. ولون وردي فاتح او اسفر باهت. ويغطي الجسم طبقة سميكة من الكيوتكل. الا انها مرنة ملساء ذات مظهر مخطط وبصورة مستعرضة. ومقاومة لتأثيرات الانزيمات الهاضمة في امعاء المضيف. اذ تعيش بصورة سائبة في تجويف الامعاء الدقيقة. تمتد على طول الجسم اربع تثخنات لطبقة البشرة نحو التجويف الوهمي للجسم. خطان منها كبيران جانبيان lateral lines يحوي كل منهما قناة ابرازية. في حين يمثل الخطان الاخران الصغيران الخط الظهري dorsal lines القريب من الامعاء عادة. والخط البطني ventral line البعيد عن الامعاء. ويحويان على الحبلين العصبيين الظهري والبطني. على التوالي، تفتح على السطح الخارجي للجسم عدة فتحات، وهي:-

1- فتحة الفم Mouth: وهي فتحة كبيرة تقع في النهاية الامامية للجسم في كلا الجنسين. وتحاط بثلاث شفاه احداهما ظهرية، واثنتان بطينتان – جانبيتان. للشفاه حليمات خارجية وتراكيب سنية داخلية.

2- فتحة المخرج Anus او المجمع Cloaca: للمخرج فتحة مستعرضة محاطة بشفاه متثخنة تقع على السطح البطني قبل نهاية الجسم للأنثى. في حين تقع فتحة المجمع في الجهة البطنية قبل نهاية الجسم في الذكر.



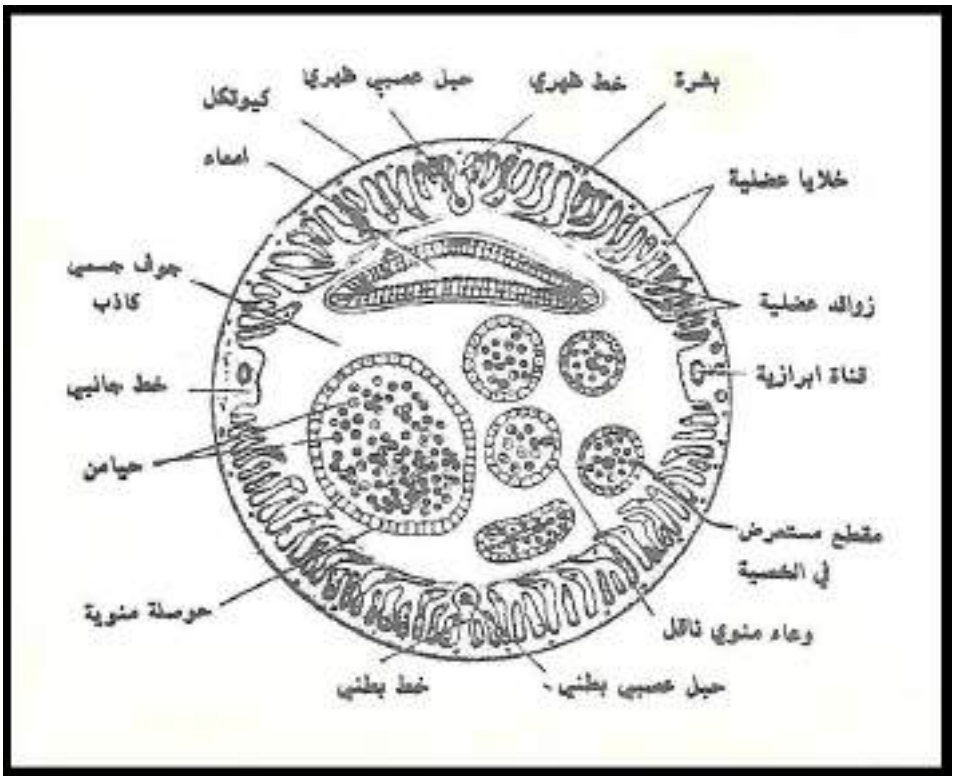
الشكل (71) اسكارس لمبريكويدس. المظهر الخارجي للذكر والانثى.

3- الفتحة الابرازية Excretory Pore: وهي فتحة صغيرة تقع على الجهة البطنية خلف الفم بمسافة 2 ملم ففي كلا الجنسين.

