علم الحيوان Zoology

علم الحيوان Zoology : وهو أحد فروع علم الأحياء Biology والذي يتناول دراسة الحيوان من حيث كل من:التركيب، الوظيفة، طرق التعايش، وانتقال المادة الوراثية على مدى الأجيال. **وتتكون كلمة Zoology** باليونانية من جزئين هما *zoo'n* بمعنى حيوان و *logos* بمعنى علم أو دراسة.

تملك أفراد هذه المملكة صفات حيوانية أكيدة. فهي كائنات غير ذاتية التغذية وتعتمد على غيرها في الحصول على الغذاء والقسم الأكبر منها مفترس. كما تتحرك معظم أفرادها من مكان إلى آخر(حركه كلية او حركة موضعية) وذلك عكس النباتات.

يشتمل علم الحيوان على الفروع الآتية:

1. علم الشكل الظاهري : **Morphology** وهو يختص بدراسة شكل وتركيب الحيوان.
2. علم الأنسجة : **Histology** وهو يختص بدراسة التراكيب الميكروسكوبية للأنسجة الحيوانية.
3. علم الخلية: **Cytology** وهو يختص بدراسة التركيب والوظيفة للخلية.
4. علم الوظائف: **Physiology** كل دراساته تهدف إلى معرفة الكيفية والآلية التي يقوم من خلالها الحيوان بوظائفه.
5. علم الأجنة: **Embryology** وهو يختص بدراسة تلك الكيفية التي يتم بها نمو الأجنة أو تطورها.
6. علم البيئة: **Ecology** وهو يدرس العلاقة بين الكائنات الحية، وبين البيئة المحيطة بهم، كيف يوثر كل منهما في لآخر.
7. علوم التصنيف: **Taxonomy** وهو الفرع المختص بترتيب الأنواع المختلفة من الحيوانات تحت نظام معين، ووفقا لقاعدة معينة. عادة يعتمد التصنيف على أساس: التطور والرقى.
8. علم الحفريات: **Palaentology** وهو يدرس الكائنات المنقرضة من خلال حفرياتها الباقية حتى اليوم.
9. علم سلوك الحيوان: **Ethology** وهو علم يدرس سلوكيات الحيوان

الحياة ومظاهرها Life and it`s manifestation

ان للحياة مظاهر تدل على وجودها وتعبر عنها وحيثما وجدث هذه المظاهر وجدت الحياة وان غياب اي من هذه المظاهر ينفي وجود الحياة ومن هذه المظاهر التي تتميز الكائنات الحية عن غيرها بخصائص مما يجعلها مختلفة شكلياً وبنائياً كالتغذية (الحاجة إلى طاقة)، الحركة ، النمو، التكاثر، الأيض ، الإخراج ، التكيف ، والاستجابة للمؤثرات :

1 – التغذية (او الحاجة للطاقة) Nutrition

تتغذى الكائنات الحية لسببين رئيسين هما :

- الحصول على المواد الضرورية لبناء جسمها
- الحصول على الطاقة اللازمة لفعالياتها الحيوية

وتمر عملية التغذية بسلسلة خطوات هي

- تناول الطعام Ingestion
- هضم الطعام Digestion
- امتصاص الطعام المهضوم Absorption
- طرح الفضلات (التبرز) Egestion

وان سبب التغذية هو كون معظم الكائنات الحية لا تستطيع صنع غذائها لذلك فهي تحتاج مواد عضوية معقدة مثل الكاربوهيدرات (السكر والنشأ) والدهون والبروتينات (كاللحوم) كغذاء للنمو والبقاء على قيد الحياة وتحصل الكائنات الحية على غذائها جاهزاً – بطريقة مباشرة أو غير مباشرة – من النباتات أو من الحيوانات ؛ وتسمى هذه الكائنات غير ذاتية التغذية Heterotrophic بينما تقوم بعض أنواع البكتيريا والطحالب والنباتات بصنع المواد العضوية التي تحتاج إليها من مواد غير عضوية بسيطة بوساطة عملية البناء الضوئي، وتوصف هذه الكائنات بأنها ذاتية التغذية Autotrophic، وقد تحدث عملية هضم الغذاء داخل الخلايا – كما في أميبا – إذ تبتلع المادة الغذائية بتكوين أقدام كاذبة حولها وتهضمها داخل الفجوة الغذائية، أو يحدث الهضم خارج الخلايا؛

داخل قناة هضمية – كما في الإنسان – إذ تهضم جزئيات الطعام في هذه القناة ثم تنتقل إلى داخل الخلايا عن طريق الانتشار أو النقل النشط، أو قد يحدث الهضم في الوسط المحيط؛ كما في الفطريات.

2- النمو Growth

يعرف النمو في علم الأحياء بأنه الزيادة في كتلة الكائن الحي وحجمه نتيجة زيادة كمية المادة الحية فيه. ويحدث النمو نتيجة الانقسام المتساوي (غير المباشر) للخلايا وزيادة حجمها، ومن ثم تخصصها لتكون أنسجة وأعضاء وكل الخلايا قادرة على الانقسام في المراحل الأولى من نموها، أما في المراحل اللاحقة؛ فيقتصر الانقسام على مناطق معينة من جسم الكائن الحي، كالقمم النامية في النبات، والطبقة الداخلية المولدة من خلايا بشرة الجلد في الإنسان.ويحدث النمو عندما تزيد كمية الغذاء الممتصة على كمية الغذاء المهضومة لإنتاج الطاقة اللازمة للوظائف الحيوية المختلفة فإن الفرق بين الكميتين يضاف إلى مادة الجسم عندها نقول أن الجسم ينمو بيولوجيا ويعرف النمو بأنه الزيادة في الوزن الجاف للجسم ويزيد وزن الجسم للكائن الحي في الأعمار الأولى ويتوقف عند وزن وحجم ثابت كما أن جسم الحيوان له القدرة على إصلاح ما يفسد عند التئام الجروح أو تعويض الأجزاء المقطوعة أو كقدرة بعض الحيوانات على التجدد مثل دودة الأرض ونجم البحر والأسفنج وتنمو النباتات بأحجام كثيرة وبعضها ينمو بطرق مختلفة تكوين براعم طرفية ذات خلايا إنشائية فتكون الأوراق والأغصان ويزداد النبات تفرعا وتصل الشجار إلى أحجام كبيرة جدا وتحدث في أجسام الكائنات الحية جميعها تفاعلات كيميائية ضرورية للتغذية والنمو وإصلاح الأنسجة التالفة وتحويل الطاقة إلى شكل يمكن الاستفادة منه، وتسمى هذه التفاعلات بعلميات الأيض Metabolism. وعمليات الأيض مستمرة في أجسام الكائنات الحية كافة؛ ويؤدي توقف هذه العمليات إلى موت الكائن الحي. ويتضمن الأيض عمليات بناء وهدم؛ وعمليات الهدم Catabolism هي: التفاعلات التي يتم بها تحطيم الجزئيات المعقدة إلى جزئيات بسيطة التركيب؛ فينتج منها طاقة .وعمليات البناء Anabolism هي: التفاعلات التي يتم بها تكوين جزئيات معقدة من جزئيات بسيطة التركيب وتكون عمليات البناء أسرع من عمليات الهدم في الكائنات الحية في أثناء نموها. لماذا؟ أما في معظم الكائنات البالغة فإن عمليات البناء والهدم تكون متوازنة.

3-الحركة: Movement

ظاهرة تتميز بها الكائنات الحية جميعها؛ فمعظم الحيوانات قادرة على الانتقال من مكان إلى آخر، وهذا ما يعرف بالحركة الانتقالية .Locomotion وتتحرك الكائنات الحية اما سعيا وراء الغذاء او هربا من الاعداء وقد تنتج الحركة الانتقالية من زوائد شعرية تبرز من الخلايا، قد تكون قصيرة وتسمى الأهدابcilia ؛أو طويلة نسبياً وتسمى الأسواط flagella؛ وقد تنتج الحركة الانتقالية من تغير شكل الخلية بتكوين أقدام كاذبة pseudopodia وهذا ما يعرف بالحركة الأميبية. ومعظم الحيوانات قادرة على الحركة الانتقالية في كل مراحل حياتها، وقليل منها قادراً على الانتقال من مكان لآخر في المراحل الأولى من حياته فقط، كالإسفنج والمرجان وبعض الطفيليات .وتوجد في بعض الكائنات التي تبدو ثابتة كالنباتات – حركة موضعية؛ أي حركة لأجزاء من النبات، كحركة أوراق النباتات آكلة الحشرات، وحركة فتح الثغور وإغلاقها في الأوراق، والانتحاء الضوئي phototropism، كذلك، إذا نظرت إلى خلايا حية تحت المجهر ستشاهد السيتوبلازم في حركة دورانية مستمرة تعرف بالحركة السيتوبلازمية (الدورانية).cyclosis

4- التنفس Respiration

تحتاج جميع الكائنات الحية الى التنفس الذي هو عملية هدم يحرق بواسطتها الكائن الحي غذاؤه للحصول على الطاقة الازمه لفعالياته الحيوية كالحركة مثلا ، ومعظم الكائنات الحية تتنفس الاوكسجين من الجو لتؤكسد الغذاء كالسكر لتحرير الطاقة المدخرة في هذا الغذاء :

$$C_6H_{12}O_7 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$$

وتعرف عملية حصول الكائن الحي على الاوكسجين من بيئته وتخلصه من ثنائي اوكسيد الكاربون بالتنفس الخارجي External respiration تمييزا عن اكسدة الغذاء التي تحدث داخل الخلايا الحية وهو ما نسميه بالتنفس الداخلي Internal respiration او التنفس الخلوي Cellular respiration وتحدث هذه العلمية داخل الخلايا بمساعدة عوامل عضوية مساعدة تسمى الانزيمات Enzymes .

5- الابراز (الإخراج) Excretion

ينتج من التفاعلات الكيميائية التي تحدث في أجسام الكائنات الحية فضلات سامة، وتقوم أجسام الكائنات الحية بالتخليص من هذه الفضلات بوساطة جهاز الإخراج، أو بتخزينها في أماكن خاصة من جسم الكائن الحي بشكل غير ضار. لا تمتلك النباتات جهازاً لإخراج، لكن النبات يتخلص من فضلاته بوسائل عدة، من بينها: تحويل بعض المواد إلى لغنين lignin وتخزينها في الجدار الخلوي، أو تخزينها في فجوات عصارية على شكل بلورات أو مواد سائلة. ولابد من التمييز هنا بين مصطلحين متقاربين في اللفظ وهما الابراز Excretion والافراز Secretion فالابراز هو تخلص الجسم من مواد عديمة الائدة اما الافراز فهو تكوين مواد نافعة للجسم مثل اللعاب والعصير المعدي اللذان يساعدان على الهضم .

6- الاستجابة للمؤثرات Irritability

تستجيب الكائنات الحية للمؤثرات؛ سواء أكانت هذه المؤثرات فيزيائية أم كيميائية؛ في الوسط الداخلي والخارجي. والمؤثرات التي تحدث استجابة في معظم الكائنات تشتمل على متغيرات عدة؛ منها التغير في لون الضوء واتجاهه وكثافته، والتغير في درجات الحرارة والضغط والصوت والتغير في التركيب الكيميائي للوسط؛ كالتربة المحيطة أو الهواء أو الماء. وفي الكائنات المعقدة التركيب – كالإنسان – توجد خلايا على درجة عالية من التخصص لها القدرة على الاستجابة لأنواع معينة من المؤثرات؛ كخلايا شبكية العين التي تستجيب للضوء؛ أما الكائنات بسيطة التركيب، فلا يوجد فيها مثل هذه الخلايا المتخصصة، لكن جسم الكائن الحي – بشكل عام – يمكنه الاستجابة للمؤثرات؛ فبعض الكائنات وحيدة الخلايا تستجيب للضوء الشديد بالابتعاد عنه. وتكون استجابة النباتات بطيئة وأقل وضوحاً من استجابة الحيوانات، وغالباً ما تستجيب النباتات للضوء والجاذبية الأرضية والماء وغيرها من المؤثرات بالنمو، كما أن حركة السايتوبلازم في خلايا النبات قد تزداد بتغيير كمية الضوء .وتستجيب بعض النباتات للّمس؛ كحركة أوراق النباتات آكلة الحشرات.

7- التكاثر Reproduction

هو قدرة الكائن الحي على ان ينتج افرادا جددا من نفس نوعه وهو على نوعان : تكاثر لا جنسي Asexual ؛ ويقصد به إنتاج أفراد جديدة من رد واحد دون الحاجة إلى وجود ذكر وأنثى كما في الاميبا ، وتكاثر جنسيSexual ؛ ويقصد به إنتاج أفراد جديدة نتيجة اندماج خلية ذكرية مع خلية أنثويه.

8- التكيف Adaption

يتعرض جسم الكائن الحي إلى تغيرات بيئية مختلفة، كالتغيرات في درجة الحرارة .ولا تتحمل معظم الكائنات الحية الانخفاض أو الارتفاع في درجة الحرارة، يجب أن تبقى مستقرة. ذاك ان العمليات الحيوية تتضمن الكثير من التفاعلات الكيميائية المختلقة. التي لا يمكن ان تحدث إلا إذا كانت الظروف ملائمة تمامًا. ويسمى الاستقرار الديناميكي للبيئة الداخلية للكائن الحي بالاستتباب.

البروتوبلازم Protoplasm

مادة سائلة تملأ الخلايا الحية وكلمة بروتوبلازم مشتقة من عبارتين هما Protos بمعنى ابتدائي والثانية Plasma وتطلق على الاشياء بعد اكتمالها ، ويعد العالم الفرنسي Dujarden 1835 اول من وصف هذه المادة الحية في الحيوانات الابتدائية واطلق عليها اسم (لحم Sarcode) تبعه العالم Thomson 1868 واشار الى ان البروتوبلاوم هو الاساس الفيزيائي للحياة .

والبروتوبلازم سائل عديم اللون تقريبا (رمادي باهت) نصف شفاف ، لزج الى حد ما ويشبه في قوامه زلال البيض وكثافته اكثر من كثافة الماء ويتركب من الماء بشكل أساسي بالاضافة الى مواد مختلفة تكون على ثلاث صور هي :

- بشكل ايونات كايون الملح المعدني
- بشكل صلب (غير ذائب) كالبلورات
- بشكل دقائق ملتصقة مع بعضها كالقطرات الدهنية

وللبروتوبلازم خواص مهمة منها :

- الاحتفاظ بالحالة السائلة او الهلامية اعتمادا على درجة الحرارة
- له خاصية الحركة البراونية بتاثير دقائق الماء المهتزة
- تكوين الغشاء السايتوبلازمي Plasma membrane
- يتاثر بدرجة الحرارة(عندما ترتفع الى 45ْ م وأكثر يتصلب ولا يعود الى حالته الاعتيادية ابدا)
- يتكون البروتوبلازم كيميائيا من الكاربون ، الهايدروجين ، النايتروجين ، الاوكسجين وعناصر اخرى بصورة اقل كالصوديوم والبوتاسيوم والكاليسيوم والفسفور والكبريت والكلور ، الحديد ، المغنيسيوم وعناصر نادرة مثل النحاس والزنك واليود والبروم المنغنيز و المينيوم والسليكون والبورون
- المركبات غير العضوية في البروتوبلازم تشمل الماء بنسبة 80% (تختلف نسبته حسب النسيج) وهو ضروري لان جميع التفاعلات الكيميائية تجري في وسط مائي كما انه يدخل في جميع التفاعلات الكيميائية ، الاملاح كالكلوريدات والكاربونات والكبريتات والفوسفات لعناصر الصوديوم والكاليسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم
- المركبات العضوية في البروتوبلازم تشمل الكاربوهيدرات Carbohydrates ، المواد الدهنية Lipids ، البروتينات Protiens

المجهر The Microscope

كان للمجاهر الضوئية دورا كبيرا في معرفة مكونات الخلية من العضيات. تعتبر المجاهر الوسيلة الأولى التي أمكن استخدامها في دراسة الخلية. ولعلها احد أهم الأسباب التي ساعدت ومازالت تساعد الباحثين في الكشف عن أسرار الخلية. وهناك نوعين من المجاهر المستخدمة في دراسة الخلية، وهي :

1. **المجاهر الضوئية(The light microscopes)**
2. **والمجاهر الالكترونية .(Electron microscopes)**

أ - المجاهر الضوئية :(The light microscopes) ويوجد نوعان من هذه المجاهر هما

1- المجهر الضوئي البسيط :(Simple light microscopes) وهو أول وابسط المجاهر التي أستخدمت في دراسة الخلية. ويتكون المجهر البسيط من عدسة زجاجية واحدة محدبة الوجهين. ومصدر الإضاءة فيه ضوء الشمس أو الضوء الكهربائي، وقوة التكبير فيه لا تزيد عن 25 مرة. ولم يعد استخدام مثل هذا النوع من المجاهر شائعاً في الوقت الحالي .

2- المجهر الضوئي المركب :(The compound light microscope) يمتاز هذا النوع من المجاهر الضوئية بقوة تكبير عالية قد تصل إلى ألف مرة. و يعتبر المجهر الضوئي المركب أكثر تعقيداً من المجهر الضوئي البسيط حيث يعتمد نظام التكبير فيه على مرور الضوء خلال العينة (Specimen) المراد فحصها إلى نوعين من العدسات، الأول يعرف بالعدسات الشيئية (Objective lenses) وهي القريبة من العينة. أما النوع الثاني فيعرف بالعدسات العينية (Ocular lenses) وهي العدسات التي يمكن رؤية صورة العينة من خلالها . ومن انواعه :

1- مجهر المجال المضيء Bright field microscope

وفى هذا النوع من المجاهر الحقل الميكروسكوبي مضيئًا إضاءة كاملة، وبقية الأجسام المفحوصة تبدو داكنة أو مصبوغة. ويصل أقصى تكبير إلى 1000مرة،

فمجهر الحقل المضيء هو عبارة عن مجهر مركب Compound ويتكون من نوعين من العدسات: العدسة العينية Ocular Lens، والعدسة الشيئية Objective Lens ويستخدم أشعة الضوء المرئي كمصدر لإضاءة الجسم المفحوص، ويمكننا بواسطة هذا النوع من المجاهر دراسة كائنات متناهية الصغر إضافة إلى دراسة بعض تفاصيلها الدقيقة أحيانًا. ونحصل على هذه التكبيرات عندما تمر أشعة الضوء (من مصدر الإضاءة) خلال المكثف Condenser الذي يوجهها بدوره لكي تسقط على الجسم المفحوص. وتمر الأشعة من خلال الجسم المفحوص لكي تدخل إلى العدسة الشيئية والتي تكبر العينة ثم تعمل العدسة العينية مرة أخرى على مضاعفة هذا التكبير لكي نصل إلى التكبير النهائي. ويحسب التكبير النهائي للمجهر بضرب:

تكبير (قوة) العدسة العينية × تكبير (قوة) العدسة الشيئية. وتتكون أغلب المجاهر المستعملة فى مختبرات الميكروبيولوجي من ثلاثة عدسات شيئيه هي 10، 40، 100. أما العدسة العينية فتبلغ

قوتها 10 مرات. لذلك فللحصول على التكبير النهائي نضرب 10 أو 40 أو 100 × 10 فيكون تكبير العدسة الصغرى 100 والكبرى 400 والزيتية 1000.

3. مجهر المجال المظلم Dark field microscope

يستخدم هذا النوع لدراسة العينات الحية غير المصبوغة، إما لأن الصبغ يؤثر في مكونات العينة ويفقدها وضوحها، أو بغرض دراسة الكائنات في صورتها الحية. ويتركب هذا المجهر من نفس الأجزاء الموجودة في مجهر المجال المضيء باستثناء نوع المكثف ومن الحالات التي يستخدم فيها هذا المجهر فحص بكتريا *Spirochetes* الدقيقة جدًا، والنوع *Treponema pallidum* المسببة لمرض الـ Syphilis.

4. المجهر الفلوريسينى Fluorescence microscope

له القدرة على امتصاص أشعة الضوء ذات الموجات القصيرة غير المرئية، ثم تطلق أشعة ضوئية ذات موجات أطول ولونًا مميزًا، وتسمى هذه الظاهرة الظاهرة الفلورسينية Fluorescence.

5. **مجهر الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet microscope**

وهو مجهر تتكون أجزاؤه الرئيسية من نفس أجزاء المجهر الضوئي العادي باستثناء بعض الاختلافات مثل:

1- يستعمل فيها أشعة الضوء فوق البنفسجية القصيرة غير المرئية لإضاءة الجسم المفحوص بدلا من أشعة الضوء العادي.

2- يستعمل عدسات من الكوارتز بدلا من عدسات الزجاج العادي، لأن الكوارتز لا يمتص الأشعة فوق البنفسجية عكس العدسات الزجاجية.

3- نظرا لأن هذه الأشعة غير مرئية فإن المجهر يزود بكاميرا للتصوير الفوتوغرافي تصور العينة، ومن ثم تتم دراستها.

ويستعمل هذا المجهر للحصول على تكبيرات عالية مقارنة بالمجهر العادي، نظرا لقصر طول موجات الضوء المستعمل.

6. مجهر تباين الأطوار Phase contrast microscope

وهو مجهر ضوئي عادى مزود بمكثف خاص يعمل على التمييز بين مكونات الخلية الميكروبية المفحوصة غير المصبوغة) والتي لا يستطيع المجهر الضوئي تمييزها.

ب – المجاهر الاليكترونية :(Electron microscopes)

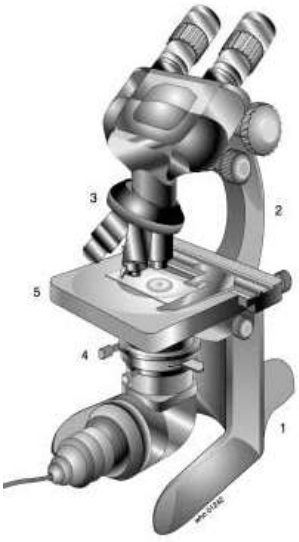
تمتاز هذه المجاهر بقوة تكبير عالية جداً قد تصل إلى أكثر من مليون مرة، كما أن مصدر الإضاءة فيها عبارة عن حزم من الالكترونات، والعدسات المستخدمة فيها هي عدسات كهرومغناطيسية، بالإضافة إلى أسعارها المرتفعة. ومنها الأنواع التالية :**1- المجهر الالكتروني النافذ :(Transmission electron microscope)** وهو من أول المجاهر الالكترونية التي تم استخدامها في دراسة الخلية. حيث بدأ العلماء باستخدام هذا النوع من المجاهر الالكترونية في الخمسينات من القرن الماضي وقد كان للمجهر الالكتروني النافذ الدور الكبير في دراسة التركيب الدقيق للخلية واكتشاف العديد من عضياتها المتناهية في الصغر والتي كان من المتعذر رؤيتها بواسطة المجهر الضوئي مثل الرايبوسومات (Ribosomes) والأجسام الهاضمة (Lysosomes).ويتكون المجهر الالكتروني النافذ من مصدر الكترونات والذي تنبعث منه حزمة

مكثفة من الالكترونات تمر خلال مكثف ثم تخترق حزمة الالكترونات العينة المراد فحصها والتي يشترط أن يتراوح سمكها بين 0.2 – 0.01 ميكرومتر، ثم تمر الالكترونات بالعدسات الكهرومغناطيسية الشيئية فالعدسات الكهرومغناطيسية العينية حتى تصل إلى المسرح وهو عبارة عن شاشة فلوروسنتية (Fluorescent screen) والتي تصطدم بها الالكترونات وعليها تظهر صورة العينة فالأجزاء الكثيفة من العينة والتي لم تخترقها الالكترونات يمكن رؤيتها بألوان داكنة أما الأجزاء الرقيقة والتي نفذت منها الالكترونات فيمكن رؤيتها بألوان فاتحة وهكذا فان درجة التباين والوضوح تعتمد على كمية الالكترونات النافذة خلال العينة. أو يمكن طبع صورة العينة على فيلم بواسطة كاميرا .

2- المجهر الالكتروني الماسح (Scanning electron microscope): وهو من المجاهر الحديثة. تركيب المجهر الالكتروني الماسح والذي يشبه المجهر الالكتروني النافذ من حيث مصدر الإضاءة والعدسات المستخدمة، إلا أنه يختلف عن النافذ في كيفية إظهار صورة العينة. حيث يعتمد إظهار الصورة في هذا النوع من المجاهر الالكترونية على الالكترونات المرتدة من على سطح العينة لتظهر على شاشة تلفزيونية. وعادة ما يستخدم المجهر الالكتروني الماسح في دراسة العينة كاملة أو جزء منها لذلك لا يشترط أن تكون العينات رقيقة .

1- المجهر The microscope

المجهر: من الأجهزة الأساسية في علم الأحياء وهو عبارة عن جهاز يستخدم لتكبير النماذج والكائنات الصغيرة ويعتمد على مرور الضوء عبر النموذج المراد تكبيرة عبر مكثف خاص يسلط الضوء على أجزاء النموذج ثم يمر الضوء عبر عدسات مكبرة معدة لهذا الغرض يجب ان يتوفر مجهر على الأقل في المختبر النموذجي ويكون ذو عدسة عينية مزدوجة والمجهر كما اشرنا من الأجهزة الأساسية لتشخص الأمراض وهو من الأجهزة الحساسة والقابلة للكسر في أجزاءه الميكانيكية والعدسات ويتكون المجهر من الأجزاء الآتية التي يمكن تصنيفها الى أربعة مجاميع :



Components of the support system of a microscope
1: foot; 2: limb; 3: revolving nosepiece; 4: stage; 5: mechanical stage.

أ- الأنظمة الساندة The Support system

وتشمل المجموعة الساندة القدم (1)Food والذراع (2)Limb والقرص الدوار (3)Objective Changer المسرح (4) Stageوالمسرح المتحرك (5)Mechanical stage

ب- أنظمة التكبيرMagnification system

وتضم هذه المجموعة نظاما مكونا من العدسات على جهتي الجسم الأنبوبي تقع المجموعة الأولى أسفل الجسم الأنبوبي Body tube وتكون قريبة من النموذج المفحوص وتسمى العدسات الشيئية The objective lenses وتتوزع على مجموعتين هما :

العدسات ذات قوة التكبير الصغرى وتشمل

- **العدسة الاولى وتكبر 4مرات ×4**
- **العدسة الثانية وتكبر 10 مرات ×10**
- **العدسة الثالثة وتكبر 40 مرة ×40**

Fig. 3.3 Objective lenses

العدسة ذات قوة التكبير العظمى وتكبر 100 مرة(×100) وتسمى العدسة الزيتية Oil immersion

ملاحظة : تتغاير اعداد العدسات (3-5) عدسة حسب نوع المجهر

- **قوة تمييز العدسة ومسافة العمل Working distance & Resolving power**

قوة التمييز **Resolving power** هي اقرب مسافة بين جسمين يمكن فيها رؤية هذين الجسمين كجزئين منفصلين واعلى قوة تمييز لافضل المجاهر الطبية حوالي ($0.25\mu M$) (قوة تمييز عين الانسان الطبيعية ($0.25M$) .

ملاحظة : يعمل الزيت المستخدم في العدسة الشيئية الزيتية (×100) على زيادة قوة التمييز وذلك بتعديل معامل الانكسار للاشعة الساقطة على الاجسام بالاضافة الى تسليط حزمة من هذه الاشعة على النموذج .

مسافة العمل **Working distance** المسافة المحصورة بين مقدمة العدسة الشيئية والنموذج عندما تكون الصورة في البعد البؤري المناسب وتتغير مسافة العمل تبعا لنوع العدسة الشيئية وهي كالاتي :

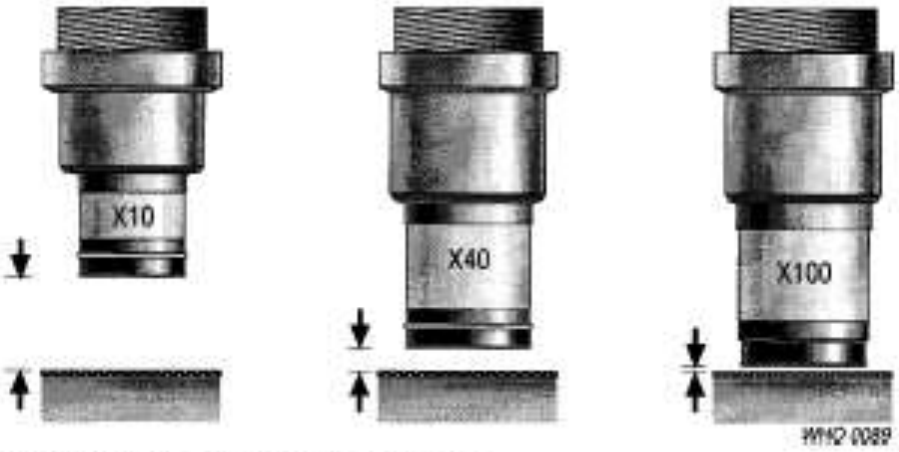
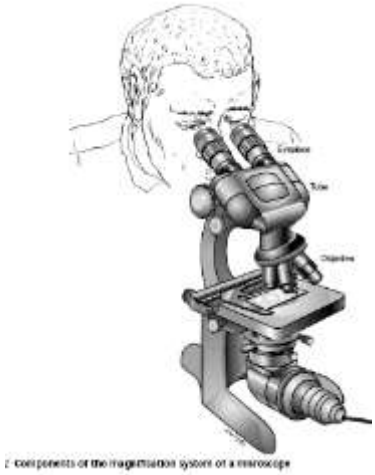


Fig. 3.5 Working distance of an objective

- العدسة 10× تكون المسافة (5-6ملم)
- العدسة 40× تكون المسافة (0.5-1.5ملم)
- العدسة 100 × تكون المسافة (0.15-0.20ملم)



2- components of the magnification system of a microscope

اما المجموعة الثانية التي تقع على قمة الجسم الانبوبي وتكون قريبة من عيني الفاحص وتسمى العدسات العينيةEye piece وهناك انواع منها (5×& 10× & 12× &15×) ويمكن استخراج قوة التكبير النهائية للمجهر بضرب قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية ، فمثلا في حال استخدام العدسة العينية×10 والتي تكبر عشر مرات مع العدسة الشيئية 40× يمكن استخراج قوة التكبير بضرب 10×40=400 وبذلك تتراوح قوة التكبير للمجاهر بين (50-1000) مرة وعادة ما تزود المجاهر بعدة عينية واحدة Monocularولكن في احيان كثيرة تزود المجاهر بعدستان عينيتان Binocular ولكنها تظهر صورة واحدة للنموذج .

ج-انظمة الاضاءة The Illumination Systemوتشمل :

- مصدر الاضاءة Light Source

يفضل استخدام مصدر اضاءة كهربائي ويجب ان يكون قابل لتعديل كمية الاضاءة ومسيطر على هذة الكمية بمفتاح خاص، ولكن بالامكان استخدام مرأة لامة للاشعة لتسليط الاضاءة على النموذج .

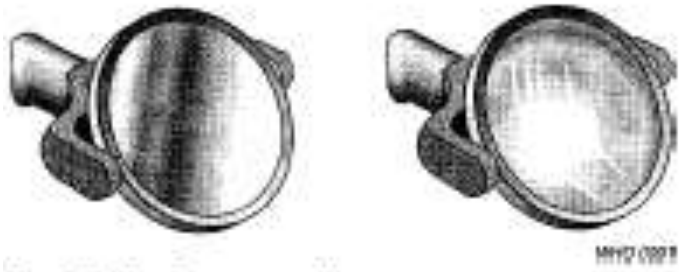


Fig. 3.7 A microscope mirror

- المكثف Condenser

Fig. 3.8 A condenser

والمكثف يعمل على جمع الاشعة وتسليطها على البؤرة الموجودة على النموذج الكائن بين المصدر الضوئي والعدسة الشيئية ،كما ويمكن تغيير موقع المكثف من خلال عتلة مخصصة لهذا الغرض .

- الحجاب الحاجز Diaphragm

يقع الحجاب الحاجز تحت المكثف ويستخدم لاختزال او زيادة كمية الاضاءة المارة خلال المكثف ويمكن التحكم بالفتحة من خلال عتلة معدة لهذا الغرض .

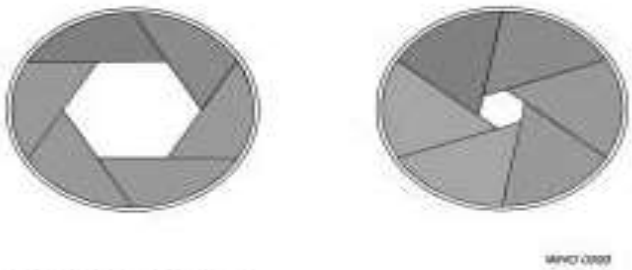


Fig. 3.9 A diaphragm

- المرشح Filter

تزود كثير من المجاهر التي تكون اضاءتها صفراء اللون بمرشحات(زرقاء اللون) توضع مباشرة تحت المكثف ووظيفتها هي تحويل اللون الاصفر الى لون ابيض .

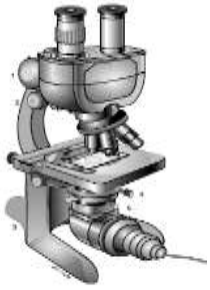


Fig. 2.10 Microscope adjustment system
1: course adjustment screw;
2: fine adjustment screw;
3: condenser adjustment screw;
4: condenser centring screws;
5: Iris diaphragm lever.

4- انظمة التعديل The Adjustment System وتشمل

- المقرب الكبير (الخشن) Course Adjustment Screw

ويستخدم لتحريك المسرح (الشريحة) حركة سريعة وكبيرة .

- المقرب الصغير (الدقيق) Fine Adjustment Screw

ويستخدم لتحريك المسرح (الشريحة) حركة بطيئة وصغيرة ووضع النموذج في البعد البؤري المضبوط جدا .

