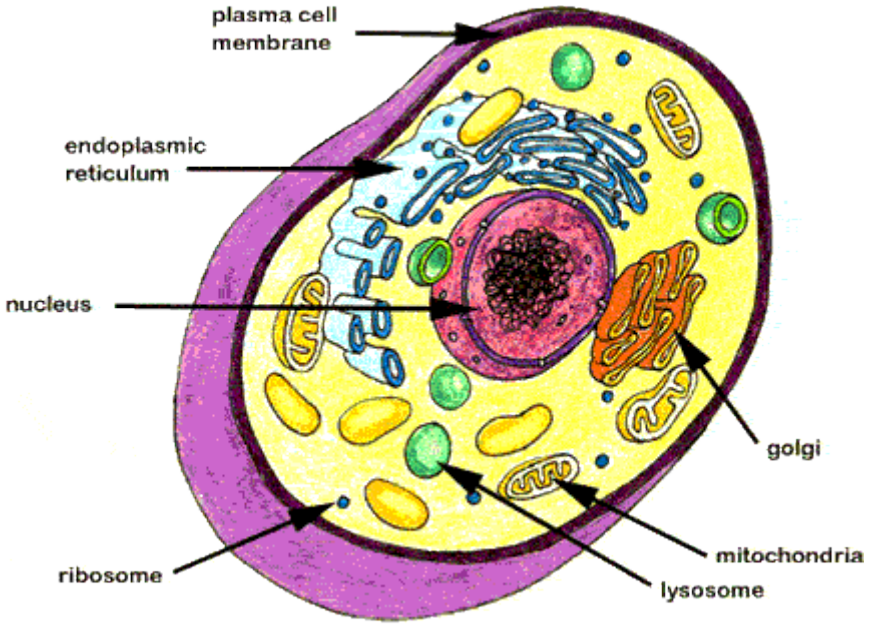
محاضرات مادة علم الخلية CYTOLOGY الجزء النظري

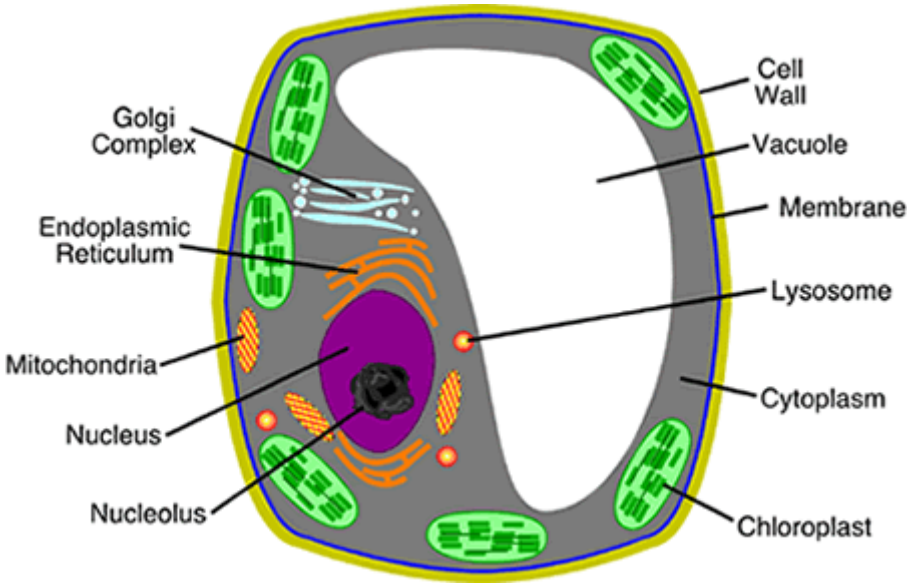
الجامعه المستنصرية/كلية التربية الاساسية/

العلوم / الأحياء /المرحلة الثانية/الدراسة الصباحية والمسائية

اعداد أ.م.د.اسماء عزت سليم



Animal Cell



Plant cell

المحاضرة الاولى لمادة علم الخلية CYTOLOGY الجزء النظري
قسم العلوم / الأحياء /المرحلة الثانية/الدراسة الصباحية والمسائية
اعداد أ.م.د.اسماء عزت سليم

المنهج العلمي Scientific method : -

عبارة عن مجموعة من التقنيات والطرق المصممة لفحص الظواهر والمعارف المكتشفة أو المراقبة حديثا، أو لتصحيح وتكميل معلومات أو نظريات قديمة. تستند هذه الطرق أساسا على تجميع تأكيدات رصدية وتجريبي ومقيس (قابل للقياس) تخضع لمباديء الاستنتاج.

مع أن طبيعة وطرق المنهج العلمي تختلف حسب العلم المعني فإن هناك صفات ومميزات مميزة تميز البحث والتقصي inquiry العلمي عن غيره من أساليب التقصي وتطوير المعارف. عادة يضع الباحث العلمي فرضية hypothesis أو مجموعة فرضيات كتفسير للظاهرة الطبيعية التي يدرسها ويقوم بتصميم بحث علمي research تجريبي لفحص الفرضيات التي وضعها عن طريق فحص تنبؤاتها ودقتها. لنظريات التي تم فحصها وتقصيها ضمن مجال واسع وعدد كبير من التجارب غالبا ما تكون نتيجة جمع عدة فرضيات متكاملة ومتماسكة تشكل إطارا تفسيريا شاملا لمجال فيزيائي كامل. ضمن هذه النظريات أيضا يمكن أن تتشكل فرضيات جديدة يتم فحصها.

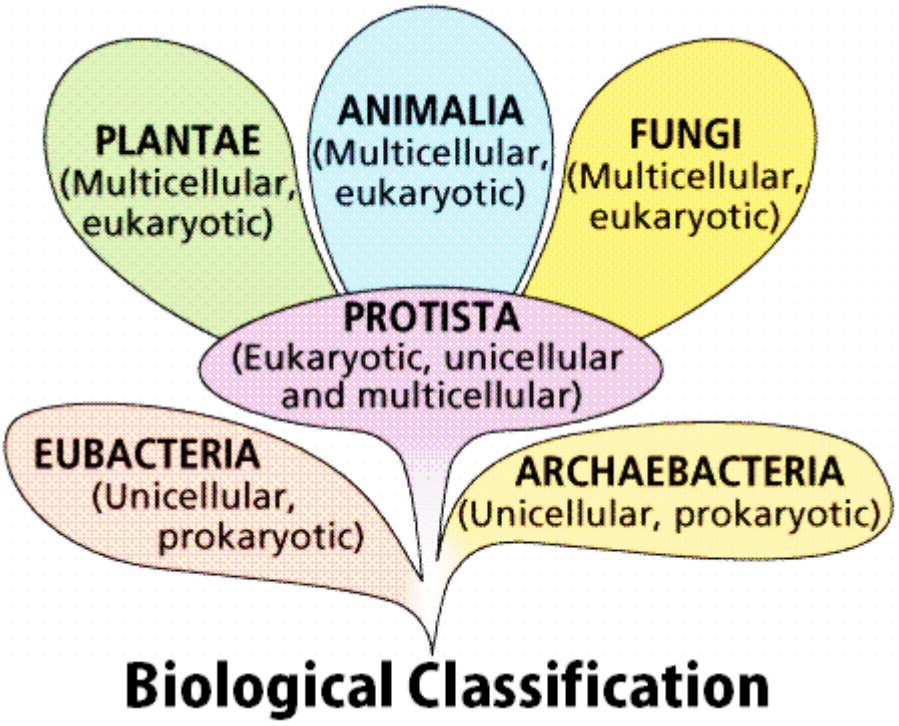
منهج البحث في الأسلوب العلمي:-

يشير مصطلح الأسلوب العلمي إلى ذلك الإطار الفكري الذي يعمل بداخله عقل الباحث، في حين أن كلمة" منهج البحث " تعني الخطوات التطبيقية لذلك الإطار الفكري، ولا يعني هذا الاختلاف ماهية هذين الاصطلاحين، أي تعارض بينهما، فمن الناحية اللغوية يتقارب كثيرا معنى كل من أسلوب ومنهج، ولكن يقصد بهذا التمييز التوضيح والتفسير، ففي أي دراسة علمية تتخذ العمليات العقلية في ذهن الباحث ترتيبا وتنظيما متكاملا يوجه خطواته التطبيقية، ولذلك يفضل أن يستقل كل مصطلح بجانب من الجانبين، بحيث تستعمل كلمة" أسلوب" لتشير إلى الجانب التطبيقي لخطوات البحث، ولتوضيح ذلك أكثر، يعتمد التمثيل في أن نتصور وجود مشكلة ما تواجه شخصين، الأول يتخبط ويحاول ويخطئ حتى يصل إلى حل ما لهذه المشكلة قد يكون صوابا أو خطأ، ولكنه في كلتا الحالتين لا يعتبر محققا علميا، لأنه لم يسير في حلها تبعا لتنظيم ذهني يمكنه من التحقق من نتائجه، أما الثاني، فيعالج المشكلة بأسلوب علمي أي أنه سار في حلها بخطوات فكرية معينة يطلق عليها العلماء " خطوات التفكير العلمي " وهذا ما يميز الباحث العلمي من الشخص العادي - فأسلوب التفكير العلمي هو الذي يميز الباحث العلمي ويمكنه من تمحيص نتائج بحثه والتحقق من صحتها. أما بخصوص خطوات الأسلوب العلمي في التفكير، فهي تكاد وتكون هي نفسها خطوات أي منهج بحثي، مع وجود بعض التفاصيل التي تختلف باختلاف مناهج البحث، إلا أن الأسلوب الفكري هو الذي ينظم أي منهج بحثي.

خطوات الأسلوب العلمي في التفكير:-

تتمثل خطوات الأسلوب العلمي في الشعور أو الإحساس بمشكلة أو تساؤل يحير الباحث أو يجلب اهتمامه، فيضع لها حلولا محتملة أو إجابات محتملة، تتمثل في"الفروض "أو " فرضيات البحث " ثم تأتي بعد ذلك الخطوة الثالثة، وهي اختبار صحة الفروض والوصول إلى نتيجة معينة، وهذه الخطوات الثلاثة الرئيسية تقود الباحث في مراحل دراسته المختلفة ما دام قد اختار المنهج العلمي كسبيل لوصوله إلى نتائج دقيقة وموضوعية، ومن الطبيعي أن يتخلل هذه الخطوات الرئيسية عدة خطوات تنفيذية مثل، تحديد طبيعة المشكلة المراد دراستها، وجمع البيانات التي تساعد في اختيار الفروض المناسبة، وكذلك البيانات التي تستخدم في اختبار الفروض، والوصول إلى تعميمات واستخدام هذه التعميمات تطبيقيا، وبذلك يسير المنهج العلمي، على شكل خطوات - مراحل - لكي تزداد عملياته وضوحا، إلا أن هذه الخطوات لا تسير دائما بنفس التتابع، كما أنها ليست بالضرورة مراحل فكرية منفصلة، فقد يحدث كثير من التداخل بينهما، وقد يتردد باحث بين هذه الخطوات عدة، كذلك قد تتطلب بعض المراحل جهدا ضئيلا، بينما يستغرق البعض الآخر وقتا أطول، وهكذا يقوم استخدام هذه الخطوات على أساس من المرونة الوظيفية. ولا يغيب عن البال، أن مناهج البحث تختلف من حيث طريقتها في اختبار صحة الفروض، ويعتمد ذلك على طبيعة وميدان المشكلة موضوع البحث، فقد يصلح مثلا المنهج الوصفي التحليلي في دراسة مشكلة لا يصلح فيها المنهج التاريخي أو دراسة الحالة وهكذا. وفي حالات كثيرة تفرض مشكلة البحث المنهج الذي يستخدمه الباحث، وإن اختلاف المنهج لا يرجع فقط إلى طبيعة وميدان المشكلة، بل أيضا إلى إمكانات البحث المتاحة، فقد يصلح أكثر من منهج في تناول دراسة بحثية معينة، ومع ذلك تحدد الظروف، الإمكانات المتوفرة وأهداف الباحث نوع المنهج الذي يختاره الباحث.

علم الأحياء أو الحياة (بالإنجليزية: Biology) (من اليونانية: Bios حياة و Logos علم) هو علم دراسة الكائنات الحية من حيث بنيتها، وتغذيتها، وتكاثرها، وطبيعتها، وصفاتها، وأنواعها، والقوانين التى تحكم طرق عيشها وتطورها وتفاعلها مع وسطها الطبيعى.



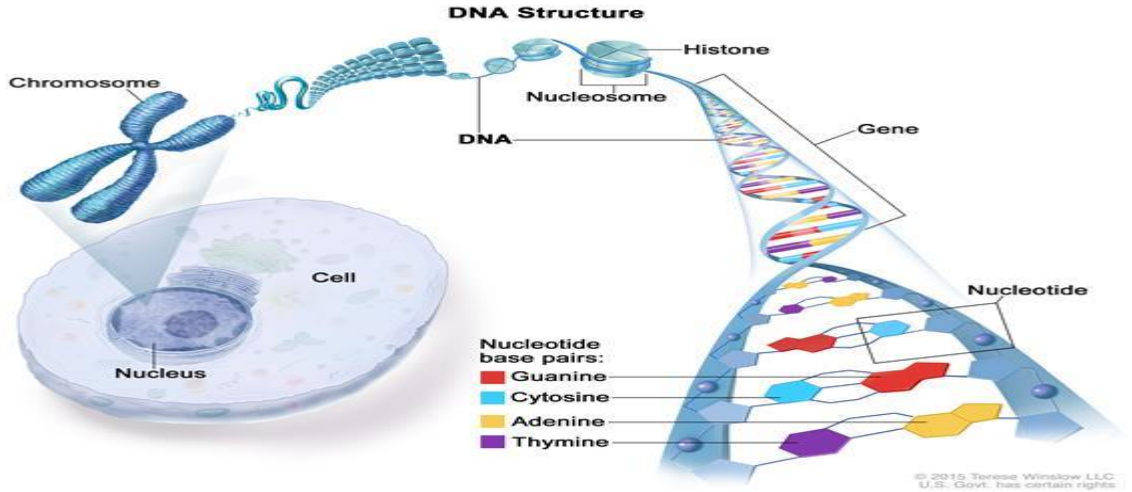
وعلم الأحياء واسع جداً وينقسم لعدة فروع من أهمها علم الكائنات المجهرية وعلم الحيوان وعلم النبات وكذلك علم وظائف الأعضاء والكيمياء الحيوية وعلم البيئة. ومع ترقي هذا العلم، منذ القرن التاسع عشر، صار ذا صلات وثيقة بالعلوم الأخرى، النظرية منها والتطبيقية، مثل الطب والصيدلة ومجالات تقنية أخرى تلبي احتياجات الإنسان الضرورية والمستمرة. وهكذا صرنا اليوم لا نتحدث عن علم بل علوم الحياة (بالإنجليزية: Life Sciences). يتعامل علم الأحياء مع دراسة كافة أشكال الحياة، حيث يهتم بخصائص الكائنات الحية وتصنيفها وسلوكها، كما يدرس كيفية ظهور هذه الأنواع إلى الوجود والعلاقات المتبادلة بين بعضها البعض وبينها وبين بيئتها، لذلك فإن علم الأحياء يحتضن داخله العديد من التخصصات والفروع العلمية المستقلة، لكنها جميعاً تجتمع في علاقتها بالكائنات الحية (ظاهرة الحياة) على مجال واسع من الأنواع والأحجام تبدأ بدراسة الفيروسات والجراثيم ثم النباتات والحيوانات، في حين تختص فروع أخرى بدراسة العمليات الحيوية داخل الخلية مثل الكيمياء الحيوية إلى فروع دراسة العلاقات بين الأحياء والبيئة في علم البيئة. على مستوى العضوية، تأخذ البيولوجيا على عاتقها دراسة ظواهر الولادة، والنمو، والشيخوخة aging، والموت death وتحلل الكائنات الحية، ناهيك عن

دراسة التشابه بين الأجيال offspring وآبائهم (وراثة heredity)، كما يدرس أيضاً ازهرار النباتات وغيرها من الظواهر التي حيرت الإنسانية خلال التاريخ.

ظواهر أخرى مثل إفراز الحليب lactation، metamorphosis، ووضع البيض، والتشافي healing، والانتحاء Tropism. وضمن مجالات أوسع يدرس علماء الأحياء تهجين الحيوانات والنباتات، إضافة للتنوع الهائل في الحياة النباتية والحيوانية و(التنوع الحيوي biodiversity يقصد به التعدد في انواع الكائنات الحية وعددها والتباين بين هذه الانواع ، وكذلك الاختلافات بين افراد النوع الواحد ويعرف التنوع البيولوجي

بالمصطلح الانجليزي Biodiversity والذي اشق من دمج كلمتي الاحياء Biology والتنوع (Diversity
، والتغير في الكائنات الحية عبر الزمن والتطور ونظرية التطور وظاهرة انقراض بعض الأحياء، أو ظهور الأنواع الجديدة Speciation، وكذلك دراسة السلوك الاجتماعي بين الحيوانات...الخ.

يضم علم الأحياء علم النبات الذي يختص بدراسة النباتات في حين يختص علم الحيوان بدراسة الحيوانات أما الأنثروبولوجيا فيختص بدراسة الكائن البشري، وأما على المستوى الجزيئي، فتُدرس الحياة ضمن علم الأحياء الجزيئي، والكيمياء الحيوية وعلم الوراثة الجزيئي(علم الوراثة الجزيئي أو الوِرَاثِيَّات الجُزَيْئِيَّة هي فرع من علم الأحياء الحديث. يدرس تركيب ووظيفة المورثات على مستوى الدنا والرنا والبروتين أي المستوى الجزيئي لتناقل المعلومات الوراثية. هذا الفرع يدرس كيفية بناء المورثات،تناقل المعلومات الوراثية وانتقال المورثات من جيل إلى آخر. يسعى علم الوراثة الجزيئي لفهم كيفية تناقل المعلومات الوراثية وكيفية حدوث طفرات وراثية في الخلايا وبين الأجيال.



وعلى المستوى التالي ألا وهو الخلية فهو يُدرس في علم الأحياء الخلوي.

وعند الانتقال إلى مستوى عديدات الخلايا multicellular، يظهر لدينا علوم مثل الفيزيولوجيا والتشريح وعلم النسج. أما علم أحياء النمو Developmental biology فهو يدرس الحياة في مستوى تطور ونمو الكائنات الحية المفردة أو ما يدعى ontogeny. وأما عندما ننتقل إلى أكثر من عضوية واحدة، يبرز علم الوراثة الذي يدرس كيف تعمل قوانين الوراثة heredity بين الآباء والأنسال. ويدرس علم الإيثولوجيا Ethology سلوك المجموعات الحيوانية. أما علم الوراثة التجمعي Population genetics فيأخذ بعين الاعتبار كامل تجمّع الفئات population. أما النظاميات فتدرس مجالات متعددة الأنواع من الذراري lineage (أنواع من أصل مشترك). المجموعات الحيوية المترابطة بعلاقات ومواطنها تدرس في إطار علم البيئة وعلم الأحياء التطوري evolutionary biology. أحد أحدث العلوم البيولوجية حاليا هو علم الأحياء الفلكي astrobiology (أو xenobiology) الذي يدرس إمكانية وجود حياة خارج كوكب الأرض.

تعريف علم الخلية :-

يعرف علم الخلية cytology بانه العلم الذي يهتم بدراسة تركيب الخلية ووظيفتها وتكاثرها والتركيب الجزيئي لها ويهتم ايضاً بوراثة الخلية ويعرف ايضاً بانه العلم الذي يهتم بدراسة انواع الخلايا وتخصصاتها ووظائفها وتركيبها وان علم الخلية والذي يعرف حالياً بعلم حياة الخلية (بايلوجية الخلية Cell Biology)هو احد الفروع

الفتية لعلوم الحياة يتناول دراسة تركيب ووظيفة العضيات الخلوية Organelles ودورها في وحدة بناء الكائن الحي وان الخلية Cell هي الوحدة الأساسية للكائن الحي والتي لها القدرة وبشكل مستقل على التكاثر او الانتاج Reproductionوالتي تتكون من السايتوبلازم والنواة[او منطقة نووية] ومحاطة بغشاء خلوي .

كان علم حياة الخلية يضم ثلاثة اتجاهات:

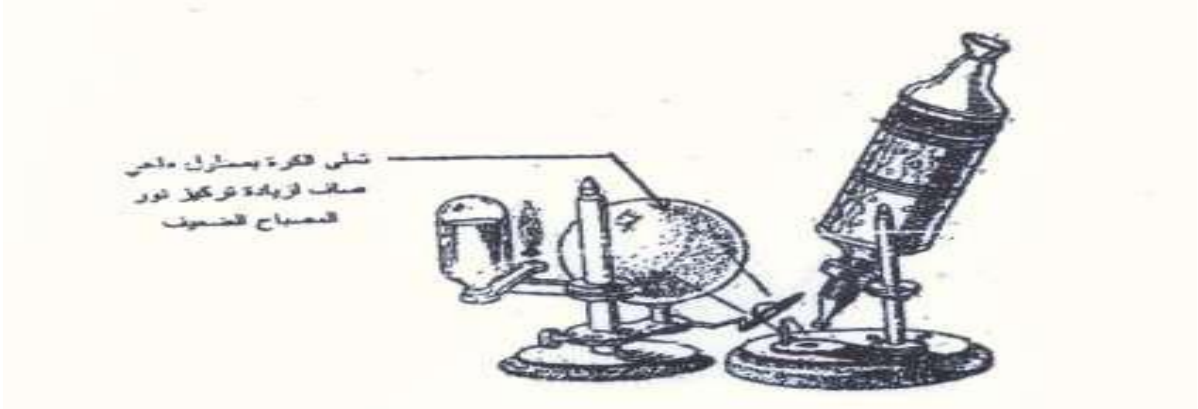
- ✓ **الاتجاه الاول :- هو علم الخلية الكلاسيكي الذي يهتم بدراسة التراكيب الخلوية المشاهدة بواسطة المجهر الضوئي .**
- ✓ **والاتجاه الثاني:- هو علم وظيفة الخلية والذي يهتم بالكيمياء الحيوية والفيزياء الحيوية ووظائف الخلية في حين كان علم حياة الخلية يكون**
- ✓ **الاتجاه الثالث:- والذي يفسر الخلية على مستوى الجزيئات كالجزيئات الكبيرة مثل الاحماض النووية والبروتين.**

اما في الوقت الحالي فهنالك ترابط بين هذه الاتجاهات الثلاثة ولم تعد اتجاهات منفصلة ويستخدم علم الخلية وعلم حياة الخلية كمرادفان .