4- الفتحة التناسلية الانثوية Vulva: وهي فتحة تناسلية انثوية تقع عند نهاية الثلث الأول للجسم على السطح البطني، وهي فتحة مستقلة عن المخرج. اما في الذكر فالفتحة التناسلية مشتركة مع فتحة المخرج. وعليه يطلق عليها بالمجمع Cloaca وتقع على الجهة البطنية قبل نهاية الجسم بمسافة قليلة (3-2 ملم). تبرز من فتحة المجمع اثناء الجماع شوكتا الجماع او السفاد Copulatory spicules.

جدار الجسم Body Wall: يتألف جدار الجسم في الاسكارس (الشكل 72) من الطبقات الآتية:

1- الكيوتكل Cuticle: طبقة سميكة مرنة شفافة واقية من المؤثرات الخارجية كالانزيمات الهاضمة للمضيف وغيرها. ينشأ الكيوتكل من البشرة ويحيط بالجسم، ويتكون من عدة طبقات ثانوية وتركيبه معقد. كما يبطن الكيوتكل تجويف القناة الهضمية للفم والبلعوم والمخرج والمجمع والمستقيم.



الشكل (72) مقطع مستعرض للاسكارس الذكر.

2- البشرة Epidermis: تلي طبقة الكيوتكل. وتكون على هيئة مدمج خلوي syncytium. وتتثخن في اربعة مناطق. كما ذكر سابقاً. لتكون الخيوط الاربعة. الخطين الجانبين. والخطين الظهري والبطني التي تمتد طوليا وتعمل كتراكيب ساندة وتحافظ على ابقاء الشكل الاسطواني للجسم.

3- العضلات Muscles: تلي العضلات طبقة البشرة. وهي طبقة واحدة من خلايا عضلية طولية فقط تقسمها الخطوط الاربعة للبشرة الى اربع مجاميع. تتكون كل خلية عضلية طولية فقط من جزئين رئيسين. جزء قاعدي عضلي يحوي لييفات عضلية لها القابلية على التقلص والانبساط ويكون هذا الجزء في تماس مع البشرة. اما الجزء القمي من الخلية العضلية فهو بروتوبلازمي. ويحوي النواة، وتتجه نهايات الاجزاء البروتوبلازمية للخلايا العضلية الموجودة في النصف العلوي من الجسم نحو الخط الظهري لتنغرس فيه. في حين تتجه نهاياتها البروتوبلازمية في النصف السفلي من الجسم نحو الخط البطني لتنغرس فيه. وهكذا تبتعد النهايات البروتوبلازمية للخلايا العضلية الطولية عن الخطين الجانبيين.

الجوف الجسمي الوهمي Pseduocoel: هو عبارة عن الفراغات والتجاويف الموجودة في خمس خلايا عملاقة giant cells تسمى خلايا الجوف الوهمي pseudocoelocytes التي تشغل الحيز الموجود بين جدار الجسم والقناة الهضمية. وعليه فالجوف الجسمي كاذب او وهمي. لأنه لا ينشأ من الاديم المتوسط. وغير مبطن بالبريتون.

الجهاز الهضمي Digestive System: للاسكارس قناة هضمية (الشكل 73) كاملة تبدأ بفتحة الفم. وتنتهي بالمخرج (في الانثى) او المجمع (في الذكر). القناة الهضمية مستقيمة. وذات موقع ظهري، وتتكون من:

1- فتحة الفم: لاحظ الفتحات الخارجية في الصفحة 208.

2- التجويف الفمي Buccal Cavity: تجويف قصير مبطن بالكيوتكل يتصل من الامام بفتحة الفم ومن الخلف بالبلعوم.

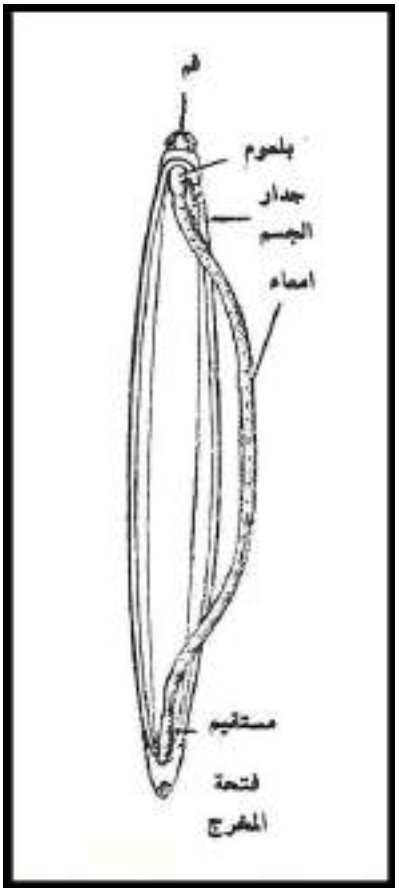
3- البلعوم Pharynx: تركيب انبوبي اسطواني ذو جدران عضلية مبطن بالكيوتكل ايضا. ويؤدي الى الامعاء.