- معدل المكثفCondenser Adjustment Screw

ويستخدم لرفع المكثف للحصول على اضاءة عالية او خفظه لاختزل الاضاءة

- معدل المسرح الميكانيكي Mechanical stage Controls

ويستخدم لتحريك الشريحة على المسرح الى الامام والخلف واليمين واليسار

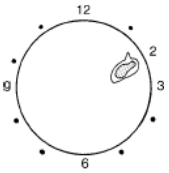


Fig. 3.23 Establishing the position of images seen under the microscope

تعديل البؤرة للنماذج Focusing the objective

لتعديل بؤرة اي نموذج على المجهر يتم اولا انزال المكثف الى اخر القاعدة بواسطة معدل المكثف ثم يعدل البعد البؤري بواسطة المعدل الكبير الى حد الحصول على صورة للنموذج ثم يتم توضيح الصورة بواسطة المعدل الدقيق هذا في حالة الفحص على العدسات (40,10,4) اما في حالة استخدام العدسة ×100 فيتم اولا وضع قطرة صغيرة من زيت العدسة × 100 (زيت السدر Cedar wood oil) ثم يرفع المكثف الى اعلى مايكون بواسطة معدل المكثف ثم يتم فتح الحاجز كليا وانزال العدسة بحيث تلامس قطرة الزيت ثم يحرك المقرب الدقيق حركة بطيئة الى حد الحصول على صورة واضحة ومن المهم التذكير بان دائرة الضوء التي يمكن مشاهدتها تسمى الحقل المجهريMicroscope field ويمكن تحديد النموذج الموجود في الحقل المجهري بواسط استعمال تقنية الساعة ومثا ل ذلك فان موقع الصورة في الحقل المجهري الموضح في ادناه هو الساعة 2 .

ملاحظة : من الضروري ذكر ان النموذج المشاهد في الحقل المجهري على اليمين هو بالحقيقة على اليسار والنموذج الموجود في الاسفل هو في الحقيقة يقع في الاعلى والعكس صحيح .

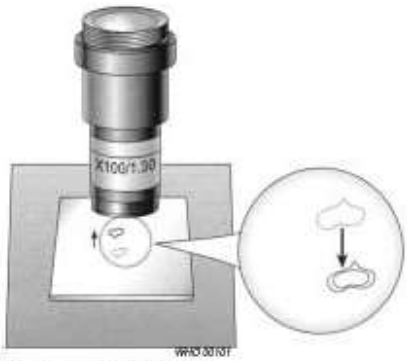


Fig. 3.24 Moving the object

القياسات المجهرية Use of Ocular micrometer

Fig. 3.25 An ocular micrometer disc

Fig. 3.26 Calibration of an ocular micrometer with a stage micrometer

ان حجم او ابعاد الاحياء المجهرية الدقيقة يمكن قياسها باستخدام عدسة عينية مزودة بمقياس مقسم الى (0.1mm&0.01mm) وتستخدم كذلك شريحة حاوية على مقياس لغرض معايرة مقياس العدسة العينية وتتم المعايرة كالاتي :

- انزع العدسة العينية من مكانها
- ضع العدسة العينية الحاوية على مقياس العدسة العينية في مكانها في المجهر
- ضع المقياس الخاص بالشريحة على المسرح ثم قم باظهار الصورة
- ضع خط الـ(0) لمقياس العدسة العينية بتطابق تام مع مقياس المسرح كما موضح بالشكل
- حدد اول خط على مقياس المسرح يتطابق مع اي من خطوط العدسة العينية
- استخدم المعادلة الاتية لمعرفة قيمة خط مقياس العدسة العينية .

$$\text{حجم خط مقياس العدسة العينية} = \frac{\text{خط تطابق المسرح mm} \times 1000\ \mu M}{\text{قراءة العدسة العينية } (50\ \mu M) \times 1mm}$$

وحدات القياس المجهري

يستخدم النظام المتري Metric system في قياس الأبعاد المجهرية، ووحدة هذا النظام هي المتر ـ الديسمتر ـ السنتمتر ـ المليمتر، وكل وحده منها تنتسب إلى الأخرى بالمعامل 10، فمثلاً المتر= 10ديسم = 100سم = 1000ملم.

ونظرًا لأن الأحياء الدقيقة ومكوناتها التى تدرس بالمجهر متناهية الصغر، فإن الوحدات المستعملة فى قياسها هي وحدات دقيقه جدًا ومنها: الميكرومتر Micrometer، النانومتر Nanometer، الأنكستروم Angestrom.

فمثلاً:

الميكرومتر mμ والذي كان يُعرف فى السابق باسم الميكرون(μ)= 10^{-6} من المتر).

النانومتر nm والذي كان يُعرف فى السابق باسم الملليميكرون (μm) وهو = 10^{-9} من المتر.

The Cell الخلية

Cell History

- *Cytology-* study of cells
- 1665 English Scientist Robert Hooke
- Used a microscope to examine cork (plant)
- Hooke called what he saw "Cells"

Robert Hooke (1635-1703)

Cell History

- Robert Brown
  - discovered the nucleus in 1833.
- Matthias Schleiden
  - German Botanist Matthias Schleiden
  - 1838
  - ALL PLANTS "ARE COMPOSED OF CELLS".
- Theodor Schwann
  - Also in 1838,
  - discovered that animals were made of cells

اثبت العالم الانكليزي روبرت هوك Robert Hook سنة 1665 بعد ان فحص قطعة من الفلين بواسطة مجهرة البدائي, ان نسيج الفلين يتكون من وحدات اطلق على كل وحدة منها اسم خلية Cell. وفي سنة 1676 لاحظ صانع العدسات الهولندي لوفنهوك Leeuwenhock جسيمات خضراء اللون داخل الخلايا النباتية عرفت فيما بعد باسم البلاستيدات الخضراء Cloroplast. وبعد ذلك اكتشف العالم روبرت براون Robert Brown النواة Nucleus, ثم اثبت العالم الالماني شلايدن M. Schleiden ان النواة تحتوي على النوية. وفي سنة 1839 وضع كل من عالم النبات شلايدن وعالم الحيوان الالماني شوان T. Schwann نظرية الخلية Cell theory ((وفحواها ان الخلية هي الوحدة الاساسية لتكوين الكائن الحي وانها تقوم بجميع العمليات الحيوية وانها تنشأ من انقسام خلايا اخرى)), وبعدها توالت الاكتشافات الى يومنا هذا لتشمل ادق التفاصيل التي تشتمل عليها الخلية . لذى **تعرف الخلية** بأنها اصغر تركيب منتظم يمثل الوحدة التركيبية والوظيفية الفسلجية التي يبنى منها الكائن الحي نباتاً كان ام حيواناً .

تعرف الخلية Cell بانها الوحدة الاساسية للكائن الحي التي لها القدرة وبشكل مستقل على التكاثر الخلوي او الانتاج Reproduction والتي تتكون من السايتوبلازم والنواة (او منطقة نووية) ومحاطة بغشاء خلوي.

وتعرف الخلية ايضاً بأنها وحدة unit محاطة بغشاء مكون من طبقتين مزدوجة Bilayer من الدهون المفسفرة Phospholipids وتحتوي هذه الوحدة على الانزيمات enzymes وعناصر اخرى تمكنها من القيام بالعمليات الايضية metabolism والتكاثر الخلوي reproduction المستقل واما الايض فانه يستند الى اساس توليد المركب الغني بالطاقة الكيميائية وهو ادنوسين ثلاثي الفوسفات ATP واما التكاثر الخلوي فهو يستند الى المادة الجينية الوراثية DNA الحاملة للمعلومات الوراثية.

الخلية وحدة التركيب (البناء) والوظيفة الأساسية لأجسام جميع الكائنات الحية وهي عبارة عن كتلة صغيرة من المادة الحية (البروتوبلازم Protoplasm) يحيط بها غشاء بلازمي Plasma membrane وتحتوي الخلية على نواة (أو مادة نووية). وتكمن في الخلية جميع أسرار الحياة ومنها:

1- قدرة الخلية على العيش بصورة مستقلة (بشكل نسبي وليس مطلقاً)عن بقية الخلايا ويعتمد ذلك على أمكانية الخلية على انتاج مكونات الطاقة وامكانيتها على تحرير الطاقة لاستغلالها في العمليات الحياتية للخلية.

2- قدرتها على التكاثر وانتاج نسخة جديدة عن نفسها بنفسها.

3- لكل خلية مخزون وراثي يتمثل بالكروموسومات الموجودة داخل النواة حيث إن جميع معلومات ومواصفات الخلية مكتوبة بطريقة رقمية على شريط دقيق من الأحماض النووية يسمى الشريط الوراثي.

4- قدرتها على انتاج مركبات الطاقة (ATP , GTP, UTP) وذلك لأمتلاكها عضيات بايوكيميائية تتمثل بالمايتوكوندريا تستطيع الخلية من خلالها من تحرير الطاقة من مركبات الطاقة وتحويلها الى طاقة كيميائية أو حرارية أو غيرها من خلال عمليات التنفس الخلوي.

5- قدرة الخلية على التواصل مع بقية الخلايا من خلال نظام اتصالات معقد يستخدم آلآف الأنواع من الجزيئات البروتينية التي تحمل الرسائل بين هذه الخلايا.

6- قدرة الخلية على قتل نفسها من خلال ما يسمى بالموت المبرمج Apotosis وهذا ضروري للحفاظ على عدد ثابت للخلايا في الجسم ولمنع نمو الخلايا السرطانية.

7- قدرة الخلايا على تشكيل نفسها بأشكال مختلفة والاصطفاف بجانب بعضها البعض لتكون أنواع مختلفة من الأنسجة Tissues التي تدخل في تركيب أعضاء الجسم.

نظرية الخلية Cell Theory

في العام 1838 وضع عالم النبات الالماني شلايدن فكرة ان الخلايا هي وحدات التركيب في النبات وفي العام 1839 وضع عالم الحيوان الالماني شوان فرضيات شلايدن على الحيوان وكلاهما قد افترض بأن الخلية هي الوحدة الاساسية للتركيب والوظيفة في الحياة وهذا مايعرف حالياً بمبدأ الخلية وفي الحقيقة فأن شلايدن وشوان قد استندا في فرضيتهم هذه على ما توصل اليه باحثين اخرين امثال Oken (1805)، (1807) Mirbel، Lamarck (1809) Dutrochet (1824)، Turpin (1826).

وتضمنت هذه النظريه البنود الاتيه:

1- **الخلايا هي الوحدات الاساسية للحياة على الارض ولايوجد هناك كائن على الارض له صفة الحياة وليس مكوناً من الخلايا.**
2- **جميع الكائنات الحية مبنية من الخلايا وكل كائن حي على الارض مكون اما من خلية واحدة او من خلايا متعددة.**
3- **نشأت جميع الخلايا السابقة (او السلف) من انقسام الخلايا الحية وليس بتجميع اجزاء الخلية وموادها الكيميائية أي ان المبدأ هو من الحياة تأتي الحياة.**

4- الخلايا هي الوحدات الوظيفيّة للحياة حيث تتم فيها كل التفّاعلات الكيميائية لادامة حياتها وتكاثرها.

5- ان الخلايا المتعددة للكائنات الحية ترتبط احياناً لتكوين الانسجة التي تقوم بوظيفة وحدات منفردة.

6- ان الخلايا في الكائنات متعددة الخلايا تتجمع وتترابط باحكام لكي تتمكن من الانقسام فتأخذ شكلاً متميزاً وتقوم بالوظائف الضرورية. ان نظرية الخلية Cell theory هي اشبه بحجر الزاوية للعلوم وكما ان الوحدات الاساسية للمادة هي الذرات والوحدات الاساسية للمركبات هي الجزيئات فالوحدات الاساسية للحياة هي الخلايا ولكن ليست الخلايا بتلك الدرجة من البساطة لكي نعدها المادة البنائية للحياة كالجزيئات التي تبنى من الذرات وانما هي المادة الحية من الكائن الحي التي تتضمن جميع الاجزاء الحية وتجعل الحياة ممكنة وتؤدي وظيفتها كالتنظيم Organization والحركة Movement واستخدام الطاقة Energy use والانتاج Reproduction والاستجابة للمحفزات Response to stimuli والنمو Growth وغيرها وعليه فلا يمكن ان نفهم حقيقة الكائنات الحية مالم ندرس وحداتها الحية البسيطة (الخلايا) فنظرية الخلية اشارت الى نقطة جوهرية من خلال التركيز على الخلايا ثم قام العلماء بوضع اسئلة محددة حول كيفية عمل الحياة واكتشفوا الكثير من الاجابات والاسرار ذات الاهمية الكبيرة.

الخواص المشتركة للخلايا

تختلف الخلايا فيما بينها من حيث الحجم والشكل والذي يعتمد على نوع الكائن الحي ووظيفته وبالرغم من هذه الاختلافات الا ان لمعظم الخلايا خواص اساسية مشتركة وهي :

1- امتلاك الخلية الية ايضية Metabolic machinaries تمكنها في الحصول على الطاقة من المحيط كالاستفادة من الضوء كما في النباتات الخضراء ومن تقويض Catabolism المواد الغذائية الى مواد كيميائية أبسط Metabolite وتدعى هذه الطاقة الكيميائية ادنوسين ثلاثي الفوسفات ATP.

2- قابلية الخلية لاستعمال هذه الطّاقة لغرض دعم وادامة حياتها حيث تتضمن حركة مكونات الخلية من جزء الى آخر ضمن الخلية وكذلك قابلية انتقال هذه المركبات الى داخل وخارج الخلية وكذلك قابلية الخلية على تحويل الجزيئات من شكل الى آخر لتعويض المركبات المفقودة لغرض النمو والانتاج Reprodution.

3- امتلاك الخلايا مجموعة من الجينات في DNA تعمل على تصميم او تخطيط بناء المركبات المختلفة .

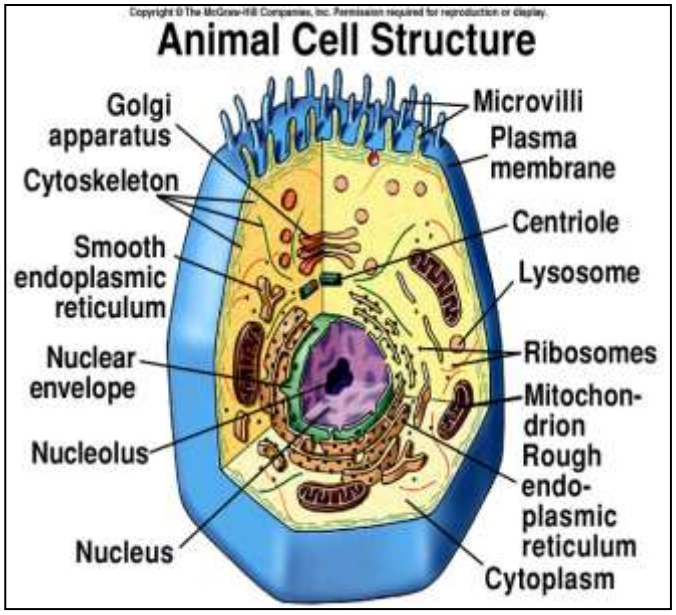
4- امتلاك الخلية حدوداً مثبتة بينها وبين الخلايا الاخرى الا وهو غشاء الخلية Cell membrane.

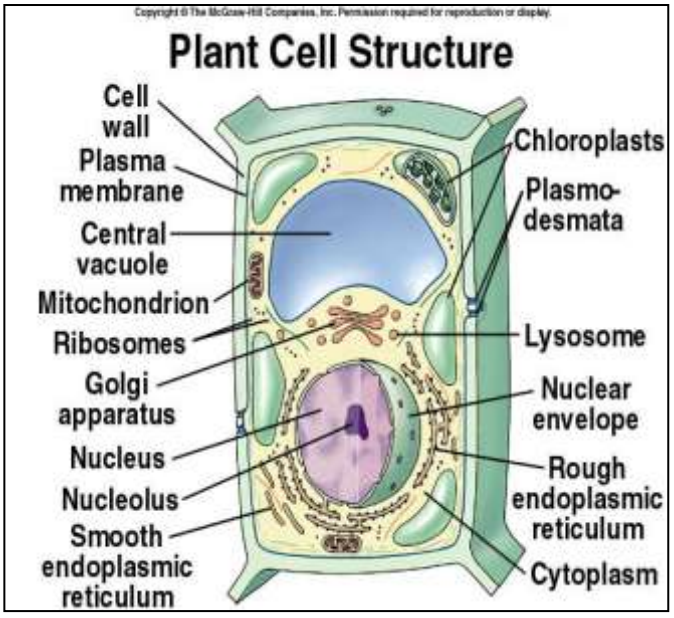
قد تتكون أجسام الكائنات الحية من خلية واحدة تؤدي جميع الوظائف البايولوجية وتسمى الكائنات وحيدة الخلية Unicellular organisms مثل البرامسيوم والأميبا ، أو تتكون أجسامها من أعداد كثيرة من الخلايا وتسمى كائنات متعددة الخلايا Multicellular organisms والتي قد يصل عدد الخلايا في بعضها الى ما يزيد عن مائة ألف بليون خلية.

يمكن تقسيم الخلايا الحية الى مجموعتين على أساس الحجم والتركيب الداخلي والتركيب الجيني:

1- الخلايا بدائية النواة Prokaryotes وتشمل البكتريا Bacteria والمايكوبلازما Mycoplasma والبكتريا الخضراء المزرقة Blue-green bacteria. وهذه الخلايا بسيطة التركيب حيث لا يوجد فيها نواة حيث تكون المادة النووية مبعثرة في السايتوبلازم لعدم وجود الغلاف النووي ولا يوجد فيها كثير من العضيات الخلوية ويتكون شريطها الوراثي من كروموسوم واحد فقط ويتراوح قطرها بين 10-1 ميكروميتر.

2- الخلايا حقيقية النواة Eukaryotes وهذا النوع من الخلايا يزيد حجمها عن النوع الأول بعشرات المرات وتحتوي على نواة وعدد كبير من العضيات ويتكون شريطها الوراثي من عدد كبير من الكروموسومات الخيطية. ويوجد نوعان من الخلايا حقيقية النواة وهي الخلايا النباتية plant cells والخلايا الحيوانية animal cells .





الجدول الأتي يبين أهم الفروق بين الخلايا بدائية النواة Prokaryotes والخلايا حقيقية النواة Eukaryotes:

Comparison of features of prokaryotes and eukaryotes

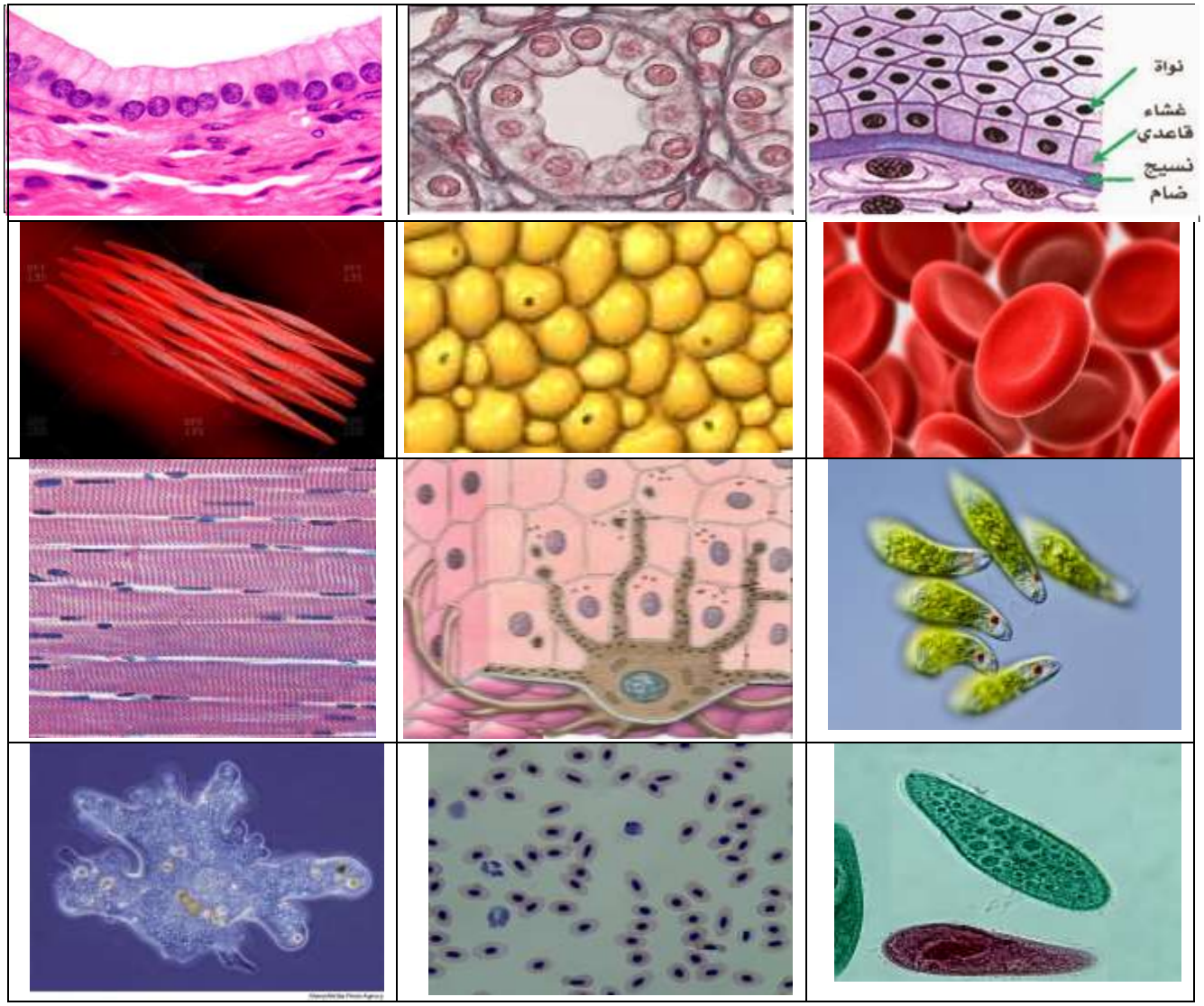
Characteristic	Prokaryote	Eukaryote
Typical organism	Bacteria, Mycoplasma, Blue-green bacteria, Archaea	Protists, Fungi, Plants, Animals
Organization	Usually single cells	Single cells, colonies, higher multicellular organisms with specialized cells
Size	1-10 µm	10-100µm
Nuclear Envelope	Absent	Present
Type of nucleus	Nucleoid region, no true nucleus	True nucleus with double membrane
DNA	Circular usually	Linear mplecules (chromosomes) with histone proteins
Chromosomes	Single chromosome	Multiple (more than one chromosome)
RNA / protein synthesis	Coupled in the cytoplasm	RNA synthesis in the nucleus Protein synthesis in the cytoplasm
Membrane	Cell membrane	Cell membrane and membrane-bound organelles
Cytoplasmic structutre	Very few structures	Highly structured by endomembranes and a cytoskeleton
Golgi apparatus	Absent	Present
Endoplasmic reticulum		
Mitochondria		
Lysosomes		
Ribosomes	Relatively small (50S and 30S)	Relatively large (60S)
Cell movement	Flagella (lack microtubules and made of flagellin)	Flagella and cilia containing microtubules; lamellipodia and filopodia containing actin
Cell division	Binary fission (simple division)	Mitosis (fission or budding); Meiosis
Chlorophyll (Plant cell)	Not in chloroplasts	Present in chloroplasts (algae and plants)

شكل وحجم الخلية Shape and Size of the cell

ان الخلايا توجد باحجام واشكال مختلفة تتكيف وفقاً الى الاجواء المختلفة او نتيجة للوظائف المتخصصة ضمن الكائن المتعدد الخلايا multicellular organism فالخلايا تتراوح في الحجم من اصغر خلية للبكتريا وهي 0.2 مايكروميتر الى بيوض الطيور واكبرها بيضة النعامة والتي تبلغ قطرها ما يقرب من 6 انجات ويمكن ان تكون الخلية ذات شكل متغير Variable حيث تتحول باستمرار الى اشكال مختلفة كالاميبا Amaeba وكريات الدم البيض Leucocytes وهناك الخلايا ذوات الشكل الثابت (او المحدد Fixed) وهذه الاشكال هي:

من الاشكال التي تأخذها الخلايا:

1) حرشفية الشكل squamous shape أو مسطحة الشكل Flattened shape ومن امثلتها خلايا بطانة الفم وخلايا الطبقة العليا لبشرة الجلد.
2) مكعبة الشكل Cuboidal shape ومن امثلتها خلايا نبيبات الكلية وخلايا الغدة الدرقية.
3) عمودية الشكل Columnar shape ومن امثلتها الخلايا التي تبطن الامعاء.
4) مقعرة الشكل Discoidal shape مثل كريات الدم الحمراء في الأنسان.
5) كروية الشكل Spherical shape مثل الخلايا الدهنية.
6) مغزلية الشكل Spindle shape مثل الياف العضلات الملساء .
7) طولية الشكل Elongated shape مثل الخلايا العصبية .
8) بيضوية الشكل Oval shape مثل كريات الدم الحمراء في الضفدع.
9) متشعبة الشكل Branched shape مثل الخلايا الصبغية في الجلد.
10) أسطوانية الشكل Cylendrical shape مثل الياف العضلات الهيكلية والعضلات القلبية.
11) أميبية الشكل Ameboid shape (غير منتظمة الشكل Irregular shape) مثل كريات الدم البيضاء.


نواة
غشاء قاعدي
نسيج ضام

تركيب الخلية Cell structure

تتكون الخلية الحية بشكل عام عند النظر اليها بميكروسكوب بسيط من مادة هلامية أو غروية رمادية اللون وشبه شفافة تسمى البروتوبلازم protoplasm محفوظة داخل غشاء رقيق يسمى الغشاء الخلوي cell membrane. ويعد العالم الفرنسي Dujarden, 1835 اول من وصف المادة الحية (البروتوبلازم) في الحيوانات الابتدائية واطلق عليها اسم (لحم Sarcode) تبعه العالم Thomson, 1868 واشار الى ان البروتوبلاوم هو الاساس الفيزيائي للحياة .

وللبروتوبلازم خواص مهمة منها :

- **الاحتفاظ بالحالة السائلة او الهلامية اعتمادا على درجة الحرارة.**
- **له خاصية الحركة البراونية بتاثير دقائق الماء المهتزة.**
- **تكوين الغشاء السايتوبلازمي Plasma membrane .**
- **يتاثر بدرجة الحرارة (عندما ترتفع الى 45 ْم وأكثر يتصلب ولا يعود الى حالته الاعتيادية ابدا)**

يتكون البروتوبلازم كيميائيا من الكاربون ، الهايدروجين ، النايتروجين ، الاوكسجين وعناصر اخرى بصورة اقل كالصوديوم والبوتاسيوم والكاليسيوم والفسفور والكبريت والكلور ، الحديد ، المغنيسيوم وعناصر نادرة مثل النحاس والزنك واليود والبروم المنغنيز و المينيوم والسليكون والبورون

- المركبات غير العضوية في البروتوبلازم تشمل الماء بنسبة 80% (وهو ضروري لان جميع التفاعلات الكيميائية تجري في وسط مائي كما انه يدخل في جميع التفاعلات الكيميائية)، كذلك تشمل الاملاح كالكلوريدات والكاربونات والكبريتات والفوسفات لعناصر الصوديوم والكاليسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم.
- المركبات العضوية في البروتوبلازم تشمل الكاربوهيدرات Carbohydrates ، المواد الدهنية Lipids ، البروتينات Protiens

وعند تفحص البروتوبلازم باستخدام المجهر الضوئي نجد أنه يتكون من منطقتين الداخلية تسمى النواة nucleus وهي مكونة من مادة هلامية تسمى النيوكلوبلازم nucleoplasm محاطة بغشاء دقيق يسمى الغشاء النووي nuclear membrane. أما المنطقة الخارجية والمحيطة بالنواة فتتكون أيضا من مادة هلامية كثيفة تسمى السايتوبلازم cytoplasm. واذا ما تفحصنا السايتوبلازم والنيوكلوبلازم باستخدام مجهر ضوئي عالي التكبير أو الكتروني فاننا نجد أنهما مليئان بأجسام مختلفة الأحجام والأشكال أطلق عليها العلماء أسم عضيات الخلية cell organelles وهي مقسمة الى عضيات السايتوبلازم cytoplasmic organelles وعضيات النواة nuclear organelles.

مكونات الخلية Cell components

أولاً- الغشاء الخلوي أو البلازمي

يعتبر الغشاء الخلوي cell membrane أو الغشاء البلازمي plasma membrane من معجزات الله سبحانه وتعالى فهو ليس مجرد وعاء لحفظ مكونات الخلية المختلفة في حيز واحد بل يقوم بوظائف بالغة الأهمية تتوقف عليها حياة الخلية. ويشكل هذا الغشاء حدود الخلية الذي يفصل المحتوى الداخلي للخلية عن محيطها الخارجي. واليه يعزى شكل الخلية ويشكل السطح الحيوي بين الخلية ومحيطها الخارجي وهو غشاء نفاذ permeable يعمل عمل غشاء نصف ناضح وفي نفس الوقت له القابلية الاختيارية للمواد الداخلة والخارجة من خلاله كما تساهم في حالات كثيرة جزيئات ناقلة موجودة ضمن الغشاء البلازمي في عملية نقل المواد عبر الغشاء. ونظرا لكون الغشاء البلازمي رقيق جدا" فلا يمكن تمييزه بسهولة باستخدام المجهر الضوئي ولا يزال الغشاء يشكل ميدانا" واسعا" للابحاث العلمية الحديثة ويبلغ سمكه حوالي 100 انكستروم.

وظائف الغشاء الخلوي

1) **الحماية: يشكل الغشاء البلازمي حدود الخلية الذي يفصل المحتوى الداخلي للخلية عن محيطها الخارجي واذا حصل أي ضرر له يؤدي الى فقدان مكونات الخلية السايتوبلازمية ثم موت الخلية.**
2) **النقل: يشكل الغشاء البلازمي معبراً للمواد اللازمة للخلية والفضلات الناتجة عن الأيض. حيث إن جميع المواد الداخلة للخلية أو الخارجة منها يجب أن تمر عبر الغشاء البلازمي وهو يقوم بتنظيم حركة مرور المواد الذائبة فيما بين السايتوبلازم السائل ما بين الخلوي extracellular fluid وذلك من خلال التحكم بما يسمى نفاذية الغشاء membrane permeability. كما يشكل ممرا لنقل المعلومات من والى الخلية.**
3) **انتاج الطاقة: وتتم عن طريق سلسلة نقل الألكترونات التي توجد على الغشاء البلازمي في الكائنات بدائية النواة في حين تتم هذه العملية في المايتوكوندريا بالنسبة للكائنات حقيقية النواة.حيث أن انزيم cytochrome oxidase المهم في السلسلة التنفسية يوجد على الجزء الداخلي لغشاء المايتوكوندريا .**
4) **البناء الحيوي: حيث يحتوي الغشاء البلازمي على انزيمات Enzymes التي تشترك في كثير من التفاعلات التي تؤدي الى بناء المواد التي تحتاجها الخلية مثل الببتيدات السكرية peptedoglycan والسكريات المكونة للتراكيب الخارج خلوية والمكونات الدهنية للأغشية.**

5) نقل المعلومات الخاصة باستجابة الخلية للمؤثرات: يوجد على الغشاء البلازمي مستقبلات Receptors تؤدي إلى استجابة الخلية الفسيولوجية أو الكيمياوية حسب نوع المعلومات المستقبلة ، وفي حالة تعطيل هذه المستقبلات فلا يمكن أن تحدث الإستجابة.

6) الأفراز: حيث يعمل الغشاء البلازمي على أفراز بعض البروتينات خارج الخلوية مثل السموم toxins الأنزيمات enzymes والبكتريوسينات (مضادات بكتيرية) bacteriocins .

النماذج المقترحة للتركيب الدقيق للغشاء البلازمي

1-*نموذج دانيلي ودافسون Davson & Danielli model:*

على الرغم من أن محاولات عدة قد بذلت للتعرف على التركيب الدقيق للغشاء البلازمي إلا أن هذا التركيب لم تتضح معالمه الأولية إلا في عام 1935 عندما أعلن Davson & Danielli عن نموذجهما حيث قررا أن غشاء الخلية يتكون من طبقة مركزية من الدهن الثنائي الطبقة bilayer lipid والمغلفة من أعلى ومن أسفل بطبقة مستمرة من البروتينات الحبيبية. ومن عيوب هذا النموذج أنه فشل في تحديد سمك طبقة الدهن المكونة للغشاء.

2- نموذج ربروتسون Robertson's model:

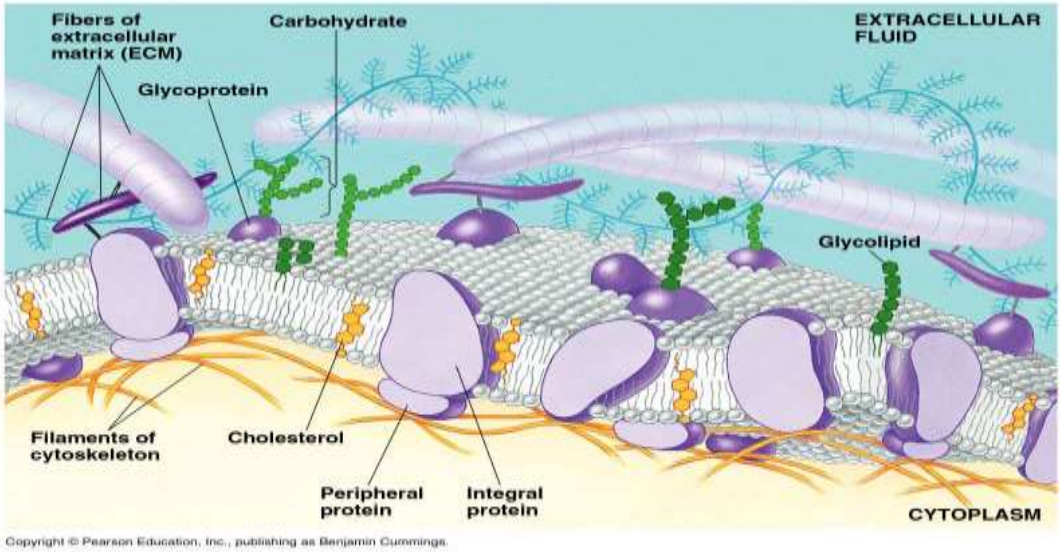
استند روبرتسون الى صور المجهر الإلكتروني للغشاء البلازمي وأعلن عام 1959 عن وحدة الغشاء membrane unit حيث حدد طبقة الدهن كصفيحة ثنائية الجزيئات bimolecular بحيث تنتظم الرؤوس القطبية المحبة للماء Hydrophilic باتجاه الخارج، بينما تكون الأذيال غير القطبية الكارهة للماء Hydrophobic متجهة إلى الداخل نحو مركز الطبقة الدهنية. تحدد سمك طبقة الدهن 3.5 nm وتحاط من أعلى ومن أسفل بطبقتين من البروتين المستمر سمك كل منها 2 nm مما يعطي سمكاً كلياً للغشاء مقداره 7.5nm. يعيب هذا النموذج أنه لم يأخذ في الاعتبار خواص النفاذية والنقل خلال الغشاء وبإصراره عن أن طبقة البروتين متصلة وغير مرنة.