نبذة تأريخية Historical Background :-

أن الفلاسفة الاغريق القدماء مثل ارسطو Aristotle (384-322) ق.م و Paracelsus أوضحوا ان جميع الحيوانات والنباتات رغم تعقيدها فأنها تتألف من عناصر قليلة والتي تكون متكررة في تلك المجاميع وقد كانوا يشيرون الى التراكيب الانكلوسكوبية لتلك الكائنات مثل الجذور والاوراق والازهار والشائعة في مختلف النباتات وكذلك القطع والاعضاء في عالم الحيوان وبعد قرون وبسبب اختراع العدسات المستعملة في التكبير فان الابعاد الانكلوسكوبية قد اكتشفت من الباحث Davinci عام 1485 واشار الى استخدام العدسات في مشاهدة الاشياء الصغيرة وفي عام 1558 فان عالم الاحياء السويدي كونراد جسز نشر نتائج دراساته حول تركيب مجموعة من الطليعيات الي تدعى foraminifera وقد كانت مخططاتة للبروتوزوا تتضمن العديد من التفاصيل لايمكن ان تظهر الا اذا استخدم مجموعة من العدسات المكبرة وربما هذه هي السجل الاول او المبكر لاستخدام الاجهزة المكبرة في الدراسات البايولوجية لذلك فان النمو والتطور في علم حياة الخلية مبدئياً قد اشترك مع تطور العدسات البصرية واستخدام هذه العدسات في تركيب المجاهر المركبة لذلك فان اختراع المجهر وتطوره كان يجري جنبا الى جنب مع التطور في علم حياة الخلية. ان اول مجهر مركب قد اخترع عام 1590 بواسطة F. Janssen وJ. Janssen. وفي العام 1610 فأن العالم الايطالي Galilei Galileo اخترع المجهر البسيط والذي يحتوي على عدسة مكبرة واحدة وقد استخدم لدراسة تركيب القرنية في العين المركبة للحشرات كما ويعد العالم الايطالي مالبيجي من بين الاوائل الذين استخدموا المجهر في فحص ووصف شرائح رقيقة من الانسجة الحيوانية المأخوذة من بعض الاعضاء مثل الدماغ والكبد والكلية والطحال والرئات واللسان وكذلك درس الانسجة النباتية وقد اقترح بأنها تتركب من وحدات تركيبية وسماها او اطلق عليها utricles ثم جاء بعد ذلك العالم الانكليزي روبرت هوك وهو اول من استخدم مصطلح الخلية وقد ارتبط اسمه باستخدام مصطلح الخلية في عام 1665 وقد فحص شرائح رقيقة مأخوذة من قطعة من الفلين الجاف بواسطة استعمال مجهره المركب الذي صنعه بنفسه . وقد نشر هوك مجموعة من المقالات تحت عنوان Micrographia وقد كان وصفه البسيط للفلين كبيوت النحل وقد كانت الخلايا فارغة من المكونات الحية وكان يعتقد بأن الخلايا التي شاهدها تشابه الاوردة والشرايين في الحيوانات وانها ممتلئة بالعصير في النباتات الحية ولكن مجهره هذا لم يظهرها. وقد استخدم عدساته في بناء مجاهر عديدة منها قد يصل تكبيرها الى 300× ويعد الاول في مشاهدة الخلايا الحية الحرة وفي العام 1675 وصف كائنات مجهرية في ماء المطر جمعها بواسطة انابيب مغروسة في التربة اثناء هطول المطر وان رسوماته تتضمن انواع من البكتريا كما يعد العالم ليفنهوك الاول في وصف خلايا النطفة للانسان والكلاب والارانب والضفادع والاسماك والحشرات وفي مشاهدة حركة خلايا الدم في اللبائن والطيور والبرمائيات والاسماك وقد لاحظ ان هذه الخلايا في الاسماك والبرمائيات كانت بيضوية في شكلها

وتحتوي جسم مركزي) النواة) في حين كانت الخلايا للانسان وبقية اللبائن دائرية كما لاحظ العضلات المخططة. وكما نشر عالم النبات الانكليزي N. Grew مجموعة من الفحوص المجهرية كمقاطع مأخوذة من الازهار والجذور والسيقان للنبات والتي تشير يوضح انه قد حدد الطبيعة الخلوية للانسجة النباتية. وخلال القرن التاسع عشر كانت هناك العديد من الاختراعات والملاحظات وقد صيغت معالم عدد من النظريات مثل نظرية الخلية ونظرية البروتوبلازم وفي عام 1807 الباحث ميربيل صرح بأن جميع الانسجة النباتية مكونة من خلايا وفي العام 1824 فان العالم الفرنسي R. Dutrochet اوضح بان جميع الانسجة النباتية والحيوانية هي عبارة عن تجمع من خلايا كروية وفي العام 1831 فأن العالم الانكليزي روبرت براون قد اكتشف النواة في الخلايا وسماها بهذا الاسم وقد اشار الى ان النواة من المكونات الرئيسة والثابتة في الخلايا.



صورة توضيحية للمجهر الذي استعمله هوك

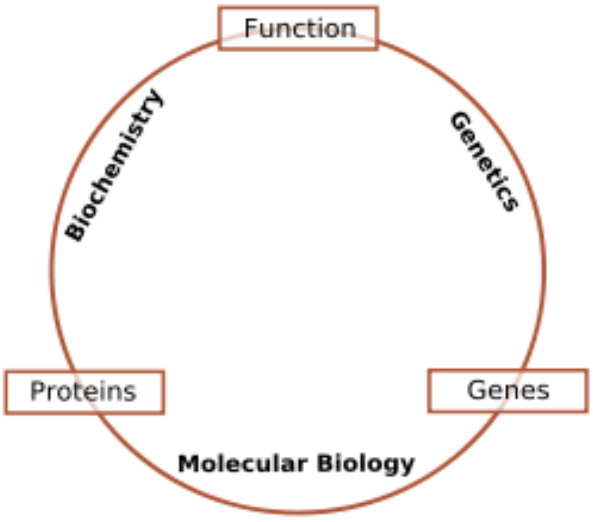
علاقة علم الخلية بالعلوم الاخرى Relation of cytology with other sciences:-

بالنظر لتعدد الفروع والمجالات العلمية والتشعب للاختصاصات فقد وجدت بينها علاقات متطورة ودقيقة حيث ان العلم الواحد لايؤدي مهامه بكفائة عالية بمعزل عن العلوم الاخرى والتقنيات الاخرى. ولذلك فقد اضحى لعلم الخلية اتصالات وثيقة ومباشرة مع العديد من الفروع والمجالات العلمية كعلم الوراثة وعلم الكيمياء الحياتية وعلم الحيوان وعلم النبات وعلم التشريح وعلم الانسجة وعلم الفسلجة وعلم الامراض وعلم الاجنة فعن علاقته بعلم الاجنة فأن هناك مشاكل علمية متعلقة بالخلية وهي مشاكل متعلقة بنمو الجنين والانقسام الخلوي هي مسائل حيوية وضرورية بالنسبة الى نشوء ونمو الجنين وهي ايضاً الاساس المعتمد لتنظيم نمو الكائن الحي لذلك على علماء الاجنة ان يكونوا على معرفة جيدة للتركيب الاساسي للخلية واهمية وتوزيع كل من العضيات الموجودة فيها .

اما عن العلاقة بعلم الوراثة فإن التقاء علم الوراثة وعلم الخلية يأتي بعد ان أصبح انقسام الخلية في اواسط القرن التاسع عشر الظاهرة الرئيسة لتكاثر الكائنات الحية واعتبر الباحث ولسون Wilson ان الوراثة هي نتيجة لأستمرارية صفات الخلية بواسطة الانقسام اما بالنسبة للباحث وايزمان Weisman في عام 1885 فقد ابتكر نظرية البلازما الجرثومية Germplasm أي ان انتقال العوامل الوراثية من جيل الى اخر يحدث عن طريق جراثيم خاصة وموضع هذه الجراثيم هي العناصر التناسلية المني Spermatozon والبيضة Ovum وتختلف هذه الجراثيم عن الخلايا الجسمية (Somatic cells) كما اكد هذا الباحث على حقيقة الاخصاب وبين ان عدد الكروموسومات تبقى ثابتة في الخلية وكما ان التجارب التي اجراها الباحث

وايزمان Weisman تؤدي الى استنتاج يؤكد بوجوب حصول اختزال في عدد الكرموسومات اثناء عملية توليد الامشاج Gametogenesis لكي لا تحصل زيادة مستمرة في عدد الكروموسومات بعد كل عملية اخصاب. اما العلماء هيرتوينج Hertwing وفول Fol وستراسبورجر Strasburger عام 1874 فقد اكتشفوا ان النواة

التي تحمل العوامل الطبيعية للوراثة ولكن الباحث روكس Roux اوضح على ان الكروماتين هي المادة التي تتكون منها الكرموسومات Chromosomes ولها ترتيب خيطي وان الكرموسومات موجودة داخل النواة واعتبر وايزمان Weisman فيما بعد ان الوحدات الوراثية والتي سميت فيما بعد بالجينات مرتبة على طول الكرموسوم. ان القوانين الاساسية للوراثة قد اكتشفت من قبل العالم جريجور مندل Gregor Mendel سنة 1865 من خلال دراسة على نبات البازلاء والذي اكد على فرضية الانعزال الحر للصفات الوراثية ولكن التعقيدات الخلوية التي تحدث في الخلايا الجنسية لم تكن معروفة في ذلك الوقت كانت من الاسباب التي جعلت الاهتمام بقوانين مندل الوراثية قليلة جداً حتى 1901 عندما اكد علماء النبات تشيرماك Tscherrmak وكورينز Correns ودي فرايز De Vries على اهمية قوانين مندل من جديد وفي هذا الوقت كان مفهوم علم الخلية قد تقدم بشكل ملموس حيث نجح بتعليل قوانين مندل في الوراثة وقد تأكد ان الخلايا الجسمية ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid (2n) اما بالنسبة للخلايا التكاثرية او الكاميتات فهي احادية المجموعة الكروموسومية Haploid (In)فضلاًعن ذلك فأن علماء الخلية لاحظوا بأن الدور الذي تقوم به الكرموسومات خلال عملية الانقسام الاختزالي Meiosis له علاقة وثيقة بالظواهر الوراثية للكائن الحي واعتماداً على هذه الاكتشافات فقد اقترح ماك كلونك McClung عام 1902 بأن تحديد نوع الجنس في الكائن الحي له علاقة بكرموسومات خاصة .اما نظرية الكرموسوم في الوراثة فقد قدمت من قبل بوفيري Boveri وبالتزر Baltzer كما شاهد بوفيري واخرون عملية الاختزال وبدأت الدراسة الخلوية لعملية الانقسام الخلوي Meiosis وقد تمكن مورجان Morgan سنة 1910 من تحديد العديد من الطفرات وأحد هذه الطفرات (العين البيضاء) في حشرة الدروسوفيلا كانت مرتبطة بالجنس لذلك اكد مورجان واخرون نظرية الجينات واعتبروا وجود وحدات او مواضع Loci على الكرموسومات مسؤولة عن الصفات الوراثية كما برهن مورجان Morgan على ان زوجين من الجينات المرتبطة جنباً تعطي اتحادات وراثية جديدة Recombination في الانثى وان عملية اعادة الاتحاد هي عملية غير عشوائية أي ان الجينات المرتبطة جنباً تكون مرتبطة مع بعضها في الانثى .هذه البحوث والتجارب والدراسات الوراثية المنفصلة عن باقي فروع علوم الحياة ادى الى ظهور علم منفصل سمي بعلم الوراثة Genetics من قبل الباحث باتيسون Bateson عام 1906 ولكون هذه الابحاث تختص بالخلية لذا بقي علم الوراثة ذو علاقة وطيدة مع علم الخلية ونشأ فرع من علم الوراثة سمي بعلم الوراثة الخلوية Cytogeneticsكما ارتبط علم الوراثة فيما بعد بعلم الكيمياء الحياتية لان الدراسة وصلت الى مستوى الجزيئات المكونة للعوامل الوراثية مما ساعد في ظهور حقل علمي جديد سمي علم الوراثة الجزيئي Molecular genetics.(هو فرع من علم الأحياء الحديث. يدرس تركيب ووظيفة المورثات على مستوى الدنا والرنا والبروتين أي المستوى الجزيئي لتناقل المعلومات الوراثية. هذا الفرع يدرس كيفية بناء المورثات،تناقل المعلومات الوراثية وانتقال المورثات من جيل إلى آخر. يسعى علم الوراثة الجزيئي لفهم كيفية تناقل المعلومات الوراثية وكيفية حدوث طفرات وراثية في الخلايا وبين الأجيال.)



اما عن علاقته بالكيمياء الحياتية Relation of cytology with biochemistry فهناك علاقة وثيقة ما بين علم الخلية وعلم الكيمياء الحياتية وتظهر هذه العلاقة من خلال اكتشاف علماء الكيمياء الحياتية للبروتين ومنهم فيشر Fischer سنة 1920 واكدوا على ان جزيئة البروتين تتكون من وحدات صغيرة تسمى بالاحماض الامينية ومن التطورات الاخرى اكتشاف الانزيمات ودورها كعوامل مساعدة واهميتها في تحويل الطاقة وفي الفعاليات الحياتية الخلوية المختلفة. وقد تمكن العالمان بنسلي Bensley وهوفير Hover عام 1934 من عزل المايتوكوندريا Mitochondria من الخلية بكميات تكفي للتحليلات الكيميائية والفيزياوية وهذه هي الطريقة التي ادت فيما بعد الى معرفة المايتوكوندريا على انها مركز تفاعلات الاكسدة والاختزال في الخلية وانها تحتوي على جميع الانزيمات الخاصة بهذه التفاعلات .

وقد استعملت النظائر المشعة Isotops لغرض الدراسات الخاصة بالفعاليات الايضية الخلوية Cell Metabolismومن اهم الاكتشافات التقدم الكبير الذي حصل على مستوى الدراسات الخلوية وذلك نتيجة لدخول المجهر الالكتروني. حيث تمكن العلماء من ملاحظة العضيات الخلوية الدقيقة التي يتعذر رؤيتها بالمجهر الضوئي. هذا وبتطور دراسة كيمياء الخلية Cytochemistry اصبح من الممكن تحديد التفاعلات الانزيمية بواسطة المجهر الالكتروني حيث بواسطتها عرفت مواضع الانزيمات في الخلية. وهناك اكتشافات مهمة اخرى منها دخول تقنية النبذ المركزي Centrifugation ذات سرع التدوير الفائقة جداً بحيث تمكن العلماء من فصل العضيات الخلوية عن بعضها البعض بالاضافة الى التعرف عليها بشكل مستفيض وكما استخدمت تقنية التصوير الاشعاعي الذاتي Autoradiography في تحديد مواقع العضيات وحركة الجزيئات بين التراكيب الخلوية المختلفة ومنها انتقال البروتينات الافرازية عبر الجهاز الفجوي السايتوبلامي Vacular System

واما عن علاقته بالعلوم الاخرى فلا يمكن دراسة علم الحيوان Zoology او علم النبات Botany او علم التشريح Anatomy او علم الانسجة Histology او علم وظائف الاعضاء Physiology او علم الامراض Pathologyبدون معرفة معلومات أساسية في تركيب الخلية ووظيفتها. ان المرض حالة اولية للنشاط غير الطبيعي في الخلية لذا فلابد ان تكون هناك علاقة بين علم الخلية من جهة وعلم الامراض والصحة من جهة اخرى حيث يعد فهم الخلية حجر الاساس في هذا البناء العلمي ولكي نفهم المرض يتطلب دراسة الخلية الحية السليمة وكيف يمكن ان يصيبها الاعتلال لنصل الى فهم عملية الخلل الذي ينعكس في مرض معين ومن ثم فهم اساس الحالة المرضية ككل. وترتبط دراسات علم الخلية مع الفعاليات الفسيولوجية المختلفة حيث وضعت العديد من الفرضيات حول الطبيعة الفسيولوجية الكيميائية التركيبية لبروتوبلازم الخلية كما اجريت العديد من الدراسات التي تتعلق بطبيعة سايتوبلازم الخلية وحركتها والحركة الاميبية وحركة الاسواط وانتقال الجزيئات في داخل الخلية وبالاضافة الى انقباض العضلات. كما اهتم الباحثون في هذا المجال بطبيعة الغشاء البلازمي من النواحي التركيبية والوظيفية واقترحوا العديد من النماذج لوصف تركيب الغشاء البلازمي كذلك اهتموا بآليات عبور المواد عبر الغشاء البلازمي ومنها النقل الفعال Active transport وكذلك النمو والتغذية والافراز بالاضافة الى الفعاليات الخلوية الاخرى. وأن هذه الدراسات ساعدت على ظهور علم جديد سمي بعلم فسلجة الخلية Cell physiology ولعلم الخلية ايضاً علاقة متينة مع علم التصنيف Taxonomy فالابحاث والدراسات الحديثة في تصنيف الكائنات الحية مبنية اساساً على كرموسومات الخلية وعلى الاختلاف في عددها وشكلها من كائن حي الى آخر وقد لاحظ ستيبنس Stebbins ان الكرموسومات لكونها حاملة للعوامل الوراثية يجب ان تعتبر الاساس المعتمد عليه في العلاقة بين الخلية والتصنيف ومن الدراسات المهمة في هذا المجال هي المقارنات التفصيلية الكاملة للطرز الكرموسومية وتحليل عملية الانقسام الاختزالي وخاصة عند حدوث عملية التهجين وكذالك دراسة التفاعلات الكرموسومية الطبيعية والتركيبية فالدراسات حول منشأ بعض النباتات المهمة مثل نباتات المحاصيل كالقمح والشعير والقطن قد وضحت بصورة جيدة مثلها في ذلك مثل الدراسات الخاصة بالخلية وبالوراثة .

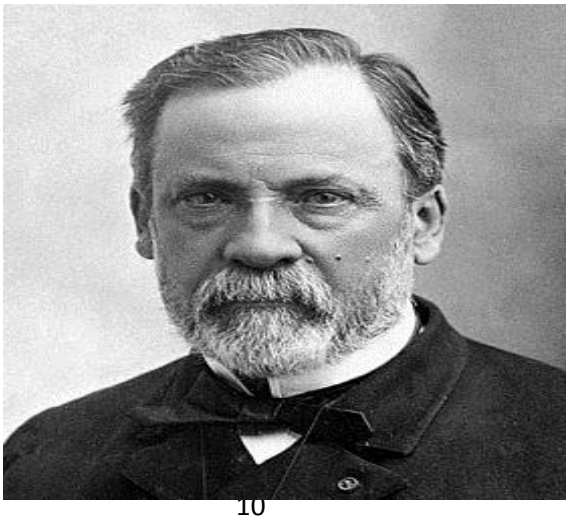
الخلية:

الخلية هي وحدة التركيب والوظيفة في أجسام الكائنات الحية ما عدا الفيروسات ، حيث يتكون جسم الإنسان البالغ من مائة بليون خلية أو أكثر، وهي وجود حي لا تدركه حواسنا ، حيث تقع ضمن نطاق ما لا ندركه ولا نبصره ، ولولا اكتشاف المجهر ما استطعنا الكشف علن أسرار الخلية المبهرة ، فهي من الصغر بحيث أن رؤية كرية

دموية حمراء تتطلب عدسة مجهرية تكبر الجسم المرئي (140) ضعفاً ، كما أن وزن الخلية من الصغر بحيث لا يتعدى الجزء من المليار من الجرام ، والخلية في حالة حياة أو موت دائم ، فالجسم يستهلك كل ثانية من العمر (125 مليون) خلية ، يتم استبدالها بخلايا جديدة متطابقة متماثلة) ، . و يمكن أن نلخص مفهوم الخلية كما ينظر إليه هذه الأيام فيما يلي:

1. **الخلايا هي الوحدات البنائية لكل الكائنات الحية تقريباً سواء كان الكائن الحي يتكون من خلية واحدة كالأميبا أو البكتيريا، أو عدة خلايا كالإنسان أو شجرة، فإن كل الكائنات الحية تتكون من وحدات بنائية أساسية تُسمى الخلايا، فالخلايا هي الوحدات البنائية في تركيب الكائنات الحية.**
2. **الخلايا هي الوحدات الوظيفية لكل الكائنات الحية تقريباً، فكل التفاعلات الكيميائية الضرورية للحفاظ على الأنظمة الحية وتكاثرها تحدث داخل الخلايا، فالعمليات الكيميائية (الأيض) التي توفر الطاقة اللازمة لانقباض خلية عضلية مثلاً تحدث في الخلية العضلية ذاتها، كما يحدث نفس الشيء بالنسبة لعمليات تكاثر الخلية، كلها تحدث في داخل الخلايا.**
3. **تنشأ الخلايا من خلايا سابقة لها، فالخلايا لا تتولد تلقائياً، فالكائن عديد الخلايا ينمو عن طريق تضاعف خلاياه، وعن طريق انقسامات خلوية خاصة تُكون بعض الكائنات الحية خلايا جنسية متخصصة كالبويضات والحيوانات المنوية لها القدرة عند الاتحاد ببعضها على تكوين كائن حي جديد بإذن الله.**
4. **تحتوي الخلايا على مادة وراثية (حمض نووي) حيث تنتقل من خلالها صفات معينة من الخلايا الأبوية إلى الخلايا البنوية، وتحتوي هذه المادة الوراثية على " شفرة " تضمن استمرارية النوع من جيل من الخلايا إلى الجيل التالي.**