4- الامعاء Intestine: انبوبة مستقيمة مسطحة ظهريا – بطنيا تقترب من السطح الظهري وتقوم الخلايا العمودية ذات الخملات الدقيقة المبطنة للامعاء بامتصاص للمواد الغذائية المهضومة. لا وجود للعضلات في منطقة الامعاء.

5- المستقيم Rectum: وهو شبيه بالامعاء. الا انه يختلف عنها في احتوائه على الياف عضلية. كما انه يحوي غددا مستقيمة. يلتقي المستقيم في الذكور مع القناة القاذفة ليكون الجزء الاخير من القناة الهضمية اي المجمع Cloaca. اما في الاناث فيفتح في المخرج.

6- فتحة المخرج او المجمع: لاحظ الفتحات الخارجية في الصفحة 208.

توجد الاسكارس في تجويف الامعاء الدقيقة للانسان. وتحصل على غذائها الجاهز للامتصاص من المواد الغذائية المهضومة الموجودة في تجويف امعاء المضيف. ويساعدها البلعوم العضلي في ذلك. ثم يقوم النسيج الطلائي المعوي بعملية الامتصاص.



الشكل (73) اسكارس انثى مشرحة بجهاز الهضم.

الجهاز الابرازي Excretory System: عبارة عن تجاويف داخل خلوية intracellular cavities لخلية واحدة عملاقة او اكثر (الشكل 74). تتخذ التجاويف الابرازية هيئة الحرف H. اذ يوجد هناك زوج من التجاويف الانبوبية الطويلة الممتدة داخل الخطين الجانبين. تلتقي الانبوبتان الابرازيتان الطوليتان قرب النهاية الامامية للدودة بوساطة عدد من القنوات الابرازية المستعرضة. تقع نوى الخلايا الابرازية في هذه المنطقة. ومما تجدر الاشارة اليه ان القناة الطولية اليمنى ضيقة. وتمتد نهايتها العوراء بعد منطقة ترابط القناتين بمسافة قصيرة. اما القناة اليسرى الواسعة فتمتد هي الاخرى مسافة قصيرة بعد منطقة الترابط. الا انها تفتح الى الخارج عن طريق الفتحة الابرازية.

ومن اهم وظائف الجهاز الابرازي تنظيم الضغط الاوزموزي اي تنظيم كمية الماء الموجودة في الجسم اضافة الى طرح اليوريا. كما تساهم القناة الهضمية في التخلص من اليوريا والامونيا.

التنفس Respiration: التنفس لاهوائي anaerobic. اذ توجد كمية قليلة للغاية من الاوكسجين في تجويف الامعاء. او قد ينعدم الاوكسجين تماما حيث توجد هذه الديدان. وتحصل على الطاقة من تحطيم الكلايكوجين.

الجهاز العصبي Nervoum System: الجهاز العصبي معقد. وجيد التكوين، ويتألف من طوق او حلقة عصبية حول بلعومية clrcumpharyngeal nerve ring التي تحمل عدة عقد عصبية رأسية cephalic ganglia. تنشأ من هذه الحلقة العصبية وعقدها ثمانية اعصاب امامية قصيرة. وثمانية اعصاب خلفية طويلة يمتد اثنان منها على طول الجسم في الخطين الطوليين الظهري والبطني. وهكذا يدعيان بالحبلين العصبيين الظهري والبطني. على التوالي هناك عدد من الالياف العصبية المستعرضة التي تربط الاعصاب الطولية مع بعضها بعضاً.

الجهاز التناسلي Reproduction System: الدودة احادية الجنس، والتمايز الشكلي واضح بين الذكور والاناث.