3-نموذج سنجر ونيكلسون Singer & Nicolson model:

وضع هذان العالمان عام 1972 نموذجاً أسمياه نموذج الفسيفساء السائل Fluid Mosaic Model وقد أخذا في الاعتبار علاقة تركيب الغشاء البلازمي بوظائفه مستعينين في ذلك بالتقدم الذي تم في تقنيات دراسة تركيب ووظائف الخلية. ويتلخص هذا النموذج في أن بروتينات الغشاء البلازمي من النوع الحبيبي globular وأنها تتردد بين القطبية واللاقطبية، وتكون مغمورة كلياً أو جزئياً في طبقة مركزية سائلة من الدهن الثنائي الجزيئات، وتكون جزيئات البروتين على شكل وحدات متفرقة ومستقلة وليست على شكل طبقة مستمرة ومتصلة،

أي أن هذا النموذج يصور البروتينات كجزيئات مطمورة أو سابحة في السائل الدهني، بحيث تسمح خاصيتا الحركة والتركيب الحبيبي لهذه الجزيئات بالقيام بالتفاعلات اللازمة لإتمام نقل جزيئات معينة خلال الغشاء البلازمي. وقد أدت مرونة النموذج إلى إمكان تفسير كثير من الخواص الديناميكية للغشاء مثل التجزئة والتشوه والنمو. ويعد هذا النموذج الأكثر قبولاً حتى الآن لشرح التركيب الدقيق للغشاء البلازمي.

حسب نموذج سنجر ونيكلسون فان الغشاء البلازمي يتكون من طبقتين دهنيتين bilayer lipid مبنية من جزيئات دهنية مفسفرة phospholipids وهي من نوع amphipathic التي لها رأس وذيل فالرأس يمثل الجزء القطبي polar portion وهو مكون من مجموعات فوسفاتية phosphate groups وهو محب للماء hydrophilic بينمايمثل الذيل الجزء غير القطبي nonpolar portion ويتكون من أحماض دهنية fatty acids وهو كاره للماء hydrophobic. تترتب الجزيئات الدهنية بحيث تتقابل الاجزاء اللاقطبية مع بعضها بينما تكون الاجزاء القطبية مواجهة للسطح الداخلي والخارجي للخلية. ان الجزيئات الدهنية تتحرك فيما بينها وتعيد ترتيب مواقعها عند اي ضغط يقع عليها ولكنها تبقى متراصة ولذا فان الغشاء الخلوي في حالة شبه سائلة semifluid. ويوجد في الغشاء الخلوي ايضا جزيئات الكوليسترول cholesterol molecules والتي تعمل على سد الفراغات فيما بين رؤوس الجزيئات الدهنية الفوسفورية الكبيرة لكي يمنع دخول الجزيئات الصغيرة من خلال الغشاء.



تعتبر البروتينات الغشائية membrane proteins من المكونات الرئيسية لمعظم الأغشية البايولوجية ولها وظائف متعددة فهي تدخل في التركيب الميكانيكي وتعمل أيضا كجزيئات نقل carriers وتكون كذلك قنوات تساعد في عملية النقل. كما يوجد ايضا في الأغشية انزيمات عديدة ومستضدات antigens متنوعة وأعداد كثيرة من جزيئات الاستقبال receptor molecules والبروتينات الغشائية نوعان هما:

A- البروتينات الطرفية أو السطحية peripheral or surface proteins

وتشمل البروتينات التي تغطي مناطق معينة من طبقة الدهن الثنائية ولا تخترقها وتشكل نسبة تقل عن 30% من مجموع البروتينات الغشائية. وللبروتينات الطرفية وظائف بالغة الأهمية أولها تمكين الخلايا من الألتصاق ببعضها البعض adhesion proteins وثانيها تحديد هوية الخلايا recognition proteins وثالثها استخدامها كمستقبلات على سطوح الخلايا receptor proteins ورابعها استخدامها لنقل بعض المواد عبر الغشاء الخلوي transport proteins وكذلك لنقل الألكترونات electron transfer proteins.

B- البروتينات البينية (العابرة) للغشاء Integral or transmembrane proteins

وجزيئات هذه البروتينات تخترق الغشاء بحيث يكون أحد طرفيها في السايتوبلازم بينما يكون الطرف الثاني في السائل الخارجي المحيط بالخلية ويشكل هذا النوع من البروتينات الغشائية نسبة تزيد على 70%. وللبروتينات العابرة وظائف متعددة من أهمها أنها تكون ثقوب pores في الغشاء الخلوي يطلق عليها اسم القنوات channels والتي يتم من خلالها دخول وخروج بعض أنواع المواد التي لا يمكنها النفاذ من الغشاء مباشرة. كما تقوم بتمرير الأشارات التي تستقبلها المستقبلات الموجودة على سطح الخلية الى داخل الخلية مما يعني أنه لا حاجة لدخول الجزيئات الحاملة لهذه الاشارات الى داخل الخلية.

توجد الكاربوهيدرات الغشائية membrane carbohydrates بنسبة قليلة جدا في الأغشية البلازمية بصورة سلاسل قصيرة أو متفرعة في بعض الأحيان من جزيئات السكر المتصلة بالبروتينات المحيطية peripheral proteins الخارجية مكونة بروتينات سكرية glycoproteins أو تتفرع من النهايات القطبية لجزيئات الدهن المفسفرة في طبقة الدهن الخارجية مكونة الدهون السكرية glycolipids ولا توجد الكاربوهيدرات الغشائية على السطح الداخلي للأغشية البلازمية.

يوجد ايضا في مناطق متفرقة من الغشاء جزيئات دهون سكرية glycolipids تعمل كمواقع ارتباط binding sites للمستقبلات receptors. والى جانب الجزيئات الدهنية التي يبنى منها الغشاء يوجد عدد كبير من انواع مختلفة من الجزيئات البروتينية وتقوم بوظائف مختلفة في الخلية.

آليات النقل عبر الغشاء البلازمي:

هناك عدة طرق يعبر بواسطتها الماء والمواد الأخرى الحواجز الغشائية منها النقل عن طريق تكوين الحويصلات الغشائية وقد يتم فيه ادخال المواد الى داخل الخلية ويسمى الادخال الخلوي endocytosis ومن امثلته الألتهام الخلوي (البلعمة) phagocytosis. أو يتم فيه اخراج المواد خارج الخلية ويسمى الأخراج الخلوي exocytosis. كما في الغدد ذات الافراز الخارجي والداخلي كالغدد الدهنية والبنكرياس والخلايا الأمامية للغدة النخامية والخلايا الدرقية.

من الأليات الاخرى للنقل عبر الغشاء الخلوي الانتشار البسيط simple diffusion والنقل السلبي passive transport والنقل الفعال active transport.

في الانتشار البسيط يتم نقل المواد من الوسط الأعلى تركيزا" الى الوسط الأقل تركيزا" لهذه المواد وهو لا يلزم بذل طاقة في عملية النقل هذه. فالماء والأوكسجين وثاني أوكسيد الكاربون تنتقل عبر الغشاء الخلوي من خلال الانتشار البسيط حيث تنتشر من خارج الخلية الى داخلها اذا كان تركيزها في الخارج أعلى منه في الداخل والعكس صحيح. أما في النقل الفعال فان نقل المواد من الوسط الأقل تركيزا" الى الوسط الأعلى تركيزا" يلزمه وجود مضخات بايولوجية biological pump يحتاج تشغيلها الى طاقة. وتبنى المضخة البايولوجية من مجموعة من البروتينات العبرة للغشاء والتي تسمى الناقلات transports يتم تغذيتها بالطاقة من خلال اتحادها بوحدات الطاقة ATP. ومن الأمثلة على مضخات الخلية مضخة البوتاسيوم الصوديوم ومضخة الهيدروجين البوتاسيوم.

أما النقل السلبي (أحد أهم أنواعه ما يسمى بالانتشار المسهل facilitated diffusion) فيستخدم قنوات أيونية ion channels يتم فتحها في الغشاء الخلوي من خلال مجموعة من البروتينات العابرة للغشاء. وهذه القنوات تسمح بمرور المواد وخاصة الأيونات عبرها من خلال الأنتشار البسيط أي من الوسط الأعلى تركيزا" الى الوسط الأقل تركيزا" وبذلك فهي لا تحتاج بذل طاقة من قبل الخلية. وما يميز الانتشار الميسر عن الانتشار البسيط أنه يمكن التحكم بهذه القنوات من خلال فتحها أو أغلاقها بأوامر تصدر من بعض مكونات الخلية حيث يوجد عدة اليات للتحكم بهذه القنوات مثل الية القنوات المحكومة بالجزيئات والية القنوات المحكومة ميكانيكيا" (كما في مستقبلات الضغط ومستقبلات الصوت في الأذن الداخلية) والية القنوات المحكومة بالجهد (كما في الخلايا العصبية والعضلية) والية القنوات المحكومة بالضوء (كما في الخلايا الحساسة في شبكية العين).

ثانيا"- الهيولي (السايتوبلازم) Cytoplasm

إذا كان الغشاء يوجه الحركة من وإلى داخل الخلية ، فإن السايتوبلازم يقوم هو الآخر بمعظم أعمال الخلية ، وهو السائل الهلامي الكثيف المحصور بين الغشاء الخلوي ونواة الخلية ويشكل معظم كتلة الخلية. ويختلف تركيبه في الخلايا ذات الوظائف المختلفة كما أنه لا يتجانس في أي خلية.ويحتوي السايتوبلازم على:

أولا"- المكونات الحية Living components

تتركب الخلية من مجموعة من العضيات وان كانت هذه العضيات تختلف نوعاً ما في الخلية الحيوانية عنها في الخلية النباتية وايضاً قد تختلف تبعاً لتواجدها في الكائن الحي الواحد.

1- المتقدرات أو المايتوكوندريا Mitochondria

وهي عضيات كبيرة الحجم نسبيا"، **وهي الوحيدة من بين عضيات السايتوبلازم التي يمكنها التكاثر بنفسها self-replicating organelles**. وهي موجودة في الخلايا الحقيقية النواة أما في الخلايا البدائية النواة فهي غير موجودة. ولها غشاء خارجي وآخر داخلي، والأخير ذو طيات كثيرة لتزيد من مساحة السطح الداخلي. **وهي تحتوي على مادة وراثية ورايبوسومات خاصة بها. وتتواجد بكثرة في أكثر أجزاء الخلية نشاطًا وفي الخلايا العضلية والعصبية.**

المايتوكوندريا هي محطة الطاقة الخلوية cellular power plant التي تقوم بامداد الخلية بكامل الطاقة اللازمة للقيام بوظائفها المختلفة. تقوم المايتوكوندريا بتحويل الطاقة المخزنة في الروابط الكيميائية لسكر الكلوكوز الى طاقة كيميائية مخزنة في جزيء صغير يسمى ثلاثي فوسفات الأدينوسين Adenosine Triphosphate (ATP). وهذا الجزيء يمكنه بسهولة نقل الطاقة الكيميائية المخزنه في روابطه الى الروابط الجديدة التي تتم بين الجزيئات المشتركة في التفاعلات الكيميائية التي تقوم بها الخلية.

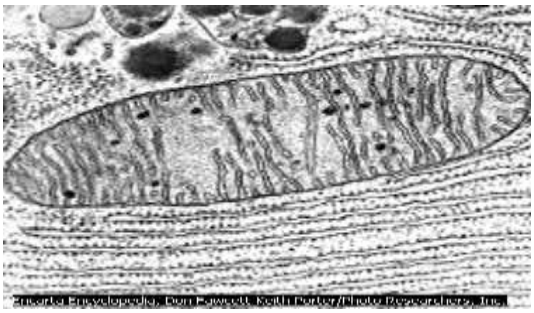
والمايتوكوندريا مسئولة عن التنفس الخلوي ، وهي غنية جداً بمحتواها من الإنزيمات المؤكسدة ، كما تحتوي على حامض DNA. وتتم عملية انتاج وحدات الطاقة ATP من خلال دورة حامض السيتريك citric acid cycle أو دورة كريبس krebs cycle وهي الجزء الأخير من المسار الأيضي metabolic pathway والتي يتم فيها تحويل الجزيئات العضوية الكبيرة كجزيئات البروتين والدهون والكربوهيدرات بوجود الأوكسجين الى ثاني أوكسيد الكربون والماء منتجة الطاقة.

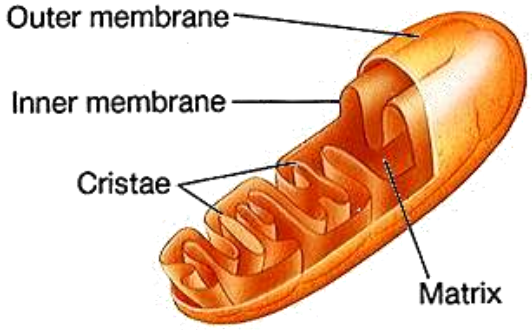
وتظهر المايتوكوندريا بالمجهر الضوئي على صورة حبيبات وأعمدة قصيرة أو خيوط ، يتراوح طولها بين 0.5-1.5 مايكرومتر. وقد يصل طول المايتوكوندريا الخيطية الشكل الى 10-12 مايكرومتر. وعند إعداد تحضيرات المجهر الضوئي ، تصبغ القطاعات بصبغ الفوكسين الحامضي أو صبغ الهيماتوكسيلين بالحديد. وقد قدر أن هناك حوالي 2500 متقدرة في الخلية الكبدية الواحدة ، وحوالي 500000 متقدرة في الأميبا.

وفي تحضيرات المجهر الإلكتروني ، تبدو المتقدرة على هيئة كيس يحده غشاءان ، يفصل بينهما ما يعرف بإسم "الحجرة الخارجية" ، ويحد الحجرة الداخلية الغشاء الداخلي ، وهي تحتوي على مادة تعرف بإسم "موجد المايتوكوندريا" أو الحشوة Mitochondrial matrix. وتحتوي الميتوكوندريا على كمية كبيرة من الكالسيوم ، الذي يبدو على هيئة جسيمات داكنة. ويكون الغشاء الداخلي زوائد تمتد على الحجرة الداخلية ، تعرف بإسم "أعراف الميتوكوندريا" Mitochondrial cristae، وبإستخدام تقنيات خاصة تشاهد عليها تراكيب تشبه الدبابيس ، تعرف بإسم جزيئات F1 أو الجزيئات الأولية.

وتوجد إنزيمات المايتوكوندريا في مجموعات منفصلة عن بعضها فإنزيمات دورة كربس Krebs cycle توجد في الحشوة بالحجرة الداخلية ، وإنزيمات السلسلة التنفسية توجد في الغشاء الداخلي ، وإنزيم أدينوسين ثلاثي الفوسفات يوجد في الجزيئات الأولية (F1) الواقعة على الأعراف.

وتجدر الإشارة إلى أن حمض البيروفيك pyruvic acid – الناتج في السايتوبلازم عن تكسير الكلوكوز – يدخل المتقدرة ليتحول إلى مركب "أستيل مصاحب الإنزيم أ" Acetyl coenzyme A، الذي يدخل في دورة كربس التي تتم في الموجد بالحجرة الداخلية للميتوكوندريا ، وينتج عن هذه الدورة جزيئات ATP وجزيئات هيدروجين. وتتجه ذرات الهيدروجين الناتجة إلى سلسلة من تفاعلات الأكسدة والفسفرة التي تحدث على الغشاء الداخلي للميتوكوندريا ، وينتج عن هذه السلسلة جزيئات ATP. ويتأثر كل من تركيب ووظيفة المتقدرة كثيراً بتقدم العمر والعوامل الضارة الفيزيائية والكيميائية.



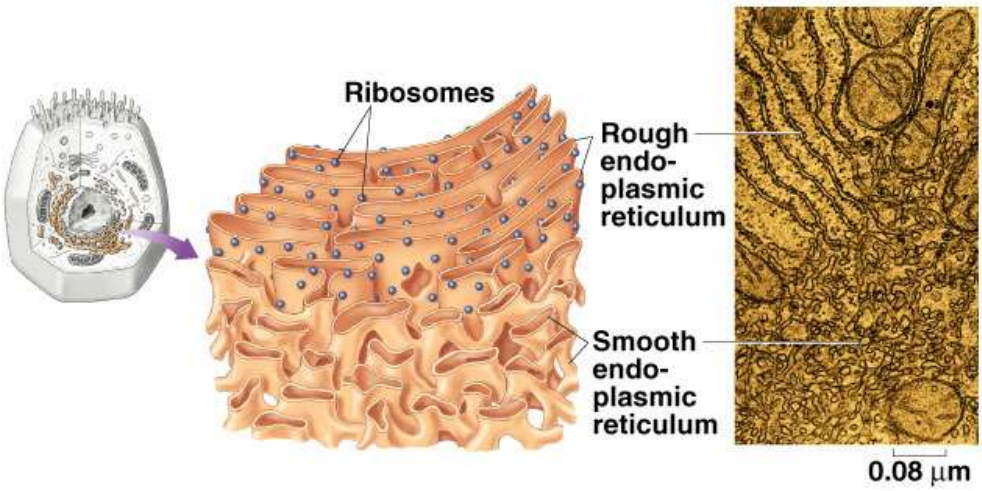


2 – الشبكية الداخلية (الشبكة الاندوبلازمية) Endoplasmic reticulum :

وهي عبارة عن شبكة من القنوات والفجوات المحاطة بأغشية رقيقة توجد وسط السيتوبلازم بالقرب من النواة ومتصلة بغشائها في الغالب.يبلغ سمك غشائها حوالي 50 انكستروم ويوجد في وسطها فسحة مركزية ضيقة تدعى الحوض cisterna وهذه الحويصلات متصلة مباشرة مع سطح الخلية ، وتتصل فيما بينها بواسطة الحوض .

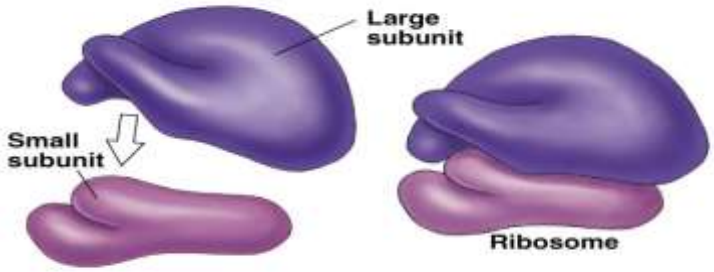
ويوجد ثلاثة أنواع من الشبكات الاندوبلازمية وهي الشبكة الاندوبلازمية الخشنة أو المحببة granular rough endoplasmic reticulum والتي تتميز بوجود عدد كبير من الحبيبات الدقيقة (الرايبوزومات ribosomes) المثبتة على سطح الشبكة والتي هي مصنع البروتينات ولا ترتبط الرايبوسومات بغشاء الشبكة الخشنة الا عند قيامها بتصنيع البروتينات.أما النوع الثاني فهي الشبكة الاندوبلازمية الملساء smooth endoplasmic reticulum والتي تتميز بخلوها من الرايبوسومات وهي تحيط بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة. وأما النوع الثالث فهي الشبكة الاندوبلازمية الساركوبلازمية sarcoplasmic reticulum وهي شبيهة في تركيبها بالشبكة الملساء وتوجد بكثرة في خلايا العضلات المخططة والملساء.

تلعب الشبكة الاندوبلازمية دورا مهما في عملية انتاج البروتينات والدهون والكاربوهيدرات من وحداتها الأساسية. فالشبكة الخشنة تقوم بدور أساسي في عملية تصنيع البروتينات وتعبئتها في حويصلات cisternae ليتم نقلها الى جهاز جولجي في الغالب. أما الشبكة الملساء فتقوم بوظائف كثيرة كتصنيع الدهون lipids والستيرويدات steroids وتنظيم مستوى الكالسيوم في الخلية وربط المستقبلات على الغشاء الخلوي. أما الشبكة الساركوبلازمية فتقوم بتخزين أيونات الكالسيوم وضخها عند الحاجة كما هو الحال عند انقباض الألياف العضلية.



3 - الرايبوســــــومات Ribosomes :

من الأجهزة الرئيسية في الخلية، موجودة في الخلايا البدائية النواة وفي الخلايا حقيقية النواة، وقد تكون متصلة بالشبكة الأندوبلازمية الخشنة أو حرة في السايتوبلازم على شكل مجموعات. وقد تتواجد على طول الغشاء النووي وفي داخل النواة أو الميتوكوندريا. أو تكون ملتصقة بنوع معين من الحامض النووي. يوجد نوعان من الريبوسومات، الكبيرة وهي تتواجد في الخلايا الحقيقية النواة. أما الأخرى، وهي الصغيرة، تتواجد في الخلايا الحقيقية النواة والبدائية النواة. تختلف الريبوسومات عن غيرها من العضيات بأنها لا تملك غشاء.



الرايبوسومات عبارة عن حبيبات ذات ملمس خشن شكلها شبكي خيطي ، ويتراوح حجمها ما بين 100 – 200 انكستروم وتلتصق بالسطح الداخلي للغشاء السايتوبلازمي أو على سطح الشبكية الداخلية الخشنة. يتكون الرايبوسوم من وحدتين منفصلتين يتم بناؤهما من الأحماض الريبونووية الرايبوسومية ribosomal RNA بنسبة 60% ومن البروتينات بنسبة 40%. ويتم تصنيع وحدتي الرايبوسوم في النويات الموجودة في النواة مفصولتان عن بعضهما البعض ويخرجان ايضا الى السايتوبلازم وهما منفصلتان ولا يتحدان الا عند البدء بتصنيع البروتين. والرايبوسومات هي مصانع البروتينات في الخلايا حيث يقوم شريط حامض ريبونووي يسمى الشريط المراسل messenger RNA (mRNA) بأخذ نسخة عن ترتيب الأحماض الأمينية للبروتين المراد تصنيعه من الشريط الوراثي في النواة وينقلها الى الرايبوسومات.

وظائف الريبوسومات

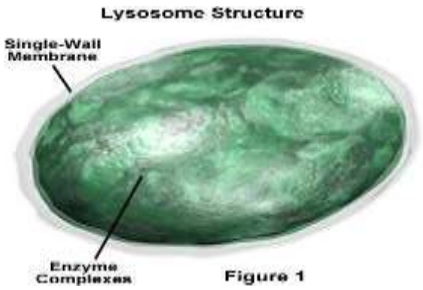
1- ***وظيفة التكوين*** :تكوين البروتين، ويجب أن تتجمع الرايبوسومات لكي تصبح نشطة في تكوين البروتين. وتكون الخلايا النشطة أو التي تفرز البروتين غنية بالرايبوسومات. كما وإنه يكثر في الخلايا السريعة النمو مثل الخلايا الجنينية والخلايا السرطانية. كما وأنها تساهم في تكوين بعض الإنزيمات والهيرمونات التي تحتاجها الخلايا في وظائفها وفي تجددها.

2- ***وظيفة التخزين*** :تخزن وتجمع مواد واردة من خارج الخلية أو داخلها. وتغلف ما يحتاج منها للتغليف مشكلةً حولها غشاءً مغلفًا لها.

3- ***وظيفة النقل*** :تعمد إلى إرسال البروتينات التي تنتجها الريبوسومات إلى جهاز جولجي، وهي تؤمن أحيانًا واسطة النقل ما بين الغشاء النووي والغشاء الخلوي .

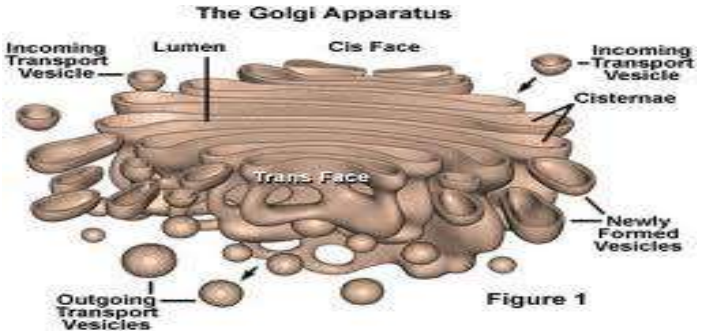
4- الجســــــــيمات الحالـــــــــة Lysosomes:

اللايسوسومات أو الجسيمات الحالـة عبـارة عن حويصلات ذات غشـاء رقيـق لا يتجـاوز قطرهـا المـايكروميتر الواحد، ذات اشكال كروية أو بيضاوية أو غير منتظمة وتكثر خاصة في كريات الدم البيضاء و الخلايـا البلعميـة. وهـي تحتـوي علـى انزيمـات نشـطة تسـتطيع تحليـل المركبـات الكيماويـة المعقدة إلـى أبسـط منهـا. والانزيمـات الموجـودة فـي الليسوسـومات هـي الليبيـز lipase لهضـم الـدهون والأميليـز amylase لهضـم الكاربوهيـدرات والبروتيزات proteases لهضم البروتينات والنيوكليزات nucleases لهضم الأحمـاض النوويـة. وهـي تعمل على تحليل بعض مكونات الخلية القديمة (مثل الميتوكوندريا والشبكة الداخلية) والبكتريا والفايروسات التـي تدخل الخلية، كما إنها يمكن أن تعمل على تحليل الخلية نفسها ، وذلك بـإفراز انزيمـات فعالـة تعمل علـى تحليل أو إذابـة غشاء الخلية وربما بدا هذا أمرا" خطيرا" ، غير أنـه مفيد جدآ فـي بعض الاحيـان ، وذلك عنـدما يكـون لا بـد مـن استبدال الخلايا القديمة بخلايا جديدة ، ولهذا الجسيم الحالة بـ محفظة الانتحار.



5 - جهاز كولجي Golgi apparatus أو شبكة كولجي Golgi network

عبارة عن جهاز افرازي يقع قرب الشبكة الداخليـة النـاعمـة ، وقد سمي باسم العـالم الايطـالي الـذي اكتشـفه وهـو Camillo Golgi ويظهـر تحـت المجهـر الضـوئي علـى هيئـة منطقـة غامقـة اللـون فـي السيتوبلازم ، أمـا تحـت المجهـر الإلكترونـي فيظهـر علـى هيئـة مجموعـات مـن الفجـوات المنبسـطة التـي تتصـل بالشـبكية الداخليـة النـاعمـة بواسطة عدد من الحويصلات المحتوية على حبيبات افرازية ، ويختلف في مظهره من خلية لأخرى ، وفـي العـادة يحيط جهاز جولجي بأحد أطـراف النـواة ، وفجواتـه السطحية (العلويـة) منتفخـة ودائريـة ، أمـا السفلية فمنبسطة وناعمة وغشاؤها ثنائي الجدار.



ويبدو أن الوظيفة الاساسية لهذا الجهاز هي الافراز و انتاج المواد داخل الخلية ، وذلك بسبب وجود الحبيبات الافرازية ملتصقة به ، وقد يكون ذو وظيفة افرازية عالية كما في خلية Goblet في الامعاء وفي الخلية العنبية Acinar في البنكرياس.وقد تم التأكد من هذه الوظيفة بواسطة التصوير بالمواد الملونة ، فإفراز الخلية كله عبارة عن جليكو بروتين Glyco-Protein أي بروتين متحد مع السكريات ومن ثم تغادر الخلية.

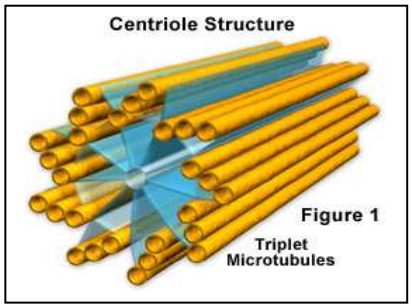
يعمل جهز جولجي كمركز البريد حيث يقوم باستلام الجزيئات الكبيرة macromolecules كجزيئات البروتينات والدهون والكربوهيدرات والتي تقوم الخلية بتصنيعها ثم يقوم بتعديلها وتصنيفها وتغليفها modifying, sorting and packaging ثم توجيهها الى أماكن استعمالها في داخل الخلية أو خارجها بعد تعريفها بعلامة جزيئية مميزة marker. وعادة ما يتم تعديل البروتينات من خلال اضافة جزيئات كربوهيدراتية (glycosylation) أو اضافة جزيئات فوسفاتية (phosphorylation).

وهكذا فإن جهاز جولجي يشكل الممر الاجباري لجميع المواد التي تفرزها الخلية . ويتم هذا الافراغ عن طريق الحويصلات الواصلة بين الجهاز وسطح الخلية . وهكذا يمكن أن نلخص وظيفة جهاز جولجي على أنها إضافة السكريات للبروتينات وتكوين المركب النهائي ثم طرح هذا المركب خارج الخلية عبر الحويصلات الواصلة مع السطح .

6 – الجســـــم المركـــــزي The Centrosome:

السنتروسوم أو الجسم المركزي جسيم صغير قاتم اللون يقع قريباً من النواة وتحيط به منطقة شفافة أو رائقة من السايتوبلازم تسمى المنطقة المركزية الدقيقة microcentrum وتحيط بها منطقة كثيفة قاتمة تسمى الكرة المركزية centrosphere. يوجد في الغالبية العظمى من الخلايا الحيوانية ، فيما عدا تلك الخلايا التي فقدت قدرتها على الانقسام والتكاثر ، مثل الخلايا العصبية البالغة ولا يوجد السنتروسوم في الخلايا النباتية ، فيما عدا بعض الأنواع البدائية. وعند انقسام الخلية تتحول الكرة المركزية الى ما يسمى الأشعة النجمية astral rays or astrosphere.

بينت دراسات المجهر الالكتروني ان الجسم المركزي يتألف من جسيمين دقيقين يسميان الحبيبات المركزية centrioles والتي لها شكل اسطواني يحتوي سطحه الخارجي على أنابيب دقيقة تمتد بموازاة محور الأسطوانة وهي مقسمة الى تسعة مجموعات كل مجموعة تحتوي على ثلاثة أنابيب. **وتلعب الحبيبات المركزية دورا" هاما" في عملية انقسام الخلية حيث تبتعد الحبيبتان المركزيتان عن بعضهما البعض وتتحركان الى قطبين متقابلين من أقطاب الخلية ولكنهما تظلان متصلتان بواسطة خيوط دقيقة تعرف بخيوط المغزل spindle fibers والتي تنتظم عليها الكروموسومات المختلفة.**



يظهر الميكروسكوب الإلكتروني كل حبيبة مركزية على هيئة جسم اسطواني صغير يحتوي جداره الخارجي على عدد كبير من العصى أو الأنيبيبات الدقيقة منتظمة في تسع مجموعات ، تتكون كل مجموعة منها عادة من ثلاث أنيبيبات. تمتد هذه الأنيبيبات في اتجاه المحور الطولي لهذا الجسم الإسطواني. تلعب الحبيبات المركزية دورا هاما في عملية انقسام الخلية ، حيث تبتعد الحبيبتان المركزيتان عن بعضهما البعض و تتحركان إلى قطبين متقابلين من أقطاب الخلية ، و لكنهما تظلان متصلتان بواسطة خيوط دقيقة تعرف بخيط المغزل Spindle Fibers تنتظم عليها الكروموسومات. و الحبيبات المركزية أيضا وثيقة الصلة بحركة الأهداب في الخلايا و الكائنات الهدبية. كما أنها تسهم بصورة ما في تكوين ذيول الحيوانات المنوية.

7- النـــــــــــــــــواة Nucleus

النواة هي أكبر العضيات الموجودة في الخلية حجما" حيث يبلغ متوسط قطرها 5 ميكروميتر بينما يبلغ متوسط قطر الخلية 10 ميكروميتر أي أن حجمها قد يصل الى عشرة بالمائة من حجم الخلية.

النواة إحدى أهم أعضاء الخلية الحيوانية حقيقية النوى و لا تتواجد في بدائية النوى. **تقوم نوى الخلايا بتنظيم التفاعلات الكيميائية الحيوية في الخلية كما تقوم بحفظ المعلومات الوراثية ضمن مورثات موجودة في المادة الصبغية (الكروموسومات).**

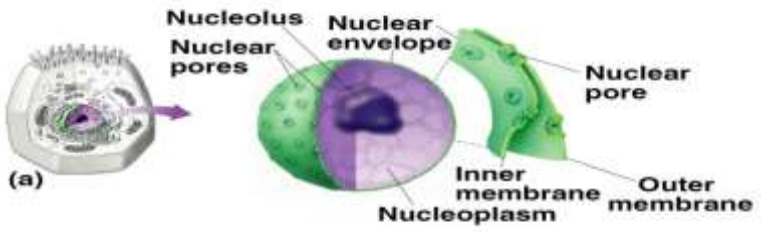
تبدو النواة في خلايا حقيقيات النواة كجسم محدد. ويتبع شكل النواة شكل خليتها، ففي الخلايا متساوية الأبعاد (أي كروية الشكل أو المكعبية أو عديدة الأضلاع) تكون النواة كروية الشكل تقريبا ، وفي الخلايا الأسطوانية أو منشورية الشكل أو مغزلية الشكل نجد النواة تأخذ شكلا بيضاويا. وفي الخلايا المفلطحة تكون النواة خيطية الشكل ، وفي الخلايا التي يتغير شكلها بإستمرار ، نجد النواة عديدة الفصوص عادة.