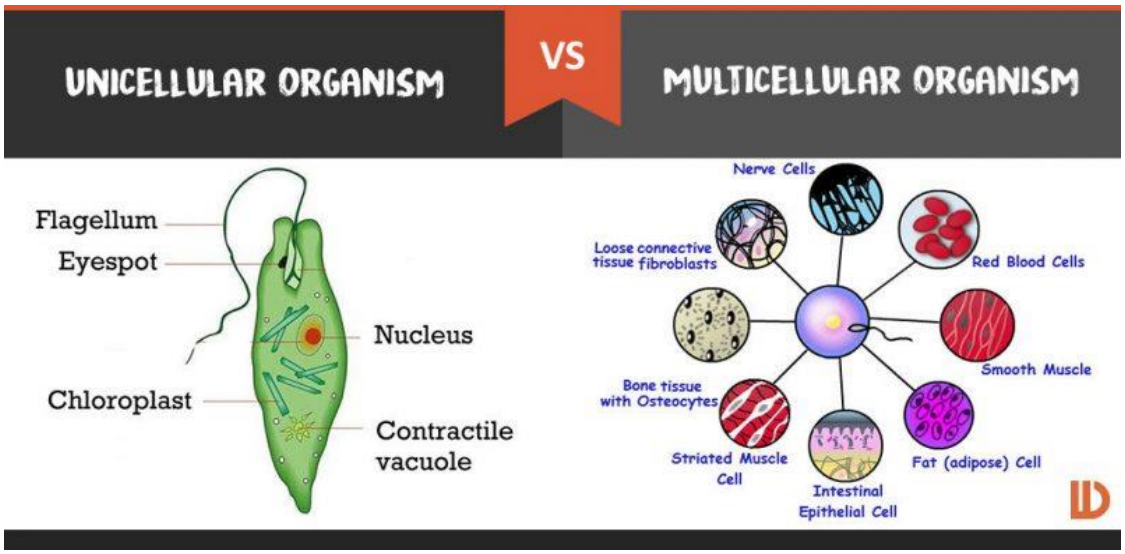
- ✓ **تولُّد التلقائي أو التولد الذاتي نظرية كانت تزعم أن أنماطًا معينة للحياة، مثل الذباب والديدان والفئران من السهولة بمكان أن تنشأ مباشرة من أشياء غير حية مثل الطين واللحم المتحلل. وتعود هذه النظرية إلى عهود ماقبل التاريخ، وظلت مقبولة على نطاق واسع آلاف السنين وقد ناقضتها التجارب العلمية كتلك التي أجراها عالم الأحياء الإيطالي فرانسيسكو ريدي في عام 1668م، حيث برهن على أن يرقات الذباب لم تظهر في اللحم الذي أبعد عنه الذباب المكتمل النمو. وكان كثير من الناس يعتقدون فيما سبق أن الذباب ينشأ من اللحم المتحلِّل. لم يتم التخلي النهائي عن نظرية التولد التلقائي حتى منتصف القرن التاسع عشر، حيث مكنت التحسينات التي أدخلت على المجاهر، والأدوات العلمية الأخرى العلماء من رؤية البيوض والنطاف (الحيوانات المنوية) للحيوانات العليا، والبيوض وحبوب اللقاح للنباتات والجراثيم والكائنات الحية المجهرية الأخرى. ففي منتصف القرن التاسع عشر مثلا، لاحظ العالم الفرنسي لويس باستير تكاثرًا ونموا في الكائنات الحية المجهرية. وقد برهن على أن الكائنات الحية المجهرية يمكن أن تظهر في المرق الزرعي المعقَّم فقط، إذا تم تعريضه أولاً لهواء يحتوي على جراثيمها (خلاياها التناسلية). وقد أدت اكتشافات باستير إلى ظهور نظرية الخلية حول أصل المادة الحية. وتقول نظرية الخلية إن الحياة تنشأ من مادة حية سبق وجودها. وخلال القرن العشرين أظهرت التجارب المعملية أن كثيرًا من الجزيئات الموجودة في الكائنات المجهرية الحية يمكن اصطناعها (إنتاجها صناعيًا). ولكن لم تتوصل أي تجربة إلى إيجاد كائن مجهري حي قادر على إيجاد نفسه مرة أخرى.**



وظائف الخلية:

حيث أن الخلية هي وحدة الوظيفة والتركيب في الكائنات الحية لذا فإن جميع خلايا الإنسان تقوم بوظائف ونشاطات مشابهة إلى حد بعيد تتمثل في- :

1.إنتاج الطاقة اللازم للنمو والنشاط من المواد العضوية.
2.الانقسام الخلوي وتكوين خلايا جديدة.
3.تصنيع الجزئيات المعقدة اللازمة للنمو.
4.تبادل المواد من وإلى الوسط المحيط



مقدمة عن الخلية وطرق دراستها :-

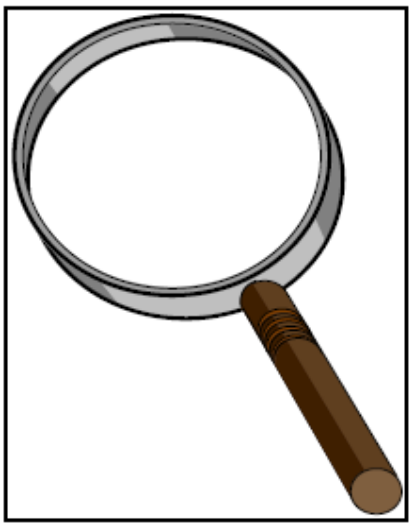
إن ملاحظاتنا عن الأشياء الموجودة في هذا العالم ، لا تصبح ملاحظات علمية ، إلا إذا اقترنت بسؤال علمي ، فعلى سبيل المثال لنأخذ هذا السؤال الذي يعد من الأسئلة الهامة التي طرحها العلماء في الماضي

هل تشترك الكائنات الحية جميعها في وحدة تركيب أساسية ؟

يظهر لنا من الوهلة الأولى أن جواب السؤال السابق لم تكن له قيمة علمية ، و لكن في الوقت الحاضر تبين لنا أن الجواب عن هذا السؤال له قيمة كبيرة في تقدم العلوم و الطب ، فالإنسان يسعى إلى المعرفة لمجرد المعرفة سواء أكانت لهذه المعرفة قيمة علمية في الوقت الحاضر أم لا ، فقد تكون لهذه المعرفة قيمة علمية في المستقبل. نحن نعلم اليوم أن الخلية هي وحدة التركيب الأساسية في جميع الكائنات الحية ، و من الجدير بالذكر أن العلماء لم يتوصلوا إلى هذه النتيجة إلا بعد أبحاث و تجارب استغرقت عشرات السنين، و بعد التقدم الكبير في صناعة المجاهر ، و التي مكنتنا أن نرى أشياء عديدة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. فلو نظرت بالعين المجردة إلى إنسان و شجرة برتقال ، لما وجدت أي تشابه بينهما في التركيب ، لكن باستعمال المجهر تدرك أن كلا منهما يتركب من خلايا تتشابه كثيرا في التركيب.

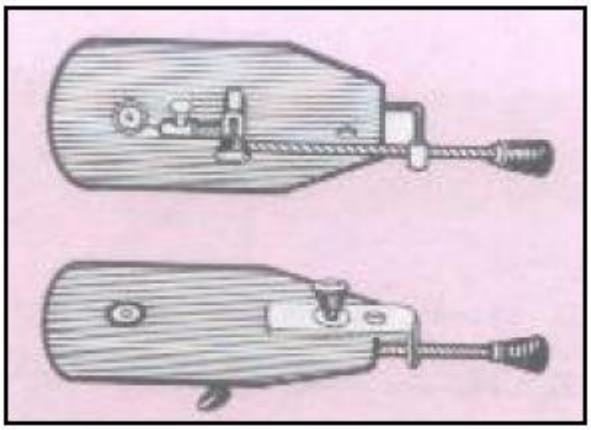
بداية العمل بالمجاهر: -

يعتبر العالم المسلم الحسن بن الهيثم أول من استخدم المجهر البسيط أي أنه يحتوي على عدسة واحدة فقط في فحص الأشياء كما في الشكل (رقم1)



شكل رقم (1)

ثم جاء بعده العالم الإيطالي جاليلو الذي صنع مجهرا بسيطا و استعمله لفحص الحيوانات الصغيرة . ثم جاء علماء عديدون و بينهم لوفينهوك الهولندي الذي اكتشف الحياة المجهرية عام 1675 م ، و لقد كان اكتشافه هذا جديدا على الجنس البشري حيث أنه صنع مجهرا بسيطا و ذلك بأن ركب عليه عدسة مصقولة كما في الشكل رقم (2) و أخذ يفحص بواسطته أشياء عديدة من حوله.

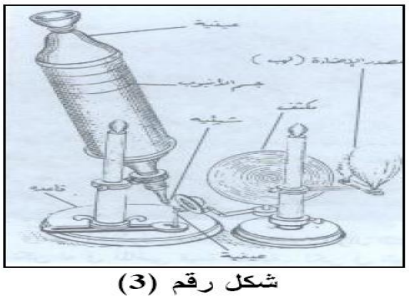


شكل رقم (2)

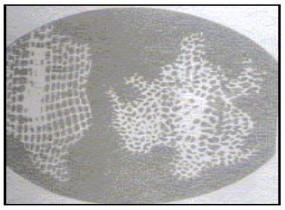
و بينما كان العلماء في ذلك الوقت يفحصون بواسطة مجاهرهم التراكيب الدقيقة للنباتات و الحيوانات التي ترى بالعين المجردة ، كان لوفينهوك يفحص قطرات الماء من البرك و المطر

الآبار و البحار و الثلج الذائب ، و بحلول عام 1675 م لاحظ ليفنهوك في مثل هذه المياه و بوضوح بعض الكائنات الدقيقة ، وقد قام بتسجيل ملاحظاته في رسائل إلى الجمعية الملكية

لتحسين المعرفة الطبية بلندن ، و منذ ذلك الوقت بدأ الكشف عن الكائنات الدقيقة التي تعيش حول الإنسان و هو لا يدري. و في القرن السابع عشر ، صنع العالم الإنجليزي روبرت هوك مجهرا مركبا أي يحتوي على أكثر من عدسة كما في الشكل رقم (3) ، و قام بفحص أشياء عديدة بهذا المجهر مثل الجمادات والحيوانات ، و النباتات ، و قد نشر ملاحظاته في كتاب بعنوان الميكروغرافيا بواسطة الجمعية الملكية لتحسين المعرفة الطبية بلندن . ومن الأشياء التي فحصها هوك ليصف (Cells) بمجهره الفلين كما في الشكل رقم (4) ، و قد استعمل هوك كلمة خلايا الثقوب الدقيقة التي رآها في الفلين وقد كان هوك ينظر إلى جدران الخلايا في نسيج ميت ، فهو بالتأكيد لم ير الخلايا كما نعرفها اليوم ، و يعد عمل هوك عملا مهما ، فقد كانت ملاحظاته بداية المبدأ العلمي ، و مع أن هوك لم يتوصل إلى نظرية الخلية إلا أنه حصل على المعلومات الأولية لهذه النظرية.



شكل رقم (3)



شكل رقم (4)

المجهر Microscope

المِجهَر(الميكروسكوب): هو جهاز لتكبير الأجسام الصغيرة التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة أو لإظهار التفاصيل الدقيقة للأشياء من أجل اكتشاف تكوينها و دراستها. ، و العلم المهتم بإستكشاف الأجسام الصغيرة أو التفاصيل الدقيقة للأشياء بواسطة هذة الأجهزة يسمي علم المجهريات. و كلمة "مجهرية" أو "مجهري" تستخدم لوصف الشيء الذي لا يمكن رؤيته إلا بمساعدة المجهر. والمجهر أحد الأجهزة الأوسع

استخداماً في علم الأحياء، يستخدمه علماء الأحياء لدراسة الكائنات الحية والخلايا وأجزائها الصغيرة التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

1- مجهر المجال المظلم Dark field microscope

يستخدم هذا النوع لدراسة العينات الحية غير المصبوغة، إما لأن الصبغ يؤثر في مكونات العينة ويفقدها وضوحها، أو لغرض دراسة الكائنات في صورتها الحية.بحيث لايصل أي ضوء للعين الا في الجسم الموجود على مسرح المجهر وتكون ارضية الشريحة معتمة تماما 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.

- هناك بعض الكائنات الدقيقة من الصغر بحيث يصعب رؤيتها بالمجهر الضوئي العادي ، لو أضيئت بالضوء النافذ العادي **Transmition light** ، إلا أنه يسهل رؤيتها البراقة لو أضيئت من حولها أو من الجانب الإضاءة الدائرية لأن ذلك من شأنه أعطاء خلفية مظلمة تحيط بالشيء فيظهر براقاً تجاه الخلفية المظلمة مثال ذلك ذرات الغبار التي تظهر براقة في الغرفة المظلمة المضاءة بأشعة الشمس النافذة من خلال ثقوب الجدران الموجودة بالغرفة فمجهر الحقل المظلم يقوم على أساس المجهر المتباين الأطوار إلا أنه يستغل معاملات الإنكسار بطريقة أكثر ، وبالتالي يمكن استعمال عينات حية أو غير حية

2- المجهر المتالق Fluorescence microscop

يعتمد مبدا عمله على اساس امتصاص الطاقة من قبل أي جسم يؤدي الى تحويل هذه الطاقة الى ضوء يتالق فله 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**.

- يعد من المجاهر الضوئية الحديثة التي حسنت كثيراً من القدرة الإيضاحية حيث يعتمد هذا المجهر على الصبغات الفوسفورية أو الفلورسينية .
- يعتمد عمل هذا النوع على مبدءان يقوم عليهما عمل المجهر الفلورسنتي لفحص عينات مصبوغة بصبغة فلورسينية هي:

1-الجزيئات الفلورسينية تمتص ضوء ذات طول موجي معين وتشعه بطول موجي أكبر وتسمى هذه الظاهرة الظاهرة الفلورسينية.**Fluorescence**

2-عند إضاءة هذه الجزيئات الفوسفورية ومن ثم فحصها خلال مرشحات زجاجية تسمح فقط للضوء المشع من هذه الجزيئات بالمرور خلاله يجعل هذه الجزيئات متوهجة في خلفية مظلمة .

- اكثر الصبغات الفلورسنية المستخدمة

-الفلورسين **Fluorescein** تعطي لون أخضر.

-تيتراميثل رودامين **Tetramethylrodamine** تعطي لون أحمر

وللمجهر الفلورسنتي أهمية كبيرة في دراسة بروتين الخلية ودراسة الكروسومات.

3-مجهر الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet microscope

حيث يتم استخدام الأشعة فوق البنفسجية ذات الطول الموجي الأقصر من الطول الموجي للضوء المرئي فيعطي تكبيراً ووضوحاً للعينة بشكل أكبر بمرتين أو ثلاثة وهو لا يستخدم عدسات عينية بل يكون مجهز بكامرات تصور العينات

ثم تحمض وتكبر لاحقا. ويستعمل هذا المجهر عند استعمال أصباغ فلورسنتية لها قدرة على امتصاص الأشعة فوق البنفسجية

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.

4- المجهر المستقطب Polarizing microscope

يستخدم المجهر المستقطب للتميز بين المواد ذات قوة انكسار مزدوجة حيث تغير اتجاه تذبذب الشعاع الضوئي عند فحصها وبعض هذا الضوء يمر من خلال الموشور المحلل مسببا اضاءة الجسم ضد ارضية معتمة ومن امثلة المواد ذات قوة انكسار مزدوجة الالياف النباتية مثل القطن والكتان والالياف الغراوية و المادة البينية للعظم والالياف العضلية المخططة وكذلك يمكن تمييز مواد ذات قوة انكسار واحدة مثل الزجاج وبلورات معينة ومعظم الخلايا الانسجة الحيوانية.

5- 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.

- ✓ ان أساس عمل المجهر المتباين الأطوار Phase contrast microscope هو زيادة الاختلافات الصغيرة في معامل الانكسار.
- ✓ يستخدم في دراسة الكائنات الحية الدقيقة والخلايا الحية غير المصبوغة والطحالب. استعمل المجهر الضوئي ذو الأطوار المتباينة سنة 1932 عن طريق العالم فريتس زيرنيكه (Frits Zernike) الذي حصل على جائزة نوبل للفيزياء سنة 1953 من أجل هذا العمل ويستعمل المجهر لفحص العينات الحية وهي معلقة في سائل دون صبغها.
- ✓ بالامكان رؤية كثير من التفاصيل عن الخلية وتركيز المواد بها وتعتمد هذه التقنية على حقيقة أن الأجزاء المختلفة للخلايا الحية لها كثافات مختلفة. وهو متخصص أيضا لفحص العينات الحية الغير مثبتة والغير معاملة بالصبغات التي تعتمد على القتل والتثبيت . عندما يسقط الضوء بزاوية معينة على الخلية فإن الأجزاء المختلفة للخلية تعكس وتكسر الضوء بدرجات مختلفة وتعطي معاملات انكسار مختلفة للضوء لذا بعض الأجزاء تبدو مضيئة وأخرى أقل إضاءة وبالتالي تتباين الإضاءة المنبعثة من الأجسام المختلفة هذا يؤدي إلى إعطاء تباين (تغاير contrast) للخلفيات . وهذا المجهر له القدرة على زيادة التباين بين الجزيئات الشفافة داخل الخلية الحية حسب اختلاف كثافة هذه الجزيئات فتظهر إما زاهية مضيئة أو معتمة تبعا للكثافة لهذه التراكيب المكونة للخلية الحية واختلاف هذه الكثافة الضوئية ناتج من استخدام مكثفات خاصة تعمل على ترشيح الضوء المار خلال العينة.

6 - المجهر التشريحى Dissecting microscope

لهذا المجهر عدسة أو عدستان من العدسات العينية وعدسة شيئية مختلفة التكبيرات ويستعمل هذا المجهر لفحص الحيوانات والنباتات الصغيرة وأجزائها التي لا نستطيع مشاهدتها بوضوح بالعين المجردة ولا حاجه إلى عمل مقاطع

رقيقه في الكائن الحي ، ويتراوح مدى تكبيره من 6 -50 مرة

7- المجهر الإلكتروني Electron microscope

يستخدم للحصول على تفاصيل دقيقة ومفيدة جدا للعينة المفحوصة، مقارنة مع ما هو متاح بالمجهر الضوئي نتيجة لاستعمال موجات إلكترونية ذات أطوال قصيرة جدا، بدلا من موجات الضوء العادي، فى إضاءة الجسم المفحوص، مما يعطى قدرا أكبر من قوة التمييز باستعمال المجهر الضوئي حيث يمكن الوصول إلى تكبيرات تزيد عن مليون مرة. إذا قمنا بتكبير الصورة الفوتوغرافية الناتجة عن المجهر الإلكتروني.

1- المجهر الالكتروني النافذ Transmission Electron microscope(TEM) يستخدم لدراسة المحتويات الداخلية للخلية.

2- المجهر الالكتروني الماسح scanning electron microscope(SEM) يستخدم لدراسة السطح الخارجي للخلية.

ان استعمال سيل او تيار من الالكترونات والتي لها طول موجة قصير جداً تمكن من الحصول على قدرة تمييز عالية جداً وبهذا فان المجهر الالكتروني له قدرة او قوة تمييز عالية تصل الى حوالي 10-20 انكستروم مع قوة تكبير

عالية تصل الى 50 الف او اكثر. يستخدم تيار كهربائي بقوة الاف الفولتات عوضاً عن الضوء المستخدم في المجهر الضوئي ويكون طول موجة شعاع الالكترونات

قصيراً جداً لذلك يستطيع تحطيم اي شئ يوضع مقابل هذه الالكترونات ولهذا لا تستخدم عدسات زجاجية بل تستخدم ملفات كهربائية مغناطيسية Electromagnetic fields تقوم مقام العدسات الزجاجية.

8- 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 يعتبر المجهر الضوئي من أكثر الأدوات استخداما والتي لاغنى عنها فى مختبرات الميكروبيولوجي، وتوجد عدة أنواع منه، لكل نوع منها خصائص تمكنه من الوصول لتكبيرات معينة، ولدراسة أجزاء خاصة أو أنواع خاصة فى الميكروبات، ومن هذه الأنواع 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.

مقارنة بين المجهر الالكتروني والضوئي

	المجهر الالكتروني	المجهر الضوئي
1	لا تستعمل عدسات زجاجية بل عدسات مغناطيسية او ملفات مغناطيسية.	تستعمل عدسات زجاجية
2	يحتوي على انبوبة مفرغة من الهواء حيث ان الالكترونات لا تستطيع السير في الهواء	يوجد في انبوبة المجهر هواء
3	يكون طول الموجة قصيرا جدا	يكون طول الموجة 400 ملي مايكرون.
4	قوة التمييز عالية جدا 10-20	يكون قوة تمييز 2و0 مايكرون
5	يكون سمك العينة حوالي 300	يكون سم العينة 4 مايكرون او اكثر
6	يجب ان تكون العينة المراد فحصها جافة	تكون العينة المراد فحصها جافة (ميتة) او غير

	(خلايا ميتة)	جافة (خلايا حية)

مقارنة بين الأنواع المختلفة من المجاهر

نوع المجهر	قوة التكبير	مظهر العينة	الأستخدام
الحقل المضيء	1000- 2000	مصبوغة أو غير مصبوغة ، يتم صبغ الخلايا البكتيرية ويظهر لون الصبغ .	مشاهدة شكل البكتيريا، الفطريات، الأعفان، الطحالب، البروتوزوا.
الحقل المظلم	1000- 2000	عادة تكون العينة غير مصبوغة وتظهر مضيئة في حقل مظلم .	مشاهدة الكائنات الحية الدقيقة على سبيل المثال : البكتيريا.
الفلورسينتي	1000-2000	مناطق ملونة وساطعة للصبغة الفلوريسينية.	تقنيات تشخيصية تفيد في تعريف الكائنات الحية الدقيقة.
متابين الأطوار	1000-2000	درجات مختلفة من المناطق الداكنة.	لفحص تراكيب خلايا الكائنات الحية.
الألكتروني	10^5	مناطق ساطعة على الشاشة الفلورسينية.	فحص عينات صغيرة جداً ، مثل الفيروس ، والتراكيب الدقيقة للخلايا.