يتكون الجهاز التناسلي الذكري (الشكل 72، 75) من:

1- الخصية Tentis: تركيب خيطي نحيف طويل ملتف على بعضه وعلى الامعاء. تقوم الخصية بتكوين الحيامن من جدارها الطلائي المكون من طبقة واحدة من خلايا مكعبة.

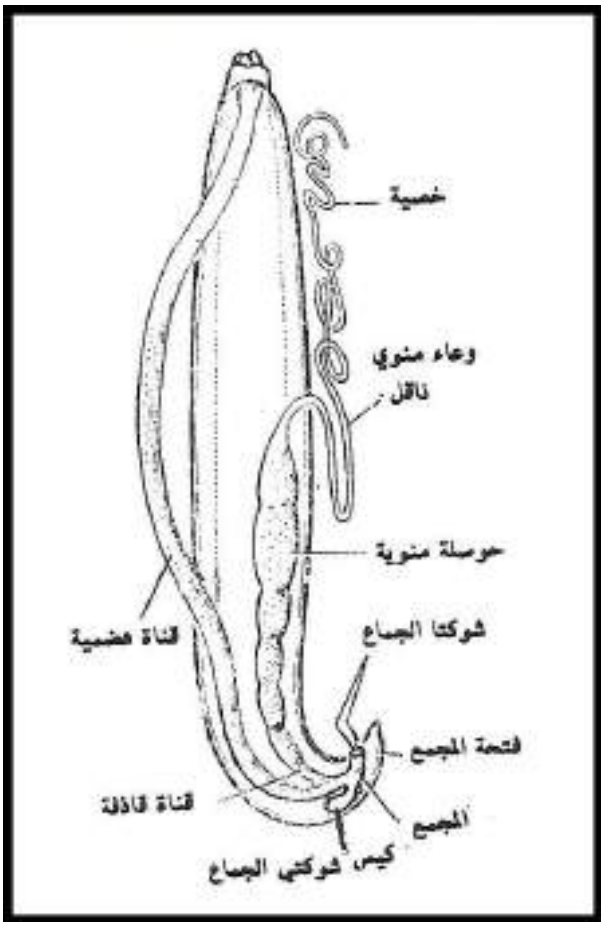
الشكل (74) الجهاز الابرازي في الاسكارس.

2- القناة المنوية الناقلة Vas Deferens: تتصل الخصية بقناة تقوم بنقل الحيامن تدعى بالقناة المنوية او الوعاء المنوي الناقل. للوعاء المنوي قطرا يقارب قطر الخصية الا انه اقصر منها. يتجه الوعاء المنوي نحو الخلف ليفتح في الحويصلة المنوية.

3- الحويصلة المنوية او الكيس المنوي Seminal Vesicle or Vesicula Seminalis: تركيب انبوبي عضلي واسع يفيد في خزن الحيامن. يمتد الكيس المنوي نحو الخلف ويقترب من فتحة المجمع اذ يتصل بالقناة القاذفة.

4- القناة القاذفة Ejaculatory Duct: وهي قناة قصيرة ضيقة ذات طبيعة غدية – عضلية. تساعد افرازاتها في عملية الجماع.

5- المجمع Cloaca: تفتح القناة القاذفة في الجزء الأخير من القناة الهضمية مكونة ما يدعى بالمجمع الذي يفتح الى الخارج عن طريق فتحة المجمع. يحوي جدار المجمع شوكتين للجماع واللتين تبرزان عبر فتحة المجمع في اثناء فترة الجماع. وتعملان على توسيع الفتحة التناسلية الانثوية. وتسهيل نقل الحيامن إليها.



الشكل (75) اسكارس ذكر مشرح الجهاز التناسلي الذكري.