وعادة فإن كل منها لها نواة واحدة ، ولكن تشاهد خلايا كل منها بنواتين في الكبد Liver و الغضروف Cartilage وأنسجة عصبية معينة ، كما أن الخلايا هادمة العظم تكون عديدة الأنوية. وفي الألياف العضلية المخططة تبدو الأنوية مبعثرة في الكتلة السيتوبلازمية لتكون مدمج خلوي Syncytium . أما خلايا الدم الحمراء الناضجة في الثدييات ، فهي خالية من النواة . وعلى الأغلب فإن ذلك يعطي فرصة للخلية لتحوي أكبر قدر من الهيموجلوبين Haemoglobin. ويختلف موقع النواة داخل الخلية ، ففي الخلايا المكعبة ومعظم الخلايا العصبية ، وفي الخلايا الجنينية تقع النواة عند مركز الخلية ، وفي معظم الخلايا العمودية تقع النواة أقرب إلى الغشاء القاعدي ، وفي الخلايا المفرزة للمخاط تقع النواة عند قاعدة الخلية ، وفي الخلايا الدهنية تقع النواة عند حافة الخلية ، وفي خلايا البلازما نجد النواة لا مركزية الموقع.

تتكون النواة من غلاف نووي يحتوي على سائل يسمى السائل النووي nucleoplasm والذي تعلق فيه عضيات النواة القليلة نسبيا" وهي الكروموسومات والنوية وأجسام كاجال وأنواع لا حصر لها من الأنزيمات والأحماض النووية والأحماض الريبونووية.

أ- الغلاف النووي Nuclear envelope

تحاط النواة بغلاف نووي يختلف عن تركيب غشاء الخلية حيث أنه يتكون من غشائين منفصلين عن بعضهما البعض وتتراوح المسافة بينهما 20 و40 نانوميتروكل غشاء له نفس تركيب الغشاء الخلوي المكون من طبقتين دهنيتين bilayer lipid ويعتبر الحيز الموجود بين الغشائين والمسمى perinuclear space امتدادا" للشبكة الأندوبلازمية الخشنة حيث يوجد فيه كثير من الرايبوسومات والبروتينات المتكونة حديثا". ويقوم الغلاف النووي بعزل مكونات النواة ذات الوظائف الحساسة وخاصة الشريط الوراثي عن بقية مكونات الخلية الموجودة في السايتوبلازم لكي لا تؤثر على عملها. ويتم دخول وخروج المواد المختلفة الى النواة من خلال فتحات أو قنوات خاصة موجودة في الغلاف النووي تسمى الثقوب النووية nuclear pores وهي مبنية من عدد كبير من البروتينات. وهذه القنوات من النوع المحكوم والتي يتم فتحها واغلاقها تحت سيطرة الشريط الوراثي. ويوجد على السطح الداخلي وكذلك الخارجي للغلاف النووي شبكة من الخيوط البروتينية الرفيعة تسمى nuclear lamina تعمل كدعائم لغلاف النواة بحيث يبقى منتفخا" ويعطي النواة شكلها التي هي عليه.



تظهر النواة بالمجهر الإلكتروني محاطة بغشائين متوازيين ، تبلغ المسافة بينهما 4-7 نانومتر لتكون حيزا حول نووي ، يعرف بإسم "كييس حول نووي Perinuclear Cistern " ، ويكون الغشاءان معا يعرف بإسم "الغلاف النووي Nuclear Membrane". ويلاحظ أن ما يشاهد بإستخدام المجهر الضوئي ، ويعرف بإسم "الغشاء النووي" ، هو في الواقع طبقة الكروماتين Heterochromatin المخالف التي تبطن السطح الداخلي للغلاف النووي وترتبط به. وغالبا يرتبط بالغشاء الخارجي للغلاف النووي ريبوسومات. وتقع على الغلاف النووي فتحات دائرية ، تمثل مناطق إلتحام غشائيه الداخلي والخارجي ، يعرفان بإسم "ثقوب نووية Nuclear Pores" -، وهي توفر ممرات بين النواة والسيتوبلازم. ويوجد حوالي 60 ثقبا في الميكرومتر المربع الواحد من سطح النواة ، يبلغ قطر كل منها حوالي 80 إلى 1000 نانومتر.

ب- الســــــــائل النـــــــووي Nucleoplasm:

يتكون من مواد بروتينية ولا شكل له ويملأ وسط النواة حيث تسبح فيه المكونات النووية ، وهو يلعب دوراً أساسياً في تهيئة المحيط أو الوسط المناسب لمكونات النواة وفي توفير المواد الغذائية اللازمة لها

ت- النويـــــــــــــــة Nucleulus

النويات nucleoli عبارة عن جسيمات صغيرة في داخل النواة لا غلاف لها وهي مكونة من أشرطة من الحامض الريبونووي الرايبوسومي ribosomal ribonucleic acid (rRNA) وأنواع مختلفة من البروتينات.

الوظيفة الرئيسية للنويات هي تصنيع الرايبوسومات والتي هي مصانع البروتينات في الخلية ولا يتم تصنيع الرايبوسوم بشكل كامل في داخل النوية بل يتم تصنيع الوحدات المكونة له وذلك لكي تتمكن من المرور من فتحات الغلاف النووي. ويتم تجميع الوحدات المكونة للرايبوسوم خارج النواة.

ويوجد في النواة الى جانب الكروموسومات والنوية عضيات أخرى ولكنها قليلة مقارنة بعضيات السايتوبلازم ومن هذه العضيات ما يسمى بأجسام كاجل Cajal bodies وهي أجسام كروية صغيرة يتراوح قطرها ما بين 0.2 و 2 ميكروميتر وعددها ما بين 1 و10 أجسام وذلك حسب نوع الخلية ووظيفة هذه الأجسام هي معالجة أنواع مختلفة من الأحماض الريبونووية small nucleolar RNA و small nuclear RNA. ويوجد في نواة خلايا الاناث الجسمية somatic cells مكون يسمى جسم بار Barr body وهو عبارة عن كروموسوم جنسي زائد من نوع أكس ولكنه غير نشط inactive.

توجد بداخل النوى المادة الوراثية الدنا DNA، على شكل معقد الدنا-بروتينات يسمى الصبغين chromatine وهو مكون من عدد كبير من الوحدات المسمات الصبغيات chromosomes. ويقسم الصبغين إلى نوعين : الصبغين الحقيقي euchromatine والصبغين المغاير heterochromatine.

الصبغين الحقيقي هو شكل الدنا الأقل كثافة وتماسكا، وتحتوي مناطق الدنا المكونة له على الجينات التي غالباً ما تُعَبِّر عنها الخلية. وعلى عكس ذلك، في الصبغين المغاير نجد الدنا كثيفا. وتحتوي مناطق الدنا المكونة له إما على الجينات التي لا تُعَبِّر عنها الخلية (هذا النوع من الصبغين يعرف بالصبغين الاختياري) ؛ وإما تصنع القسيمات المركزية والقسيمات الطرفية للصبغيات (هذا النوع من الصبغين يعرف بالصبغين المُكَوِّن). وإن خلايا الأجسام المتعددة الخلايا، جد متخصصة في أداء وظائف خاصة، فيتطلب ذلك مختلف مجموعات الجينات للتعبير عنها. وبذلك، فإن مناطق الدنا المكونة للصبغين المغاير تختلف حسب نمط الخلايا. وتحتوي النوية على كمية كبيرة من RNA ولذلك فهي تلعي دوراً أساسياً في انتاج الرايبوسومات وبالتالي تنظيم إنتاج البروتينات ، ولهذا يطلق عليها اسم (ضابطة ايقاع الخلية) Pace – Maker Cell قد تحتوي النواة على اكثر من نوية واحدة .

ث- الحبيبيـــــات الضـــــابطة او الشـــــبكة الكروماتنيـــــة:

ذات شكل وحجم غير منتظمين وهي اصغر حجماً من النوية ولا توجد إلا في الخلايا النامية غير المنقسمة اي في

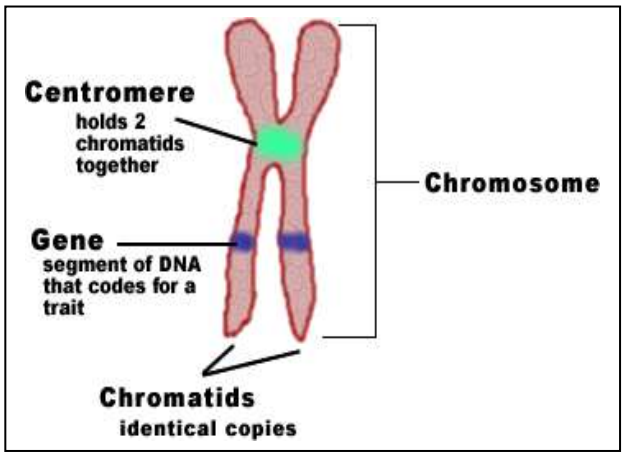
مرحلة الاستراحة . وتشتمل على الكروموسومات Chromosomes ذات الشكل الخيطي والتي تحتوي على الجينات الوراثية Genes التي تقرر الوراثة .

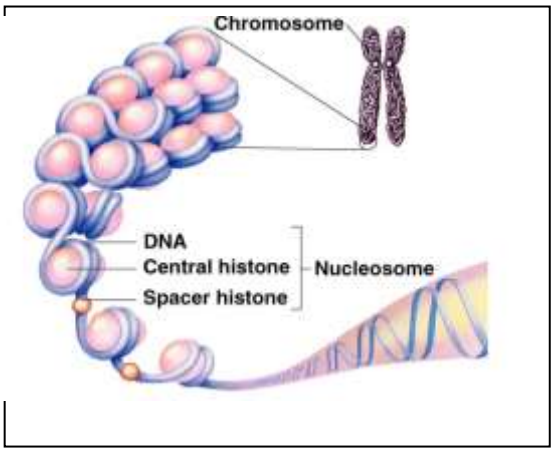
وبينما يوجد في النوية الـ RNA فإن النواة تحتوي على DNA إختصاراً Deoxy Ribo Nucleic Acid الذي تقدر كميته بحوالي خمسة ملايين جين موزعة على 23 زوج من الكروموسومات (46 كروموسوم) ويعمل الـ DAN على تحديد نوعية التركيب الكيماوي لآلآف الخمائر اللازمة لتوفير الطاقة الضرورية لتحديد نوع الخلية وتزودها بالنموذج الوراثي لتعمل لنفسها نسخاً مضبوطة عن النموذج لكي تورثها لنسلها من الخلايا المتولدة .

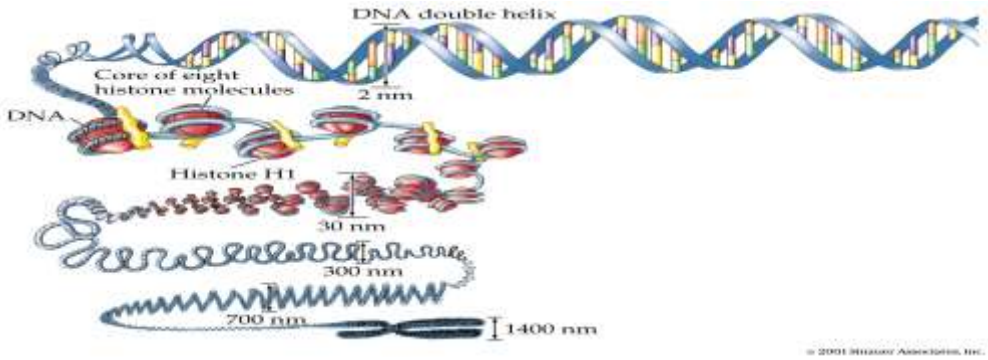
الصبغيات (الكروموسومات) Chromosomes:

تعتبر أهم مكونات النواة، والكروموسوم عبارة عن جزيء من الحامض الرايبونووي المنقوص الأوكسجين أو الدنا (DNA) Deoxyribonucleic acid ويكون على شكل شريط طويل يحمل الأحرف الوراثية nucleotides والتي تكتب بها جميع التعليمات التي يقوم بها شريط الدنا أو ما يسمى الجينات genes.

كل كروموسوم أو صبغي هو عبارة عن خيط واحد متصل وملفوف بشكل محكم من شريط الـ DNA، ولو أننا مددنا هذا الخيط لتراوح طوله ما بين 1.7 إلى 8.5 سـم اعتماداً على نوع الكروموسوم، ولكن في المقابل فإن هذا الخيط سوف يكون رفيعاً جدا بحيث لا يتجاوز عرضه واحد على المليون من السنتيمتر. ومن هنا يبرز دور الكروموسومات في المحافظة على سلامة وكمال المادة الوراثية التي يجب أن تورث إلى الأجيال التالية سليمة وبدون أخطاء. فلو ترك خيط الـ DNA يسبح بحرية في سايتوبلازم الخلية فإنه سوف يكون عرضة للتكسر إلى عدد غير محدد من القطع الصغيرة التي ربما تعاود الالتحام بصفة عشوائية خاطئة وهذا يؤدي إلى الإضرار بالتسلسل الأصلي للـ DNA وبالتالي الإخلال بسلامة وتكوين المادة الوراثية. ومما يساعد على طي شريط الـ DNA بهذه الصورة المحكمة وجود بروتينات تعرف بالهستونات Histones يلف عليها شريط الـ DNA بإحكام ليكون النيكليوسومات Nucleosome التي ترص وترتب على شكل كروموسوم لا يتجاوز طوله واحد من الألف من السنتيمتر.

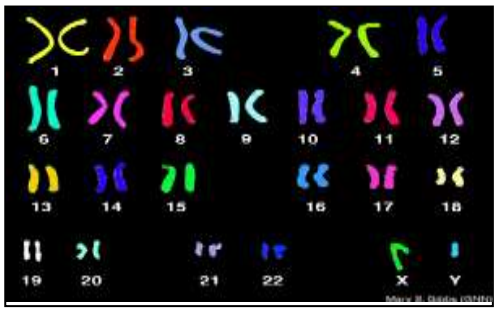






يلف شريط الـ **DNA** على بروتينات الهستونات ليكون النيوكليسومات التي تكون المصفوفات النووية التي ترص فوق بعضها لتكوين الكروموسوم.

يختلف عدد الكروموسومات من كائن إلى آخر، فخلايا الإنسان الجسدية مثلا تحتوي على 46 كروموسوماً أو 23 زوجاً من الكروموسومات، منها 22 زوجاً متشابهة عند الذكر و الأنثى على حد سواء، أما الزوج الثالث والعشرون من الكروموسومات فهو متغير على حسب الجنس، فيأخذ تركيب XX في خلايا الإناث و XY في خلايا الذكور.



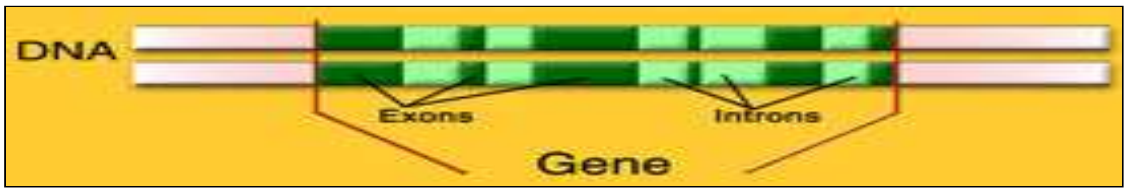
عدد كروموسومات الإنسان 23 زوجاً، منها زوج واحد جنسي يرمز له بـ XY عند الذكور و XX عند الإناث.

الجينات (المورثات) Genes:

يعرّف علماء البيولوجي الجينات أو المورثات بأنها الوحدات الافتراضية والعمليّة الأساسيّة للوراثة والتي تُحمل على الكروموسومات وتنتقل من الأباء إلى الأبناء وهى مسؤولة عن تكوين صفات معينة في أفراد ينتمون إلى بيئة معينة . ويشّبه علماء الأحياء الجين بالذرّة، فكما أن الذرة هي الوحدة الأساسية المكونة للمادة عند الكيميائيين، فكذلك الجين هو الوحدة الأساسية للوراثة.

يختلف عدد الجينات في الجينوم من كائن إلى آخر ويعتمد ذلك على مدى تعقيد الكائن الحي، فالكائنات الحية الأكثر تعقيداً تحوي عدداً أكبر من الجينات. فعلى سبيل المثال: البكتيريا وهي كائن بدائي تحتوي على عدة مئات إلى عدة الآلف من الجينات، بينما الإنسان الذي يعتبر أكثر تعقيداً يحتوي مجينه ما بين 30000 إلى 35000 جين.

تركيب الجينات: يتكون الجين الواحد من شريط مزدوج من الـ DNA الذي يقسّم إلى عدة مناطق قصيرة تعرف بالإكسونات Exons التي تفصل بواسطة مناطق أخرى أكثر طولاً يطلق عليها الإنترونات Introns (شكل 6)، وبالإضافة إلى هذه الأجزاء فإن كل جين يحتوي في بدايته على مناطق تنظيمية تحدد متى وأين يتم إنتاج البروتين، وهذه المناطق هي المسؤولة عن التحكم في ما يسمى بالتعبير الجيني Gene Expression وهو ما يعطي الخلايا المختلفة مميزات مختلفة مثل خلايا الكبد والخلايا العصبية. فبالرغم من أن جميع خلايا الجسم تحتوي على نفس النسخة من الجينوم إلا أن كل خلية تقوم بتصنيع بروتينات خاصة و محددة ذات أهمية لإتمام وظائفها.



الاحماض النووية Nucleic Acids

وهي عبارة عن جزيئات كبيرة تحمل المعلومات الوراثية وتكون مسؤولة عن خزن و نقل المعلومات الخاصة ببناء البروتينات. وتتكون من وحدات متكررة من النيوكليوتيدات. ويوجد نوعان من الأحماض النووية:

النوع الاول:

يحتوي هذا النوع على سكر الرايبوز Ribose لذا يطلق عليه الحامض النووي الرايبوزي (RNA) Ribonucleic acid.

النوع الثاني:

يحتوي هذا النوع على سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين Deoxyribonucleic acid (DNA) ويتكون كلاهما بشكل بوليمرات خيطية مكونة من وحدات تعرف النيوكليوتيدات Nucleotides وهذه النيوكليوتيدات ترتبط مع بعضها البعض عن طريق اواصر فوسفاتية ثنائية الاستر Phosphodiester حيث ترتبط مجموعة الفوسفات المرتبطة مع ذرة الكربون5 (C5) للسكر المكون للنيوكليوتيد الاول مع مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة مع ذرة كربون رقم 3 (C3) للسكر المكون للنيوكليوتيد التالي له.

مكونات الاحماض النوويه Components of Nucleic Acids

تتركب النيوكليوتيدة من ثلاث وحدات بنائية هي القواعد النايتروجينية (بيورين وبايرميدين) (Pyrimidine, Purine) والتي ترتبط بجزيئة سكر خماسي قد يكون رايبوز او رايبوز منقوص الاوكسجين بالاضافة الى مجموعة فوسفات ترتبط بجزئ السكر عند ذرة الكربون الخامسة .

النيوكليوتيدة بمكوناتها الثلاثة

أ- القواعد البايريميدينية Pyrimidines

عبارة عن مشتقات من المركب الحلقي غير متجانس والمعروف بأسم البايريميدين ذو الصفة الحلقية وتتضمن القواعد البايريميدينية مركبات اليوراسيل Uracil والسايتوسين Cytocine والثايمين Thyamine ويدخل السايتوسين واليوراسيل في تركيب الحامض النووي RNA بينما يدخل الثايمين Thyamine والسايتوسين في تركيب الحامض النووي DNA وتتميز قواعد البايريميدين بقدرتها على التحولات الايزوميرية.

وتتكون البريميدات من حلقة واحدة سداسية تحتوي على ذرتين من النيتروجين وتتضمن السايتوسين واليوراسيل والثايمين

الثايمين

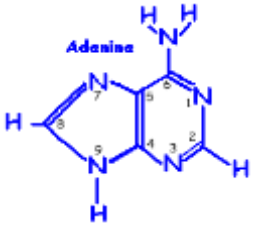
اليوراسيل

السايتوسين

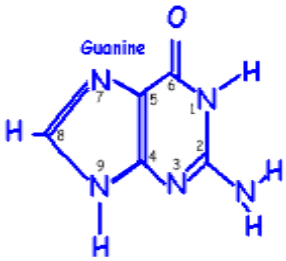
ب- البيورينات Purines

ان مصدر البيورينات يرجع الى مادة البيورين التي تتكون من التحام البايريمدين سداسية الشكل بحلقة اخرى مؤلفة من ذرتي نيتروجين وذره كربون ومن القواعد البيورينية الادنين (Adenine) والكوانين (Guanine) واللتان تتواجدان في نوعي الاحماض النووية (RNA و DNA) باضافة الى ذلك فهناك مشتقات اخرى للبيورين وتعتبر اقل انتشاراً منها مثل البيورينات الميثيلية والهيدرانشين والزانفيسن وحامض الاوليك.

تتكون البيورينات من حلقتين احدهما سداسية والاخرى خماسية وتتمثل بالادينين والكوانين

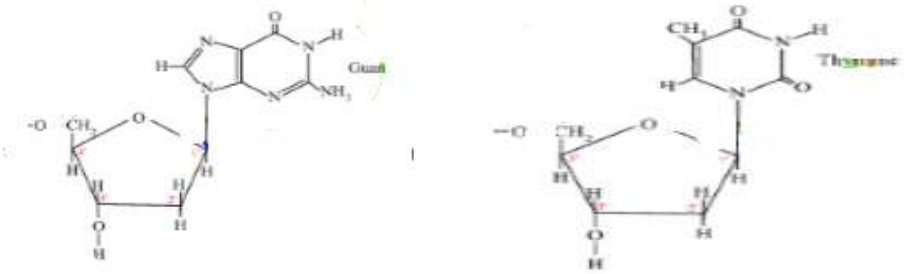


الجوانين



الادنين

قواعد البيورين والبايريميدين ترتبط مع السكر الخماسي بواسطة اصرة (beta –N- glycosidic bond) بين ذرة الكاربون الأولى في السكر الخماسي وذرة النايتروجين التاسعة من البيورين والأولى من البايريميدين لتكوين النيوكليوسايد



تركيب النيوكليوسايد

ج- السكريات Sugars

يحتوي الحامض النووي الرايبوزي RNA على سكر خماسي D-ribose في صفته الحلقية الفيورانوزية بينما يحتوي الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين DNA على سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين.

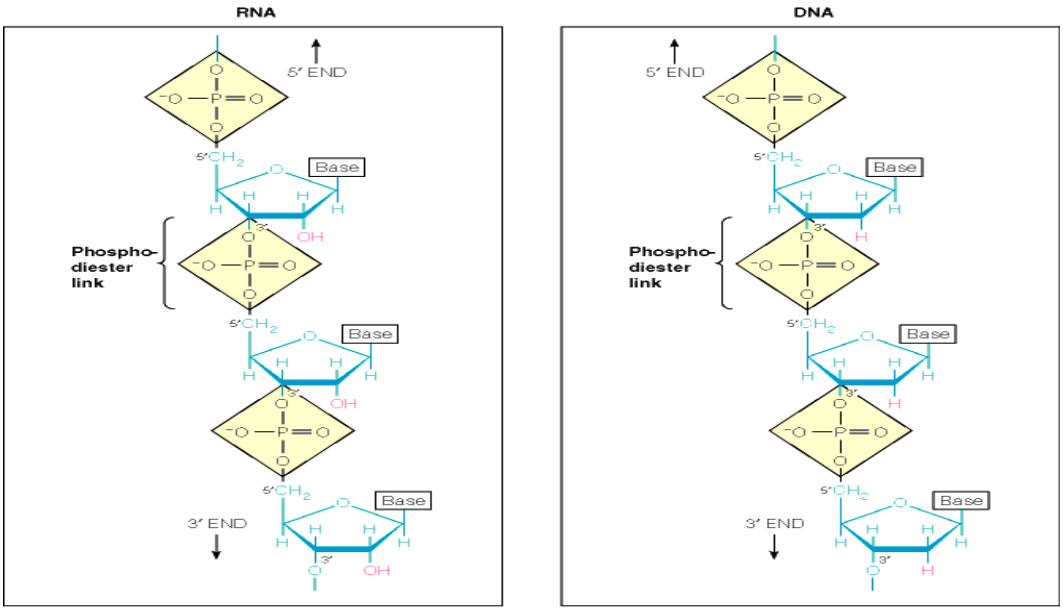
د- النيوكليوسيدات Nucleosides

النيوكليوسيد هو عبارة عن المركب الناتج عن اتحاد القواعد البيورينية او البايريميدينية مع السكر الخماسي رايبوز او رايبوز منقوص الاوكسجين فعندما تتحد قاعدة الادنين (A) مع الرايبوز تتكون مادة الادينوسين بينما عند اتحاد الكوانين (G) مع الرايبوز فانه يعطي الكوانوسين وهكذا بالمثل عند اتحاد قواعد البايريميدين مثل السايتوسين (C) واليوراسيل (U) اما النيوكليوسيدات المناظرة والتي تنتج من اتحاد قواعد البيورين او البايرميدين مع سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين فانها يطلق عليها مثلاً ادينوسين منقوص الاوكسجين.

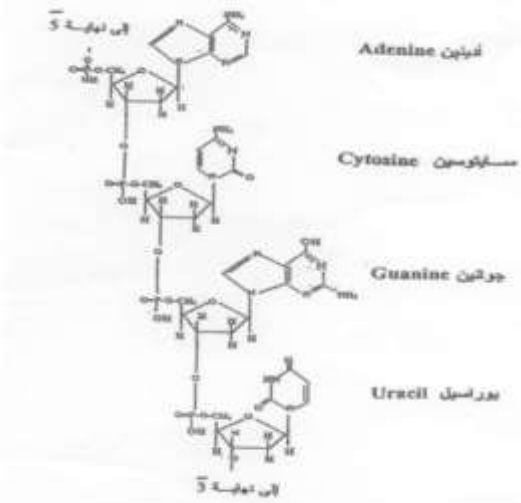
يختلف الحمض النووي باختلاف القواعد النيتروجينية المكونة له. ويرمز لكل قاعدة بالحرف الاول من اسمها باللغة الانجليزية. يضاف المقطع sine عندما يكون النيوكليسايد يحتوي على قاعدة بيورين و يضاف المقطع dine عندما يكون النيوكليسايد يحتوي على قاعدة بايريميدين .

Ribonucleosides	Name
Adenine + ribose	Adenosine
Guanine + ribose	Guanosine
Cytosine + ribose	Cytidine
Uracil + ribose	Uridine
DeoxyRibonucleosides	
Adenine + deoxyribose	DeoxyAdenosine
+ deoxyriboseGuanine	DeoxyGuanosine
+ deoxyriboseCytosine	CytidineDeox
+ deoxyriboseThymine	DeoxyThymidine

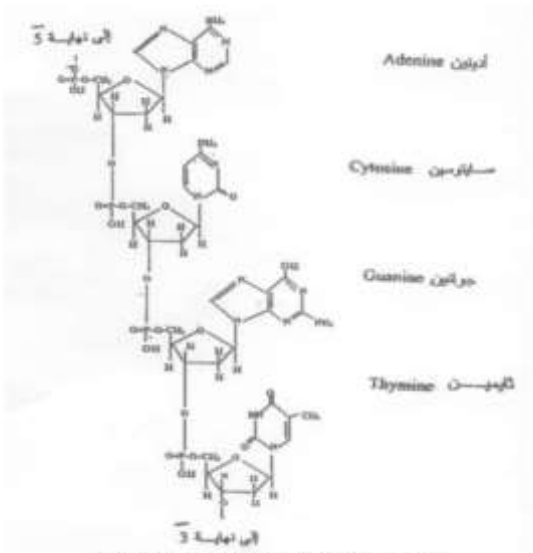
قواعد البيورين والبايريميدين ترتبط مع السكر الخماسي بواسطة اصرة (beta –N- glycosidic bond) بين ذرة الكاربون الأولى في السكر الخماسي وذرة النايتروجين التاسعة من البيورين والأولى من البايريميدين لتكوين النيوكليوسايد و يرتبط النيوكليوسايد بحامض الفوسفوريك باصرة فوسفاتية ثنائية الاستر من ذرة الهيدروكسيل الخامسة او الثالثة من السكر الخماسي ليكون متعدد النيوكليتايد، ومهما كان طول هذه السلسلة فهى لها نهايتين ، النهاية الخامسة The 5`end والتى لها ذرة الكربون الخامسة والنهاية الثالثة The 3`end والتى لها ذرة الكربون الثالثة والتى لا ترتبط بنيوكليوتيد أخر.



نوعين من النيوكليوتيدات تختلف باختلاف نوع جزيء السكر المكون له



التركيب الكيميائي للحامض النووي RNA



التركيب الكيميائي لشريط مفرد من الـ DNA

التركيب الكيميائي لل DNA و RNA

انواع الحامض النووي الرايبوزي Types of RNA

ان جزئ RNA يتكون من سلسلة مفردة من متعدد النيوكلوتيد Polynucleotide وتكون على هيئة خيط مفرد وملتف حول نفسه وهناك عدة انواع من الحامض النووي الرايبوزي RNA ويدخل في تركيبها القواعد النتروجينية الادنين (A) والكوانين (G) والسايتوسين (C) واليوراسيل (U) . وان هذه الانواع من الـ RNA تختلف عن بعضها في الترتيب النيوكليوتيدي والوزن الجزيئي وتختلف ايضاً في الوظيفة التي يؤديها ومن اهم هذه الانواع ما يلي:

1- الحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي Ribsomal RNA

يرمز له بالرمز rRNA ويمثل هذا النوع المكون الرئيسي للـ RNA الكلي في الخلية ويمثل نسبة 80-85% من RNA الكلي يوجد متحداً مع البروتين القاعدي في الرايبوسوم حيث يكون في صورة اجسام كروية تقريباً في اغلب الخلايا ويشكل نسبة 50% من الرايبوسوم.

2- الحامض النووي الرايبوزي الناقل Transfer RNA

ويرمز له بالرمز tRNA ويقوم بنقل الاحماض الامينية المنشطة من السايتوبلازم الى الرايبوسومات حيث تحدث عملية بناء البروتين ولذلك سمي الناقل ويكون وزنه الجزيئي صغير ويختص كل tRNA بنقل حامض اميني من الاحماض التي تدخل في تخليق البروتين ويشكل tRNA حوالي 10-20% من كمية RNA الكلية في الخلية وهو خليط من عدة انواع يتراوح الوزن الجزيئي لها من 25-30 الف دالتون أي ان الوزن يحتوي على 57 نيوكليوتيدة.

3- الحامض النووي الرايبوزي المرسال Messenger RNA

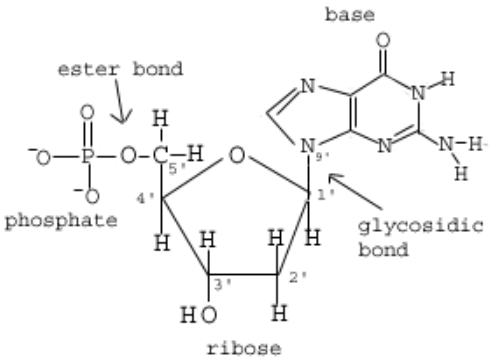
ويرمز له بالرمز mRNA ويوجد اساساً في سايتوبلازم الخلية والنواة ويمثل نسبة ضئيلة من الكمية الكلية لـ RNA ويتراوح الوزن الجزيئي له من 30 الف الى عدة ملايين ويختلف الترتيب النيوكليوتيدي وعدد النيوكليوتيدات في جزيء mRNA باختلاف نوع البروتين المراد تخليقه ومن الناحية النظرية فان عدد النيوكليوتيدات في جزء mRNA لا يقل عن ثلاثة امثال عدد الاحماض الامينية في سلسلة متعدد الببتيد (البروتين) المراد تخليقه في الخلية. يعد mRNA حاملاً للشفرة الوراثية لذلك يكون وجوده في صورة خيطية مستقيمة حيث يرتبط مع عدد من الرايبوسومات التي تمثل مصنع بناء البروتين ويكون mRNA بوزن جزيئي كبير وهو المسؤول عن نقل الشفرات الوراثية من نواة الخلية الى السايتوبلازم حيث تقوم الرايبوسومات بترجمة الشفرة الوراثية الى تسلسل من الاحماض الامينية.

ويتم تخليق الانواع الثلاثة السابقة من RNA في النواة من النيوكليوتيدات الحرة حيث يكون احد خيطي DNA بمثابة قالب (Templet) وتتجمع النيوكليوتيدات حسب خاصية الازدواج القاعدي بحيث يقابل الادنيين قاعدة اليوراسيل ويقابل الكوانين قاعدة السايتوسين ويشترك في عملية البناء انزيم RNA Polymerase.

تركيب الـ DNA:

شريط الـ DNA عبارة عن لولب مزدوج يتكون من سلسلتين، كل سلسلة مكونة من وحدات أساسية مرصوصة جنباً إلى جنب تدعى بالنيوكليوتيدات Nucleotides. وتتركب كل نيوكليوتيدة من ثلاث مركبات أساسية:

1. **جزيء سكر خماسي منقوص الأكسيجين يطلق علية سكر ديوكسى ريبوز Deoxy Ribose.**
2. **قاعدة نيتروجينية Nitrogenous base: هناك أربعة أنواع من هذه القواعد النيتروجينية، الأدينين Adenine؛ والسايتوسين Cytosine؛ والجوانين Guanine؛ والثايمين Thymine، ويرمز لكل قاعدة نيتروجينية بالحرف الأول من الإسم الإنجليزي: A, C, G, and T.**
3. **حامض الفوسفوريك Phosphoric acid**



تركيب النيوكليوتيدة الواحدة في الـ **DNA.**

وبعد اكتشاف شكل الـ DNA على يد العالمين واتسون وكريك في عام 1953 م، أدرك العلماء أن الـ DNA عبارة عن حلزون مزدوج يتكون من سلسلتين متقابلتين، كل سلسلة تتكون من عمود فقري مكون من تعاقب السكر الخماسي مع حامض الفوسفوريك، ويكون هذا العمود متجهاً للخارج، بينما تتجه القواعد النيتروجينيه للداخل وترتبط الأدينين على إحدى السلسلتين مع الثايمين على السلسلة المقابلة برابطتين هيدروجينيتين، بينما ترتبط الجوانين مع السايتوسين بثلاث روابط هيدروجينية.