التحضيرات المجهرية

إن عملية التحضيرات المجهرية رغم أنها غاية في التعقيد والدقة إلا أنها ذات أهمية كبيرة في الحياة العملية والبحثية والتشخيصية،فهي تعتبر الأساس الأول لتشخيص المرض لذا كانت هذه التحضيرات المجهرية ذات أهمية كبيرة في الجانب الطبي والبحثي إلى وقتنا الحاضر، وما ابتكار الأجهزة العملاقة الخاصة لذلك مثل الميكروسكوب الإلكتروني إلا دليل على تلك الأهمية، و تنقسم التحضيرات إلى قسمين:

1- تحضيرات لا مقطعية لا يمكن عمل مقاطع فيها مثل أنسجة الدم .

2- تحضيرات مقطعية تخص المجهر الضوئي و المجهر الإلكتروني.

التقانات المجهرية لدراسة الخلايا
Microtechniques for Studying Cells

يقصد بالتقانات المجهرية الدقيقة Microtechniques(Microscopic Preparations) بأنها تلك الخطوات التي بواسطتها يمكن دراسة التراكيب الخلوية المكونة لجسم الكائن الحي والتي لا ترى بالعين المجردة أو أجزاء منها أو أعضاء من الجسم باستخدام أجهزة ومعدات خاصة لهذا الغرض وتشمل مجموعة من التقانات النسجية-

الخلوية ويعتمد اختيار الطريقة المناسبة على الهدف المقصود أثناء الدراسة وهناك طرق عديدة للتقانات المجهرية نذكر منها الأكثر شيوعا في الوقت الحاضر :

1- التحميل الكلي Whole mounting: حيث يتم وضع العينة بأكملها على الشريحة للفحص دون الحاجة الى تقطيعها مثل الدودة الكبدية والقمل وهو نوعان :

أ- التحميل الكلي المؤقت.

ب-التحميل الكلي الدائم.

2- طريقة المسحة Smearing Method: تستعمل هذه الطريقة للانسجة التي يصعب قطعها وخاصة سوائل الجسم كالدم والسائل المخي وسائل النخاع الشوكي والسائل السيلومي والإدرار وكذلك أجزاء بعض الأنسجة كنخاع العظم . تعمل المسحة بفرش السائل بين شريحتين أو بين شريحة وغطائها للحصول على طبقة رقيقة Thin film . ان الخطوة الاخيرة في تحضير المسحات هي صبغها ويمكن استعمال عدة صبغات تبعاً لنوع المسحة وتمثل طريقة المسحة وسيلة جيدة للتشخيص في علم الخلية التشخيصي والأمراض النسجية وهناك عدة طرق لإجراء طريقة المسحة وتعد مسحة الدم Blood smear أشهرها وكما يلي :

1- توضع قطرة الدم على الشريحة الأفقية بعد إهمال القطرة الأولى من الدم على بعد حوالي انج واحد من النهاية اليمنى للشريحة النظيفة (يجب تعقيم الأصبع قبل وبعد أخذ قطرة الدم) .

2- تمسك شريحة ثانية بصورة عمودية بحيث تعمل حافتها القصيرة زاوية مقدارها 45° مع سطح الشريحة الأفقية التي وضعت قطرة الدم عليها . تسحب الشريحة العليا قليلا باتجاه قطرة الدم بحيث تكون الحافة ملامسة بسطحها الخلفي لقطرة الدم ، عندئذ ستنتشر قطرة الدم على حافة الشريحة وفي الزاوية بينها وبين الشريحة الأفقية .

3- ادفع الشريحة العليا بالاتجاه المعاكس للجهة الموضوع عليها قطرة الدم بحيث يسحب الدم على سطح الشريحة الأفقية لتتكون مسحة الدم .ان دفع الشريحة العليا ببطء أو استعمال قطرة كبيرة من الدم يؤدي إلى تركيز كريات الدم على طول الحافات أو عند نهاية المسحة .

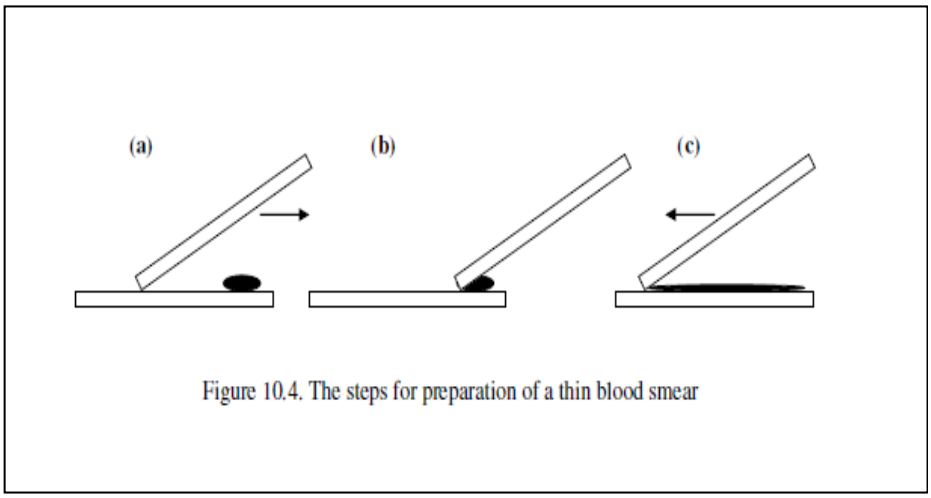


Figure 10.4. The steps for preparation of a thin blood smear

4- تترك الشريحة الحاوية على مسحة الدم لتجف في الهواء .

5- توضع الشريحة الحاوية على مسحة الدم على حامل خاص للتصبيغ فوق مغسلة المختبر.

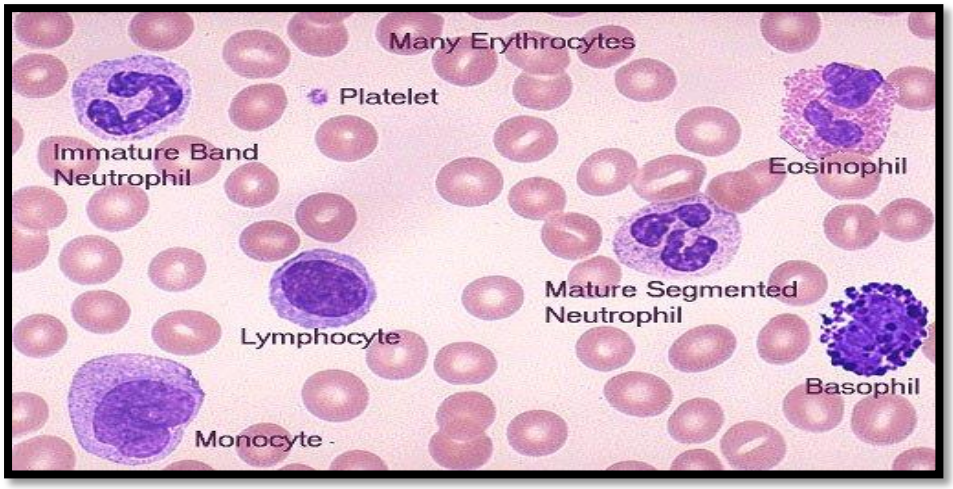
6- توضع عدة نقاط من صبغة لشمان Leishman stain أو صبغة كمزا Geimsa stain أو صبغة رايت Wright stain على مسحة الدم واتركها 2-3 دقائق ثم أضف قطرات من الماء المقطر الى الصبغة ويترك خليط الماء والصبغة لمدة 10 دقائق .

7- اغسل الشريحة بماء مقطر حتى تظهر المناطق الرقيقة من المسحة بلون أحمر –وردي وتترك لتجف في الهواء .

8- افحص تحت المجهر الضوئي المركب باستعمال القوى 40X و 100X . ركز دراستك في المنطقة المسماة ذيل المسحة Smear tail حيث يكون سمك المسحة قليلاً مقارنة برأس ووسط المسحة Smear middle & head حيث يكون سمك المسحة كبيراً .

9- قارن مع الرسم والتأشير بين الأنواع الخلوية المختلفة لخلايا الدم من النواحي التالية :
أ- شكل النواة .
ب-وجود العضيات .
ت-وجود الحبيبات الافرازية .
ث-نوع الحبيبات الافرازية .
ج-وظائف كل نوع من خلايا الدم .

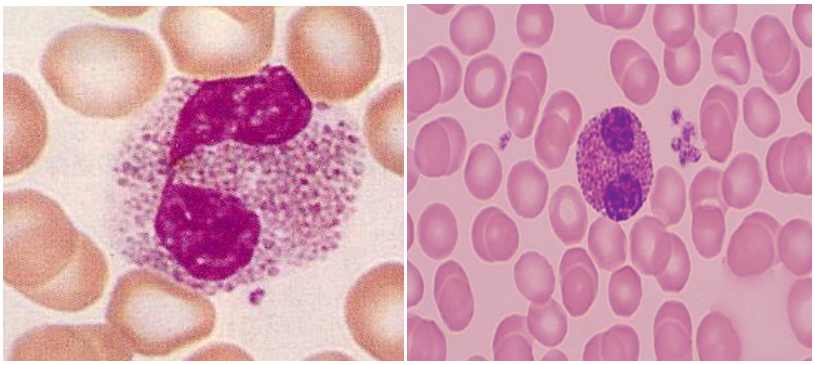
النتائج :



مسحة دم Blood smear

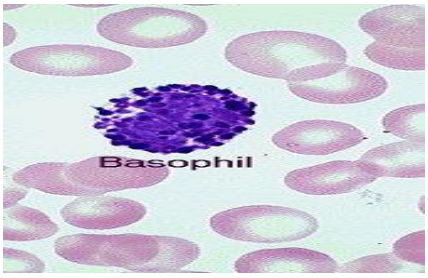
1- تظهر الكريات الحمراء(RBCs) Red blood cells or Erythrocytes بلون أحمر باهت والصفائح الدموية Platelets (thrombocytes) زرقاء الى ارجوانية .
2- تظهر خلايا الدم البيضاء (WBCs) White blood cells or leukocytes بأشكال مختلفة :
A- خلايا الدم البيضاء المحببة Granulocytes التي تحتوي حبيبات سايتوبلازمية وتشمل :

1- خلايا الدم البيضاء الحامضية Eosinophil or Acidophil :تظهر بنوى ارجوانية ثنائية الفصوص وحبيبات سايتوبلازمية برتقالية الى حمراء .



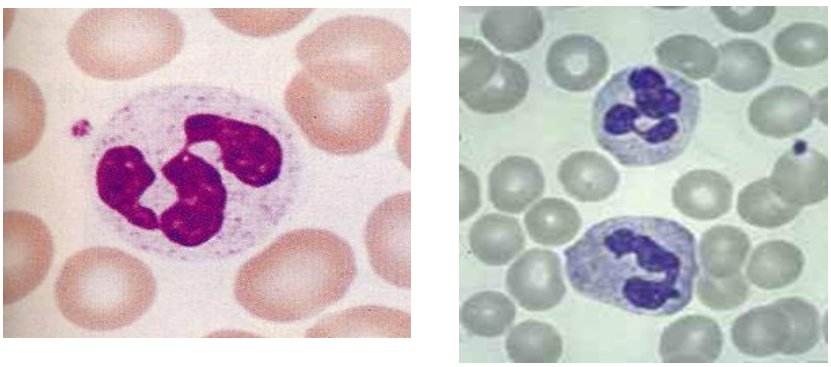
خلايا الدم البيضاء الحامضية Eosinophil or Acidophil

2- خلايا الدم البيضاء القاعدية Basophil : تظهر بنوى ارجوانية غير منتظمة الشكل او بشكل حرف S وحبيبات سايتوبلازمية زرقاء داكنة .



خلايا الدم البيضاء القاعدية Basophil

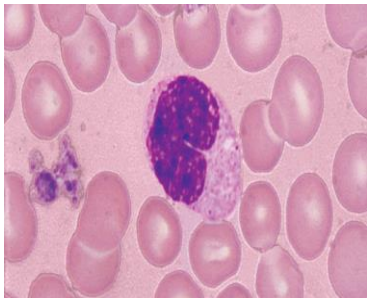
3- خلايا الدم البيضاء المتعادلة Neutrophil : تظهر بنوى ارجوانية داكنة متعددة الفصوص (3-5) فصوص وحبيبات سايتوبلازمية بلون ارجواني شاحب .

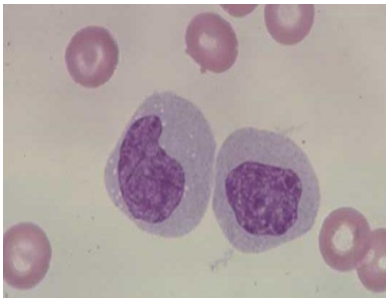


خلايا الدم البيضاء المتعادلة Neutrophil

B- خلايا الدم البيضاء غير المحببة Agranulocyte لا تحتوي حبيبات سايتوبلازمية وتشمل :

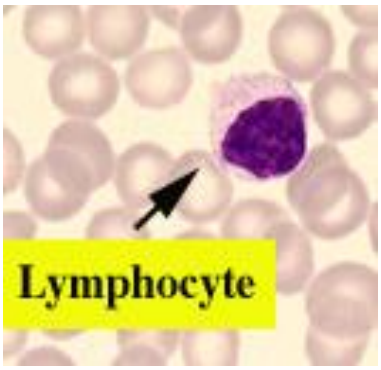
1- الخلايا وحيدة النواة Monocyte : تظهر حاوية على نوى على شكل حدوة الحصان (U-Shape) وسايتوبلازم قليل .





الخلايا وحيدة النواة Monocyte

2- الخلايا اللمفاوية Lymphocyte : تظهر حاوية على نوى كروية ارجوانية وسايتوبلازم ازرق باهت.



الخلايا اللمفاوية Lymphocyte

3- طريقة النثر أو النشرTeasing Method : تستخدم لدراسة أجزاء من نسيج ما كالعضلة مثلا حيث تؤخذ قطعة صغيرة من العضلات ثم بواسطة إبرة تشريح يتم تفكيكها إلى الوحدات التركيبية مثل الألياف العضلية حيث يمكن لضوء الميكروسكوب أن يخترقها.

4- طريقة السحق أو الهرس Squashing Method : تستخدم لهرس العينات الرخوة وتحويلها من الحالة النسيجية إلى الحالة الخلوية على الشريحة الزجاجية مثل دراسة مراحل الانقسام الخلوي ومشاهدة الكروموسومات.

5- الطريقة المباشرة Direct Method : تستخدم للدراسة السريعة للعينات الحية ولوقت قصير جدا كما في فحص الخلايا الحرشفية للفم والأميبيا والبرامسيوم.

6- طريقة التقطيع Sectioning Method : وهي الأهم لدراسة العينات على مستواها النسيجي والخلوي والغرض منها الحصول على قطاع نسيجي رقيق جداً.

7- طريقة التجميد Freezing Method : تستعمل للتشخيص الفوري في مختبرات الامراض النسجية Pathology laboratories لحالات مرضية معينة مثل الاورام .

الاسس النظرية للتحضير المجهري الضوئي

تعدّ دراسة النسج الحية أكثر أهمية من وجهة النظر البيولوجية، ذلك لأنها تسمح بمعرفة الحالة الطبيعية للانسجة والخلايا المدروسة. إلا أن ذلك يصطدم بالعديد من العقبات، ما يجعل الباحثين يلجؤون إلى دراسة الانسجة المثَبَّتة، إذ يتم تثبيت الانسجة ثم إجراء المقاطع وتلوينها ثم فحصها بالمجهر، مع المحافظة قدر الإمكان على الانسجة في حالة قريبة من وضعها الطبيعي.

1- دراسة الانسجة الحية: يمكن ملاحظة الخلايا الحية بوضعها بين صفيحة وساترة زجاجيتين، في وسطها الطبيعي أو في وسط قريب منه مثل السائل الفيزيولوجي، وذلك لتقييم بعض وظائفها مثل حركة الحيوانات المنوية أو قياس تواتر ضربات الأهداب الخلوية أو دراسة الانجذاب الكيمياوي في الخلايا المختلفة. وتُستخدم في هذه الدراسات ملونات حيوية تسمح بتقييم حيوية الخلايا مثل أزرق التربتان مثلاً، أو لإظهار بعض المكونات مثل الأحمر المعتدل الذي يُظهر فجوات البلعمة الخلوية.

كما تسمح طرائق الاستنبات الخلوي بدراسة الخلايا الحية في الزجاج in vitro في وسط سائل، أو على حامل يمكنها الالتصاق به، مثل علب الاستنبات الخلوي البلاستيكية البوليستيرية الشائعة الانتشار في مخابر الأبحاث العلمية وفي المخابر الطبية لأغراض تشخيصية.

2- دراسة الخلايا والانسجة المثبتة: ويتم فيها قتل العيّنات المدروسة ثم تضمينها في مادة تسمح بتحضير المقاطع المجهرية ليصار إلى تلوينها وإعدادها للدراسة بالمهجر الضوئي أوالإلكتروني.

ان تحضير اية شريحة يمر بعدة مراحل تبدأ بالتحضير لعملية تثبيت العينة ، وتنتهي بتحميلها مصبوغة على شريحة نظيفة . وبين هاتين المرحلتين يمر التحضير بعدة خطوات ، هي : التثبيت ، ازالة الماء ، الترويق ، التشريب ، الطمر ، القطع ، التحميل ، الصبغ ، التغطية .

تجهيز المقاطع النسيجية:

يأتي الكثير من معرفتنا لطبيعة التكوين المجهري للجسم من أخذ نماذج (عينات) صغيرة ثم قطعها إلى شرائح رقيقة للغاية مناسبة للفحص المجري. ويجب ان يكون المقطع رقيقا رقة كافية تسمح بمرور كمية كبيرة من الضوء حتى تكون الرؤية واضحة. ويجب آلا تكون مقاطع النسيج سميكة حيث تبدو مكونات النسيج مركبة فوق بعضها فيستحيل تميز كينونة تلك المكونات. وبالتالي ، فإن المقاطع، عادة، ما تقطع حيث يكون سمكها أرق من قطر

الخلايا كما ان مقطع النسيج من النوع الخلوي يجب ان يكون مقطوعا عبر خلاياه الفردية. وعادة ما تجهز المقاطع للفحص المجهري الضوئي بطريقة البرافين. ولكن، هناك طرق مختلفة اخرى تستعمل لأغراض محددة خاصة .

طريقة البرافين لتجهيز المقاطع النسيجية :
هى طريقة تستخدم لتجهيز عينة نسيجية للفحص تحت المايكروسكوب. وهى تشمل المراحل التالي:

-1عينة النسيجTissue Sample .
نحصل على عينة صغيرة من النسيج من خلال الإستئصال التشخيصي أو الإستئصال الجراحي أو أخذ عينة بعد الموت. وعند أخذ عينة من الجثث يجب ان تأخذ مباشرة بعد الموت تفاديا للتلف. ويجب ان يقطع النسيج بعناية بأداة حادة حتى لا يتشوه مظهرة المجهري. وحتى يكون التثبيت جيدا ، يجب ان لا تزيد كتلة النسيج عن سنتميتر واحد، وأن تغمس العينة في المثبت مباشرة بعد أخذها.

-2التثبيتFixation .

تقوم عملية التثبيت بتصليد الأنسجة اللينة حت تمنع التلف والتغيرات الكيميائية التي تحدث نتيجة نشاط البروتينات في النسيج. وتقوم عملية التثبيت بتجليط البروتين في النسيج. وقد يمكن إستخدام التثبيت الحراري لولا انه يسبب تشوهات في النسيج. لهذا، فإن التثبيت الكيميائي هو البديل لتجليط البروتينات. وتقوم المثبتات الكيميائية ، أيضا، بمنع الأنزيمات الخلوية (الخمائر) من هضم الخلية ، كما انها تبقي الكربوهيدرات والدهن في خلايا النسيج. كذلك ، تحوي المثبتات على مواد مطهرة تعمل على قتل البكتيريا والجراثيم الناقلة للأمراض في الانسجة المعدية.
وأشتهرت بعض المثبتات على قدرتها على تثبيت مكونات خاصة في الانسجة ولكن محول 4% فورمالدهياید محايد مناسب لمعظم الأعمال الروتينية.

-3الإنكازDehydration .
إن الهدف من عملية الإنكاز بالبرافين هو أستبدال كل الماء الموجود في كتلة النسيج بشمع البرافين حتى يسهل قطع النسيج فيما بعد. ولكن، نظرا لان البرافين لا يذوب في الماء لابد من التخلص من الماء اولا. وتعرف الخطوة الأولى من تلك العملية بالإنكاز ، وفيها يتم تمرير النسيج بالتتالي في محاليل كحولية متصاعدة التركيز، مع ترك النسيج في كل محلول لفترة كافية، حتى يستبدل الماء بالكحول. ولكن، بما ان البرافين لا يذوب في الكحول فإن الكحول يستبدل بمذيب برافين قابل للإمتزاج معه. وتعرف هذه العملية بالترويق.

-4الترويقClearing .
يستعمل الزايلول ، عادة، لترويق الأنسجة، فتمرر الكتلة التمخللة بالكحول عبر عدة تغيرات من الزايلول وينتج عن

ذلك إستبدال الزايلول بكل الكحول وتصبح الكتلة النسيجية عندها جاهزة للطمر .

5-الطمرEmbedding .

بما أن البرافين المنصر له فابلية الذوابان في الزايلول، فإن الكتلة المتخللة بالزايلول تمر عبر عدة تغيرات من البرافين الدافئ وحالما يصير النسيج مشبعا بالبرافين، الذي يملا الفراغات التي كانت تحتوي على الماء أصلا، يتصلد شمع البرافين في النسيج وبالتالي يتصلد النسيج مما يسهل عملية القطع .

6-عملية القطعSectioning .

يشذب الشمع الزائد ، ثم تثبت كتلة النسيج في جهاز القطع الذي يسمى micotome ويقطع إلى شرائح رقيقة تظهر من سيكين المشراح ملتصقة ببعضها البعض يمكن إزالتها عن بعضها فيما بعد بكل يسر.