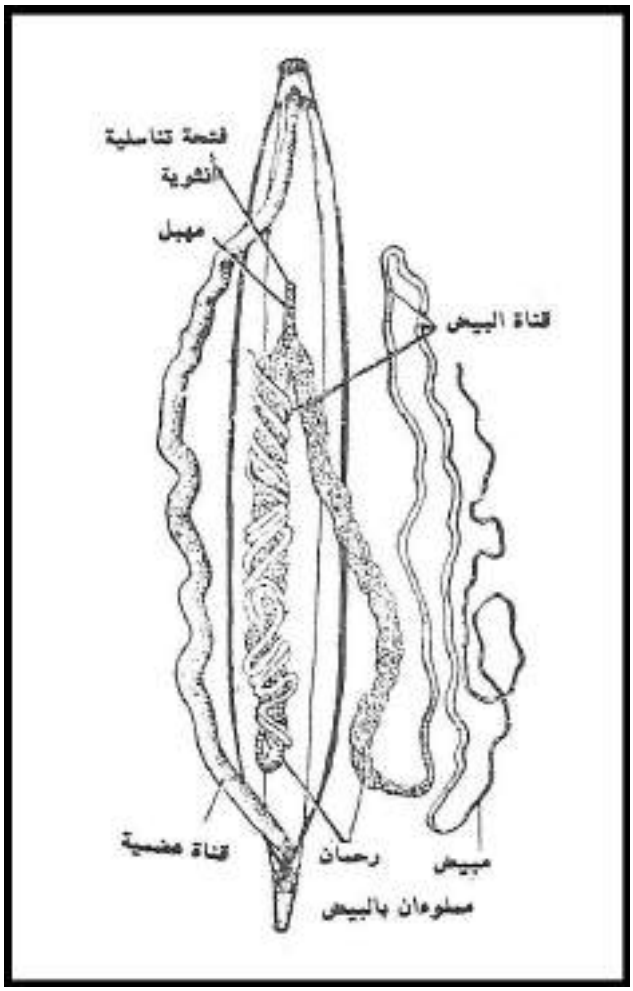
أما الجهاز التناسلي الانثوي (الشكل 76، 77) فيتكون من:

1- المبيضين Ovaries: تركيبان خيطيان نحيفان ملتفان التفافا شديداً للمبيضين طبقة من خلايا طلائية مسؤولة عن تكوين البيوض وهما يشبهان الخصية في ذلك. الا انهما يحويان محوراً مركزياً من السايتوبلازم Cytoplasmic rachis. تشبه المقاطع المستعرضة المارة خلال المبيضين مقاطع مارة في البرتقالة او تشبه عجلة الدراجة الهوائية.

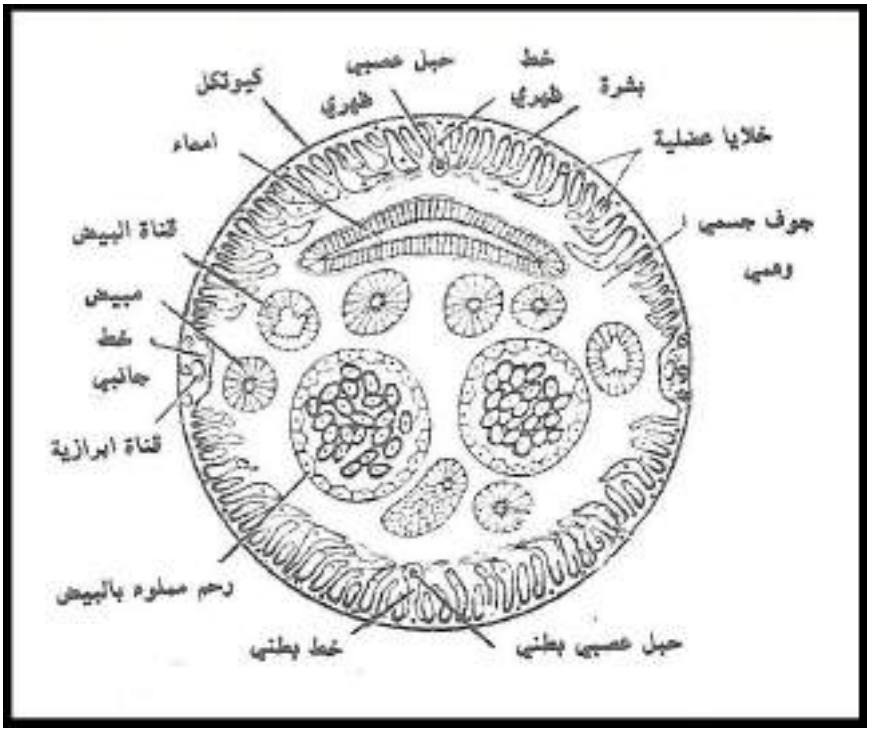
2- قناتي البيض Oviducts: يتصل بكل مبيض قناة للبيض تقوم بنقل البيوض، وتشبه المبيض من حيث التركيب ما خلا انها تفتقر الى المحور السايتوبلازمي المركزي. وهكذا، فان القناتين تحويان تجويفا وسطيا لنقل البيوض. تتجه قناتا البيض نحو الامام. وتلتقي كل منهما برحم.