ويحدد تسلسل القواعد النيتروجينية ما يسمى **بالشفرة الوراثية Genetic code** وهي اللغة اللازمة لتصنيع البروتينات، حيث تتكون الشفرة الوراثية من مجموعة متعاقبة من الكودونات **Codons**، وكل كودون هو عبارة عن **مجموعة من ثلاث نيوكليوتيدات**، ويعبر كل كودون **عن حمض أميني واحد**، وإذا علمنا أن الـ DNA مكون من أربع نيوكليوتيدات مختلفة، إذاً هناك 64 احتمالاً لتنوع الكودونات، وإذا علمنا أن البروتينات تتكون فقط من 20 حمضاً أمينياً، أمكن استنتاج أن الحمض الأميني الواحد يمكن أن يعبر عنه بأكثر من كودون.

تخليق البروتينات Protein synthesis:

وتتضمن عمليتين أساسيتين، هما :

1- عملية النسخ Transcription من DNA إلى mRNA: نظراً لأن حجم الكروموسومات كبير جداً، فعند حاجة الخلية إلى تصنيع بروتين معين فإنها تقوم باستخدام الشفرة الوراثية على الـDNA لجين محدد كقالب لتصنيع الحامض النووي الريبوزي المراسل mRNA في عملية تسمى Transcription، ثم ينتقل mRNA إلى سايتوبلازم الخلية حيث تترجم الشفرة الوراثية إلى البروتين Translation. **ويختلف ال mRNA عن الـ DNA باحتوائه على سكر ريبوز وليس دي أكسي ريبوز واحتوائه على القاعدة النيتروجينية يوراسيل (U) بدلاً من الثايمين (T)، كذلك كونه يتكون من سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات.**

2 -عملية الترجمة Translation من mRNA إلى بروتين: هي ترجمة المعلومات الموجودة في شريط mRNA من لغة القواعد النيتروجينية إلى أحماض أمينية من أجل بناء بروتين.

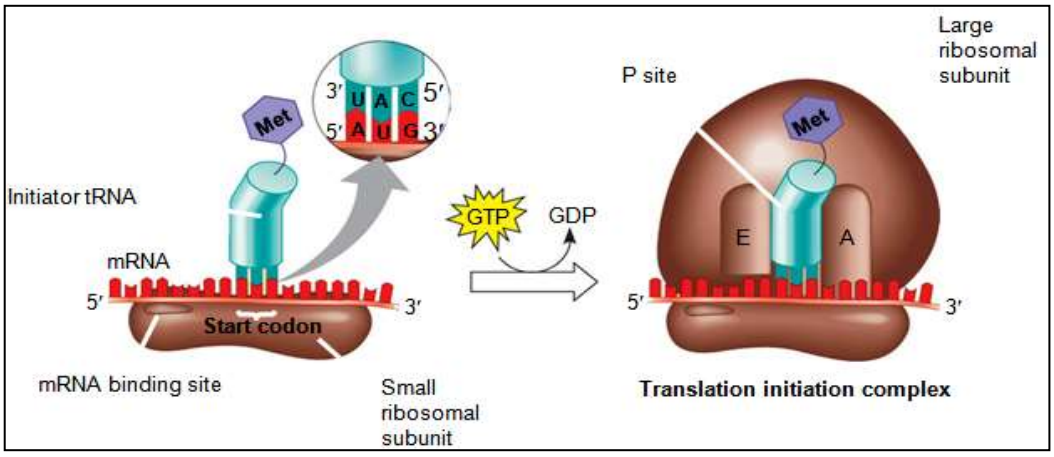
تتطلب عملية الترجمة:

a. **جزيئات mRNA حاملة للشفرة.**
b. **جزيئات tRNA التي تقوم بحمل ونقل الحوامض الأمينية إلى مواقع البناء (الرايبوسومات).**
c. **الرايبوسومات والتي تشكل مواقع بناء البروتين في كل من الخلايا حقيقية وبدائية النواة.**

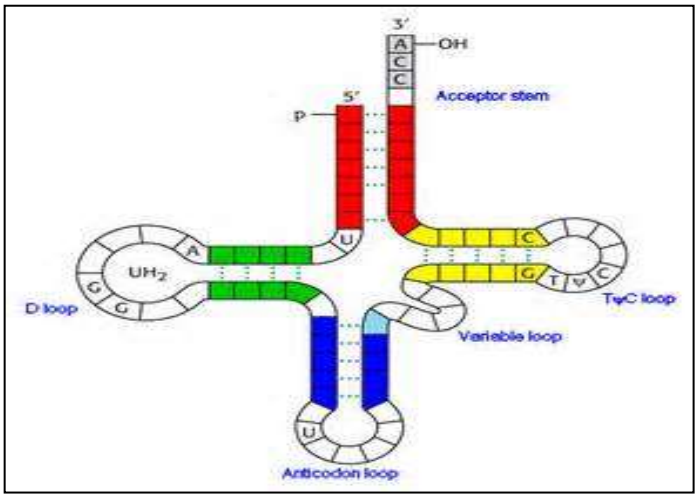
وتكتمل عملية الترجمة Translation في ثلاث مراحل هي:

مرحلة البدء Initiation ، مرحلة الإطالة Elongation ، مرحلة الإنهاء Termination .

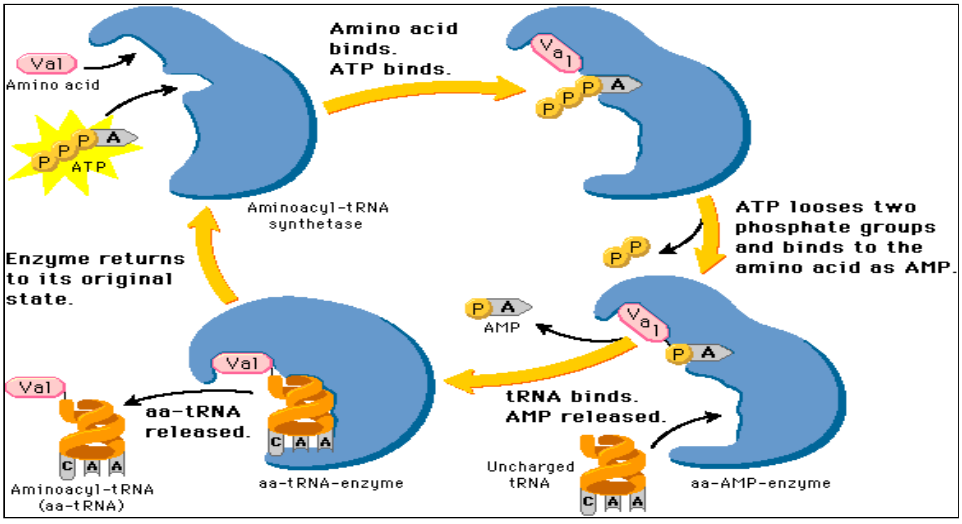
1- **مرحلة البدء Initiation** : وتتضمن ارتباط الوحدة الرايبوسومية الصغيرة مع mRNA ثم مع tRNA البدء (initiator tRNA) الذي يميز شفرة البدء الموجودة على الـ mRNA (AUG) حيث يحمل ضد الشفرة UAC حيث يحمل initiator tRNA الحامض الاميني المثيونين في حقيقية النواة (والفورميل مثيونين في بدائية النواة). حيث يتموضع Met-tRNA في الموقع P وليس A (كما يحدث في الاحماض اللاحقه). بعد ذلك ترتبط الوحده الكبيره لتكوين معقد البدء ومن الجدير بالذكر انه هنالك بروتينات تساعد على حدوث هذه العملية وتسمى مجتمعة بـ Initiation Factors (IF)



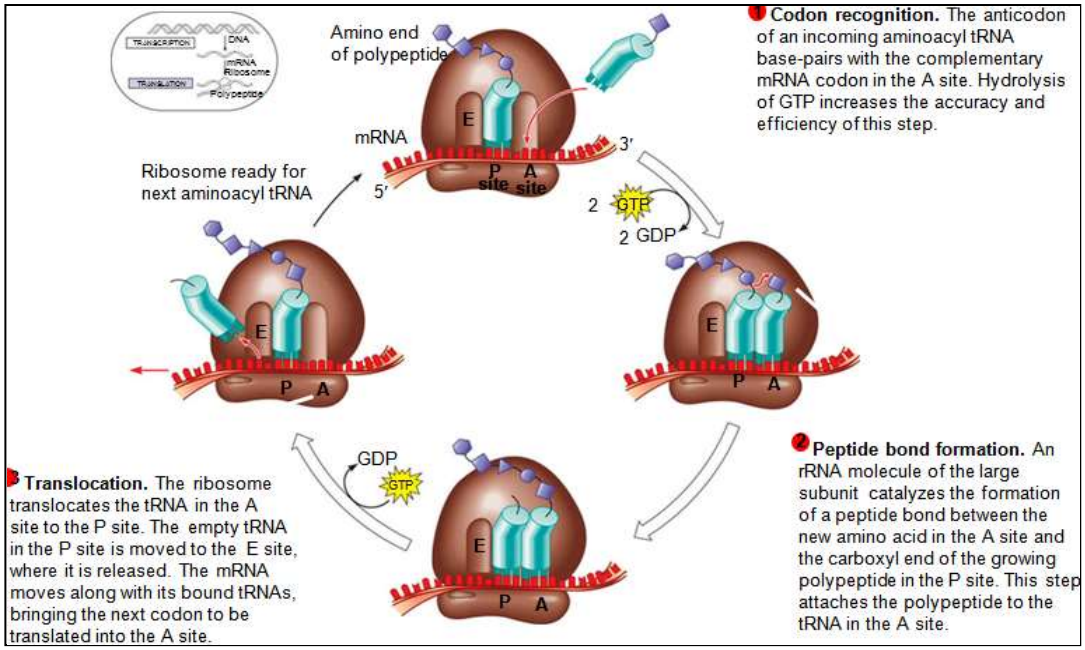
الحامض النووي الرايبوزي الناقل tRNA هو حامض نووي رايبوزي مزدوج الشريط (وهو الحامض النووي الرايبوزي الوحيد الذي يكون مزدوج الشريط في حقيقية النواة) حيث يتكون من عدة التواءات Loops وكما مبين في الشكل ادناه:



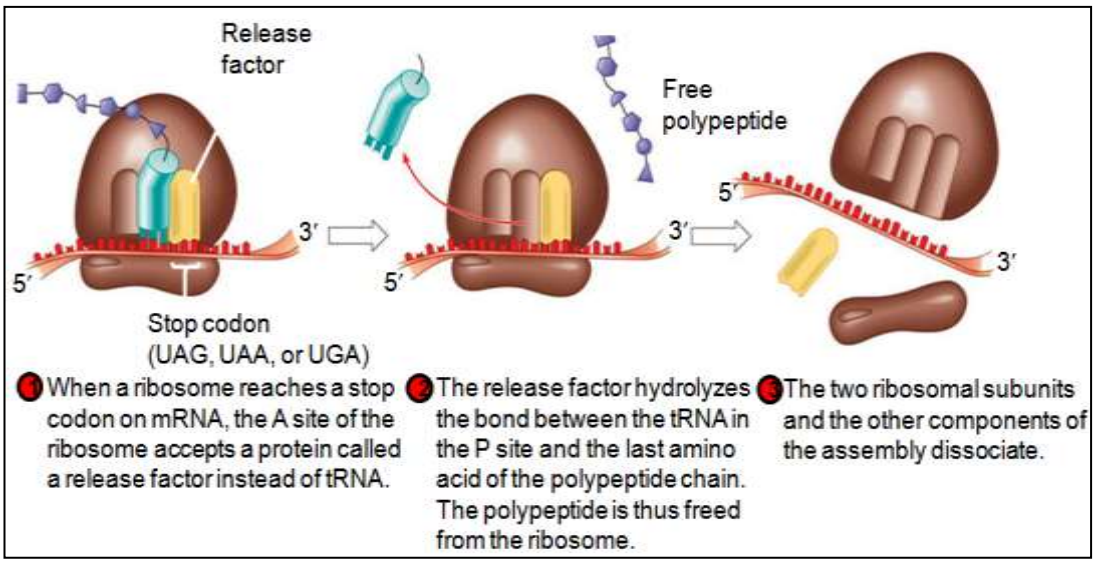
يتم تحميل الـ tRNA بالحامض الاميني بواسطة الأنزيم aminoacyl-tRNA synthetase



2- **مرحلة الإطالة Elongation** : بعد تموضع الـtRNA الثاني في الموقع A سوف تبدأ عملية ربط الحامض الاميني السابق (الأول) بالحامض الاميني اللاحق (الثاني) من خلال تكوين أصرة ببتيدية بينهما وبالتالي يكون الـ tRNA الثاني محمل بالحامض الاميني الأول والثاني وتتحرك الرايبوسوم خطوة واحدة حيث ينتقل الـ tRNA الفارغ الى الموقع E ثم يخرج ليعاد تحميله وينتقل الـ tRNA المحمل بالسلسلة الى الموقع P ويصبح الموقع A فارغ ومهيأ لاستقبال tRNA جديد محمل بحامض اميني جديد وتسمى هذه الحركة بـ Translocation. تحتاج هذه العملية الى طاقة والى وجود بعض البروتينات التي تسمى بعوامل الاطالة Elongation factor (EF) وتستمر هذه العملية الى ان تصل الى شفرة الإيقاف (stop codon).

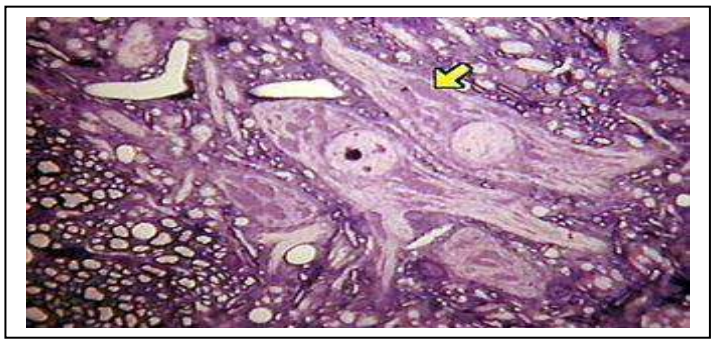


3- **مرحلة الإنهاء Termination** : تبدأ هذه المرحلة عندما يصادف الرايبوسوم أي من شفرات الإنهاء stop codon حيث يستقبل الموقع A بعض عوامل الإنهاء Releasing Factors (RF) والذي بدوره يعمل على تحرير سلسلة متعدد الببتيد وفك ارتباط وحدات الرايبوسوم وتحرير الـ mRNA.



8 - أجسام نسل Nissl Bodies

تراكيب سايتوبلازمية مميزة للخلايا العصبية. توجد على هيئة حبيبات صغيرة أو صفائح مختلفة الأشكال و الأحجام ، منتشرة في جميع أنحاء السايتوبلازم ، و في الزوائد الشجيرية لهذه الخلايا تصبغ هذه الأجسام بكثافة بالصبغات القاعدية. من المعتقد أن هذه الأجسام تقوم بخزن كميات كبيرة من الأوكسجين أو الطاقة لحين الحاجة إليها ، إذ لوحظ أنها تستهلك أثناء التعب و الإجهاد ، و تعود للظهور مرة ثانية عندما يعود الحيوان إلى حالته الطبيعية. تتعرض أجسام نسل لتغيرات واضحة أثناء الحالات الفسيولوجية و المرضية ، حيث تختفي جزء كبير منها أو تختفي كلية ، ثم تعود للظهور عندما يعود الحيوان لحالته الطبيعية ، أو قد تختفي أبدا.

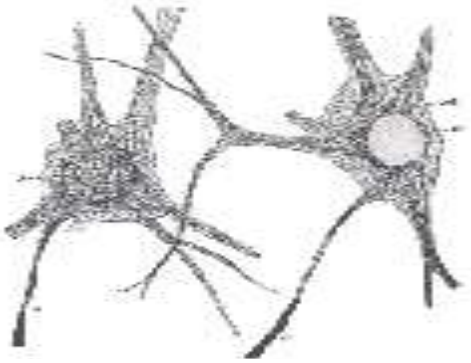


9- الليفات Fibrils

يبدو البروتوبلازم في بعض الخلايا المتخصصة متحور بطريقة معينة بحيث يكون خيوطا ليفية خاصة ، مثل الليفات العصبية التي تظهر في الخلايا العصبية ، و الليفات العضلية التي تظهرفي الخلايا العضلية.

الليفات العصبية Neurofibrils

تشاهد هذه الليفات في الخلايا العصبية على هيئة خيوط متشابكة تمتد بين زوائد الخلية المختلفة ، و جسم الخلية. و لهذه الليفات علاقة وثيقة بنشاطات الخلية العصبية ، و خاصة فيما يتعلق بنقل المؤثرات الحسية و العصبية.



الليفات العضلية Myofibrils

و هذه خيوط دقيقة تمتد طوليا داخل الخلايا (الألياف العضلية). تمثل الآلية الانقباضية في هذه الخلايا ، أي أنها المسؤولة عن انقباض الخلايا العضلية.تبدو الليفات العضلية متجانسة في الخلايا العضلية الحشوية (غير الإرادية) ، و لكنها في الخلايا الهيكلية (الإرادية) تتميز إلى مناطق مضيئة ، و مناطق معتمة ، و من ثم تعرف هذه العضلات ايضا بالعضلات المخططة.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Table 5.2 Eukaryotic Cell Structures and Their Functions

Structure	Description	Function
Cell wall	Outer layer of cellulose or chitin; or absent	Protection; support
Cytoskeleton	Network of protein filaments	Structural support; cell movement
Flagella (cilia)	Cellular extensions with 9 + 2 arrangement of pairs of microtubules	Motility or moving fluids over surfaces
Plasma membrane	Lipid bilayer with embedded proteins	Regulates what passes into and out of cell; cell-to-cell recognition
Endoplasmic reticulum (ER)	Network of internal membranes	Forms compartments and vesicles; participates in protein and lipid synthesis
Nucleus	Structure (usually spherical) that contains chromosomes and is surrounded by double membrane	Control center of cell; directs protein synthesis and cell reproduction
Golgi apparatus	Stacks of flattened vesicles	Packages proteins for export from cell; forms secretory vesicles
Lysosomes	Vesicles derived from Golgi apparatus that contain hydrolytic digestive enzymes	Digest worn-out organelles and cell debris; play role in cell death
Microbodies	Vesicles that are formed from incorporation of lipids and proteins and that contain oxidative and other enzymes	Isolate particular chemical activities from rest of cell
Mitochondria	Bacteria-like elements with double membrane	"Power plants" of the cell; sites of oxidative metabolism
Chloroplasts	Bacteria-like elements with membranes containing chlorophyll, a photosynthetic pigment	Sites of photosynthesis
Chromosomes	Long threads of DNA that form a complex with protein	Contain hereditary information
Nucleolus	Site of genes for rRNA synthesis	Assembles ribosomes
Ribosomes	Small, complex assemblies of protein and RNA, often bound to endoplasmic reticulum	Sites of protein synthesis

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Table 5.3 A Comparison of Prokaryotic, Animal, and Plant Cells

	Prokaryote	Animal	Plant
Exterior Structures			
Cell wall	Present (protein-polysaccharide)	Absent	Present (cellulose)
Cell membrane	Present	Present	Present
Flagella/cilia	May be present (single strand)	May be present	Absent except in sperm of a few species
Interior Structures			
ER	Absent	Usually present	Usually present
Ribosomes	Present	Present	Present
Microtubules	Absent	Present	Present
Centrioles	Absent	Present	Absent
Golgi apparatus	Absent	Present	Present
Nucleus	Absent	Present	Present
Mitochondria	Absent	Present	Present
Chloroplasts	Absent	Absent	Present
Chromosomes	A single circle of DNA	Multiple; DNA-protein complex	Multiple; DNA-protein complex
Lysosomes	Absent	Usually present	Present
Vacuoles	Absent	Absent or small	Usually a large single vacuole

دورات الانقسام الخلوي Cell Divisions cycles

دورات الانقسام الخلوي في الكائنات الحية من أعظم وأعجز وأدق دورات الحياة الدالة على أن هذه الكائنات خلقت بعلم وعلى علم، فكيف للصدفة أن تجعل لكل كائن دورته الخاصة ولجميع أقاربه دورة خاصة، فللبكتيريا دورات انقسام، وللفيروسات دورات انقسام، وللطحالب والفطريات، والحيوانات والنبات دورات انقسام منظمة ودقيقة وثابتة.

تمر الخلية الحية أثناء حياتها فيما يسمى بدورة الخلية cell cycle وهي الفترة ما بين دورتين متتاليتين من الأنقسام. فعندما تنقسم خلية قديمة الى خليتين جديدتين فان كل منها تبدأ بالنمو وكذلك التخصص للقيام بوظيفة ما حتى تصل الى حجم معين وبعدها أما أن تبقى على حالها هذا قائمة بوظائفها الى أن تموت ودون أن تنقسم أو ما يسمى بطور الراحة resting phase كما هو الحال مع الخلايا العصبية وخلايا العضلات الهيكلية وكريات الدم الحمراء وأما أن تنقسم بعد مدة من الزمن كما هو الحال مع بقية خلايا الجسم.

تبدأ دورات الانقسام الخلوي في الكائنات الحية بعد أن يصل الكائن إلى عمر معين يختلف من كائن لآخر، وبعد أن يصل الكائن الحي إلى حجم معين، حيث يتم تجديد الحياة واستمرارها بين الضعف والقوة والتكاثر، ثم الضعف والموت لتبدأ الذرية الجديدة دورة الحياة بضعف وقوة وتكاثر ثم الضعف والموت، وهكذا جعل الله الانقسام الخلوي والتكاثر ودورات الحياة تجديداً للحياة وتقوية لها إلى أن يأتي يوم يأذن الله فيها بتوقف الحياة الدنيا ولتبدأ الحياة الأخرى الباقية بخصائصها المخالفة لتلك التي عشناها على الأرض.

تقسم أنواع خلايا الكائن الحي إلى مجموعتين رئيسيتين :

1- الخلايا الجسمية somatic cell :

وهي ذات أنواع كثيرة منها الخلايا الطلائية - خلايا الأنسجة الرابطة - الخلايا العضلية - الخلايا العصبية - تقوم هذه الأنواع من الخلايا بجميع الوظائف الحيوية للكائن الحي عدا وظيفة التكاثر

2- الخلايا الجرثومية germ cells :

وهي الخلايا المولدة للأمشاج gametes وتنقسم إلى نوعان :

ا - **الخلايا المولدة للأمشاج الذكرية :** النطف (الحيوان المنوي - sperm) يتكون النطف داخل الخصية testis .

ب - **الخلايا المولدة للأمشاج الأنثوي:** (البيض eggs) يتكون البيض داخل منسل الأنثى (المبيضovary) .

تشمل دورات انقسام الخلايا ما يأتي:

أولاً: الانشطار الثنائي (Binary fission):

وهو يتم في البكتيريا، وخلايا الفطريات المنقسمة بالتكاثر الخضري ويبدأ هذا الانقسام باستطالة الخلايا في البكتيريا ثم التخصر في وسطها تدريجياً إلى أن يتم انقسامها إلى خليتين متماثلتين ويطلق على هذه العملية أيضاً اسم الانشطار (Fission) أو الإنشطار البسيط (Simple Fission).

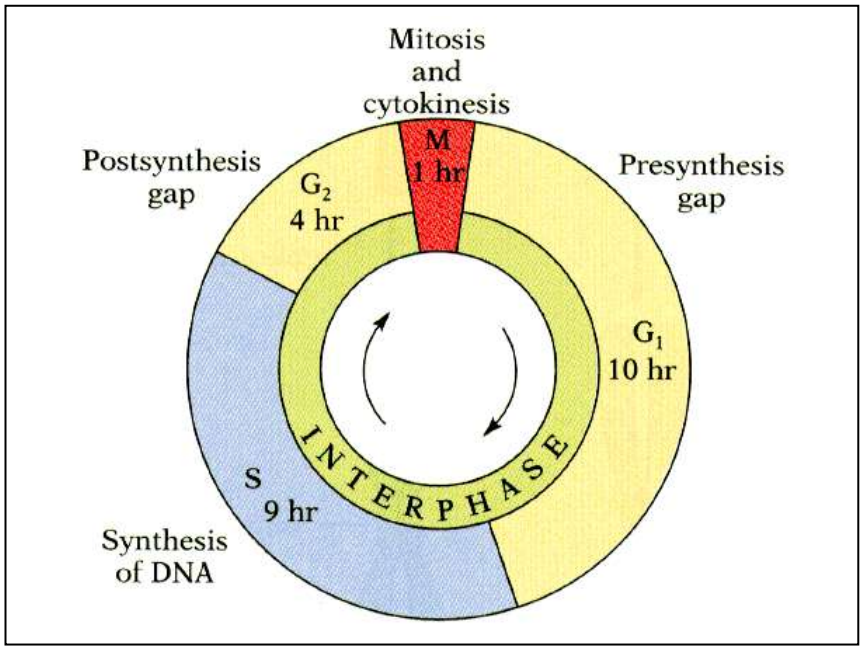
وغالباً ما يتكون غشاء مستعرض مزدوج داخل الخلية يمتد من حافتيها تدريجياً متجهاً نحو مركزها قبل أن يحدث التخصر، ثم يبدأ بعد ذلك ترسيب الجدر الفاصل بين طبقتي الغشاء ممتداً من الخارج تجاه المركز، ويتزامن مع هذا الانقسام المادة الوراثية.

وهذه الدورة تتم في البكتيريا كل 20 دقيقة وإذا استمر هذا المعدل من الانقسام وبقيت الذرية جميعاً لغطت البكتيريا سطح الكرة الأرضية خلاياها البكتيرية الزلقة لارتفاع نصف متر في أيام معدودة.

فلو كانت الصدفة والعشوائية هي الحاكمة لهذه العمليات الانقسامية لتحولت الكرة الأرضية إلى كره بكتيرية يستحيل العيش عليها، ولكن العليم الخبير اللطيف جعل هناك من العوامل الداخلية في البكتريا والعوامل الخارجية ما يؤدي للحد من هذه العملية، حتى تصبح الحياة كما أراد لها الله نظيفة منظمة دقيقة متزنة.
وإذا توقفت دورة الانقسام الثنائي البسيط (Simple Binary Fission) للبكتيريا والفطريات لامتلأت الكرة الأرضية بالبقايا والنفايات الحيوانية والنباتية والآدمية، ورأينا الناس من آدم إلى الآن، وملأت جثث الحيوان وأعضاء النبات كل مكان، فسبحان من سخر لنا دورة الانقسام الخلوي البسيط في البكتيريا والفطريات لنظافة الأرض وحمايتها من التلوث والهلاك وتسخيرها في تحرير المواد العضوية الكربونية والهيدروجين والأوكسجين وباقي العناصر من أنحباسها في هذه المركبات العضوية ونفادها، ولكن البكتريا والفطريات بما زودها الله من خصائص محلله هي التي تدفع دورة هذه المركبات وتعيدها إلى الحياة.

ان عملية انقسام الخلايا لا تتم بشكل عشوائي بل يتم تنظيمها باليات معقدة لكي لا تخرج عمليات الانقسام هذه عن السيطرة وتتسبب في حدوث الأمراض السرطانية. ولقد اكتشف العلماء حديثا" جزيئات تلعب دورا" رئيسيا" في ضبط عملية انقسام الخلايا وهما السايكلن cyclins وانزيمات الكيناز المعتمدة على السايكلن cyclin-dependent kinases (CDKs). وتبدأ عملية انقسام الخلية عندما تستلم هذه الخلية اشارات من خارجها كهرمونات النمو على سبيل المثال فيقوم الشريط الوراثي بانتاج جزيء cyclin D والذي لا يعمل الا بعد اتحاده مع CDK4 ليكون مركب active cyclin D-CDK4 complex الذي يثير سلسلة معقدة من الجزيئات والمركبات التي تحكم كل طور من أطوار انقسام الخلية. كما توجد مجموعة من الجزيئات تسمى cip/kip family تعمل على وقف عملية الأنقسام اذا ما استلمت أوامر بفعل ذلك وتسمى ايضا" بمثبط التسرطن tumor suppressors لدورها في ايقاف النمو السرطاني.

وتمر الخلية القابلة للانقسام في دورة حياتها بمرحلتين رئيسيتين وهما الطور البيني interphase وطور انقسام الخلية cell division phase. ويعتبر الطور البيني هو الأطول في دورة حياة الخلية وهو ينقسم الى ثلاث فترات وهي الفترة الفاصلة الأولى first gap phase (G1) وفترة البناء synthesis phase والفترة الفاصلة الثانية second gap phase (G2).



ثانياً: الانقسام غير المباشر والانقسام الاختزالي: (Mitosis and Meiosis):

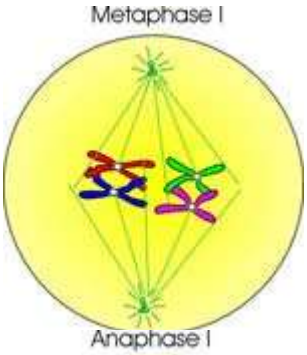
الانقسام غير المباشر (Mitosis)هو الانقسام الشائع في الخلايا الجسمية للكائنات الحية حقيقة النواة (Eukaryotic) وهو يؤدي إلى نمو النبات والحيوان والفطريات والطلائعيات.

وهو يتم في دورة منتظمة في مراحل محددة هي:

1. الطور التمهيدي Prophase
2. الطور الاستوائي Metaphase
3. الطور الانفصالي Anaphase
4. الطور النهائي Telophase
5. الطور البيني Interphase

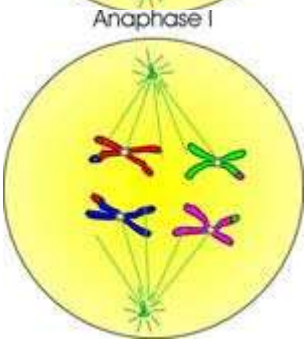
1. ***الطور التمهيدي*** (Prophase) ويتم فيه تمهيد الخلية للانقسام وتتجمع المادة الوراثية وتأخذ الكروموسومات في الظهور في النواة ويغلظ، وتختفي النويات بالتدريج، ويختفي الغشاء النووي.

تتكون خيوط المغزل(Spindle Fibers)التي تكون المغزل (Spindle) الذي يتصل بالكروموسومات عند المير المركزي(Centeromere).



2. ***الطور الاستوائي*** (Metaphase):

حيث تتجه الكروموسومات إلى خط استواء الخلية (Cell equatorial plane)، ويتصل كل واحد بخيط من خيوط المغزل من عند السنترومير (Ceneromere).

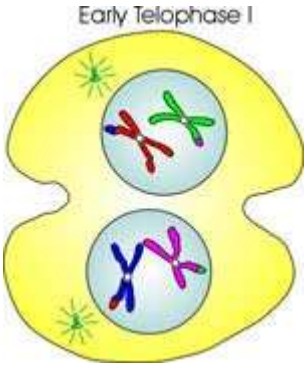


3. ***الطور الانفصالي*** (Anaphase):

حيث ينفلق السنترومير إلى نصفين وتنفصل كل كروماتيدة من الكروموزوم وتنسخ كل كوماتيدة زميلة لها لتكون كروموزوم جديد.

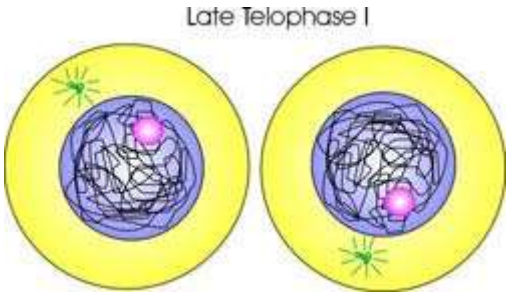
تنفصل الكروموزومات الجديدة وتتحرك نحو أحد الأقطاب لتكون النواة البنوية (Daugher Nucleus)

يبدأ السيتوبلازم في التخصر والاختناق من المنتصف في الخلية الحيوانية، ويبدأ تكوين الصفيحة الوسطية (Midell lamella) وتتكون نواتان جديدتان.



4. ***الطور النهائي*** (Telophase):

في هذا الطور تحدث مجموعة من التغييرات العكسية يترتب عليها تكوين صبغيات كامله مغلفه متساوية العدد مع الخلية الأم وتتكون خيوط نووية ثم شبكة نووية ثم تتكون خليتان جديدتان مستقلتان بكل واحدة منها نفس عدد كروموسومات الخلية الأم.



وتدخل الخلية في الطور البيني (Interphase) وهي الحالة التي لا تكون الخلية فيها في حالة انقسام أو استعداد للانقسام واستعداد للانقسام. وفي هذا الانقسام يعطي كل كروموسوم كروماتيدتين متماثلتين، كل كروماتيده تنسخ لها صورة من الكروماتيدة التي فارقتها. ويتوقف معدل هذا النوع من الانقسام على موضع الخلايا في الجسم وحالتها حيث يكثر في الخلايا الجنينية والمرستيمية والخلايا السرطانية.

هذه العملية موزونة وإذا اختلت حدثت حالة سرطانية. وإذا حدث خلل في هذا النوع من الانقسام أصيبت الخلية

بالجنون الانقسامي ودخلت في أطوار السرطان أي الانقسام غير المحكوم. كما أنه إذا اختل هذا النظام تتضاعف الصبغيات إذا لم تنفصل ويحدث التضاعف الصبغي (Polyploidy)، وقد أستغل الإنسان هذه الصفة في إنتاج ثمار متضاعفة الحجم. وقد يحدث تثبيط لتكوين المغزل فلا تتحرك الكروموسومات من منتصف الخلية ويحدث التضاعف الصبغي أيضاً.

ثالثاً: الانقسام الاختزالي (Meiosis):

يحدث هذا النوع من الانقسام في الكائنات الحية التي تتكاثر بالتزاوج بالأمشاج المذكرة، أو الممثلة للذكورة (+)، والأمشاج المؤنثة، أو الممثلة للأنوثة (-).