1- جهاز التقطيع اليدوي

عبارة عن اسطوانة مصنوعة من المعدن او البكالايت ، لها قاعدة واسعة تستقر عليها على منضدة العمل ، ومنصة افقية واسعة ايضا تسند عليها السكين اثناء القطع . ويوجد في التجويف الوسطي مكان خاص يستقبل النسيج المراد قطعه ، والذي يثبت قائما وموازيا للمحور الطويل لجهاز القطع ، ويمكن ابرازه لمسافات صغيرة محددة بمسمار محوى ويفضل ان يكون النسيج المراد قطعه قد وضع داخل تجويف يعمل في جذر نبات الجزر او من نخاع نبات مناسب كالبيلسان ، مثلا ، ليعمل كدعامة للنسيج . ويثبت النسيج والدعامة من حوله بواسطة مسمار محوى موجود على جانب اسطوانة الميكروتوم بحيث يبرز النسيج والدعامة مسافة صغيرة جدا فوق مستوى المنصة الافقية . ويسند السكين (وتستخدم عادة موسى الحلاقة لهذا الغرض) الى الحافة الخارجية للمنصة ثم يمرر بسرعة نحو المركز فيقطع مقطعا يلتقط من سطح السكين بفرشاة رسم . ويستخدم المسمار المحوى الاخر في دفع العينة مسافة اخرى الى اعلى لعمل قطاع آخر وهكذا .

2- جهاز التقطيع الدوار Rotary Microtome

وهو من اكثر انواع الميكروتومات شيوعا ، ويغذى جهاز الدفع فيه يعجل دوار يوجد على احد جوانب الجهاز ويدار آليا او باليد . ويكون جهاز تغذية الدفع عادة مغطى لحمايته . ويعطي هذا النوع نتائج اكثر وثوقا من تلك التي يحصل عليها من الميكروتوم الهزاز ، ولذلك فهو يستخدم في عمل مقاطع الشمع المتسلسلة.

7-الصبغ والتحميلStaining and mounting .

حتى تتم إضافة الصبغات على شريحة النسيج ، لابد من إزالة شمع البرافين واستبدالة بالماء حتى تظهر الصبغة

بصورة فعالة. ولهذا الهدف، يتم تمرير الشريحة بمحاليل كحولية تنازلية التركيز ثم في الزايلول حتى يستبدل جميع البرافين بالماء. عندها تضاف قطرة او قطرتين من الملون وتعاد عملية تحويل الماء للشمع مرة اخرى. أخيرا، يبقى فحص النسيج تحت المجهر.

T03 17255
3B
Ant. Zkh.
N'gein

المحاضرة الثالثه لمادة علم الخلية CYTOLOGY الجزء النظري
قسم العلوم / الأحياء /المرحلة الثانية/الدراسة الصباحية والمسائية
اعداد أ.م.د.اسماء عزت سليم

بعد التطور الكبير في دراسة التركيب الدقيق للخلية بواسطة المجاهر الالكترونية، احتاج الباحثون لدراسة الوظائف الكيموحيوية (functions Biochemical) الخاصة بكل عضية من عضيات الخلية، وقد تمكنوا من فصل أو ترسيب عضيات الخلايا ودراسة وظائفها ومكوناتها باستخدام أجهزة خاصة تعرف بأجهزة الطرد المركزي (Centrifugation instruments) والتي تنقسم حسب السرعة إلى نوعين هما:

1 – أجهزة الطرد المركزي عالية السرعة (Centrifuges High Speed):-

والتي لا تزيد سرعتها عن 40000 دورة في الدقيقة [40000 (RPM) Revolutions per minute]، وتستخدم هذه الأجهزة في ترسيب عضيات الخلية الكبيرة والمتوسطة الكثافة مثل النواة (Nucleus) والميتوكوندريا (Mitochondria) والبلاستيدات (Chloroplasts).

2 - أجهزة الطرد المركزي فائقة السرعة (Ultracentrifuges):-

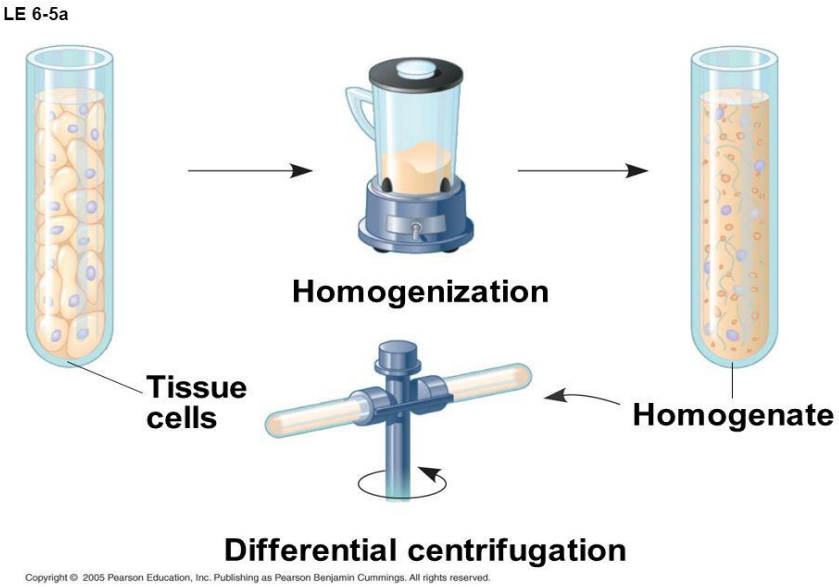
وهي تعتبر من أحدث أجهزة الفصل، وتصل سرعتها إلى 100000 دورة في الدقيقة. ويمكن بواسطة هذه الأجهزة ترسيب العضيات الخلوية الدقيقة جداً مثل الرايبوزومات.

وتمر عملية فصل أو ترسيب مكونات الخلايا بخطوتين رئيسيتين يمكن ذكرهما باختصار على النحو التالي:

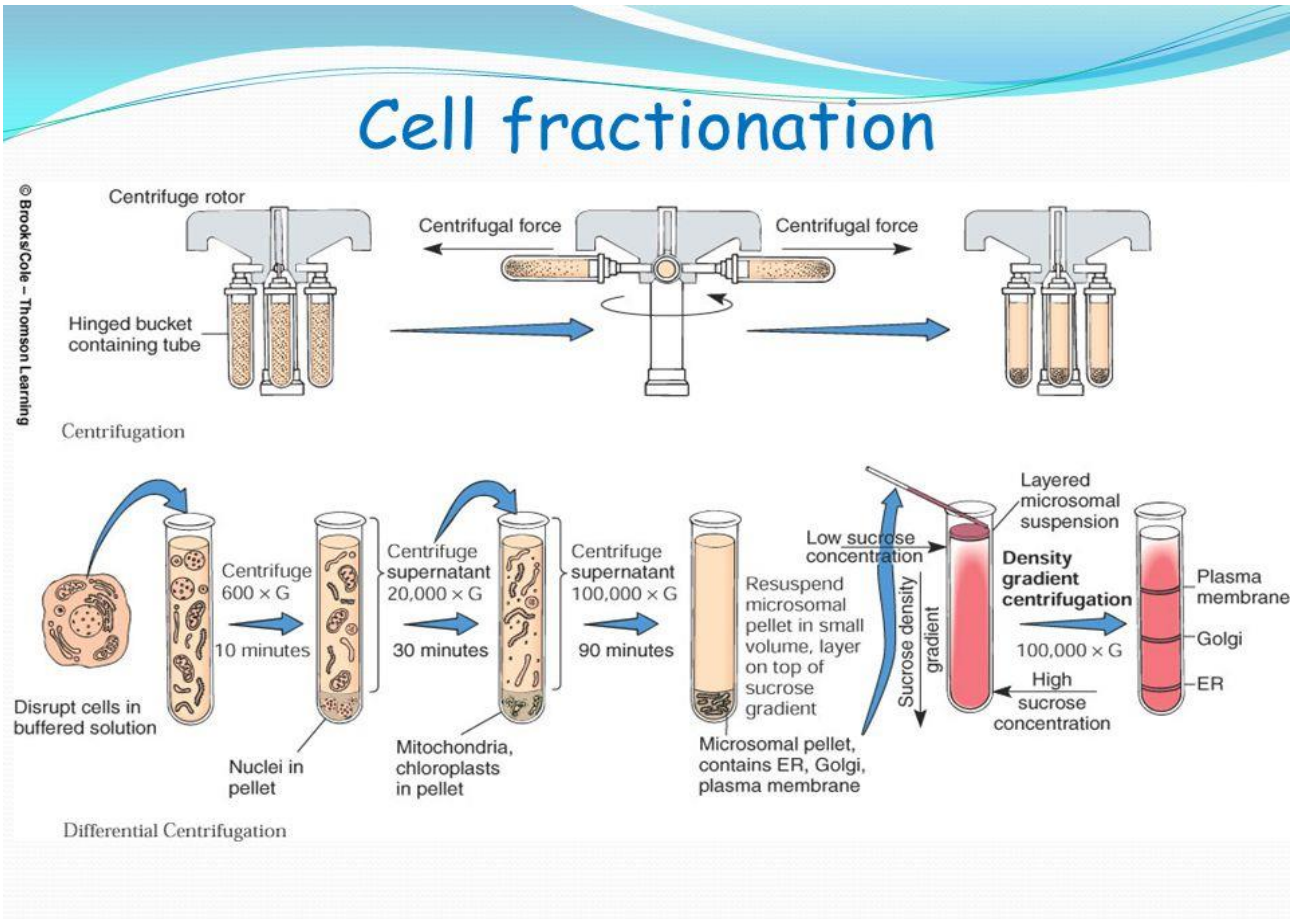
أ – تمزيق أو هرس النسيج (Tissue homogenization)

يتم تمزيق أو هرس النسيج الحيواني أو النباتي عادة في وسط متعادل (Isotonic medium) أو يضبط عند درجة حموضة (pH) مناسبة حسب نوع النسيج. وتتم عملية التمزيق بواسطة جهاز خاص يعرف بجهاز الهرس أو التمزيق (Homogenizer) والذي يتكون من أنبوبة هرس زجاجية (Homogenizer tube) و يد الهاون (Pestle) التي تتكون من ساق معدنية تنتهي بجزء منتفخ مصنوع من التفلون (Teflon). وتتصل الساق المعدنية من الطرف الآخر بمحرك يعمل على لف يد الهاون داخل الأنبوبة. أو يمكن تمزيق الأنسجة بواسطة الخلاط الكهربائي العادي (Mixer).

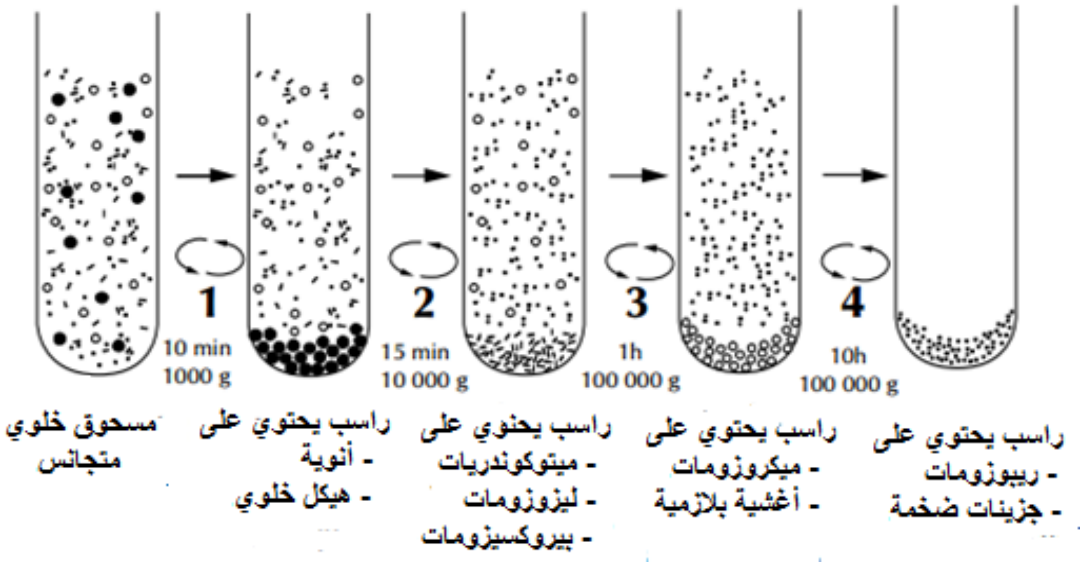
بعد إتمام عملية الهرس أو التمزيق التي تتم عند درجة حرارة 4 درجة مئوية، يوزع المهروس المتجانس في أنابيب الفصل أو الترسيب تمهيداً للخطوة الثانية.



ب – الطرد المركزي (Centrifugation) وتبدأ هذه الخطوة بوضع الأنابيب المحتوية على المهروس في دوار أو راس مثبت في جهاز الطرد المركزي، تمهيدا لإجراء عملية فصل مكونات الخلايا (Cell fractionation) . وفي هذه العملية يتم ترسيب مكونات الخلية خلال عدة خطوات منفصلة، تعتمد على كثافة ووزن عضيات الخلية، فالعضيات ذات الوزن الأكبر تترسب أولاً ثم الأقل وزنا فالأقل.



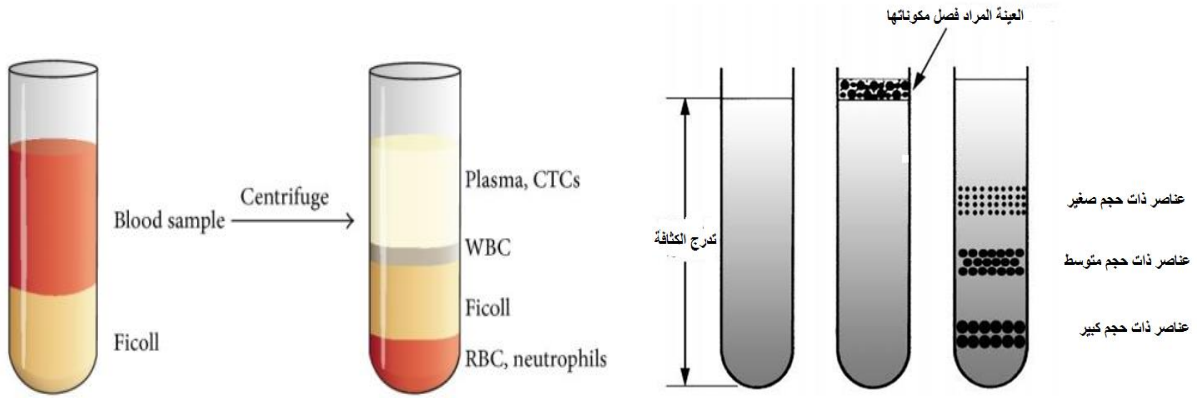
1- الطرد المركزي التباييني (Differential centrifugation) : الطرد المركزي هو جهاز لفصل الجسيمات من محلول وفقا لحجمها وشكلها، والكثافة، واللزوجة من سرعة متوسطة والدوار في محلول، والجسيمات التي تكون كثافتها أعلى فإنها تكون مصدر المذيبات (الرواسب) ويمكن الزيادة من معدلات الترسيب باستخدام قوة الطرد المركزي، أما الجزيئات التي تكون أخف وزنا فإنها تطفو إلى أعلى. وهذا كلما زاد الفرق في الكثافة وسرعة التحرك. ويستند الفاصل على حجم وكثافة، مع الجسيمات الأكبر حجما وأكثر كثافة التكوير في قوى الطرد المركزي يكون أقل.



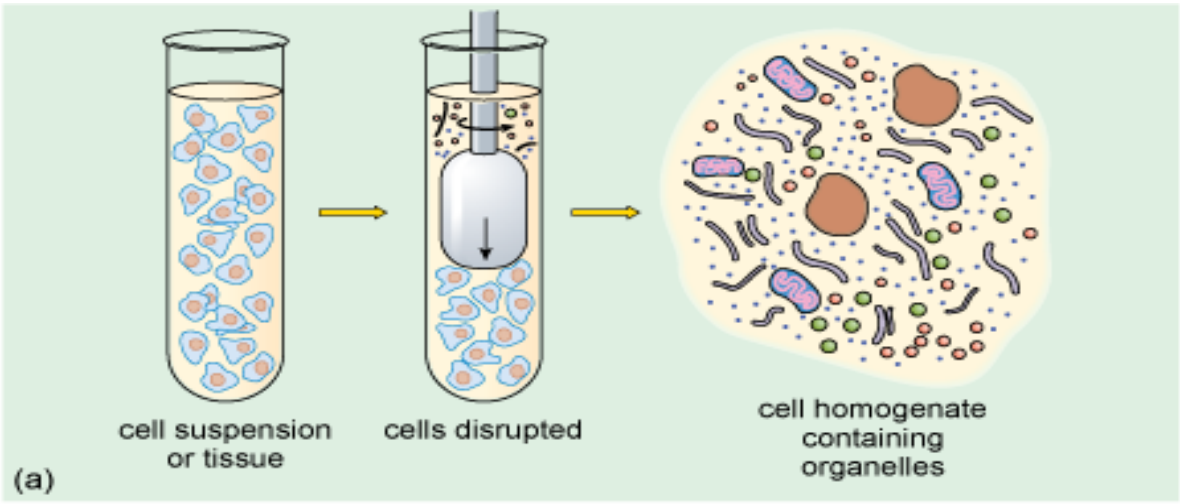
التجزئة الخلوية بواسطة ما فوق الطرد المركزي التفاضلي

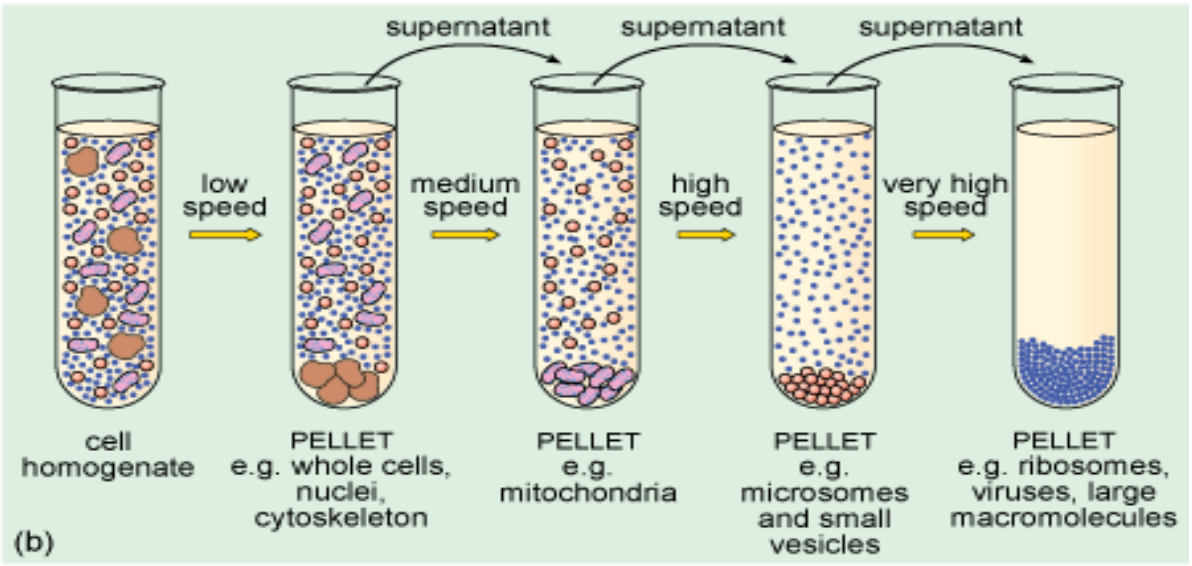
2- الطرد المركزي السكروزي المتدرج :- الطرد المركزي السكروزي المتدرج، هو نوع من الطرد المركزي غالباً ما يستخدم لتنقيه الفيروسات المغلفه (enveloped viruses)ذات كثافه (1,2-1,1 غ /سم مكعب)، والرايبوسومات، ولأغشية...ألخ. وهناك طريقتان من هذا النوع من الطرد وهما الطرد المركزي المتوازن، والطرد المركزي الغير متوازن.

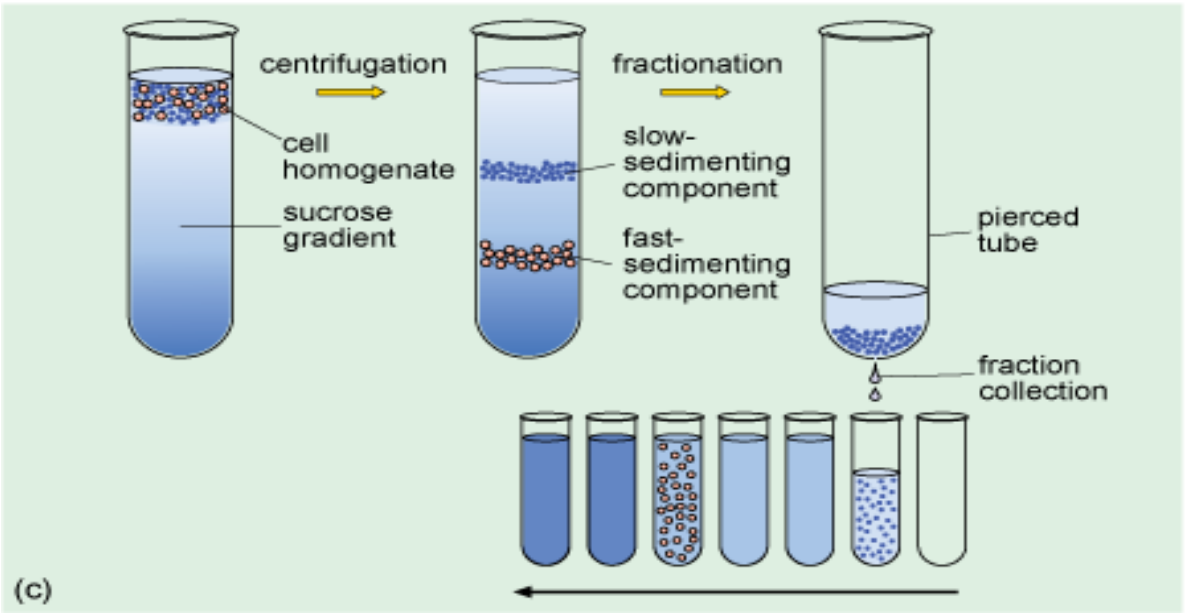
عادةً في الطرد المركزي المتوازن، يتم انشاء مستوى كثافة السكروز عن طريق اضافه تراكيز منخفضة من السكروز بلطف على تراكيز عاليه منه في انبوب الطرد المركزي. على سبيل المثال، قد تتكون المستويات من طبقات تمتد من 70% الى20% بحيث تكون كل طبقه 10% (وهذا متغير بدرجة كبيرة اعتماداً على العينة المراد تنقيتها



التجزئة الخلوية بواسطة ما فوق الطرد المركزي على وسط متدرج الكثافة


cell suspension or tissue
cells disrupted
cell homogenate containing organelles
(a)


supernatant
supernatant
supernatant
low speed
medium speed
high speed
very high speed
cell homogenate
PELLET e.g. whole cells, nuclei, cytoskeleton
PELLET e.g. mitochondria
PELLET e.g. microsomes and small vesicles
PELLET e.g. ribosomes, viruses, large macromolecules
(b)


centrifugation
fractionation
cell homogenate
sucrose gradient
slow-sedimenting component
fast-sedimenting component
pierced tube
fraction collection
(c)

التصوير الاشعاعي الذاتيAutoradiography:- عملية إجراء تصوير الإشعاع الذاتي؛ أي تصوير الأشعة الصادرة من داخل مادة مشعة. وتستعمل هذه الطريقة بالعيّنات المجهرية الخلوية. طريقة تبين مواقع الجزيئات المشعة في نموذج مشع .