3- الرحمين Uteri: عبارة عن قناتين واسعتين تتصل كل منهما باحدى قناتي البيض. يشبه تركيب جدار الرحم uterus. الى حد كبير. جدار قناة البيض، اما تجويف الرحمين فواسع جدا ويحوي اعدادا كبيرة للغاية من البيوض. يقوم الرحمان باستقبال البيوض وخزنها مؤقتا. يتجه الرحمان نحو الفتحة التناسلية. ويلتقيان مكونين المهبل.

4- المهبل Vagina: تركيب انبوبي قصير عضلي وسطي ينشأ من التقاء الرحمين. ويفتح المهبل في الفتحة التناسلية الانثوية المستعرضة الواقعة على السطح البطني في الخط الوسطي الطولي البطني عند نهاية الثلث الأول من الجسم.



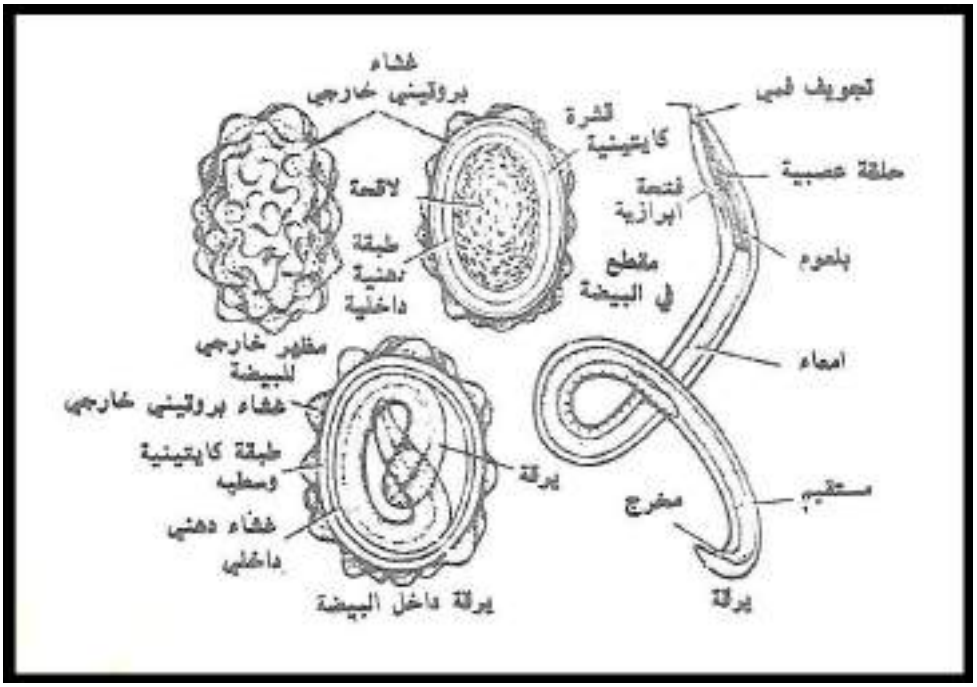
الشكل (76) اسكارس انثى مشرحة الجهاز التناسلي الانثوي.



الشكل (77) مقطع مستعرض في الاسكارس الانثى.