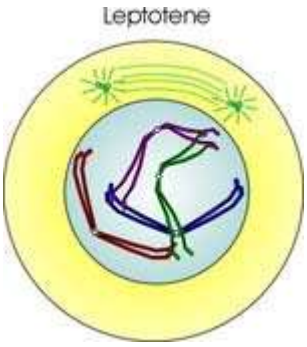
ويختلف هذا النوع من الانقسام عن الانقسام غير الاختزالي (Mitosis) في أن كل خلية ناتجة عن الانقسام الاختزالي (Mitosis) تحتوي نصف عدد الصبغيات (الكروموسومات) الموجودة في خلايا الأم الجسدية والمولدة للأمشاج قبل انقسامها.

فإذا كانت الخلية الأم تحتوي (2n)، فإن الخلية الناتجة منها بالانقسام الاختزالي تحتوي فقط (n) أي نصف عدد الصبغيات في الخلية الأم، أي أحادية المجموعة الصبغية ومن هنا عرف هذا الانقسام بالانقسام الاختزالي (Reductional Divis) ويشمل هذا النوع من الانقسام على انقسامين متتاليين هما:

1. الانقسام الميوزي الأول:First Meiotic Division
2. الانقسام الميوزي الثاني: Second Meiotic Division

والمرحلة التمهيدية في الانقسام الميوزي الأول تشمل مراحل خمس وهي:

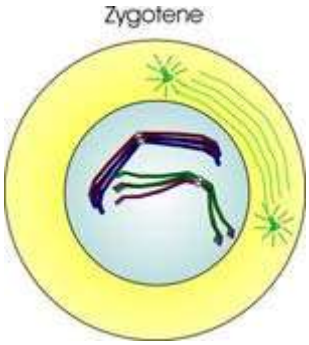
(1) - الطور البدائي الاول (Prophase I).



1-1 الطور القلادوي (Liptonema or Leptotene Stage):

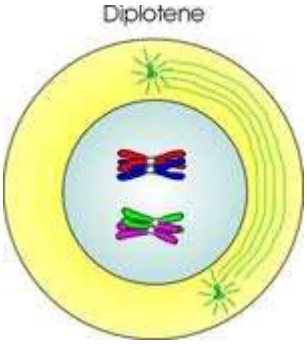
ويتميز هذا الطور بظهور حبيبات تسمى الكروموميرات (Chromomeres) وبذلك تشبه الصبغيات القلادة أو المسبحة ومن هنا سمي بالطور القلاوي (Leptotene).

2-1 الطور التزاوجي (Zygonema or Zygotene Stage) في هذا الطور يقترب كل صبغيين متماثلين (Homologus Chromosames) من بعضهما البعض في عملية تشابك (Synapsis) ليتكون الصبغيات المزدوجة (Bivalant).

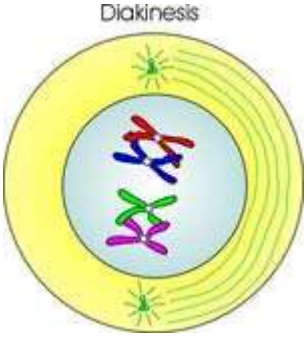


3-1: الطور الانضمامي (Bachynema or Pachytene Stage) حيث يزداد الانضمام بشدة بين كل صبغيين متشابهين حتى يظهرا كأنهما صبغي واحد وتحدث عملية عبور (Crossing over) للصفات الوراثية بين الكروموسومات، وتتوزع الصفات الوراثية.

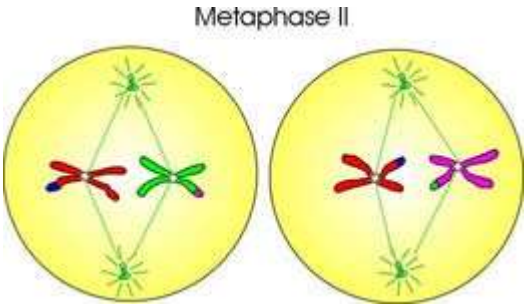
4-1 : الطور الانفراجي : (Diplonema or Diplotene Stage) يبدأ ابتعاد كل كروموسومين متبادلين للصفات الوراثية عن بعضهما بعملية الانزلاق (Terminalization).



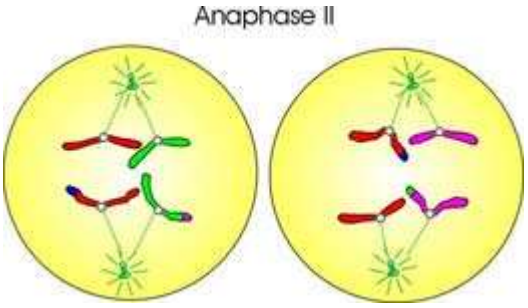
5-1: الطور التشتتي (Diakinesis):
حيث يبتعد الكروموسومان عن بعضهما وينشق السنترومين ويبدأ ظهور المغزل استعداداً للطور الاستوائي الأول (Metaphase I).



(2)- الطور الاستوائي الأول (Metaphase_I) حيث تترتب الكروموزومات عند خط استواء الخلية .



(3) الطور الانفصالي الأول (Anaphase_I) حيث يتجه كل صبغيين متماثلين إلى قطبين مختلفين.



(4) - الطور النهائي الأول (Telephase_I): حيث يتكون غشاء حول كل مجموعة لتتكون نواتان بنويتان تحتوي كل منها نصف العدد الأصلي للصبغيات في الخلية الأم أي (n).

ثم تدخل الخلية بعد مدة قصيرة في الانقسام الاختزالي الثاني (Second Meiosis Division) لتكون 4 خلايا كل واحدة منهم (n) .

هذا ما يحدث في أمتاك (Anthers) ومبايض (Ovules) الزهرة (Flower) لتكوين حبوب اللقاح (Pollen Grains) والخلايا البيضية (Egg Cells)، و يحدث في الحيوان لتكوين الحيوانات المنوية (Sperms) والبويضات الأنثوية (Ovuis) ويحدث كذلك في الإنسان .

الانقسام غير المباشر والانقسام الاختزالي ودورة الحياة في الكائنات حقيقية النواة (Mitosis, Meiosis and Eukaryotic life cycle) :

الدارس لدورات حياة جميع الكائنات الحية حقيقة النواة (Eukaryotic) مثل الطلائعيات (Protists) والطحالب (Algae) والفطريات (Fangi) والحيوان (Animals) والنباتات(Plants) يجد أن هناك تبادل في دورات الحياة بين كل من التكاثر غير المباشر (Mitosis) والانقسام الاختزالي (Meiosis) .

وتبدأ دورة الحياة باندماج خليتان بنويتان بعملية الإخصاب (Fertilization) لإعطاء الزيجون (Zygot) ثنائي المجموعة الصبغية (2n).

والمرحلة الثانية في دورة الحياة تبدأ بحدوث انقسام اختزالي (Meiosis) لتكوين خليتين بنويتين كل واحدة منها (n) تندمجان ثانية بعملية الإخصاب ليتكون الزيجون وهكذا تعاد دورة الحياة في عملية تبادل للأجيال (Alternation of Generation) بين الأطوار أحادية المجموعة الصبغية (n) والأطوار ثنائية المجموعة الصبغية (2n) وعلى حسب الكائن الحي تكون هناك سيادة في دورة الحياة للطور أحادي المجموعة الصبغية أو الطور ثنائي المجموعة الصبغية.

ففي المملكة النباتية يسود الطور المشيجي (Gametophyte) في الحزازيات (Brayophyta) ويتدرج سيادة الطور الجرثومي (Sporophyte) إلى أن يسود في النباتات الزهرية (Flowaring Plants) .

وفي الإنسان يسود الطور الجرثومي أما الطور المشيجي فهو ممثل بالحيوانات المنوية والبويضات.

الأنسجة الحيوانية Animal Tissues

يبدأ كل كائن حي حياته ، مهما بلغت درجة تعقيد بنيانه ، كخلية واحدة هي البويضة المخصبة أو الزيجوت Zygote ، و تقوم هذه الخلية بعدة انقسامات متتالية لتكون عددا كبيرا من الخلايا التي تنتظم في ثلاث طبقات تعرف بالطبقات المنبتة الأولية Primary Germ Layers، و هي طبقة إكتوديرم خارجية Ectoderm ، وطبقة ميزوديرم وسطية Mesoderm ،وطبقة إندوديرم داخلية Endoderm . وتظهرخلايا كل طبقة متشابهة مع بعضها البعض في البداية ، و لكنها فيما بعد تتميز في اتجاهات مختلفة لتكون مجموعة من الخلايا المتخصصة ، و تشكل خلايا كل مجموعة ما يسمى بالنسيج Tissue ، و الذي يمكن تعريفه بأنه مجموعة من الخلايا المتشابهة في التركيب و الوظيفة ، و تربط بينها مادة معينة تسمى المادة بين الخلوية أو الأساسية Intercellular Substance or Matrix تنتجها الخلايا ذاتها.

علم الأنسجة Histology: هو العلم الذي يختص بدراسة الأنسجة المختلفة التي تدخل في تركيب جسم الكائن الحي.

تصنف الأنسجة الحيوانية عادة في أربعة أقسام رئيسية هي :-

- **الأنسجة الطلائية Epithelial Tissues .**
- **الأنسجة الضامة Connective Tissues .**
- **الأنسجة العضلية Muscular Tissues .**
- **الأنسجة العصبية Nervous Tissues .**

وفي الغالب تحتوي معظم أعضاء الجسم على أكثر من نوع من أنواع النسيج بينما يحتوي الدماغ على نوع واحد من الأنسجة وهو النسيج العصبي. وفيما يلي شرح موجز لأنواع الأنسجة الحيوانية:

(أولا") الأنسجة الطلائية Epithelial tissues

تعرف الأنسجة الطلائية عادة بأنها الأنسجة الكاسية ، ويسمى النسيج الطلائي الذي يغطي السطح الخارجي للجسم أو بعض الأعضاء بالطلائي الخارجي Epithelium وهو ينشأ من الطبقة الجرثومية (أوالمنبتة) الخارجية أو الإكتوديرم Ectoderm. أما النسيج الطلائي الذي يغطي السطح الداخلي للأعضاء المجوفة (كالجهاز الهضمي) فيسمى الطلائي الداخلي Endothelium وهو ينشأ من الطبقة الجرثومية الداخلية أو الإندوديرم Endoderm. وأما النسيج الطلائي الذي يبطن التجويف الداخلي للجسم فيسمى الطلائي الوسطي Mesothelium وينشأ من الطبقة الجرثومية الوسطى أو الميزوديرم Mesoderm.

الصفات العامة للأنسجة الطلائية :-

1- تنشأ من أي من الطبقات الجرثومية الأولية (الإكتوديرم ، الإندوديرم ، الميزوديرم).
2- المادة اللاصقة بين الخلوية (السائل بين الخلوي) التي تربط بين خلاياها قليلة جدا .
3- لا تمر خلالها أوعية دموية ولذا فيتم تغذيتها من الأوعية الدموية التي تنتشر على سطحها الخلفي.
4- ترتكز خلاياها على طبقة رقيقة جدا من النسيج الضام تعرف بالغشاء القاعدي Basement membrane.
5- لهذه الأنسجة القدرة على التكاثر لتعويض خلاياها التي تتآكل أو تبلى أثناء أدائها لمختلف وظائفها حيث أن خلايا الطبقة الداخلية منها (تسمى الطبقة المالبيجية) تقوم بالانقسام لتعويض الخلايا التالفة.

وظائف الأنسجة الطلائية: (حسب مكانها من الجسم)

1- حماية protection المكونات التي تقع تحتها كما هو الحال في بشرة الجلد التي تحمي ما تحتها من مكونات الجلد.

2- الترشيح Filtering كما في الأنسجة الطلائية البسيطة الموجودة في بطانة الأوعية الدموية وبطانة محفظة بومان وبطانة الحويصلات الهوائية ويتلائم تركيبها مع وظيفتها حيث حيث تتكون من طبقة واحدة من الخلايا ليسهل ترشيح المواد من خلالها.

3- الأمتصاص وتقوم بهذه الوظيفة الأنسجة الطلائية البسيطة الموجودة في بطانة الأمعاء الدقيقة والغليظة ولو كانت بطانة الأمعاء تتكون من عدة طبقات لطالت عملية الأمتصاص.

4- الأفراز وتقوم بها الأنسجة الطلائية الغدية الموجودة في الغدد الصماء والغدد اللعابية والعرقية.

5- قد تؤدي وظائف أخرى مثل الإحساس أو التكاثر.

تصنيف الأنسجة الطلائية :-

تصنف الأنسجة الطلائية إما تبعا لتركيبها ، أي لشكل و ترتيب الخلايا المكونة لها ، أو تبعا لوظائفها .

تصنف الأنسجة الطلائية تبعا لتركيبها في مجموعتين هما **الأنسجة الطلائية البسيطة والأنسجة الطلائية المركبة أو الطبقية.**

A. النسيج الطلائي البسيط Simple Epithelium

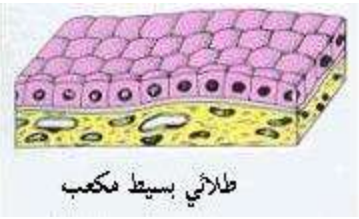
ويتركب من طبقة واحدة من الخلايا تنتظم جنبا إلى جنب فوق غشاء قاعدي، ويوجد في أماكن الترشيح والافراز والامتصاص. وينقسم إلى عدة أنواع تبعا لشكل الخلايا المكونة لها، و تشمل هذه الأنواع :-

1- النسيج الطلائي البسيط الحرشفي Simple Squamous Epithelium

- خلاياها غير منتظمة الشكل مفلطحة أو قرصية.
- حوافها بسيطة أو متعرجة.
- تظهر هذه الخلايا مغزلية الشكل في القطاع العرضي.
- يحتوي كل منها على نواة في جزئها الوسطي .
- يوجد في محفظة بومان في الكلية وجدر الشعيرات الدموية . (فهو إندوثيليوم أي نشأ عن طبقة الإندوديرم).

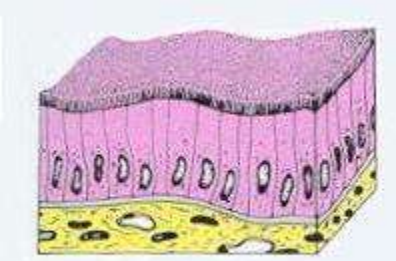
2- النسيج الطلائي البسيط المكعب Simple cuboidal Epithelium

- خلاياه مكعبة الشكل وتبدو مربعة في المقطع العرضي.
- تحتوي كل منها على نواة مركزية مستديرة.
- يوجد هذا النوع في أنيبيبات الكلية ، الغدد العرقية واللعابية والقنوات الصفراوية.



3- النسيج الطلائي البسيط العمودي Simple columnar Epithelium

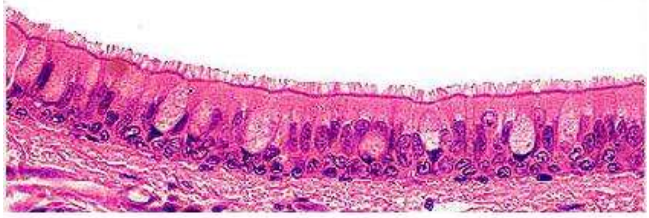
- يتكون من خلايا عمودية طويلة تشبه الأعمدة.
- لكل منها نواة بيضاوية الشكل تمتد موازية للمحور الطولي للخلية
- يوجد في بطانة القناة الهضمية (كامعدة والأمعاء) في الثدييات.



طلائي بسيط عمودي

4- النسيج الطلائي البسيط العمودي المهدب Simple ciliated columnar Epithelium

- تتكون من خلايا عمودية تحمل حوافها الحرة زوائد بروتوبلازمية صغيرة متحركة تعرف بالأهداب
- تقوم الأهداب بالحركة في اتجاه واحد بصورة منتظمة ، و بذلك تخلق تيارا مستمرا من الهواء أو السوائل المحيطة يساعد على دفع المواد الغذائية في المعي ، أو على دفع مواد أخرى غريبة في القصبة الهوائية .

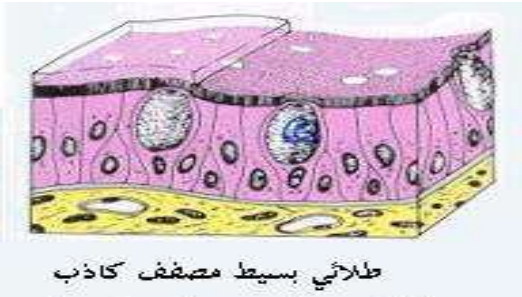


طلائي بسيط عمودي مهدب

يوجد في بطانة المرئ وبطانة القصبة الهوائية .

5- النسيج الطلائي البسيط المطبق الكاذب Simple Pseudo Stratified Epithelium

- توجد خلاياه في أكثر من طبقة مع أن جميعها تتصل بالغشاء القاعدي وتحمل خلاياها الطويلة أهدابا على أطرافها الحرة. يوجد في الشعب الهوائية وبطانة الأنف.



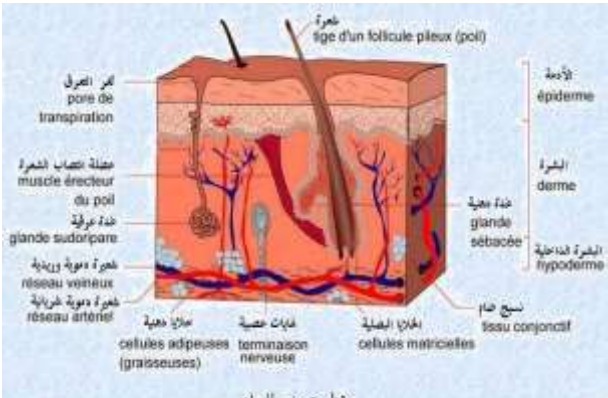
طلائي بسيط مصفف كاذب

(2) النسيج الطلائي المركب أو الطبقي Stratified or Compound Epithelium

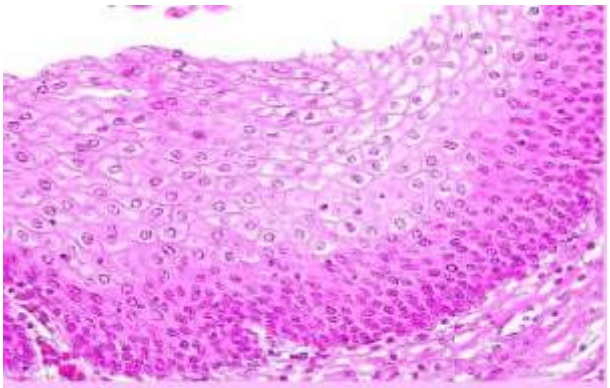
يتكون النسيج الطلائي المركب (الطبقي أوالمصفف) من أكثر من طبقة واحدة من الخلايا تختلف في أشكالها وأحجامها، تستقر الداخلية منها على الغشاء القاعدي. ويصنف تبعا لشكل و تركيب الطبقة الخارجية إلى :

1- النسيج الطلائي الطبقي الحرشفي Stratified Squamous Epithelium

- خلاياه غير منتظمة الشكل تتركب الطبقة السفلية منها من خلايا مكعبة أو عمودية قصيرة تعرف بطبقة ملبيجي، تقوم هذه الطبقة بالانقسام المستمر لتكون خلايا جديدة تدفع بها تجاه السطح الخارجي للنسيج الطلائي.
- تكون هذه الخلايا مستديرة أو متعددة الأضلاع ، و لكنها تنضغط بالتدريج كلما ابتعدت عن طبقة ملبيجي حتى تصبح مفلطحة.
- بما أن هذه الخلايا تنتقل مبتعدة عن مصدر الغذاء فإنها تموت مكونة طبقة متقرنة غير حية عند السطح
- تنفصل هذه الطبقة المتقرنة عن النسيج من وقت إلى آخر إما على هيئة قطع صغيرة كما في جلد الثدييات ، أو على هيئة كتلة واحدة كما في جلد الثعابين.
- تكوّن الخلايا المحصورة بين طبقة ملبيجي و الطبقة القرنية طبقة خاصة متوسطة تعرف بالطبقة الإسفنجية.
- يوجد هذا النوع من الطلائيات في الأماكن المتعرضة للإحتكاك في جسم الحيوان مثل بشرة الجلد وبطانة الفم وبطانة المرئ في الثدييات.

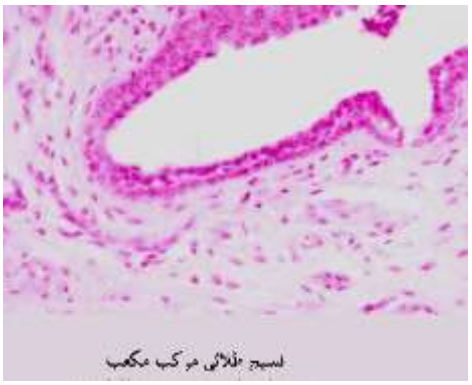


مقطع عرضي للجلد


نسيج طلائي مركب حرشفي

2- النسيج الطلائي الطبقي المكعب Stratified Cuboidal Epithelium

- تتكون الطبقة الداخلية فيها من خلايا عمودية قصيرة ، و الطبقة الخارجية من خلايا مكعبة .
- الطبقة المحصورة بينهما تتكون من خلايا متعددة الأضلاع.
- يوجد هذا النوع في أنابيب الغدد العرقية.

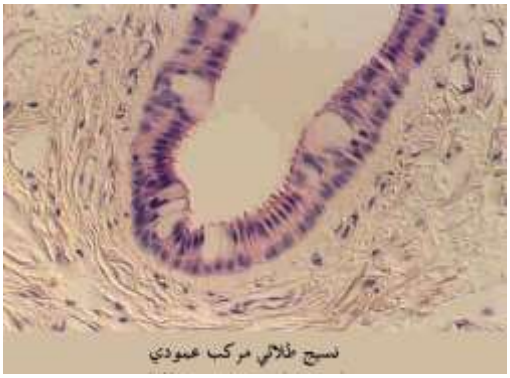

نسيج طلائي مركب مكعب

3- النسيج الطلائي الطبقي العمودي Stratified Columnar Epithelium

- تتكون الطبقة الداخلية فيها من خلايا عمودية قصيرة، و الطبقة الخارجية من خلايا عمودية بينما تتكون

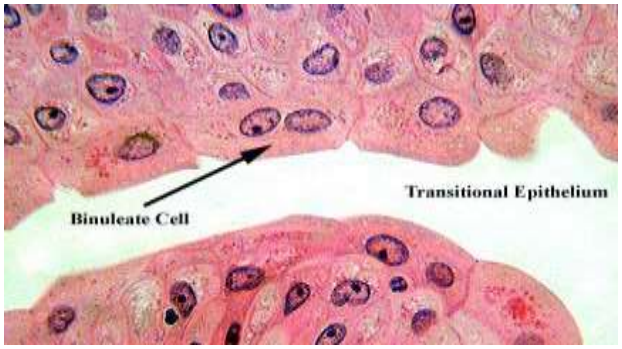
الطبقة المحصورة بينهما من خلايا متعددة الأضلاع.

- يوجد هذا النوع من الطلائيات في ملتحمة العين وبطانة الأنف وبعض أجزاء البلعوم كما يوجد في الطبقة المبطنة لبعض القنوات الإخراجية.



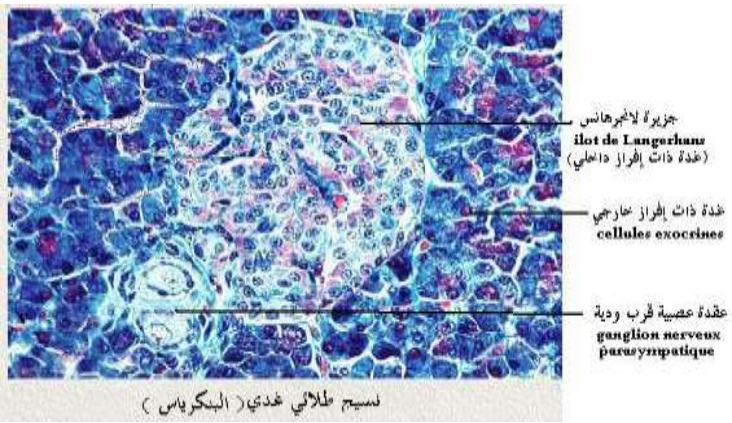
4- النسيج الطلائي الطبقي الانتقالي Stratified Transitional Epithelium

- يتكون من طبقة ملبيجي الداخلية ذات خلايا مكعبة الشكل ومن طبقة خارجية ذات خلايا بيضاوية الشكل. يبطن هذا النوع من الأنسجة بعض الأعضاء التي لها جدران مرنة تسمح بتمددها ثم عودتها لحجمها العادي، كما في قناة البول والمثانة. فعندما يتمدد العضو كما يحدث عندما تكون المثانة ممتلئة بالبول تبدو الطلائية مكونة من طبقات قليلة من خلايا صغيرة وعندما ترتخي تبدو مكونة من عدة طبقات وتكثر في مثل هذا النسيج المادة المخاطية بين الخلوية التي تسمح بانزلاق الخلايا فوق بعضها أثناء تمدد العضو.



النسيج الطلائي الطبقي الغدي أو الإفرازي Stratified Glandular or Secretion Epithelium

- يبطن هذا النوع من الأنسجة بعض الأعضاء التي لها وظيفة افرازية (الغدد) مثل البنكرياس.



(ثانيا") الأنسجة الضامة Connective Tissues

تتواجد بين أعضاء الجسم المختلفة لتعمل على ربطها وتدعيمها . وهي تتميز بما يلي:
- خلاياها متباعدة ولا ترتكز على أغشية قاعدية.
- كثرة المادة الخلالية (مادة غير حية قد تكون سائلة أو صلبة أو شبه سائلة) الموجودة بين الخلايا بحيث تشكل الجزء الأكبر من النسيج الضام.
- وفرة الألياف (البيضاء والصفراء والشبكية).
- وجود أوعية دموية كثيرة.
- تنشأ الانسجة الضامة من نسيج يدعى بالنسيج الميزنكيمي Mesenchymal tissue الذي ينشأ بدوره من الطبقة الجنينية الوسطى Mesoderm، وبالاضافة الى وظيفة النسيج الضام في ربط اجزاء الجسم المختلفة بعضها ببعض فأنه يعمل ايضاً على اسناد اجزاء الجسم المختلفة لذا فهو يطلق عليه ايضاً في بعض الاحيان بالنسيج الساند Supporting tissue.

- ألياف النسيج الضام:

1 -الألياف البيضاء White fibers: وهي ألياف متينة، قوية ومرنة، مكونة من الكولاجين collagen ، منتظمة في حزم كبيرة توجد في الأربطة والأوتار.

2 -الألياف الصفراء Yellow fibers: وهي ألياف مرنة مكونة من الأيلاستين elastin توجد بشكل منفرد لها تفرعات توجد بوفرة في جدران الشرايين والرئتين.

3 - الألياف الشبكية Reticular fibers: تتكون من الألياف البيضاء والصفراء وهي متفرعة ومتشابكة، تعطي الدعامة اللازمة للأنسجة، توجد في الكبد والطحال ونخاع العظم.

يوجد نوعان من الأنسجة الضامة (بناء على طبيعة المادة الخلالية) هما:

1- النسج الضام الأصيل Proper Connective Tissue

2- النسج الضام الهيكلي Skeletal Connective Tissue وتشمل: أ- الغضاريف ب- العظام

(1) النسيج الضام الأصيل Proper Connective Tissue

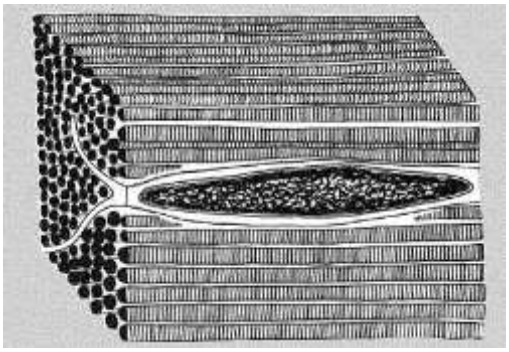
يستخدم لربط الأنسجة والأعضاء المختلفة ببعضها البعض. و يتميز بأن المادة الخلالية الموجودة بينها هي الألياف . ويصنف إلىهي عدة أنواع :

a- النسيج الضام المخاطي Mucous Connective Tissue

- خلاياه وألياقه قليلة وتتشابك في بعض الأحيان
- المادة بين خلوية غروية أو مخاطية
- يوجد في الحبل السري.

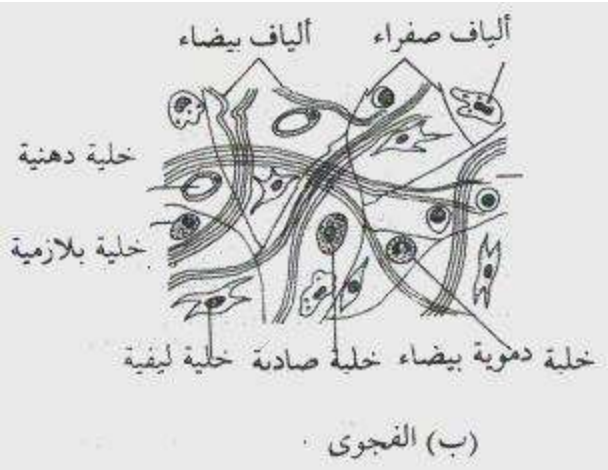
b- النسيج الضام الليفي Fibrous Connective Tissue

خلاياه مغمورة في مادة شبه سائلة وتكثر فيه الألياف البيضاء. ويوجد في الأربطة والأوتار.



c- النسيج الضام الفجوي Areolar Connective Tissue

يتميز بقلة الخلايا والألياف وكثرة المادة الخلالية والفجوات ويوجد تحت الجلد وبين العضلات وفي المساريق.

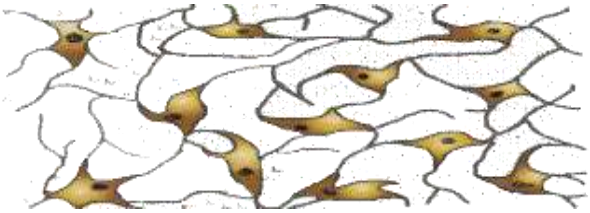


d- النسيج الضام المرنُ Elastic Connective Tissue

- يتميز بكثرة الألياف الصفراء وقلة الألياف البيضاء. وقلة خلاياه.
- يوجد هذا النوع في الأعضاء التي تحتاج إلى القوة والمرونة مثل الحبال الصوتية وجدران الشرايين ويربط العضلات ببعضها في الرئتين.

e- النسيج الضام الشبكي Reticular Connective Tissue

يتميز بكثرة الألياف الشبكية. يوجد في الكبد والطحال ونخاع العظام.



f- النسيج الضام الدهنيِ Adipose or Fatty Connective Tissue

ويتميز بكثرة الخلايا الدهنية وقلة المادة الخلالية. ويستخدم هذا النسيج لتخزين الطاقة ولحماية بعض أعضاء الجسم الحساسة وهو يوجد بكثرة تحت الجلد وحول الأحشاء وبين العضلات ويحيط ببعض الاعضاء الهشة كالكليتين ومحجر العينين.

(2) النسيج الضام الهيكلي Skeletal Connective Tissue

وظيفته توفير الدعامة والحماية لأعضاء الجسم. ويوجد منه نوعان رئيسيان هما النسيج الضام الغضروفي والنسيج الضام العظمي.

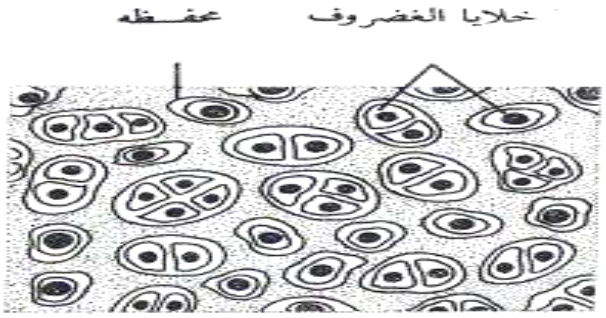
النسيج الضام الغضروفي

يتكون من نسيج ضام تتكون مادته الخلالية من مادة مرنة شبه صلبة هي الغضروفين chondrin والذي تفرزه خلايا خاصة تسمى الخلايا الغضروفية.

حسب نوعية المادة الخلالية الشبه صلبة يميز منه:

-غضروف زجاجي شفاف أي أن المادة الخلالية به شفافة كالزجاج.والألياف به نادرة

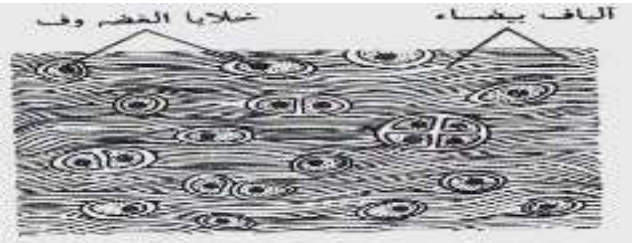
من أمثلة ذلك : الهيكل الجنيني-نهاية الأنف- القصبة الهوائية - غضاريف الحنجرة-نهايات العظام



الغضروف الزجاجي

-غضروف ليفي ويتميز بكثرة الألياف البيضاء في المادة الخلالية.ويوجد في الأقراص الغضروفية بين الفقرات.

-غضروف مرن ويتميز بكثرة الألياف الصفراء المرنة في المادة الخلالية.ويوجد في لسان المزمار وصيوان الأذن.



الغضروف الليفي الابيض

النسيج الضام العظمي

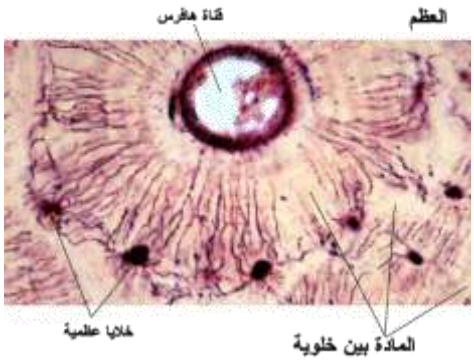
ويتكون من نوعين من المكونات وهي الخلايا العظمية الحية والمادة العظمية الميتة والتي تشكل أكثر من 90% من النسيج العظمي.