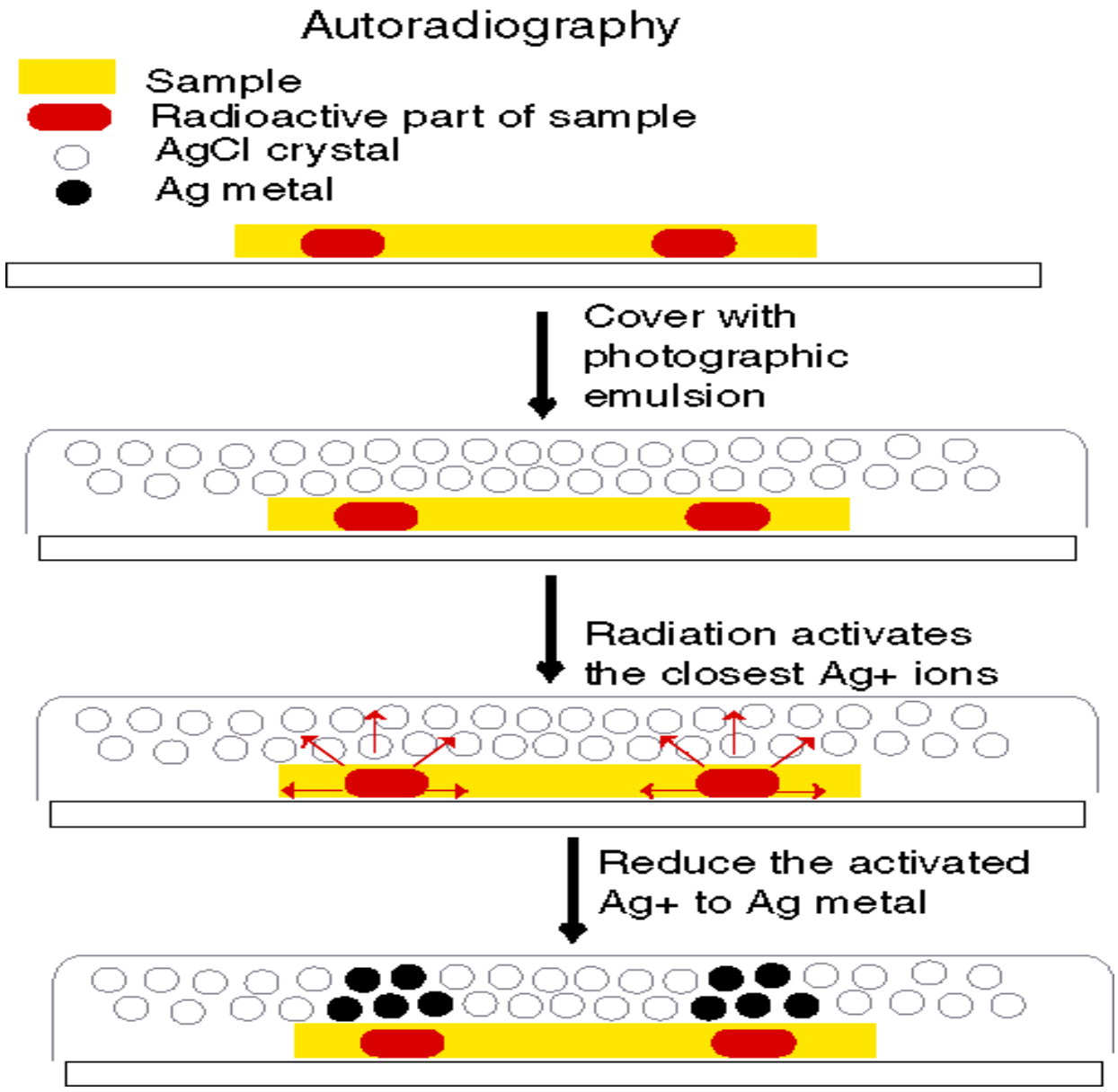
و المتمثلة في :

1- وسم المحضر(الخلية...) باستعمال النظائر المشعة و التي تتميز بإصدار إشعاعات معينة (α ,β,γ) .

2- وضع طبقة من مستحلب فوتوغرافي به مركبات الفضة مثل جيلا تين يحمل بلورات بروم الفضة AgBrعلى لوحة حساسة (لوحة تصويرية أي فيلم فوتوغرافي).

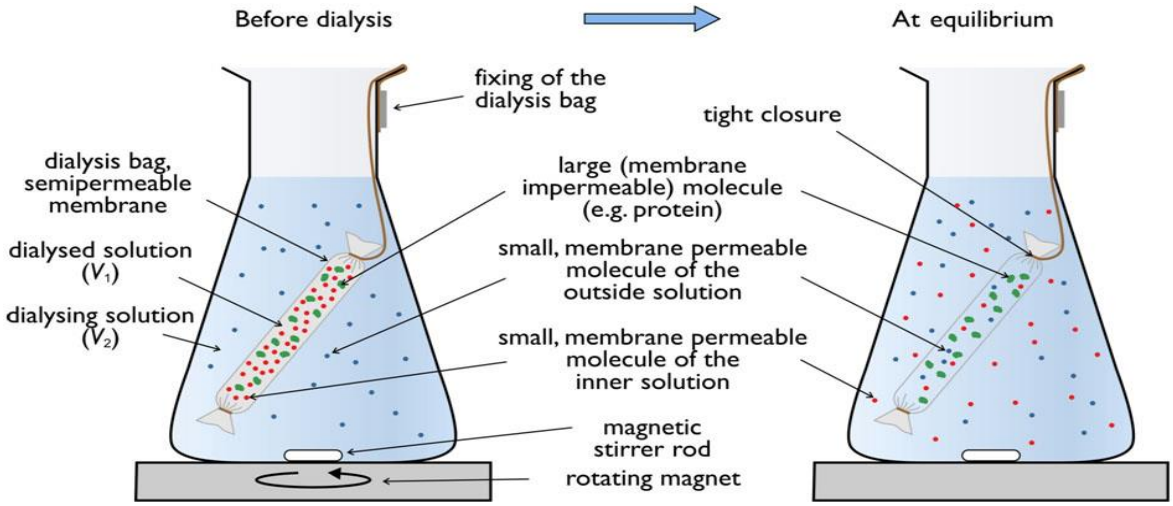
3- تصدر العناصر المشعة الموجودة في المحضر إشعاعات تؤثر على بروم الفضة حيث يحدث إرجاع شوارد الفضة بالإشعاعات الصادرة إلى فضة معدنية عالقة في الجيلاتين.

4- تظهر المناطق الموافقة لمناطق تواجد العنصر المشع في المحضر بقع بشكل حبيبات سوداء.



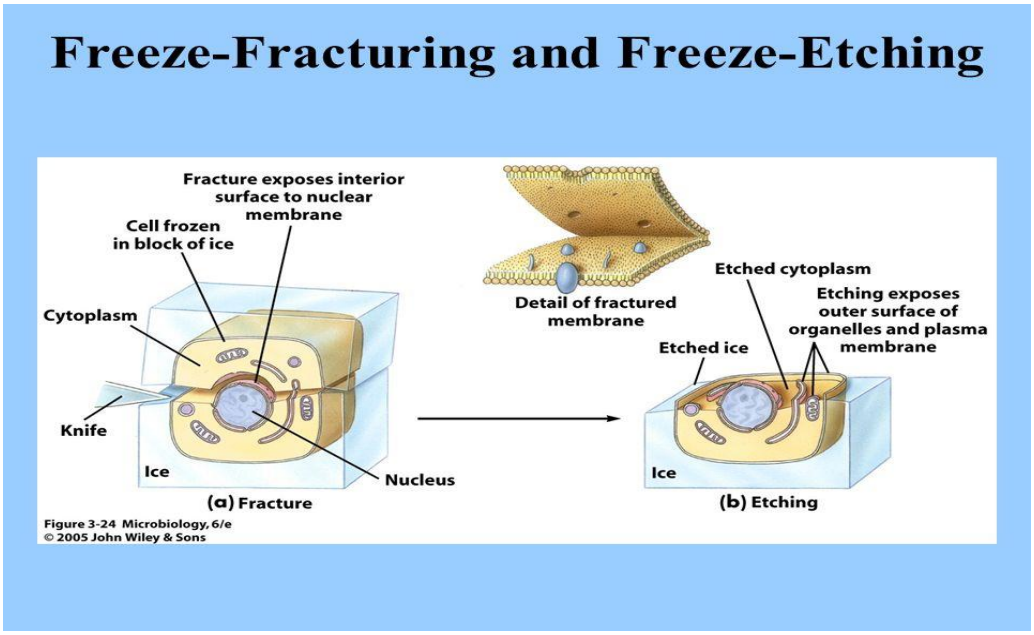
الديلزة Dialysis :- عملية تتضمن ازالة الأملاح عموما عن محاليلها وغالبا ما تستعمل الديلزة لإزالة الأملاح عن البروتينات بعد عملية الترسيب بهذه الأملاح حيث تستعمل أنابيب خاصة لهذا الغرض تسمى (tubes Dialysis) (وهي انابيب رقيقة تشبه أوراق السلفين مصممة لتحتوي على ثقوب أقطارها تقاس

بالانكستروميات. تختلف أقطار الثقوب في انابيب الديلزة وهذا يؤهلها لتستعمل في حجز البروتينات اعتمادا على أوزانها الجزيئية(اقطارها) كما تسمح تلك الاكياس بمرور جزيئات الاملاح من محلول (البروتين- الملح) إلى الخارج وباستبدال المحلول- ماء مقطر او منظم - باستمرار يتم إزالة جزيئات الاملاح نهائيا من البروتين



Freeze – etching

وتستخدم هذه الطريقة لدراسة الاغشية البايلوجية وتجري هذه الطريقة بالتجميد السريع للنموذج وتقطيعه بعد ذلك في جهاز تفريغ الغازات Vacumme عند درجة (-100)مْ ان سكينة القطع لا تستطيع تقطيع النموذج عند هذه الظروف غير انها تعمل على كسر النموذج على طول خطوط ضعيفة في ترابطها طبيعياً مثل الجزء الوسطي للغشاء البلازمي وتترك القطعة المكسرة في مفرغة الغازات لفترة مناسبة لكي يسمح لبعض الماء من التبخر من السطح المكشوف للخارج وهذا ما يؤدي الى انكماش المساحات الطرية للنموذج قليلاً. وتظلل السطوح المكشوفة للخارج بواسطة طبقة رقيقة جداً من عناصر ثقيلة مثل الكاربون والبلاتين لتزويده بالتباين المناسب يزال بعد ذلك النموذج بواسطة حوامض تاركة نسخة العنصر Metal copy التي يتم فحصها بواسطة المجهر الالكتروني الماسح او النفاذ.

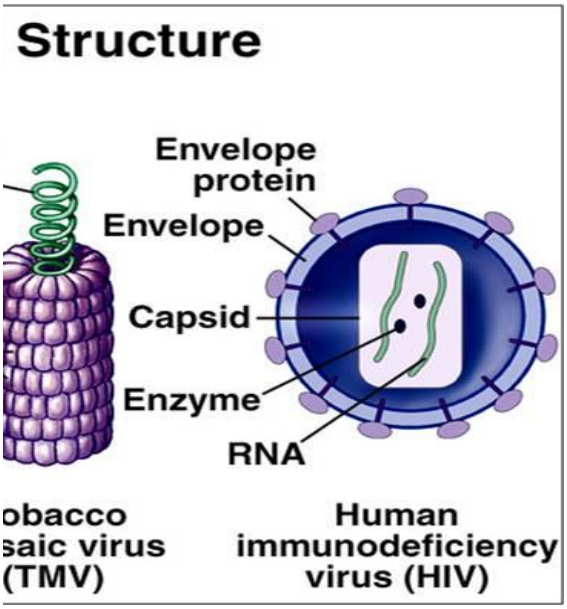


المحاضرة الرابعة لمادة علم الخلية CYTOLOGY الجزء النظري
قسم العلوم / الأحياء /المرحلة الثانية/الدراسة الصباحية والمسائية
اعداد أ.م.د.اسماء عزت سليم

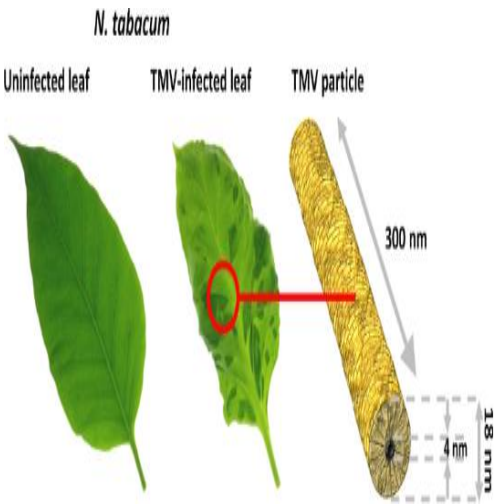
الفايروسات (Viruses):-

علم الفيروسات بالإنجليزية Virology :وهو العلم المختص بدراسة الفيروسات – دون المجهرية وجينات الجسيم
الطفيلية المحاطة بغلاف بروتيني والجسيمات الشبيهة بالفيروسات ، والذي يركز على الجوانب التالية من الفيروسات
هيكلها وبناءها ،التصنيف ،التطور، وطريقة اصابتها للخلية العائل واستغلالها في انتاج مادتها الوراثية في التكاثروتفاع
مع وظائف خلية العائل والمناعة ، والأمراض التي تسببها، وتقنيات العزل والزراعة ، و استخدامها في البحث والعلا
ويعتبر علم الفيروسات أحد فروع علم الاحياء الدقيقة) بالانجليزية microbiology : والطب

لا يمكن اعتبار الفيروسات كائنات حية وكذلك لا يمكن اعتبارها غير حية أو جماد. ويمكن أن نقول أنها تقع على الخط الفا
بين الحياة وبين الجماد، فهي تتبلور عندما تكون خارج عائلها. أما عندما تكون داخل عائلها فإنها تبدأ بالتكاثر وهذه ص
من صفات الكائنات الحية. والفيروسات صغيرة جداً يتراوح طولها بين 20 – 200 نانومتر تقريباً. وتختلف الفيروسات
أحجامها وأشكالها وتركيبها، ومعظمها عصوية الشكل (Rod-shaped) أو شبه كروية (Quasi-spherical). وتر
الفيروسات بسيط جداً، فهي تتركب بصفة عامة من لب (Core) يحتوي على حامض نووي، وتختلف الفيروسات
بعضها البعض من ناحية الحامض النووي فبعضها يحتوي على الحامض النووي (RNA) مثل فيروسات شلل الأطف
الحمى الصفراء، داء الكلب، الأنفلونزا، الحصبة وغيرها. والبعض الآخر يحتوي على الحامض النووي (DNA)
فيروس الجدري وفيروس الهربس وعدد من الفيروسات البكتيرية. ولا يوجد فيروس يحتوي على الحامضين معاً. و
معظم الفيروسات يكون الحامض النووي على هيئة جزيء واحد. يحيط بالحامض النووي غلاف بروتيني يعرف بالع
(Capsid) وهو يختلف حسب شكل الفيروس، فهو يكون على هيئة حلزون في الفيروسات العصوية، بينما يكون متسا
أو متجانس القياس (Isometric) ومتعدد الأوجه (Polyhedron) في الفيروسات ذات الشكل شبه الكروي. كما يو
لبعض الفيروسات ذيل.

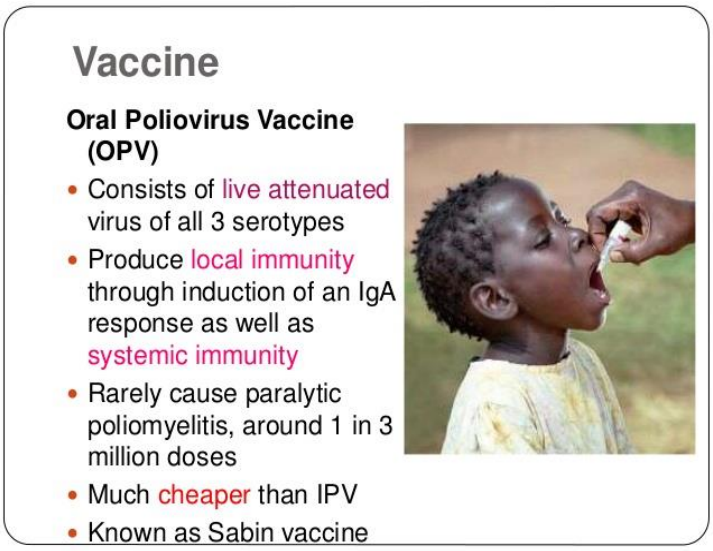


منذ اكتشاف أول الفيروسات وهو فيروس تبرقش الدخان أو التبغ
(Tobacco mosaic) بواسطة العالم الروسي ايفانوفسكي (ano



wski) سنة 1892م

فقد تم اكتشاف عدد كبير من الفيروسات والتي تسبب أمراض خطيرة لعائلها، فعلى سبيل المثال هناك العديد من الفيروس
تصيب الإنسان وتسبب له الكثير من الأمراض مثل شلل الأطفال والجدري، الحصبة، ، الأنفلونزا، الجدري المائي، النكا
الحصبة الألمانية، الهربس وأخيراً مرض الإيدز.



طفلة تعاني من تشوه ساقها اليمنى بسبب شلل الأطفال

الفيروسات فى الدراسات البيولوجية

استخدمت الفيروسات بسبب ميزتها في كونها انظمة بسيطة في كثير من الدراسات في الاحياء حيث يمكن استخدامها
والتحقيق في وظائف الخلايا وقد استخدمت الفيروسات على نطاق واسع في مجال الأبحاث الوراثية وفهم الجينات
الحمض النووي والنسخ وتشكيل الحمض النووي الريبي والترجمة وتشكيل البروتين وأساسيات علم المناعة.

1-الفيروسات واللقاحات:

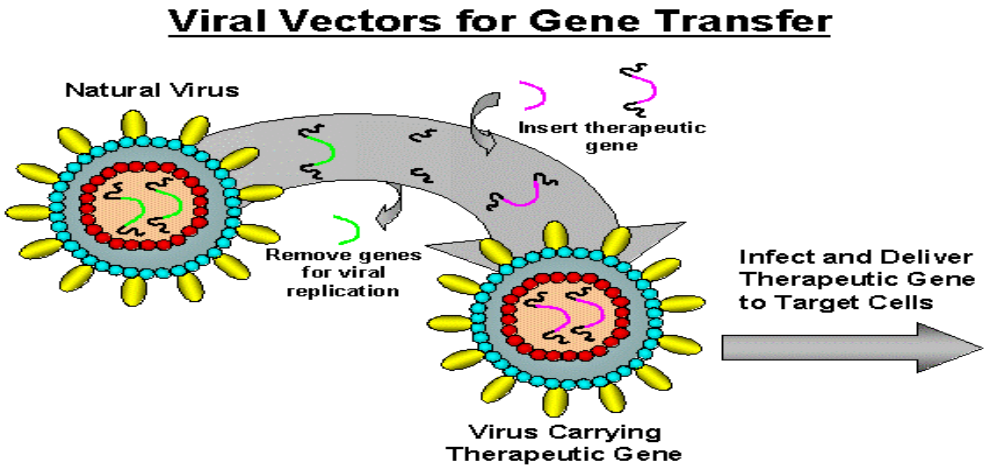
حيث يتم اعطاء الاشخاص لقاحات تحتوي على فيروسات ضعيفة او جزء من الفايروس حيث يقوم الجسم بتشكيل مناعة ض
الفايروس والتعرف عليه ومهاجمته في حال دخوله إلى الجسم مرة أخرى

2- الفيروسات في الزراعة

حيث يتم استخدام الهندسة الوراثية والتعديل على الجينات لتعديل الجينات التي سوف تقوم النباتات او الحيوانات بحملها وين
استخدام الفيروسات كناقلات لحمل الجينات المعدلة وراثيا وادخالها للنباتات او الحيوانات لجعلها أكثر انتاجا

3-الفيروسات في تكنولوجيا النانو

تعتمد تكنولوجيا النانو على استخدام الكائنات المجهرية ولها الكثير من الاستخدامات في مجال الاحياء والطب وفي مجال الهـ
الوراثية حيث يتم استخدام الفيروسات كناقلات للجينات المعدلة لداخل الخلايا المستهدفة.