دورة الحياة Life Cycle

في اثناء عملية السفاد. تبرز شوكتا الجماع للذكر من فتحة المجمع وتدخل في فتحة المهبل للانثى وتعمل على ابقاء الفتحة مفتوحة لتسهيل حركة وانتقال الحيامن من الفتحة المجمعية الذكرية الى فتحة المهبل. فالرحمين، ثم الى قناتي البيض حيث يحدث الاخصاب fertilization فيهما او في الرحمين قرب منطقة التقائهما بقناتي البيض. تحاط البيضة بغلاف سميك منهد من السطح الخارجي. تستطيع الانثى الواحدة ان تنتج قرابة 27 مليون بيضة. تطرح الانثى البيوض المخصبة المحاطة بقشرة الى داخل تجويف الامعاء الدقيقة للمضيف. ثم تطرح الى الخارج مع برازه وقد تبقى البيوض حية لعدة سنوات فهي تقاوم الظروف البيئية السيئة عندما تمر البيوض بظروف مناسبة من درجة الحرارة والرطوبة والاوكسجين. فانها تنقسم وتمر بمراحل جنينية. وتكون يرقة صغيرة (الشكل 78). وتصبح معدية infective بعد اسبوع من تكوينها. وبعد انسلاخها داخل قشرة البيضة. فاذا ما ابتلعت البيوض الحاوية على الاطوار اليرقية الثانية المعدية second infective larval stages من قبل الانسان عن طريق المأكل والمشرب فانها تدخل معدته، ثم امعاءه الدقيقة حيث تحفز العصارات الهضمية للمضيف اليرقات المعدية وتنشطها فتشق طريقها عبر غلاف البيضة. فتتحرر داخل تجويف الامعاء.



الشكل (78) بعض المراحل من دورة حياة الاسكارس.

تخترق هذه اليرقات جدار الامعاء. وتدخل مجرى الدم او اللمف لتصل الى الكبد بواسطة الوريد البابي الكبدي. تبقى في الكبد بضعة ايام، ثم تكمل هجرتها عبر الوريد الاجوف السفلي الى ان تصل القلب. فتدخل الاذين الايمن ثم البطين الايمن. وتضخ مع الدم غير المؤكسج الى الرئتين عبر الشرايين الرئوية. تعاني اليرقات انسلاخين في الرئة. ثم تخترق اليرقات جدران الحويصلات الرئوية. وتدخل تجويفها. ثم تتابع سيرها في القصيبات الهوائية حتى تصل الرغامي trachea، ثم البلعوم فالمريء. فالمعدة. فالأمعاء الدقيقة حيث بدأت منها هجرتها التي تستغرق حوالي عشرة أيام. وهنا تنسلخ اليرقات للمرة الرابعة. ثم تتحول الى ديدان بالغة خلال فترة (6-10) اسابيع.

أضرار الاسكارس: تحدث الاسكارس اضراراً بالغة. منها ما تحدثه اليرقات في اثناء هجرتها داخل اعضاء واجهزة الجسم المختلفة. ومنها ما تحدثه الديدان البالغة.

1- اضرار اليرقات: تخترق اليرقات جدران الامعاء مسببة نزفاً داخلياً. وفقر الدم. وتقلصاً عضلياً. وحمى، كما تسبب تلفا للنسيج الكبدي. ونزفاً دموياً في اثناء اختراقها للحويصلات الرئوية فتظهر اثاره في بصاق المصاب (المضيف) وتسبب ايضا التهابات شديدة. وسعالاً نتيجة تهيج الغشاء المخاطي للقصيبات الرئوية. ومما تجدر الاشارة إليه. ان بعض اليرقات قد تخطيء طريقها فتدخل اعضاء اخرى كالدماغ والكليتين والحبل الشوكي مسببة قروحاً خطيرة.

2- اضرار الديدان البالغة: تتلف الديدان البالغة الغشاء المخاطي الطلائي للأمعاء اذ تتعلق بها بوساطة شفاهها الحاملة لتراكيب سنية وتسبب النزف. اما المواد السامة التي تتكون من الديدان البالغة فقد تسبب آلاما معوية. وحالات عصبية. واسهالاً، وتقيوءاً. وفقداناً للشهية. كما انها تعيق هضم البروتينات في امعاء المضيف. قد تدخل بعض الديدان القنوات الصفراوية فتسدها. او قد تسبب تلفاً لنسيج الكبد. او تدخل الزائدة الدودية مسببة التهابها. كما قد تسبب الاختناق حيث تصل المعدة والمريء. وبالأخص عند التقيؤ فتسد القصبة الهوائية. اما اذا زاد عددها في الأمعاء (لقد وجدت حالات وصل فيها عددها في المضيف الواحد قرابة 5000 دودة) فتؤدي الى انسداد الأمعاء واذا لم تستأصل هذه الأجزاء من الأمعاء فانها تسبب موت الإنسان المصاب.

جامعة الموصل كلية الزراعة والغابات قسم وقاية النبات
المرحلة الاولى المادة حيوان عام نظري د. عبدالجبار خليل ابراهيم
المحاضرة االخامسة عشر