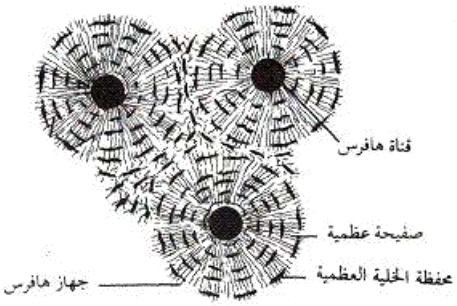
يتميز هذا النسيج بوفرة المادة الخلالية حيث أنها متكلسة وصلبة. والسبب في ذلك لوجود أملاح الكالسيوم والفسفور.

- وجود الألياف البيضاء للدعم -

يتكون العظم من وحدات متكررة تعرف كل منها بجهاز هافرس

تحتوي على أوعية دموية ولمفاوية وأعصاب





مقطع عرضي في عظم

3 - الأنسجة العضلية muscular tissues

تساعد على حركة الجسم

تساعد مختلف الأعضاء على الانقباض و الانبساط

أ- الأنسجة العضلية الملساء هناك ثلاثة أنواع من هذه الأنسجة

ب- الأنسجة العضلية المخططة

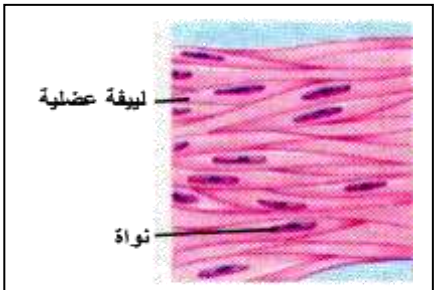
جـ- الأنسجة العضلية القلبية

الأنسجة العضلية الملساء Smooth muscles

خلاياها مغزلية الشكل، يوجد في سيتوبلازم هذه الخلايا لييفات عضلية تعمل الليفات على انقباض العضلة وانبساطها، تتجمع هذه الخلايا على هيئة حزم أو صفائح أو طبقات.

تتحرك حركة غير إرادية.

توجد في الأحشاء مثل المعدة والأمعاء.



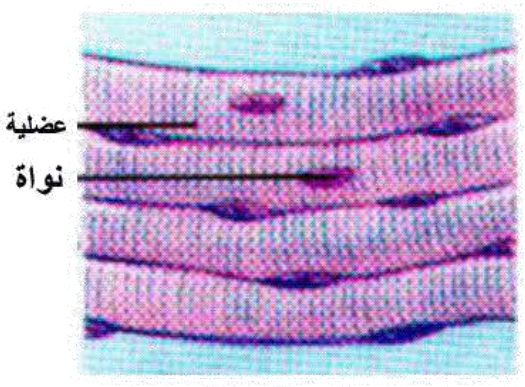
عضلات ملساء

الأنسجة العضلية الهيكلية Skeletal muscles

وتتميز بما يلي:

تتعاقب تتكون هذه الأنسجة من ألياف عضلية والتي تمثل كل منها خلية عضلية يتكون كل ليف عضلي من مناطق تقع الانوية بالقرب من السطح الخارجي لليف العضلي مما على طول الليفة مما يعطي العضلية المظهر المخطط يجعلها خلية متعددة الانوية

تعرف هذه العضلات بالعضلات الإرادية أو الهيكلية حيث تساعد على الحركة الإرادية مثل العضلات التي تكسو الأطراف في الإنسان.



عضلة مخططة هيكلية

الأنسجة العضلية القلبية Cardiac muscles

وتتميز بما يلي:

تتكون من ألياف عضلية مخططة تتفرع أو تتشابك مع بعضها البعض

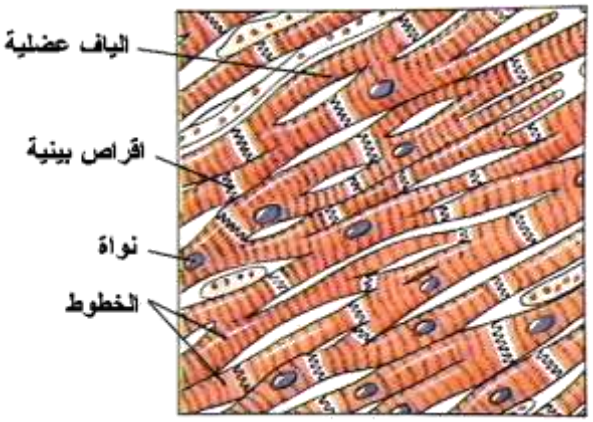
التخطيط في هذه العضلات غير واضح كما في العضلات المخططة

يتكون كل ليف عضلي من لييفات عضلية كما في العضلات المخططة

تقع الانوية فى وسط الليف.العضلي

يقسم كل ليف عضلي.الى أقسام بواسطة أقراص بينية . كل قسم يوجد به نواة واحدة

يوجد هذا النسيج في القلب فقط



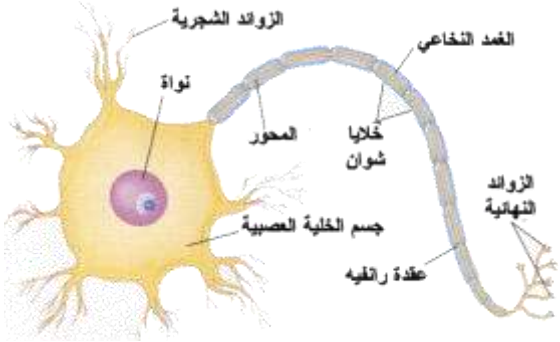
4-النسيج العصبي Nervous tissue

تتكون الخلية العصبية من:

جسم الخلية العصبية

تتفرع من جسم الخلية زوائد شجيرية يتوسط السايتوبلازم نواة كبيرة والعضيات الأخرى

المحور الاسطواني اطول بكثير من الزوائد الشجيرية ويغطى بطبقة دهنية تعرف بغمد شوان توجد على طوله مناطق مختنقه مشكلة عقد تعرف بعقد رانفييه



النسيج الدموي Blood tissue

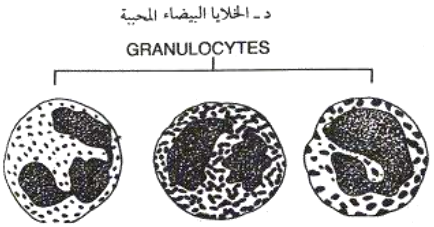
يتكون الدم من

البلازماPlasma وتمثل المادة بين الخلوية ،

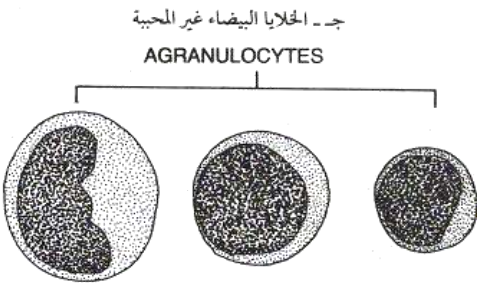
الخلايا الدموية وتشمل :

كريات الدم الحمر والصفائح الدموية وكريات الدم البيض بانواعها

1 -الخلايا المحببة Granulocytes ذات سيتوبلازم محبب ونواة مفصصة



2- الخلايا غير المحببة A granulocytes ذات سايتوبلازم غير محبب وانوية غير مفصصة



التنوع الأحيائي للحيوانات Animal Biodiversity

يعرف التنوع الحيوي أوالتباين الحيوي بأنه: عدد الأنواع وعدد الأفراد التي تتأثر بعوامل بيئة مختلفة في منطقة بيئية محددة وتأثيراتها على التركيب الحيوي. ويعتبر التنوع الحيوي أحد مقومات المجتمع الحي لكي يحافظ على ثباته واستقراره وأداءه لوظائفه ، سواء كان التباين على مستوى الأفراد أو الجماعات.
من المعلوم أنه كلما كان التنوع الحيوي أكبر في النظام البيئي (أكثر تعقيداً) كلما أدى ذلك إلى نجاح النظام واستقراره وبذلك لابد أن يكون عدد الأنواع أكبر من عدد الأفراد لكي يكون النظام البيئي في حالة استقرار. والعكس صحيح فلكما زاد عدد الأفراد على حساب عدد الأنواع أدى إلى اختلال النظام البيئي.

العوامل المؤثرة في التنوع الحيوي

(1) عوامل غير حيوية Abiotic factors:

A - العوامل البيئية Environmental factors: وتشمل العديد من العوامل ففي البيئات اليابسة مثلا تلعب درجات الحرارة والرطوبة والضوء والرياح دورا مهما في التنوع الحيوي ، كما تؤثر بعض العوامل البيئية في البيئات المائية تأثيرا ملحوظا كالضغط ودرجة الملوحة، العكارة، الضوء، التيارات المائية وغيرها.

B - المساحة: ان ازدياد المساحة يزيد من التنوع الحيوي في المنطقة البيئية والعكس صحيح .

C - الزمن: يلعب الزمن دوراً أساسياً مع المساحة في عملية التباين الحيوي فكلما طالت الفترات الزمنية على المساحات المحددة كلما ازداد فيها عدد الأنواع وهذا مؤشر يعرف بنمو الجماعات .

D - التعاقب البيئي Ecological Succession : يزداد التنوع الحيوي في التعاقب البيئي كلما اتجهنا نحو الذروة Climax وعليه فإن تتابع البيئات واختلافها من الأسباب المؤدية إلى التنوع الحيوي .

E - التلوث Pollution: يؤثر التلوث تأثيرا واضحا على التنوع الحيوي فالتلوث النفطي والحراري على شواطئ البحار والمحيطات ورمي المخلفات الصناعية والبشرية فيها ما هي إلا دليلا على تأثيرها على التواجد الحيوي في تلك البيئات ، كذلك التطور الصناعي على نطاق وسائل النقل والاتصالات والمعدات والأجهزة المنزلية إلا دليلا آخر على تأثيرها على الكائنات الحية وبالتالي تأثيرها على التنوع الحيوي.

(2) عوامل حيوية Biotic factors:

A - الانقراض Extinction: ويعتبر من أهم الأسباب التي أدت إلى التغير في التنوع الحيوي وبالرغم من أنه عملية طبيعية إلا أنه ازداد في الوقت الحاضر ، ومن أهم الأسباب التي أدت إلى ذلك وعلى سبيل المثال:

- الصيد Hunting ووضع المصائد .
- إدخال الحيوانات إلى بيئات جديدة.
- التغيرات البيئية عن طريق تحطيم البيئات Habitat alteration : وهو من العوامل الحديثة التي أدت إلى التقليل من المساحات المناسبة للحيوانات باختلافها وبلا شك أن كثيراً من تحوير البيئات يجعلها غير مناسبة لأنواع معينة مما يضطرها إلى الهجرة أو الهلاك مما يقلل من التنوع الحيوي فيها.
- القضاء على الآفات والحيوانات المفترسة.
- حركة مرور الحيوانات.
- النشاطات البشرية.

B - الافتراس Predation: إن دور الافتراس في التنوع الحيوي يتبلور باتجاهين الأول أن توفر الفرائس يدعم تواجد فرائس جديدة في البيئة تؤثر إيجابيا في التنوع الحيوي ، والثاني أن دور المفترسات في حفظ تعداد الفرائس إلى مستوياتها الدنيا يؤدي بالتالي إلى حفظ حدة التنافس بينها إلى أقل حد وبالتالي يؤدي ذلك إلى دخول فرائس أخرى في مجال المنافسة لتدعم وجود أعداد جديدة من المفترسات في البيئة.

C - الهجرة Migration: تؤثر الهجرة بنوعيها سواء للداخل (الاستيطان) أو للخارج (الاغتراب) في التباين الحيوي حيث نلاحظ أن الهجرة إلى الداخل تزيد من معدل التباين الحيوي بينما نجد أن الهجرة إلى الخارج تقلل من التباين الحيوي .

D - التنافس Competition : ويعرف بأنه علاقة عدائية كنتيجة للاستخدام المتبادل لموارد طبيعية محدودة في الموطن البيئي. يرتبط التنافس بعنصرين أساسيين يؤديان إلى توضيح مدى ارتباط التنافس بالتنوع الحيوي وهما :

1 - مدى أتساع الوحدة البيئية لكلا النوعين.

2 - حجم التداخل في الوحدة البيئية لكلا النوعين، حيث أن هناك قاعدة بيئية تشير إلى أن الأنواع التي تعيش في منطقة معينة مع بعضها البعض وتتداخل في أعشاشها البيئية غالبا ما تتنافس على نفس الموارد وكثيرا ما يقوم أحدها بإزاحة الآخر ويطلق على هذه الظاهرة بالإقصاء التنافسي Competitive exclusion.

المواطن Habitats

يعرف الموطن Habitat بانه المكان بجميع قياساته الذي يوفر جميع المتطلبات الأساسية بأنواعها ليعيش الكائن الحي بصورة طبيعية .

اختيار المواطن :

يعتمد اختبار الموطن للكائن الحي على عدة عناصر ولكن من أهم تلك العناصر ما يلي :
1 - الأساس الوراثي Genetic bas .
2 - الكثافة السكانية Population density .
3 - الخبرات Experience .
4 - التعلم Learning .

- **المقاطعة Territory** : هو الجزء من الموطن الذي يقوم الحيوان بالدفاع عنه ولكن لا يهتم بوجود أفراد من أنواع أخرى لا تتعارض أو تتنافس معه لاختلاف متطلباتها في الغذاء أو المأوى .

تقسيم المواطن البيئية:

تتباين الكائنات الحية باختلاف مواطنها البيئية وعلى هذا قسمت المواطن البيئية إلى :

1 - البيئات المائية Aquatic Biomes: وتقسم إلى:

أ - المحيطات Oceans
ب – الجداول والأنهار Streams and Rivers .
ج – البحيرات والبرك Lakes and Ponds.
د – المصبات Estuaries .
هـ - المستنقعات Swamps .

2- بيئات اليابسة Terrestrial Biomes: وتقسم إلى :
أ – **التندرا** Tundra **ب – الغابات** Forests
ج- الحشائش Grasslands **د- الصحاري** Deserts

علم التصنيف Taxonomy

يعرف علم التصنيف Taxonomy بأنه أحد فروع علم الحياة ويتناول تشخيص وتسمية الكائنات وتقسيمها الى مجاميع. واشتقت هذه الكلمة من Taxis وتعني ترتيب و Nomos وتعني قانون و كلمة Taxonomy تعني قانون الترتيب.

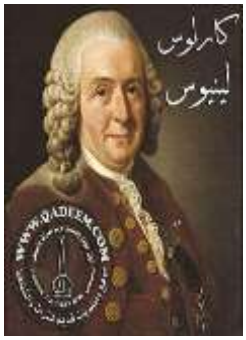
What is taxonomy?

Taxonomy is the branch of biology concerned with the grouping and naming of organisms

Biologists who study this are called taxonomists

The Seven Level System

Kingdom
Phylum
Class
Order
Family
Genus
Species



المراحل التأريخية لنظام التصنيف

منذ القدم والإنسان يحاول تصنيف الكائنات الحية وتبويبها في مجاميع تضم كل مجموعة منها كائنات ذات صفات مشتركة متشابهة ، وأول من حاول تصنيف الحيوانات كان أريستوتل Aristotle ، حيث قسمها إلى حيوانات عديمة الدم Anaima وحيوانات ذات الدم Enaima وحيوانات بيوضة Ovipara وحيوانات ولودة Vivipara. ثم تلاه بعد ذلك عالم آخر هو راى Ray وهو أول من عرف النوع Species على أنه مجموعة من الأفراد إذا تزاوجت فيما بينها أنتجت نتاجا يشبهها (على أن يكون هذا النتاج خصبا لا عقيما). فالحصان والحمار يتزاوجان ، لكن نتاجها البغل عقيم ، لذا وضع كل منها في نوع مستقل. صنفت الحيوانات على أساس البيئة إلى: أرضية، مائية وهوائية ثم صنفت الحيوانات على أساس نوع الغذاء إلى آكلات اللحوم وآكلات العشب.

كانت أولى الخطوات الصحيحة في علم التصنيف قد بدأت في عام 1717 حينما ابتكر كارلوس لينايوس Carolus Linnaeus التسمية المزدوجة معطيا كل حيوان أو نبات أسما مركبا من شقين الشق الأول هو الجنس Genus ويبدأ بحرف كبير والاسم الآخر وهو النوع Species ويبدأ بحرف صغير.

1- **المرحلة القديمة أوالأبتدائية:** وترجع هذه المرحلة الى ما قبل التاريخ واتسمت بتعرف الانسان على الكائنات الحية التي تعيش حوله مثل بعض الطيور واللبائن والحشرات والنباتات. وقد عرف من الحفريات ومن الرسومات على جدران الكهوف ومن النقوش القديمة أن الانسان كان على علم ببعض الخصائص المهمة لهذه الأحياء.

2- **مرحلة دراسة الأحياء المحلية:** وتميزت هذه الفترة باعطاء أسماء محلية Local names للحيوانات والنباتات والفطريات وغيرها. وهذه الأسماء مختلفة في لغتها ومدلولها من أمة الى أخرى ومن بلد الى أخر وعندما تقدم علم الأحياء وازدادت معلومات الانسان عن الأحياء أصبح من الصعب تحديد مدلولات تلك الأحياء لكثرتها لذلك أصبح من الضروري البحث عن نظام علمي موحد لتسمى به الأحياء.

3- **مرحلة التسمية العلمية:** وهي مرحلة العالم كارل ليناوس وهذه المرحلة جاءت حصيلة جهود علماء أخرين سبقوا ليناوس لكنه استطاع أن يضعه بشكل قانون منتظم يقبله الأخرين ونشره في الطبعة العاشرة في لمؤلفه الموسوم بالنظام الطبيعي 1758 وأعتبر هذا التاريخ مهم في التسميات العلمية حيث أن الأسماء التي وضعت في هذا التاريخ وبعده اكتسبت شرعية . وأشار العالم في قانونه ليس الى الجنس والنوع فحسب وانما أشار للمراتب الأخرى مثل العائلة والرتبة والصنف وهذه المراتب لا زالت مستخدمة في التقسيم حتى وقتنا الحاضر.

4- **التطور العضوي:** حيث ظهرت نظرية التطور العضوي لدارون وأضافت هذه النظرية مفهوما لعلم التصنيف يختلف عن المفهوم السابق الذي كان يقول أن النوع ثابت بينما النظرية تقول أن الكائنات الحية في تغير مستمر والأحياء الحالية متحررة من أسلاف مشتركة وهذا التغير يؤدي الى ظهور أنواع وأشكال جديدة.

5- **مرحلة الوراثة:** وتعود هذه المرحلة الى اكتشافات العالم مندل حيث بين أن هناك ما يسمى بالعوامل الوراثية التي يعود لها السبب في ظهور صفات الأحياء. وقد أضاف هذا العالم أن تصنيف الكائنات الحية من المراتب الدنيا الى العليا له علاقة بالجهاز الوراثي الذي تمتلكه تلك الأحياء وهذا الجهاز هو المسؤول عن حفظ تلك الصفات أثناء مرورها من الأجداد الى الاباء ثم الأحفاد وعليه فالنوع يحوي مجموعة من الصفات محفوظة ولكن هذا النوع في مواجهة مستمرة مع ظروف البيئة واذا حصل تغير في الجهاز الوراثيفان هذا التغير سوف يحفظ في ذلك النوع ويمر الى الأبناء وبذلك تتغير الأنواع باستمرار.

6- **مرحلة التصنيف الحديث:** وتتميز هذه المرحلة بمحاولة ايجاد مفهوم علمي محدد للنوع. بينما كان التصنيف القديم يركز على النوع بمفهومه النمطي أو الطرازي (أي أن النوع متمثل في كائن يحمل صفات هذا النوع) فان هذا المفهوم عديم الأبعاد وأهميته قليلة في معرفة العلاقة الطبيعية بين الأنواع والمجاميع. فجاء علم التصنيف الحديث كي يتخطى المفهوم النمطي ويعتمد على المفهوم السكاني للنوع بكل أبعاده ، كذلك يحاول أن يستنبط العلاقة الطبيعية بين مجاميع الأحياء مستندا" الى مفاهيم العلوم الأخرى كالأجنة والوراثة والفسلجة . هذا بالاضافة الى كون علم التصنيف أعتمد التصنيفات الحديثة حاله حال العلوم الأخرى.

أنظمة علم التصنيف

هناك ثلاثة أنماط للتصنيف هي التصنيف الأصطناعي والتصنيف الطبيعي والتصنيف التطوري.

1- **التصنيف الاصطناعي Artificial classification :** وهو أقدم أنواع التصنيف ويعد البابليون أول من وضع قوائم تدل على تصنيف بدائي لحيوانات ونباتات، أما أرسطو فقد أعطى التصنيف على أساس التشابه في صفات مظهرية معينة. فالتصنيف الذي يرتكز على صفات مظهرية كاللون والعادات والشكل الخارجي فهو تصنيف اصطناعي فمثلا" يقسم الحيوانات الى حيوانات برية وحيوانات مائية أو الى حيوانات أكلة اللحوم وحيوانات أكلة الأعشاب. ويعد العلماء العرب مثل القزويني والجاحظ والبصري أول من خطى بالتصنيف خطوات ملموسة نحو التصنيف الأصطناعي.

2- **التصنيف الطبيعي Natural classification:** ويعتمد هذا التصنيف على ما بين الأحياء من تشابه طبيعي مثل التركيب الداخلي والتشابه في وظائف الأعضاء والتكوين الجنيني فضلا" عن المظهر الخارجي كما يعكس هذا التصنيف علاقة القرابة بين مجاميع الأحياء ويعكس أيضا" درجة الرقي والتطور لكل كائن حي وموقع هذا الكائن من سلم التطور مع بقية الكائنات القريبة والبعيدة وعليه فقد نجد نباتا" يعيش في الصحراء أقرب الى نبات مائي أو نبات جبلي من نبات يعيش معه في الصحراء.

3- **التصنيف التطوري أو النشوئي Evolutionary classification:** ويعد هذا النظام خطوة متطورة عن التصنيف الطبيعي حيث يرتكز على العلاقة الطبيعية والتطورية بين الأحياء لذلك فهذا النظام يرتب الأحياء في سلم تطوري يوضح نشوء بعضها من البعض الاخر مثل الشجرة والعائلة لذلك فهو يضع الأحياء البدائية والأنواع التي تطورت منها. أما النظام المتبع حاليا" فهو مزيج من التصنيف الطبيعي والتصنيف التطوري.

مجالات علم التصنيف

يسعى علم التصنيف لاعداد طريقة او نظام لتسمية الأحياء بشكل موحد ومفهوم على مستوى العالم كما يسعى لايجاد نظام لترتيب وتقسيم الأحياء الى مجاميع بحيث تساعد في سهولة دراسة تلك الأحياء أما مجالاته فهي:

1- **التشخيص:** ويقصد به معرفة اذا كان الكائن الحي مشابه لكائن حي أخر معروف أم هو جديد وليس له مثيل والمعرفة هذه ممكن أن تتم عن طريق الرجوع الى كتب ومفاتيح التصنيف والمصورات ويقارن بنماذج سابقة ومعتمدة فاذا كان مطابق لنموذج فممكن أن نتعرف على اسمه العلمي. أما اذا كان غير مطابق فيجدر الأهتمام به فهو يمثل نوعا جديدا.

2- **التسمية:** وهي عملية اعطاء اسم علمي لكل كائن حي يكتشف حديثا" أو اعادة النظر بالأسماء العلمية الموضوعة سابقا" على ضوء قانون التسمية العلمية ودراستها في ضوء قواعد التسمية التي تقر بالمؤتمرات العلمية.

3- **التقسيم:** وهي محاولة وضع كل كائن حي في مجموعة حيوانية أو نباتية أو غيرها في ضوء الأسس المعتمدة في النظام التصنيفي المتبع مثل الصفات الشكلية والتشريحية والوراثية والفسلجية حيث ان المجاميع او المراتب ذات علاقة القرابة بين تلك الأحياء وتبدأ المراتب من النوع فالجنس فالعائلة فالرتبة فالصنف فالشعبة فالعالم.

أهمية علم التصنيف

1- يسهل التعامل مع الكائنات الحية.
2- يزود الباحثين بالمعلومات عن صفات الكائنات الحية.
3- يقدم شتى أنواع المعارف للمشتغلين في مجال علوم الحياة.

أهداف علم التصنيف

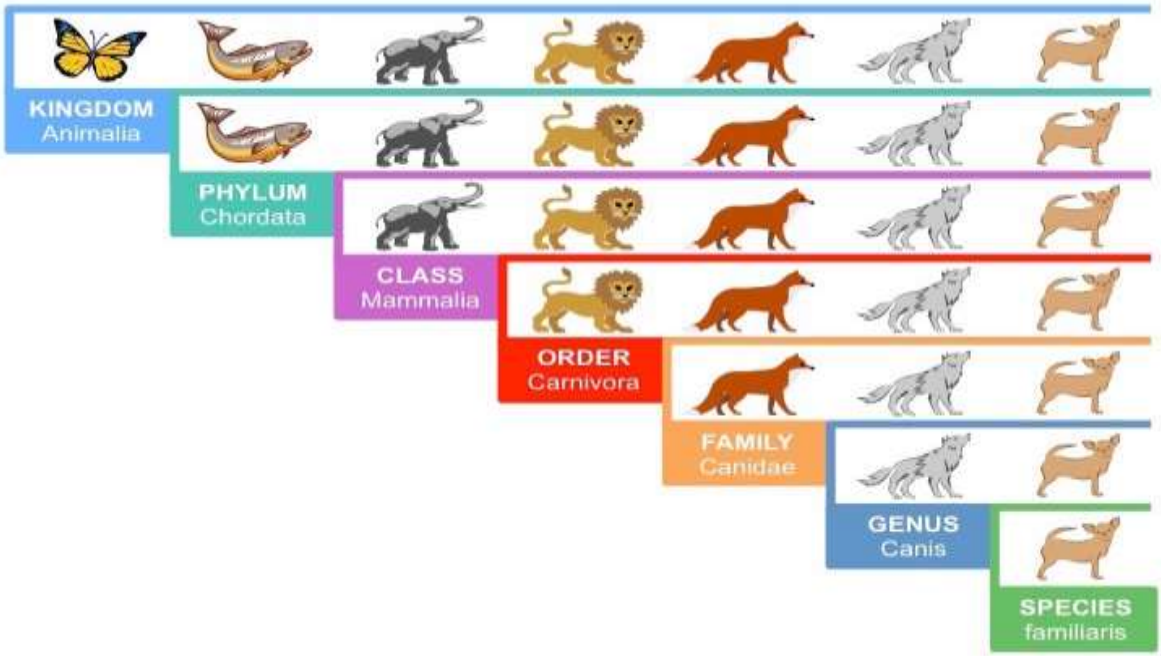
1- تسمية الكائنات الحية.
2- تصنيف الكائنات الحية.

المراتب التصنيفية

روعي عند تقسيم كائنات المملكة الحيوانية أن تضم الأجناس المتشابهة في عائلة واحدة Family فمثلا تضم الأجناس Schistosoma كلها فى عائلة واحدة تسمى Schistosomatidae وتضم العائلات المتشابهة في رتبة واحدة Order وتضم الرتب المتشابهة في طائفة واحدة Class ثم تضم الطوائف المتشابهة في شعبة واحدة Phylum حيث تكون مجموعة الشعب مع بعضها البعض المملكة الحيوانية مكتملة Animal Kingdom.

تشمل المراتب التصنيفية ما يلي (مرتبة من الأكبر إلى الأصغر):

1- فوق المملكة	Domain
2- المملكة أو العالم	Kingdom
3- الشعبة	Phylum
4- الصنف	Class
5- الرتبة	Order
6- العائلة	Family
7- الجنس	Genus
8- النوع	Species



التسمية العلمية Scientific Nomenclature (التسمية الثنائية Binomial Nomenclature)

تتميز الأسماء المحلية Common names التي سميت بها الأحياء في مختلف أقطار العالم بكونها غير موحدة حيث تتغير تبعا" للغات العالم المختلفة. كما أن للكثيرمن الأحياء اسماء محلية متعددة في نفس البلد فضلا عن عدم وجود اسماء محلية للكثير من الأحياء غير الشائعة. ولذلك كانت التسمية العلمية للكائنات المختلفة ضرورة حتمية لتوحيد أسماء الأحياء في العالم ولتسهيل الأمر على الباحثين أينما كانوا كي يعرفوا على وجه التحديد الكائنات التي يشار اليها في البحوث العلمية.

ابتكر كارلوس ليناويوس Carolus Linnaeus التسمية المزدوجة أو الثنائية Binomial Nomenclature ،أو تسمى التسمية العلمية Scientific Nomenclature . وبموجب هذا النظام فان كل كائن حي يعطى اسما" علميا" مكونا" من كلمتين تمثل الأولى الجنس Genus وتبدأ بحرف كبير والثانية النوع Species وتبدأ بحرف صغير. ويكتب الاسم العلمي بشكل مائل italicized متميزة في الطباعة أو يوضع تحت كل كلمة خط underlined عند كتابتها باليد أو الألة الطابعة. وحسب النظام الدولي للتسمية العلمية فان اسم الباحث the authority (أو مختصره) الذي قام بنشر الاسم العلمي لكائن معين لأول مرة يوضع في نهاية الاسم العلمي ويكتب بحروف طبيعية (غير مائلة أو بدون خط تحته).

قواعد كتابة الاسم العلمي

1- أن يتكون من كلمتين هما : الأولى : اسم الجنس وتبدأ بحرف كبير، الثانية : اسم النوع وتبدأ بحرف صغير.

2- أن يكتب الاسم العلمي بحروف مائلة عند الطباعة كما في نبات الذرة ***Zea mays***

3- أن يوضع تحته خط عند كتابته بخط اليد **Zea mays**

4- ويمكن كتابة اسم العالم او الشخص الذي سمى هذا الكائن ويكون الى يمين اسم النوع ***Zea mays* L.**

أمثلة على الأسم العلمي: *Escherichia coli* ، *Canis familiaris L.* ، *Quercus alba* L. .

مثال التسلسل التصنيفي للبعوضة الناقلة للملاريا:

1) فوق المملكة Domain : حقيقيات النوى Eukarya
2) المملكة Kingdom : عالم الحيوان Animalia
3) الشعبة Phylum : مفصلية الأرجل Arthropoda
4) الصنف Class : الحشرات Insecta
5) الرتبة Order : ثنائية الأجنحة Diptera
6) العائلة Family : Culicidae
7) الجنس Genus : *Anophius*
8) النوع Species : *pharoensis*

- النوع: هو مجموعة من الكائنات الحية المتشابهة في الشكل و التركيب ، والقادرة على التزاوج فيما بينها ، وتنتج أفراد خصبة تستطيع التزاوج و الإنجاب.

- الجنس: هو مجموعة من الأنواع الأكثر ترابطا وتشابها و تشترك في أصل واحد.

يعتبر النوع الوحدة الأساسية المستخدمة في تصنيف الأحياء ويتكون من مجموعة من الأفراد التي تربطها قرابة وراثية وتنحدر من أصل مشترك يسمح بتبادل المادة الوراثية فيما بينها.وان افراد النوع الواحد لها نفس الخصائص التركيبية والوظيفية ولها القابلية على التزاوج وانتاج نسل خصب. وهذا يعني ان افراد النوع الواحد تتشابه بدرجة كبيرة في التركيب الوراثي وفي التاريخ التطوري لها.

An animal is known by two names…

- *Canis lupus* is the scientific name for a gray wolf.
- *Canis* is the genus name
- *lupus* is the species name
- This system uses a binomial nomenclature

Binomial Nomenclature

- Bi means two
- Nomen means name
- A binomial nomenclature is a classification system using two names to identify an organism

Species...

A species consists of animals that can mate and produce fertile offspring

Only grey wolves are known as *lupus*.

The species name is always lowercase

Genus…

- **A genus consists of a group of closely related species**
- **Other animals in the *Canis* group include dogs and coyotes**
- **The genus name is always Capitalized**

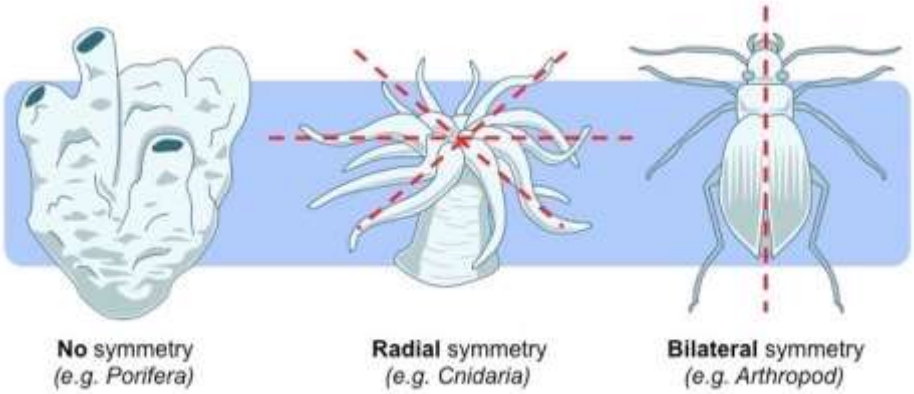
التناظر في الحيوانات Symmetry in Animals

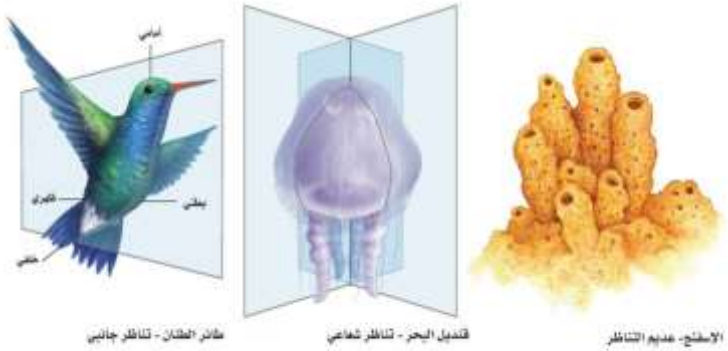
يمكن التناظر الحيوان من الحركة بطرق معينة وتقسم الحيوانات حسب التناظر إلى أنواع هي:

أ) حيوانات عديمة التناظر asymmetrical animals : مثل (الإسفنج) حيث لا يمتلك تناظرا أو انتظاما في تراكيب جسمه.