وحدات القياس المجهري

يستخدم النظام المتري Metric system في قياس الأبعاد المجهرية، ووحدة هذا النظام

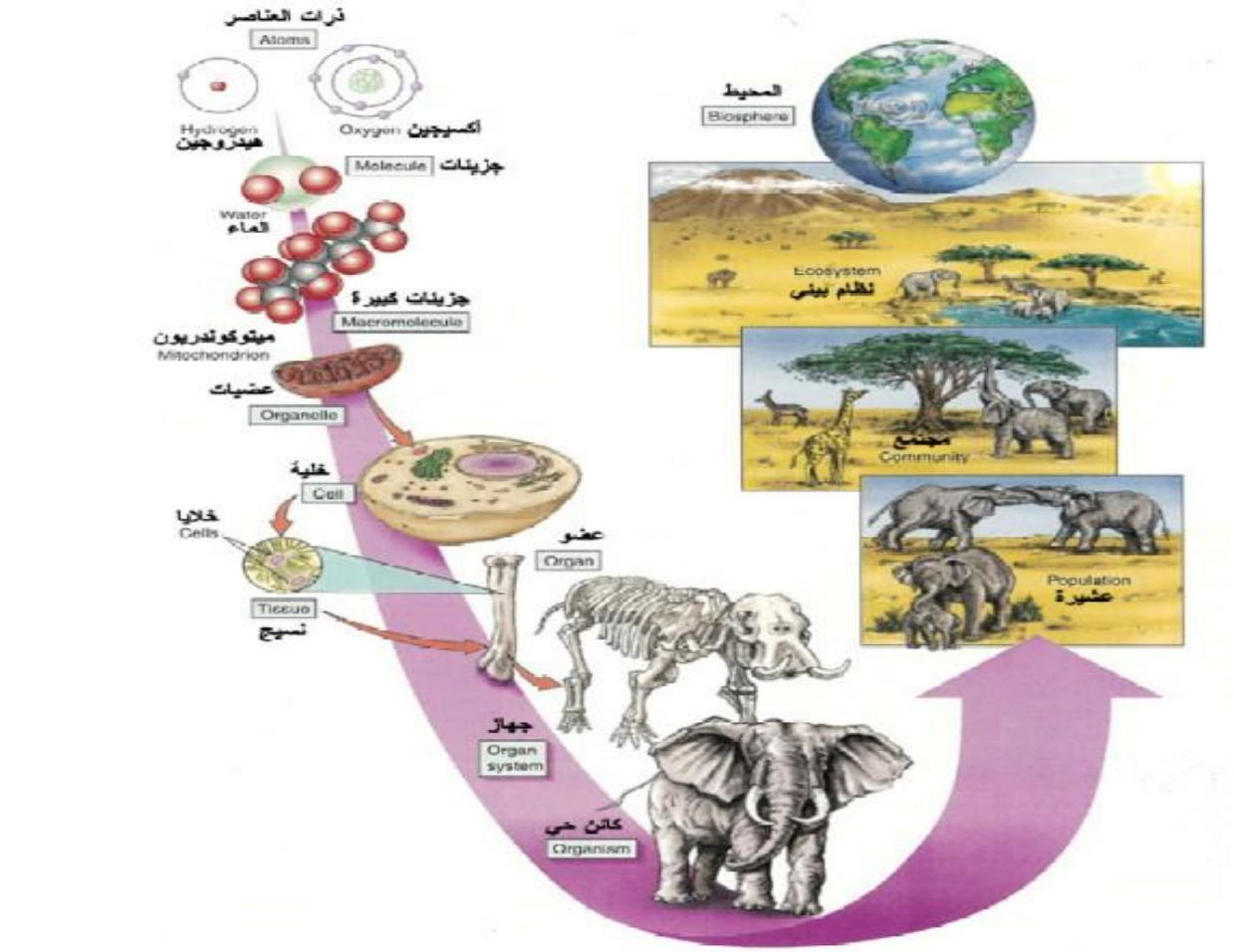
هي المتر ـ الديسمتر ـ السنتمتر ـ المليمتر، وكل وحده منها تنتسب إلى الأخرى بالمعامل 10،

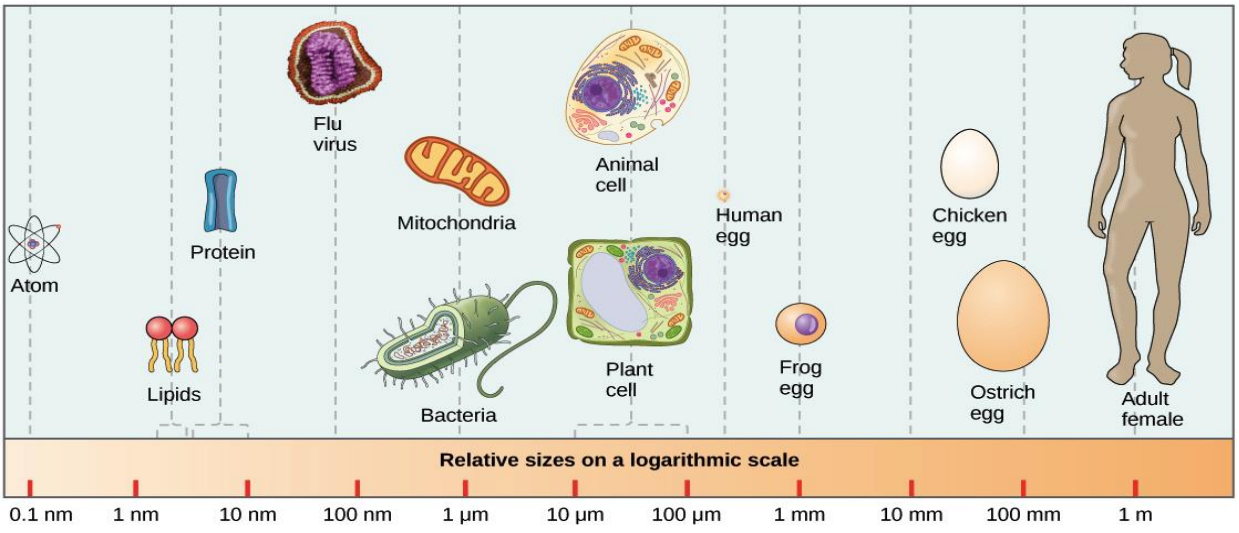
فمثلاً المتر= 10ديسم = 100سم = 1000ملم.

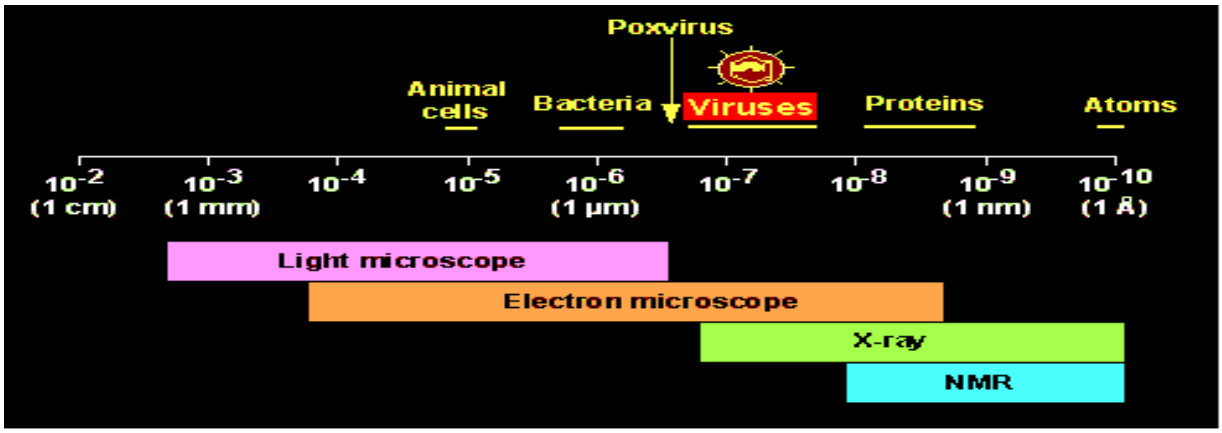
ونظرًا لأن الأحياء الدقيقة ومكوناتها التى تدرس بالمجهر متناهية الصغر، فإن الوحدات المستعملة فى قياسها هي وحـ
جدًا ومنها: الميكرومتر Micrometer، النانومتر Nanometer، الأنجستروم Angestrom.

Meter	1				
Centimeter	100	1			
Milimeter	1,000	10	1		
Micron	1,000,000	10,000	1,000	1	
Nanometer	1,000,000,000	10,000,000	1,000,000	1,000	1
Angstrom	10,000,000,000	100,000,000	10,000,000	10,000	10

Angstrom	1				
Nanometers	.1	1			
Microns	.0001	.001	1		
Milimeters	.0000001	.000001	.001	1	
Centimeters	.00000001	.0000001	.0001	.1	1
Meters	.0000000001	.000000001	.000001	.001	.01


ذرات العناصر
Atoms
Hydrogen
هيدروجين
Oxygen أكسيجين
Molecule جزيئات
Water
الماء
جزيئات كبيرة
Macromolecule
ميتوكوندريون
Mitochondrion
عضيات
Organelle
خلية
Cell
خلايا
Cells
Tissue
نسيج
عضو
Organ
جهاز
Organ system
كائن حي
Organism
المحيط
Biosphere
Ecosystem
نظام بيئي
مجتمع
Community
Population
عشيرة


Flu virus
Animal cell
Mitochondria
Human egg
Chicken egg
Protein
Atom
Lipids
Bacteria
Plant cell
Frog egg
Ostrich egg
Adult female
Relative sizes on a logarithmic scale
0.1 nm
1 nm
10 nm
100 nm
1 µm
10 µm
100 µm
1 mm
10 mm
100 mm
1 m



تصنيف الكائنات الحية TAXONOMT :-

تنوع المخلوقات الحية وتصنيفها

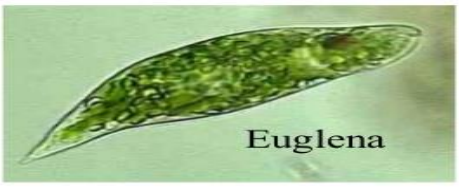
***يقدر العلماء عدد أنواع المخلوقات الحية بأكثر من 2.5 مليون نوع وبعض العلماء قرر أنه ربما يكون هناك أكثر من 20 مليون نوع غير معروفة ويكتشف العلماء منها سنوياً قرابة 15000 نوع. قال تعالى: ((ويخلق ما لا تعلمون.))**

***تختلف المخلوقات الحية من حيث:**

-1التركيب: فبعضها بسيط يتكون من خلية واحدة مثل الأميبا والبكتريا، والآخر يتكون من عدد كبير من الخلايا مثل الإنسان والأشجار.

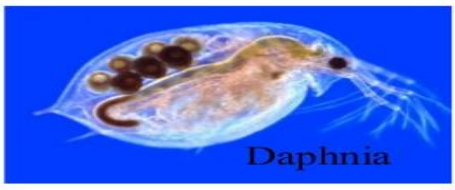
Unicellular

Organism with one cell

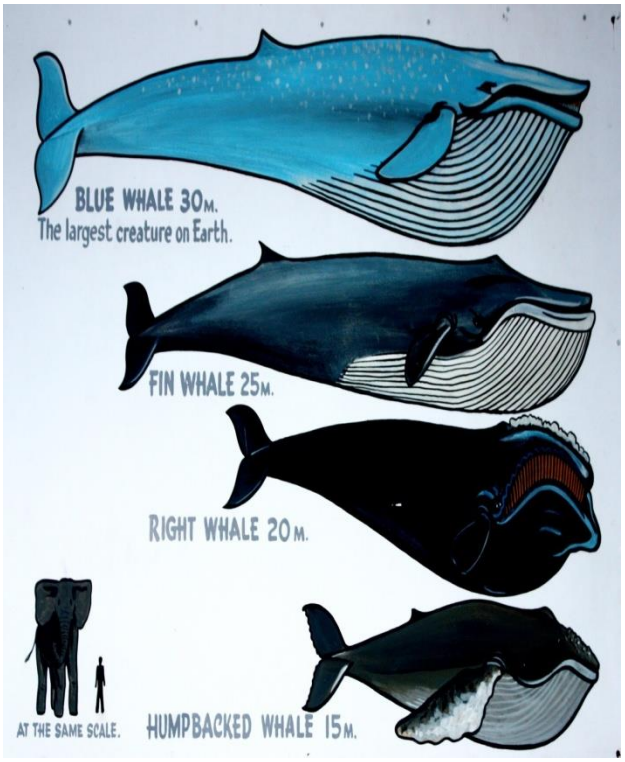


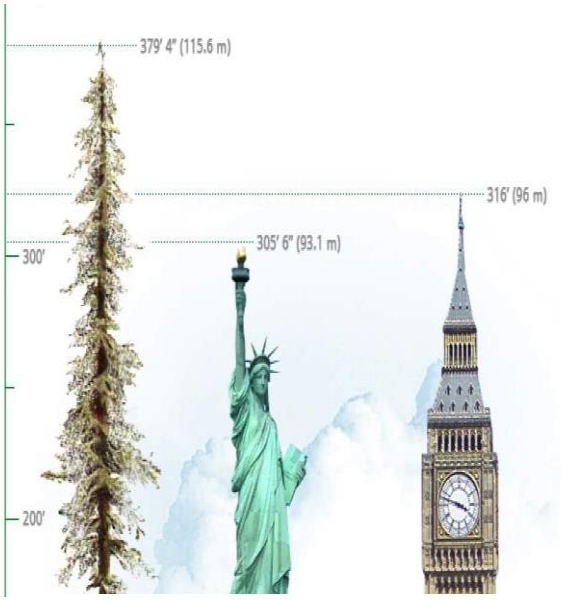
Multi-cellular

Organism with Two or more cells



-2الحجم: فبعضها لا يرى إلا بالمجهر مثل البكتريا والآخر كبير جداً مثل الحوت الذي قد يصل طوله إلى 30متراً وأشجار الصنوبريات التي قد يصل طولها إلى أكثر من 100متر مثل شجر الخشب الأحمر. كما أن بعض يعيش على اليابسة أو في الماء أو يطير في الهواء.





Height comparison of Hyperion against the Statue of Liberty and London's Big Ben. Hyperion is 379.7 feet (115.7 meters) tall, while the Statue of Liberty is standing at 305 feet 6 in (93.1 meters), and the Big Ben of London is 316 feet (96 meters).

التنوع في المخلوقات دفع العلماء للبحث عن طريقة لتصنيفها.

***التصنيف: هو تقسيم المخلوقات الحية إلى مجموعات حسب درجة التشابه في الشكل أو التراكيب أو الوظائف بين أفرا كل مجموعة.**

<u>علم التقسيم(التصنيف) TAXONOMY:</u> -

هو العلم الذي يعنى بتصنيف وترتيب الكائنات الحية من حيوان ونبات وكائنات دقيقة.
ويهدف هذا العلم إلى:
-1ترتيب وتصنيف الكائنات الحية في مجاميع متشابهة حتى يسهل دراستها.
-2يعني بتسميتها حتى يسهل التعرف عليها بين المشتغلين بعلوم الحياة.
-3كما يعني هذا العلم بالكشف و الإشارة الى درجة التشابه والاختلاف بين مجاميع الكائنات المختلفة وما يترتب على التشابه والاختلاف من علاقة بين هذه المجاميع.

<u>ان تصنيف الكائنات الحية امر ضروي وهام جداً؟</u>

فهو يسهل دراسة الكائنات الحية والتعرف عليها ومن اشهر من قام بتصنيف الكائنات الحية هو السويدي كارلوس لينيوس الذي وضع نظاما عالميا للتصنيف
تاريخ علم التصنيف (التصنيف القديم):-

✓ قام الإنسان بدراسة المخلوقات وصنفها حسب أهميتها الاقتصادية إلى مفيدة وعديمة الفائدة. وكان العالم اليوناني أرسطو (350 قبل الميلاد) وتلميذه ثيوفراستس أول من قام بتصنيف مفصل للمخلوقات الحية فصنفا النباتات إلى أشجار وشجيرات وأعشاب والحيوانات إلى مائية وبرية وطائرة. (هذا التصنيف مبني على الملاحظة)

✓ المسلمون نقلوا علوم اليونان وأضافوا إليها ونقدوها . ويعتبر المسلمون أول من جعل للتركيب والوظيفة أهمية في علم التصنيف.

❖ أبو منصور ألف كتاباً ضمنه خواص النباتات الطبيعية

❖ ابن سيناء ألف كتاباً عن خواص النباتات الطبية أيضاً وقد ترجم كتابه إلى لغات أكثر من 20 مرة،

❖ وابن البيطار ألف كتابين هما (الجامع) و(المغني) شرح فيهما نباتات بيئته ووصف أشكالها وفوائدها،

❖ والجاحظ ألف كتاب (الحيوان) سنة 233هـ وفيه أجناس الحيوان وبيئته وسلوكه.

❖ يعتبر الغساني أول من بحث في أسس تصنيف النباتات كما ورد في كتابه (حديقة الأزهار في ماهية العشب والعقار).

وبقيت الأمور على هذا النحو حتى القرن الـ 17م حيث حاول العالم الإنجليزي (راي) أن يقوم بأول تصنيف علمي ولكنه ل

وفي منتصف القرن الـ 18م جاء العالم النباتي السويدي (كارلوس لينيوس) ووضع نظاماً عالمياً للتصنيف. ويذكر أن لين

مجموعة من النباتات وصنفها في مجموعات وقد قامت بلدية مدينة أبسالا بالحفاظ على هذه الحديقة وزرعت النباتات نف

ترتيب لينيوس.

المبادئ الأساسية في علم التصنيف:-

المبدأ الأول :استعمال اللغة اللاتينية في التسمية.

المبدأ الثاني :استعمال التسمية الثنائية لوصف المخلوقات أي أن الاسم الذي يطلق على المخلوق يتكون من كلمتين:

الأولى: اسم الجنس ويبدأ بحرف كبير. والثانية: اسم النوع ويبدأ بحرف صغير.

النظام الثنائي للتسمية (The Binomial System of Nomenclature)

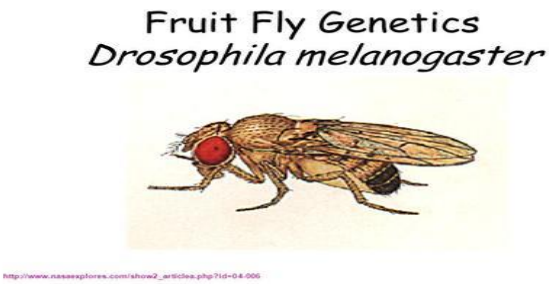
يعطى الاسم العلمي (Scientific name) لأي كائن حي يكتشف لأول مرة بإتباع النظام الثنائي للتسمية. ويعتبر العالم لينيـ (Linnaeus) أول من وضع هذا النظام. والذي ينص على أن كل كائن حي يطلق عليه اسماً ثنائياً مكوناً على النحو التال

1 – الاسم الأول وهو اسم الجنس (Genus name)، الذي ينتمي إليه هذا الكائن، ويبدأ دائماً بحرف كبير apital .Latter)

2 – الاسم الثاني وهو الاسم أو اللقب النوعي (Specific name)، أي الاسم الخاص بالكائن، ويبدأ بحرف صغير. والاسم معاً (الجنس والنوع) هما الاسم العلمي للكائن الحي، ويكتبان بحروف مائلة أو يوضع تحتهما خط.

مثال:

- الإنسان *(Homo sapiens)*. وهذا يعني لغوياً " الإنسان المفكر "
- ذبابة الفاكهة *(Dorosophila melanogaster)*.

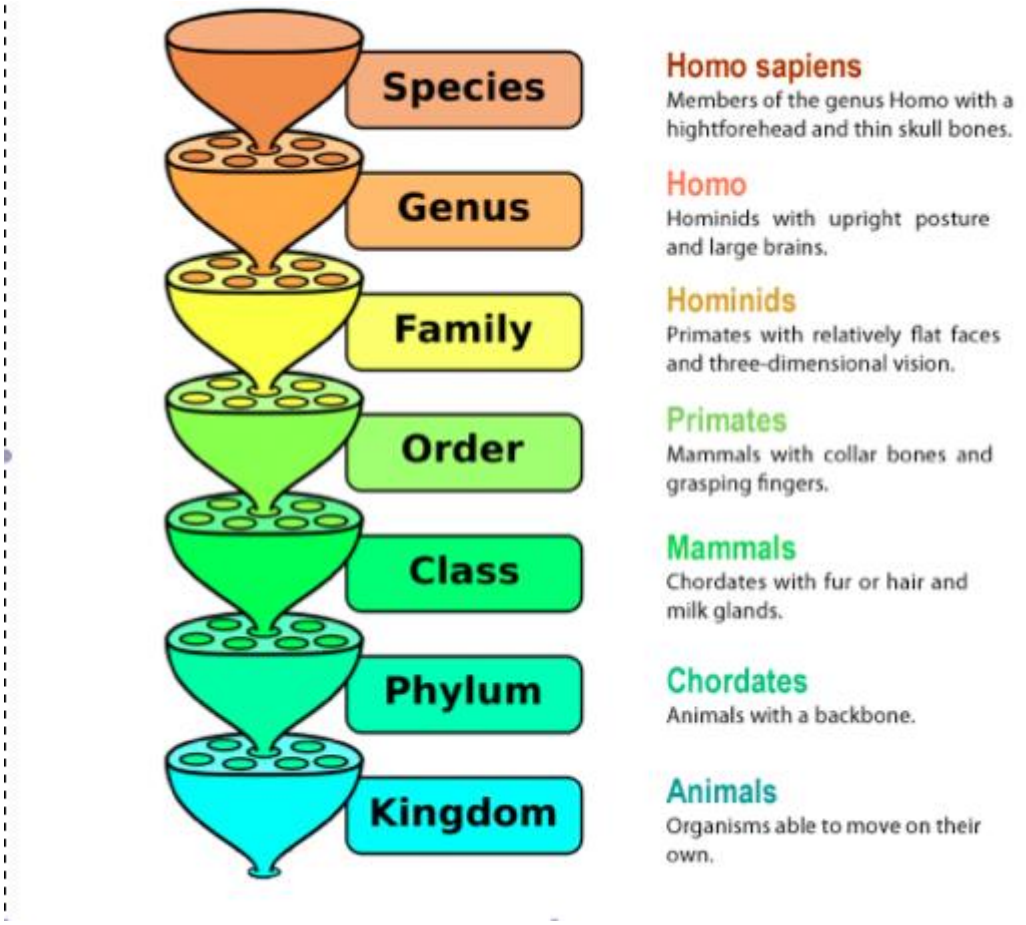


- **الذرة الشامي *(Zea mays)*.**

وتكتب الأسماء العلمية للكائنات الحية بصيغة مشتقة من جذور اللغة اللاتينية أو بصيغة لاتينية لاسم العالم المكتشف للك لأول مرة أو بنسبة ذلك للمكان أو إحدى الصفات المميزة للكائن وذلك للأسباب التالية:

لأنها كانت لغة عالمية للعلماء عندما وضع نظام التسمية الثنائي.
أما حالياً فهي لغة بائدة غير قابلة للتغيير وهذا يضمن ثبات الاسم وعدم تغيره.
كما أن ذلك يعطي لكل كائن اسماً علمياً معتمداً بين العلماء ومتعارف عليه بينهم بعكس الأسماء الدارجة ommon names) بين البدو والحضر التي تتغير من مكان لآخر بحيث يمكن أن يطلق عدة أسماء لنفس الكائن بين الشعوب والقبا المختلفة.
المبدأ الثالث :استعمال المراتب التصنيفية وهي مرتبة كالتالي:

مملكة ،شعبة ، طائفة ، رتبة ، فصيلة (عائلة)، جنس ،نوع



طوائف التصنيف : Categories of classification :-

1-النوع :(Species) مجموعة من الكائنات المتشابهة في جميع صفاتها تتلاقح فيما بينها ولا تتلاقح مع الأنواع المختلفة الأخرى.