ب) التناظر الشعاعي radial symmetry : مثل (قنديل البحر) حيث يمكن تقسيم الحيوانات إلى نصفين متساويين من خلال أي محور مركزي على جسم الحيوان حيث يمكن للحيوان الحركة في جميع الاتجاهات وأغلب هذه الحيوانات نمت من طبقتين خلويتين جنينيتين.

ج) التناظر الجانبي bilateral symmetry : مثل(الطيور) حيث يمكن تقسيم الحيوان إلى نصفين متساويين من خلال محور مركزي واحد على جسم الحيوانات . وأغلب هذه الحيوانات نمت من ثلاث طبقات خلوية جنينية.





الشكل 6-9 التناظر Symmetry

تقسم الكائنات الحية الى ثلاث فوق مملكة Super kingdom أو Domains هي:

1- فوق المملكة : العتائق Archaea .

2- فوق المملكة : البدائيات Monera .

3- فوق المملكة : حقيقية النواة Eukarya والتي تضم أربع ممالك هي:

أ. الطليعيات Protista .

ب. الفطريات Fungi .

ج. النباتات Plantae .

د. الحيوانات Animalia .

المملكة الحيوانيةKingdom Animalia

تشير المصادر الحديثة ان التقديرات لعدد أنواع الكائنات الحية على الكرة الأرضية تصل إلى (1.5) مليون نوع، ويمكن زيادة العدد على ذلك اضعافاً مضاعفة عند اكتشاف الأنواع الأخرى غير المعروفة في العالم كما اكدا ذلك كل من بوتكن وكلير (Botkin & Keller, 2000) في كتابهما (علم البيئة). وفيما يلي مملكات الكائنات الحية الخمسة :

1- **مملكة الطلائعيات (مونيرا) Kingdom Monera**

وتشمل البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة. عدد الأنواع فيها هو (100) ألف نوع.

2- **مملكة الابتدائيات (بروتيستا) Kingdom protista**

وتشمل الطحالب والكائنات الحية وحيدة الخلية والفطريات ذات الابواغ المسوطة . وفيها (60) ألف نوع.

3- **مملكة الفطريات عدد الأنواع فيها هو (100) ألف نوع.**

4- **المملكة النباتية Kingdom plantae وفيها أكثر من (270) ألف نوع وتشمل:**

a- **الحزازيات.** ويوجد فيها (24) ألف نوع.

b- **السرخسيات.** ويوجد فيها (12) ألف نوع.

c- **الصنوبريات.** ويوجد فيها (55) ألف نوع.

d- **نباتات ذوات الفلقة الواحدة.** ويوجد فيها (65) ألف نوع.

e- **نباتات ذوات الفلقتين.** ويوجد فيها (170) ألف نوع.

5- **المملكة الحيوانية Kingdom Animalia وفيها أكثر من مليون نوع.**

وفيما يلي شرح موجز لتصنيف المملكة الحيوانية :

تصنيف المملكة الحيوانية Classification of Kingdom Animalia

تصنف المملكة الحيوانية إلى ثلاث مجموعات هامة هي :-

1- تحت مملكة الأوليات Subkingdom : Protozoa

وهى تشمل مجموعة الكائنات التي يتركب جسمها من خلية واحدة قادرة على أداء كل الوظائف الحيوية التي يقوم بها الكائن الحي الكامل.

2- تحت مملكة نظائر البعديات Subkingdom : Parazoa

وتشمل مجموعة من الكائنات عديدة الخلايا. تنتظم خلاياها في طبقتين تحيطان بتجويف معدي لكنها تفتقر لوجود أي أجهزة متميزة.

3- تحت مملكة البعديات Subkingdom : Metazoa

وتشمل مجموعة كبيرة من الشعب مرتبة حسب الخط التطوري وتتميز بأن الجسم عديد الخلايا وبه أجهزة متميزة تؤدى كافة الوظائف الحيوية.

أولا"- تحت مملكة الأوليات Subkingdom: Protozoa

تضم هذه الشعبة ما يزيد عن 50000 نوعاً تعيش في مختلف أنواع البيئات أينما توفرت درجة رطوبة كافية.

الصفات العامة:

1. أغلب حيوانات هذه الشعبة مجهرية وقليل منها يمكن رؤيته بالعين المجردة وجميعها وحيدة الخلية.
2. كثير من أنواعها يعيش منفرداً والقليل على هيئة مستعمرات.
3. توجد في معظم الحالات نواة واحدة في الحيوان وقليل منها جداً يحتوى على نواتين ويتميز السايتوبلازم إلى طبقة خارجية رائقة تسمى اكتوبلازم وأخرى داخلية محببة تسمى اندوبلازم ويغلف الجسم من الخارج غشاء البلازما الرقيق.
4. تتحرك الأوليات الحيوانية بالأقدام الكاذبة أو الأسواط أو الأهداب ، والبعض ليست له أعضاء حركة.
5. تتغذى معظم الأوليات الحيوانية اغتذاءاً حيوانياً holozoic nutrition (بالتهام كائنات أخرى دقيقة كالبكتريا والطحالب وغيرها) أو يتغذى بالمواد العضوية المتحللة. وبعض الأوليات يتغذى اغتذاءً نباتياً holophytic nutrition وذلك لاحتوائه على بلاستيدات خضراء أو ملونة. والبعض يتغذى بطريقة الرشف حيث يستحوذ على قطرات من المواد السائلة من الوسط المحيط به في فجوات دقيقة عند السطح بعملية تعرف بالرشف pinocytosis .

6. تحتوى معظم الأوليات الحيوانية التي تعيش في المياه العذبة على فجوات منقبضة contractile vacuoles تعمل على تنظيم الضغط الاسموزي داخل أجسامها وذلك بالتخلص من الماء الزائد.
7. تتنفس معظم الأوليات الحيوانية تنفساً هوائياً aerobic respiration عن طريق انتشار الأوكسجين من خلال غشاء البلازما. غير أن بعضها يتنفس تنفساً لاهوائياً anaerobic respiration.
8. ليس للأوليات الحيوانية أعضاء اخراجية ويتم الاخراج عن طريق الانتشار من خلال سطح الجسم.
9. تتكاثر الأوليات لاجنسياً asexually بواسطة الانشطار الثنائى البسيط binary fission أو بالانشطار العديد multible fission . غير أن بعضها يتكاثر جنسياً sexually عن طريق تكوين أمشاج جنسية أو بالاقتران conjugation.
10. التكيس encystment ظاهرة مميزة لدورة حياة كثير من الأوليات الحيوانية وتحدث لتفادى الظروف البيئية غير المناسبة.

تصنيف شعبة الأوليات:

تصنف شعبة الأوليات الحيوانية إلى أربع شعيبات تبعاً لنوع أعضاء الحركة التي تستخدمها:

1. **شعيبة اللحميات Subphylum : Sarcodina : تتحرك بالأقدام الكاذبة.**
2. **شعيبة السوطيات Subphylum : Mastigophora : تتحرك بالأسواط.**
3. **شعيبة الهدبيات Subphylum : Ciliophora : تتحرك بالأهداب.**
4. **شعيبة البوغيات (الجرثوميات) Subphylum : Sporozoa : ليست لها أعضاء للحركة.**

ثانيا"- تحت مملكة نظائر البعديات Subkingdom : Parazoa

شعبة المساميـــــات Phylum : Porifera

الأسفنج

يحتوى جسم الإسفنج على مئات الثقوب الدقيقة والممرات والتي تكون نظاما للترشيح وفصل الغذاء حيث أن الحيوان غير متحرك ولذلك فإن تيارات الماء التي تمر خلال هذا النظام تحمل معها الغذاء والأكسجين وتأخذ معها عند الخروج النواتج الإخراجية. يدعم جسم الإسفنج بهيكل من الشويكات أو بواسطة ألياف أسفنجية مكونة من مادة كيراتينية تسمى سبونجين. ليس للإسفنج أي أعضاء أو أنسجة حقيقية ولأنه حيوان ثابت لا يبدي أي نوع من الحركة الذاتية. لم ينشأ له جهاز عصبي أو أعضاء حس.

أغلب أنواع الإسفنج تعيش في صورة مستعمرات ، البعض منها ذو ألوان زاهية وجذابة نظرا لوجود بعض الصبغيات في طبقة الأدمة. على أي حال فان تلك الألوان تتلاشى عند نزع الإسفنج من الماء الذي يعيش فيه. تتميز أغلب الأنواع بخاصية التماثل الشعاعي أما البعض منها فهو غير منتظم الشكل.

هناك أكثر من 5000 نوع من الاسفنجيات البحرية وحوالي 150 أخرى تقطن الماء العذب. تتواجد الاسفنجيات البحرية عند كل الأعماق والبعض منها يتواجد حتى في المياه النصف مالحة . بينما نجد الأفراد الجنينية من الإسفنج تتحرك بحرية في الماء فان الأفراد البالغة تقضى طيلة حياتها مثبتة على الصخور أو الأصداف أو الشعاب المرجانية أو على الأخشاب الطافية أو الأجسام الغارقة أو بجوار السفن وأعمدة المواني. بعض الأنواع تنمو على رمال أو طين القاع يعتمد شكل الإسفنج على طبيعة البيئة التي ينمو فيها من حيث شكل سطح القاع واتجاه وسرعة تيارات الماء والمساحة المتاحة. وعلى ذلك فان أفراد النوع الواحد تظهر تباينا كبيرا في الشكل إذا نمت في بيئتين مختلفتين، على سبيل المثال فان الاسفنجيات التي تنمو في المياه الهادئة أكثر استقامة وأطول من تلك التي تنمو فى المياه سريعة الجريان.

تعيش بعض الكائنات مثل اللافقريات والأسماك في حياة تكافلية مع الإسفنج حيث تمثل الاسفنجيات الكبيرة الحجم مكانا مناسبا لايواء بعض اللافقاريات، وعلى الجانب الآخر هناك بعض أنواع من الإسفنج تنمو على أجسام كائنات أخرى مثل أصداف الرخويات والمراجين البحرية، فهناك بعض أنواع الكابوريا التى تستعمل أجزاء الاسفنج لتغطيه درقاتها تهربا من مفترساتها التي لا تجد في الأسفنج طعما مستساغا لها.

هناك ثلاثة أشكال من الأنظمة القنوية للأسفنج تسمى طرز الأسفنج وهي :

1- الطراز الأسكونى **Ascon type**
2- الطراز السيكونى **Sycon type**
3- الطراز الليوكونى **Leucon type**

ثالثا"- تحت مملكة البعديات Subkingdom : Metazoa

يضم هذا العويلم جميع الحيوانات الخلوية فيما عدا المساميات ويتميز بالاتي:

1- ظهور تجويف هضمي متخصص وجهاز هضمي لجمع وهضم الغذاء.

2- وجود جهاز دوري يقوم بنقل المواد الغذائية والغازات من مكان إلي آخر داخل الجسم.

3- ظهور أجهزة خاصة غشائية متفرعة للتنفس والإخراج.

4- للبعديات جهاز عصبي يتكون من خلايا عصبية تتشابك مع بعضها البعض.

5- له أعضاء خاصة للتكاثر.

6- لها تراكيب هيكلية داخلية وخارجية مختلفة تعمل علي تدعيم الجسم.

صنف البرمائيات Amphibia

هي من الفقريات التي حاولت الانتقال من البيئة المائية الى اليابسة وتبدأ هذه الحيوانات حياتها بشكل يرقات تعيش في الماء تتنفس الهواء المذاب بواسطة الغلاصم وتتطور هذه اليرقات الى الحيوان البالغ حيث تضمر الغلاصم وتتكون بدلا عنها رئتان تتنفس بهما تنفسا هوائيا لذا سميت البرمائيات أي تعيش كلا الحياتين في الهواء والماء والبرمائيات هي المجموعة الاولى من بين الحبليات التي استطاعت المعيشة خارج الماء ولها ثلاث رتب:

1-رتبة اللاذنبيات Anura

وتشمل الضفادع frogs والعلاجيم toads وتفتقد افراد هذه الرتبة للذنب في الطور البالغ ويتألف جسمها من رأس وجذع متحدين بدون عنق وزوجين من الاطراف جيدة النمو.يتخصص الزوج الخلفي منهما للقفز لذا تسمى هذه الرتبة القافزات أجسامها قصيرة ولينة وسيقانها الخلفية طويلة تنتهي بأصابع مترابطة باغشية رقيقة تساعدها على السباحة عيونها جاحضة .

2-رتبة المذنبات Caudate

وتشمل السمندرات وجرو الطين من ذوات الذيول الطويلة والارجل الاربع وفي قليل منها رجلان وهي ارجل قصيرة رقيقة.

3-رتبة اللاقدميات (شبيهات الافاعي) Apoda

وتشمل السيسليان او البرمائيات السحلية (عديمة الارجل)وهي تشبه ديدان الارض كبيرة الحجم وتعيش معضمها في مخابئ تحت الارض ويعيش بعضها في الماء.

رتبة اللاذنبيات Anura

الضفدع The frog

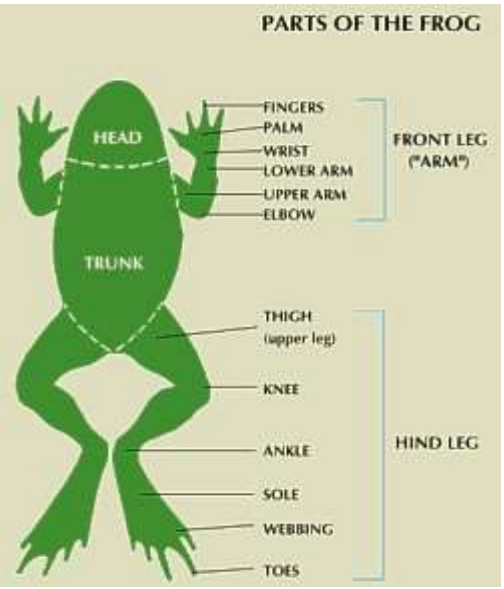
المظهر العام للجسم

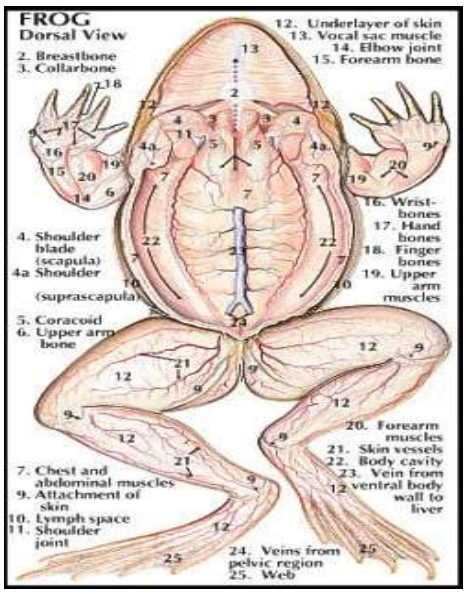
يقسم جسم الضفدع الى الراس والعنق القصير وجذع ويحتوي الراس المسطح على الدماغ والعين والاذن والانف .ويسمح العنق بحركة محدودة للراس لانه قصير وصلد. ويكون جدار الجذع العريض والسميك جوف الجسم الوحيد داخل الجسم والذي يسمى المعي.

الجلد في البرمائيات

لاتغطي جلود البرمائيات الحراشف أو شعر او ريش ومعظمها ذات جلد ناعم ولكن بعض العلاجم لها جلود سميكة والطبقة الخارجية من الجلد تعرف البشرة التي تنسلخ عدة مرات في السنة أما طبقة الأدمة تحتوي الكثير من الغدد التي لها فتحات في سطح الجلد وينتج الكثير من الغدد المخاط وهو مادة كثيفة لزجة تقوم بترطيب الجلد

وحمايته وتنتج غدد أخرى مواد سامة قد تضر او تقتل العدو. تستخدم الكثير من وسائل الحماية وبعض البرمائيات تتلون بلون البيئة المحيطة بها بينما تتجنب حيوانات السمندر والبرمائيات السحلية أعدائها عن طريق الاختباء كذلك تلهب السموم التي تفرز من بعض غدد جلد الضفادع والسمندرات أفواه أعدائها المهاجمين.





الهيكل العظمي للضفدع

تتميز الضفادع عن بقية البرمائيات بسيقانها الخلفية الطويلة وعظام كاحلها التي استطالت لتكون مناسبة للقفز وعمودها الفقري الذي لايزيد عن عشر فقرات مرنة ومرتبطة من الخلف بعظمة العصعص في نهاية العمود الفقري والجمجمة مسطحة باستثناء الجزء الحاوي للدماغ الصغير. لايحتوي الضفدع على ذيل والارجل الخلفية تكون متخصصة بصورة كبيرة للقفز .

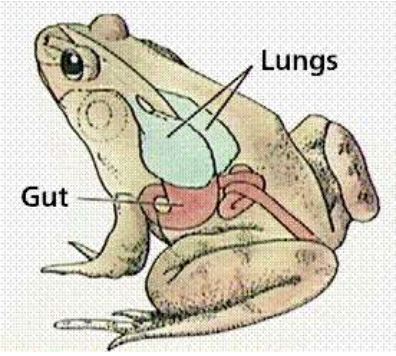
اما الاسنان تكون صغيرة ومخروطية تصطف في الفك العلوي اما اللثة السفلية فلا يوجد اسنان سفلية عليها .اسنانها ليست معدة للمضغ بل تساعدها في الامساك بالفريسة وتحريكها على نحو يسهل تحطيمها وبلعها أما العلجوم لايحتوي على الأسنان وتمتلك الضفادع غدة على طرف كل اصبع تساعدها على زيادة مساحة التلامس بالسطح ومن ثم زيادة قوة الامساك وبعض البرمائيات تقفز بين الاشجار وتمتلك مفصل وركي يساعدها في القفز والمشي .ويتحرك الهيكل العضمي في الضفدع مثل سائر الفقريات بالعضلات.فالعضلات المحركة للعظام تكون مخططة أما الأعضاء الداخلية تحوي عضلات ملساء.

التنفس

جلد الضفدع نفاذ للأوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون مثلما هو نفاذ للماء. فعندما يوجد الحيوان في الماء ينفذ الاوكسجين مباشرة عبر الجلد الى الدورة الدموية اما على اليابسة تستخدم الرئة للتنفس مع الاختلاف بأن عضلات الصدرغير مرتبطة بالتنفس، إذ لا توجد أضلاع وأغشية لدعم التنفس، بمعنى أنها تتنفس بإدخال الهواء إلى الخياشيم، فيؤدي ذلك إلى انتفاخ الحنجرة مما يسبب ضغط على أرضية الفم، فيجبر الهواء على الدخول الى الرئة.

لرئات الذنبيات جدران ملساء بينما لرئات القافزات جدار مقسم بحواجز .رئات العلاجيم أسفنجية تحتوي على حواجز وردهات تنفسية تدعى الحويصلات وكلما كانت البرمائيات أكثر تكيفا للحياة على اليابسة عظم السطح التنفسي لرئاتها وهذا يعوض عن نقص عملية التنفس بواسطة الجلد في القافزات التي تعيش على اليابسة كالعلاجم، ليس لبعض السمندرات البالغة خياشيم ولارئات ويجب أن تتم عملية التنفس بواسطة الجلد.

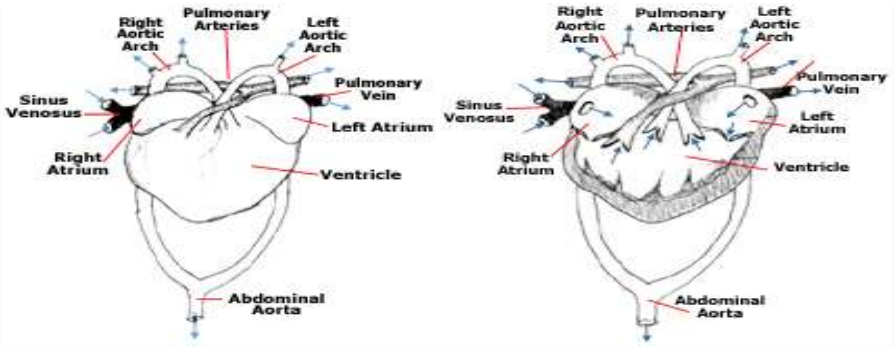
للضفادع والعلاجم حبال صوتية أثرية كما توجد جيوب صوتية مساعدة في ذكور القافزات وعندما تمتلئ هذه الجيوب بالهواء تنبعث الأصوات وتعطي رنينا كبيرا.لذكور الضفادع أكياس صوت تعمل على تضخيم الصوت كما يمر الهواء من الأكياس إلى الرئات وبالعكس ليكون بمقدور الحيوان إصدار الأصوات تحت الماء عندما يكون المنخران الخارجيان للحيوان مغلقان



جهاز الدوران والجهاز اللمفاوي

قلب عديمات الذيل له ثلاث حجيرات، وهي صفة تشترك فيها مع رباعيات الأرجل عدا الثدييات والطيور، والدم المؤكسج (الغني بالاكسجين) الواصل من الرئتين، والدم المؤكسد (الغني بثاني اكسيد الكربون) الذي يصل من بقية خلايا الجسم يدخلان للقلب بواسطة أذينين منفصلين، ومنه عبر صمامات خاصة يصل الدم المؤكسج إلى الشريان الأبهر ومنه إلى خلايا الجسم، أما الدم غير المؤكسد، فيمر عبر الشريان الرئوي. هذه الآلية الخاصة هي خاصية حيوية من أجل الفصل بين الدم المؤكسج القادم من الرئة والدم المؤكسد القادم من خلايا الجسم، وهي تمكن عديمات الذيل من تحقيق نشاط يومي أفضل.

ان النضوح المستمر للبلازما من الأوعية الشعرية الى الأنسجة يدعى اللمف وبعض الفقريات الواطئة تكتسب بعض الأوعية اللمفاوية الكبيرة فيها جدران عضلية تتقلص إيقاعيا تدعى القلوب اللمفاوية وهي توجد في اماكن اتصال القنوات اللمفاوية بالاوردة ويحمل اللمف في اللاقدميات والذنبيات الى الجهاز الوريدي الرئيسي الخلفي بواسطة الاوعية اللمفاوية ويوجد لكل قطعة جسمية زوج من القلوب اللمفاوية. يقع قلب لمفاوي عند كل اتصال بين الاطراف والجسم، ليس للبرمائيات عقد لمفاوية.

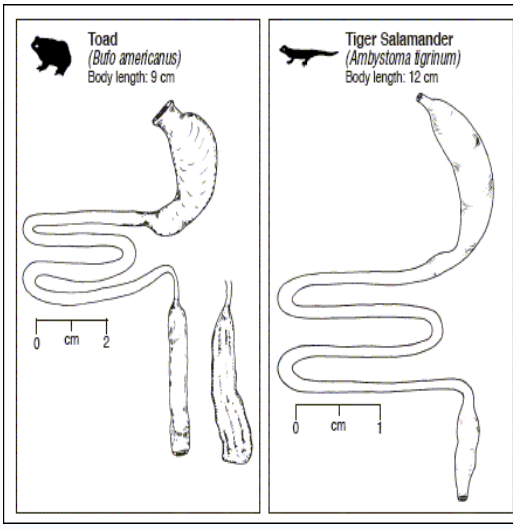


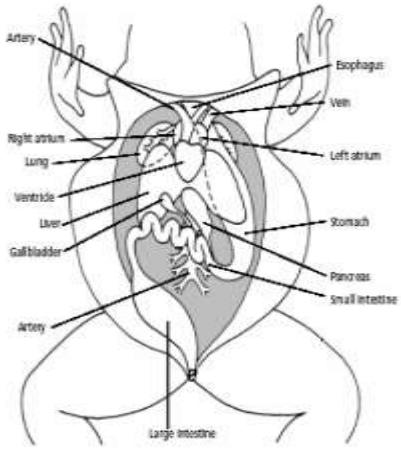
الجهاز الهضمي

يبدأ الجهاز الهضمي للبرمائيات بلسان فيه براعم ذوقية قادرة على التذوق. وان لسان اغلب عديمة الذنب والمذنبات الأرضية يكون طويل وعضلي ولزج لصيد الفريسة مثل الحشرات وبيوض الحشرات والأسماك ويرقات الحشرات والأسماك الصغيرة. ولاتمتلك البرمائيات المائية لسان حيث تستخدم الضغط لسحب الفريسة إلى الفم وتكون الأسنان متجانسة وتستخدم لمسك الفريسة وتبلع الطعام إلى الفم .

تكون القنوات الهضمية في البرمائيات بسيطة وقصيرة بدون اعور. يكون الهضم أنزيمي وتوجد حركات تموجية في الأمعاء بفعل عضلي وحركة مهدبة تحرك الطعام في الجهاز الهضمي. تكون المعدة في البرمائيات ذات حامضية منخفضة وأنزيم pepsinogen يتحول إلى الببسين، والكاربوهيدرات تتحول إلى سكريات بسيطة بواسطة أنزيم الاميليز.أملاح الصفراء وفعالية أنزيمات أخرى تكسر الدهون في الأمعاء الدقيقة حيث lipase يحول الدهون إلى أحماض دهنية والكليسرايد إلى كليسرول.

الكبد في البرمائيات يتغاير فصليا في حجمه بسبب خزنه للدهون والكلايكوجين وتقع في نهاية القناة الهضمية القولون إضافة إلى فتحة المجمع والكبد في الضفدع اكبر عضو في الجوف لونه بني ويتألف من ثلاثة فصوص ،الفص الأيمن والفص الأمامي الأيسر والفص الخلفي الأيسر وهو يفرز العصارة الصفراء التي يتم الحاجة لها لهضم الدهون.





الجهاز الأبرازي

للكليتين في البرمائيات المائية كبيبات كبيرة وتنتج بولا مخففا غزيرا ولا يطرح هذا البول إلى الخارج مباشرة فعند دخوله المجمع يرجع إلى كيس كبير هو المثانة البولية حيث يخزن لفترة قبل أن يطرح خارجا أما العلجوم فله جلد أكثر تماسكا واقل رطوبة واقل نفوذية للماء أما نبيباتها الكلوية فتكون اكبر وكبيباتها صغيرة وتنتج بولا اكثر تركيز مع فقدان اقل للماء.

أعضاء الحس:

لمعظم الضفادع والعلاجيم والسمندرات نظر قوي يساعدها على الإمساك بالحشرات، بينما عيون البرمائيات السحلية صغيرة، أو غير موجودة، لأن حاجتها إلى العيون قليلة، بسبب عيشها في مخابئها تحت الأرض. وتمتلك البرمائيات التي تعيش في المياه جهاز خط جانبي وهو مجموعة من الأعضاء الحسَّاسة على طول جوانب الجسم. ويساعد هذا الجهاز الحيوان على تحسّس الحركة في المياه المجاورة. وبإمكان كل من الضفادع والعلاجيم سماع الأصوات من مسافة بعيدة،على العكس من السمندرات. وتمتلك الضفادع والعلاجيم أصواتًا متطورة جدًا وذات أهمية، وبخاصة، للنداء من أجل التزاوج، بينما لا تصدر معظم السمندرات أية أصوات. ومعظم البرمائيات تشمّ وتتذوق بوساطة عضو جاكبسون وهو زوج من تجاويف دقيقة يوجد في سقف الفم، حيث تستجيب الأنسجة التي تبطن هذه التجاويف للتغيرات الكيميائية في الفم والأنف.

دورة حياة الضفادع

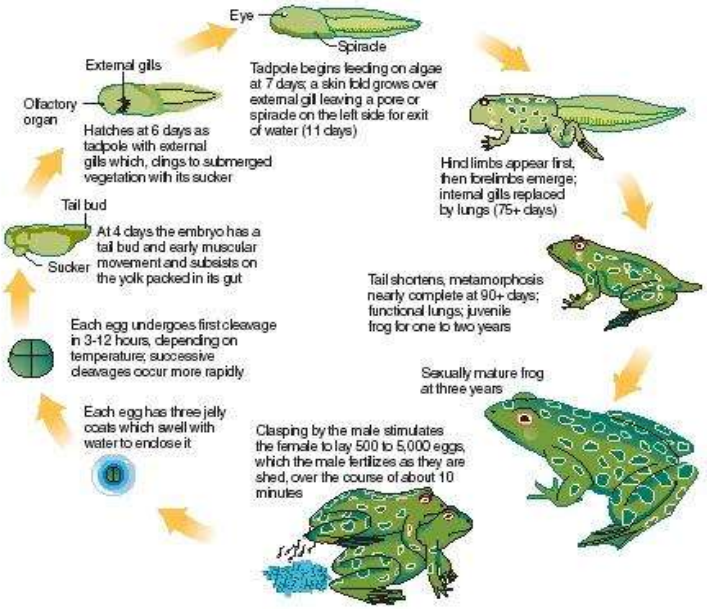
تشبه دورة حياة البرمائيات ،وهي تشمل أربع مراحل أساسية ،بيضة، شرغوف،مرحلة انتقالية، ثم بالغ. في المرحلة الأولى والثانية فان وجود وسط مائي هو أمر بالغ الأهمية بالنسبة لعديمات الذيل، إذ ينتج أنماط سلوكية عديدة ترتبط بعملية التكاثر مثل الصوت الذي يصدره الذكر لجلب الإناث إلى منطقته، التي يختارها للتكاثر، علما بأن بعض الضفادع، تقوم بحراسة البيض ،وفي بعض الحالات ،تقوم حتى بحراسة الشراغف.

عديمات الذيل تضع بيوضها في الماء إذ تستطيع الأنثى الواحدة من الضفادع وضع عناقيد عديدة من البيض يحتوي كل عنقود على مئات ،أو آلاف البيوض ،عادة تكون هذه البيوض مكشوفة للمفترسين، لذلك طورت الضفادع أساليب بقاء لتأمين استمرارية النوع. أشهر هذه الأساليب هي وضع البيض بصورة جماعية ،وبذلك يصعب على المفترسين افتراس أجيالها بالكامل، إذ كثرة أعداد البيض تحول دون القضاء عليها جميعا من قبل، مفترسيها المتعددين.الأسلوب الثاني هو وضع البيوض على الأوراق التي تطوف على سطح الماء ،وتغطيتها بغشاء لاصق للحماية. بعض هذه الأنواع التي تستخدم هذا الأسلوب بإمكان بيوضها التعرف على حركة الدبابير والثعابين بالقرب منها، فتقوم بالتفقيس بشكل مبكر ،ومن ثم تغوص في الماء مبتعدة عن الخطر. بعد تفقيس البيوض تخرج الشراغف للحياة في الماء، وهي بدون أرجل أمامية أو خلفية ،لها خياشيم تنفس، وزعنفة ذيلية وصولا للظهر كي تساعده على الحركة. معظم الشراغف هي كائنات نباتية تتغذى على الطحالب ،لكن هناك

،أنواع مفترسة ،تتغذى على الحشرات وصغار الأسماك وحتى على مثيلاتها من صغار الشراغف. تطرأ على الشراغف تغييرات في الشكل والبنية التشريحية تحولها عمليا لضفادع بالغة ،حيث تظهر أولا أرجله الخلفية ثم تعقبها الأرجل الأمامية ، تفقد الخياشيم ،وتبدأ الرئه في العمل بدل الخياشيم. أمعاءها تأخذ في القصر ،وطعامها يصبح مقتصرا على الكائنات الحية، تأخذ عيناها بالتباعد (وهو تغيير حيوي يسمح لها بتوسيع مدى الرؤية لممارسة الافتراس). كذلك تشمل هذه المرحلة تحول الضفدع من ضفدع صغير ،إلى ضفدع بالغ. بعد هذا التحول يبدأ الضفدع في الإنتشار على اليابسة ،أو يستمر في ممارسة حياته بالقرب من الماء. العديد منها تستخدم لسانها الطويل الدبق، للانقضاض على الحشرات سريعة الحركة و يدخلن الفريسة إلى الفم، بمساعدة أطرافهن الأمامية.

التكاثر

الأخصاب في الضفادع من نوع الإخصاب الخارجي، إذ أن الذكر خلال عملية التزاوج ،يعتلي ظهر الأنثى، بطريقة تسمى زواج تراكبي، ويحكم القبض عليها بأطرافه، فتغوص الضفدع به في الماء، وتبدأ في وضع بيوض لونها بني أو أسود، بينما تنفلت حيوانات الذكر المنوية في الماء ،حيث تقوم الخلايا الذكرية ،بتخصيب البيض وهو في الماء. بعد التلقيح تأخذ البيضة في النمو وتطرأ زيادة على حجمها، كما ينمو لها غطاء حماية يشبه مادة الجيلاتين. تتزاوج الضفادع ،في الفترة ما بين نهاية الخريف والربيع، وهي الفترة التي تكون حرارة المياه منخفضة نسبيا، بمتوسط 4-10 درجة حرارة مئوية ،وهي المناسبة لنمو وتطور الشراغف ،إذ أن الأكسجين يكون تركيزه أكثر في المياه الباردة، ويكون الطعام متوفرا في هذه الفترة.



الجهاز الغدي

تقع الغدة الدرقية في الضفدع عند قاع الحنجرة وان عمل الدرقية في البرمائيات ضروري في التحول الشكلي (الاستحالة). أما الغدد جنب الدرقية تتحكم في مستوى أملاح الكالسيوم والفسفور. أما غدة البنكرياس فتكون جزر لانكرهانز مبعثرة ضمن النسيج السنخي وان خصى البرمائيات تكّون الحيامن وإنها مسوؤلة عن نمو الأعضاء الذكرية الجنسية الإضافية والصفات الجنسية الثانوية للبرمائيات. أما المبايض فانها تعمل كغدة صماء وإذا أزيلت المبايض من أنثى الضفدع فان اقنية البيض تضمحل بوضوح وهذا يعني إن الهرمون الجنسي الأنثوي يسيطر على نمو وفعالية الاقنية التناسلية الأنثوية.