2-الجنس : (Genus) وتضم كل الأنواع المتشابهة في جنس واحد.

3-العائلة : (Family) تضم كل الأجناس المتشابهة في عائلة واحدة.

4-الرتبة : (Order) تضم كل العوائل المتشابهة في رتبة واحدة.

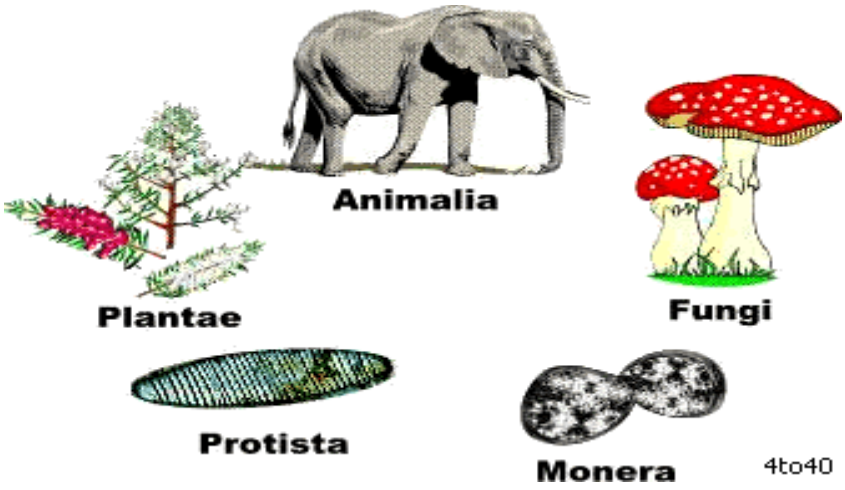
5-الطائفة : (Class) تضم كل الرتب المتشابهة في طائفة واحدة.

6-الشعبة : (Phylum) تضم كل الطوائف المتشابهة في شعبة واحدة

- اكتشف لوفنهوك المخلوقات الحية الدقيقة 0 ووجد أن عدداً من هذه المخلوقات يحتوي على صفات حيوانية ونباتية مثل اليوجلينا فاعتبرها علماء الحيوان حيواناً لكونها تتحرك كالحيوانات واعتبرها علماء النبات نباتاً لأنها ذاتية التغذية.
- في عام 1969م اقترح العالم وايتكر نظاماً حديثاً في التصنيف حيث صنف المخلوقات في 5 ممالك وقد اعتمد هذا التصنيف على
- الصفات الخلوية
- صفات النواة
- صفات ونتائج الدراسات البيوكيميائية
- الدراسات الوراثة و دراسات المجهر الإلكتروني

فبالإضافة إلى المملكة الحيوانية والنباتية استحدث وايتكر 3 ممالك جديدة هي:

1-مملكة البدائيات .
2-مملكة الفطريات.
3-مملكة الطلائعيات.



أسس تصنيف المخلوقات الحية:

1-الصفات النووية.
2-النواحي التشريحية وتركيب الخلايا .
3-الصفات الخلوية .
4-نتيجة الدراسات الوراثية ودراسات المجهر الإلكتروني .
5-التشابه التركيبي .
6-تشابه أعضاء التكاثر .
7-طرق التغذية: وهي ذاتية وغير ذاتية.

وسوف نستعرض هنا التصنيف الحديث للكائنات الحية الذي اقترحه واتكر0

1- MONERAمملكة البدائيات

وهي المملكة الأكثر بدائية في الكائنات الحية حيث يفتقر أفراد هذه المملكة إلى نواة حقيقية ذات غشاء يفصل محتوياتها عن السيتوبلازم و كذلك تفتقر إلى عضيات منفصلة ذات أغشية خاصة مثل تلك الموجودة لدى الكائنات الأرقى .

ولذلك يعرف أفراد هذه المملكة على أنها كائنات بدائية النواة أو غير حقيقية prokaryotes وتمثلها البكتريا بأنواعه والبكتريا الخضراء cyanobacteria.التي تعرف باسم السيانوباكتريا

2-PROTISTAمملكة الطلائعيات

وهذه الكائنات تمثل بداية الكائنات ذات الخلايا حقيقية النواة eukaryotes والتي تملك نواة حقيقية بالإضافة إلى عضيات مختلفة ذات أغشية خاصة موجودة في السيتوبلازم مثل الميتوكوندريا والبلاستيدات والشبكة الإندوبلازمية وأجسام كولجي وغيرها.

وتضم هذه المملكة كائنات وحيدة الخلية مثل اللحميات والبوغيات والسوطيات والهدبيات وأخرى عديدة الخلايا بالإضافة إلى أشكال أخرى من الكائنات التي تعيش فيما يسمى بنظام المستعمراتcolonies

ومن الأمثلة الشائعة على أفراد هذه المملكة الأميبيا ، البلازموديوم ، الباراميسيوم ، اليوجلينا وأنواع الطحالب المختلفة مثل سبيروجيرا وغيرها.

3-FUNGIمملكة الفطريات

وتضم هذه المملكة الكائنات الحيةالحقيقية النواة والتي لا تحتوي على اليخضور وبعضها وحيدة الخلية وبعضها عديدة الخلايا وهي كأئنات ثالوسية اي لا تتميزإلى جذور وسيقان واوراق والفطريات تنقسم الى عدة اقسام منها مثل الفطريا الزقية والزيجوتية والفطريا البازيدية والفطريات الكيسية والفطريات الناقصة ومعظم أفرادها تقريباً كائنات متعددة الخلايا والقليل منها وحيد الخلية مثل الخميرة yeast

وللفطريات أهمية خاصة من نواحي بيئية وصناعية وطبية فالفطريات تعتبر المسئول الرئيسي عن تحلل أجسام الكائنات الميتة وتحويلها إلى عناصرها الأولية كما أن صناعة الكحول والخبز والأجبان تعتمد على الفطريات بالإضافة إلى أن أول مضاد حيوي ظهر في العصر الحديث وهو البنسلين مستخرج من فطر يسمى البنسيليوم .

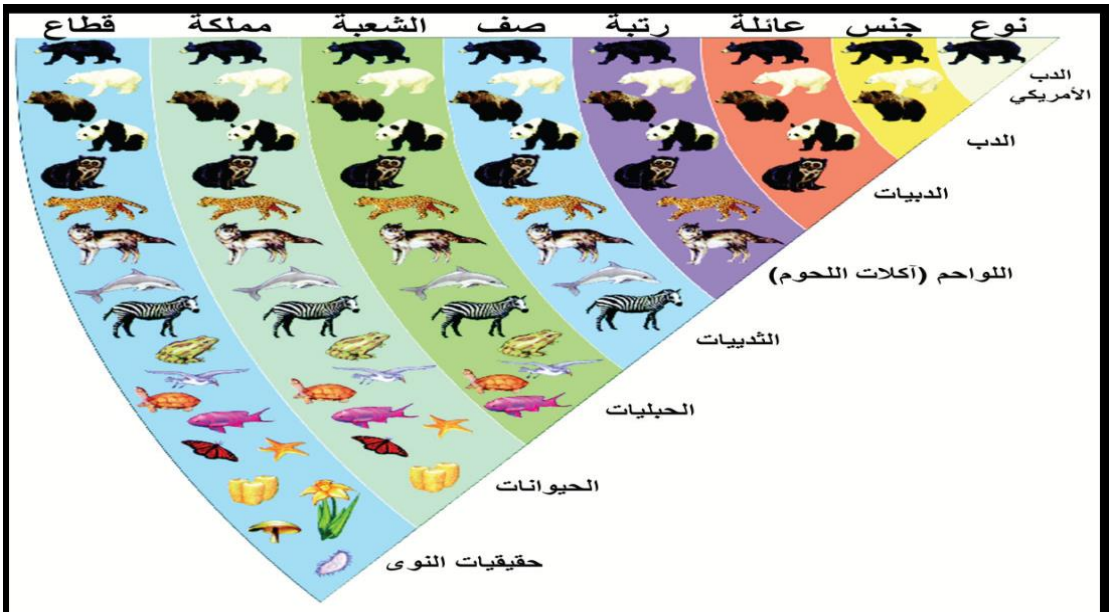
وبعض الفطريات قد يتطفل على الإنسان والحيوان وا لنبات مسبباً مشاكل صحية للإنسان وخسائر جسيمة في المزروعات وفي الإنتاج الحيواني.

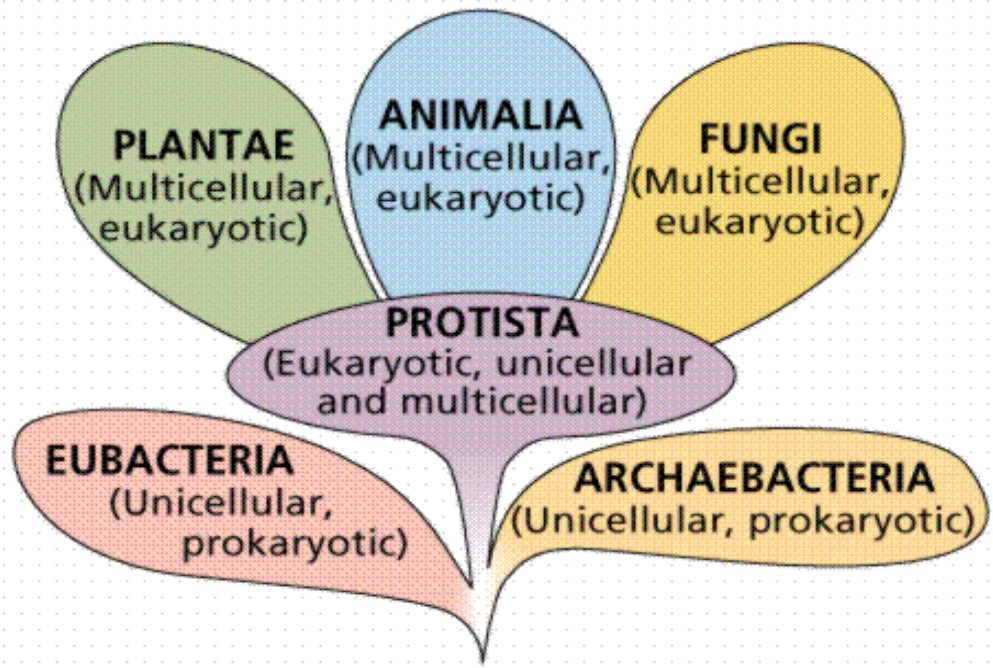
PLANTEA-4مملكة النبات

وهي تضم الكائنات التي تتغذى تغذية ذاتية وعديدة الخلايا مثا الحزازيات والوعائيات والطحالب عديدة الخلايا

ANIMALEA-5مملكة الحيوان

وهي تضم 9شعب من الحيوانات وهي الإسفجيات - اللاسعات- الديدان الإسطوانية- الديدان الحلقية - الديدان المفلطحة - المفصليات - الرخويات - الشوك جلديات- الحبليات





مبنى الخلية ومحتوياتها:-

تختلف الخلايا من حيث شكلها و بنيتها تبعا لأماكن تواجدها في الجسم و وظائفها الحيوية ، فبعضها يتخذ أشكالا متباينة كما هي الحال في خلايا (كريات) الدم البيضاء التي تتحرك حركة أميبية و تتشكل بأشكال مختلفة ، و البعض الآخر له شكل ثابت ، مثل الخلايا المنوية و الخلايا البيضية ، و الخلايا العصبية .

كذلك تختلف الخلايا في الحجم عن بعضها البعض ، ففي جسم الإنسان مثلا يتراوح حجم الخلايا ما بين 200 و 15000 ميكرون ، و الميكرون = 0.001 من المليمتر . و في الطيور توجد خلايا ترى بالعين المجردة مثل خلايا البيضة ، و بجانب ذلك توجد خلايا مثل الخلايا العصبية يبلغ طولها إلى عدة أقدام

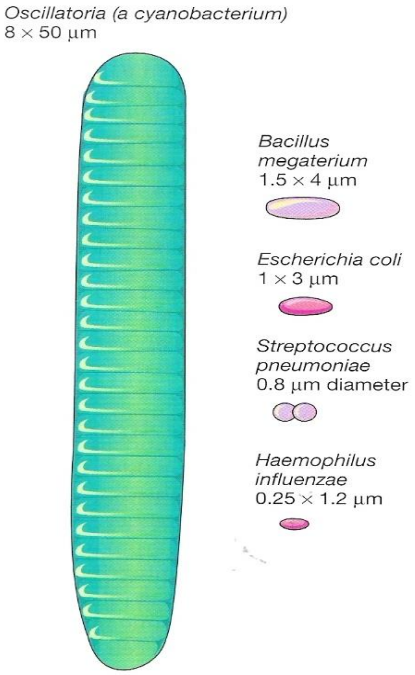
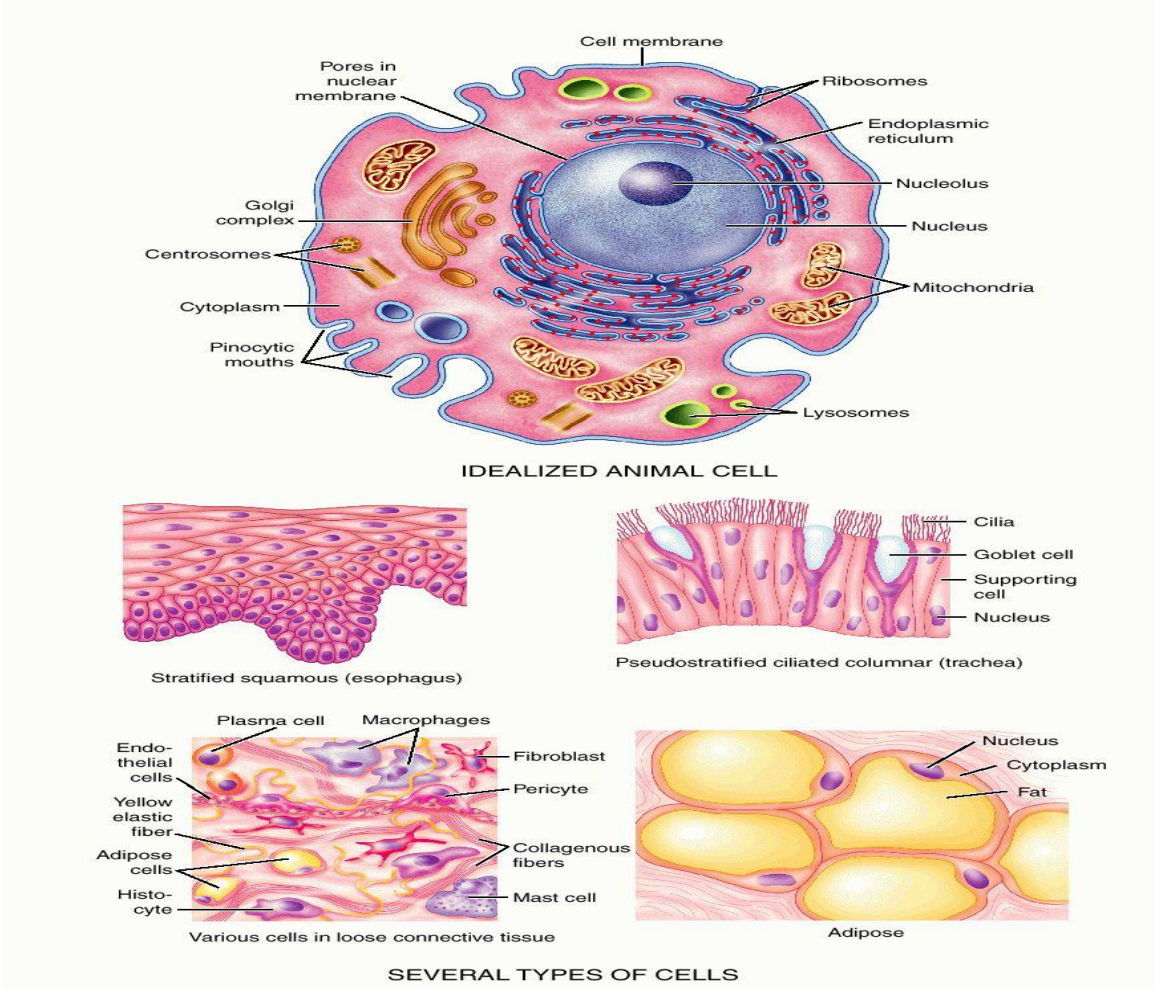
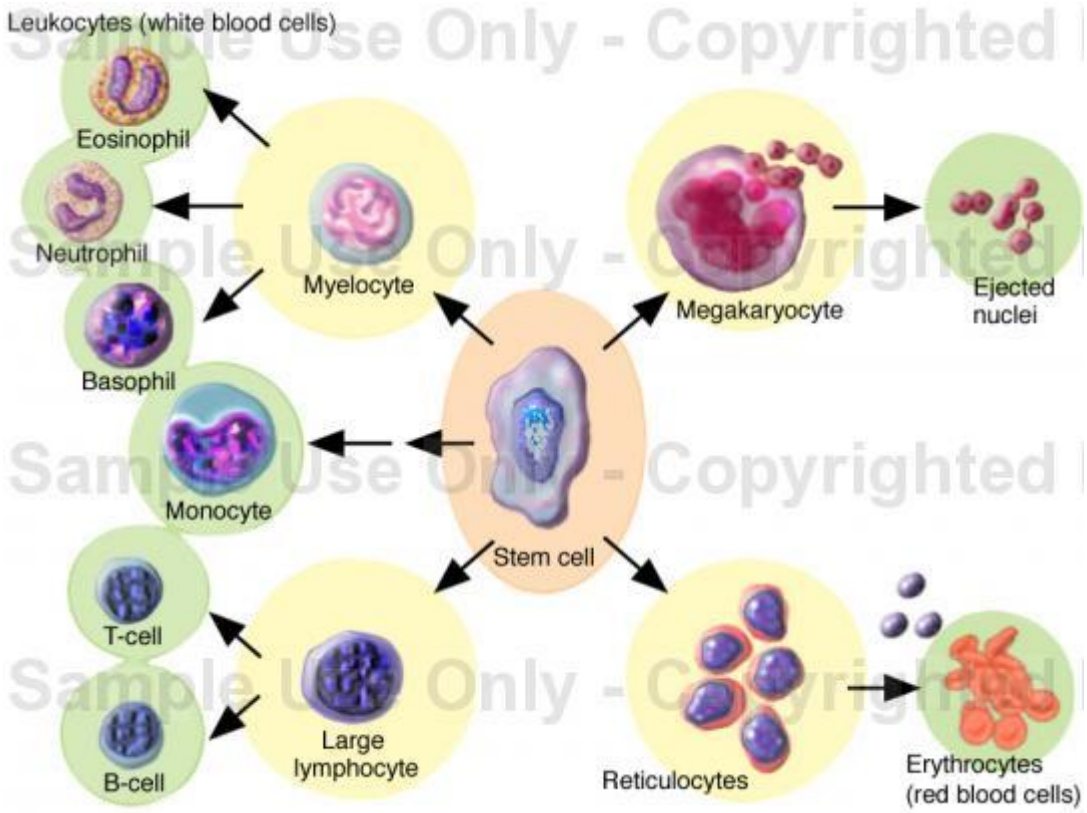


FIGURE 3.14 Comparison of sizes of a variety of prokaryotes. Most known prokaryotes have cell diameters in the range of 0.5–2 μm.

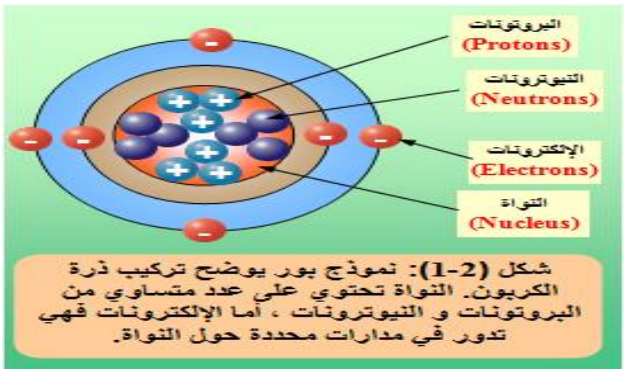




Sample Use Only - Copyrighted

أولا: ذرات العناصر التي تدخل في تركيب الكائن الحي:

- الذرة أصغر وحدة تدخل في تركيب أي عنصر كيميائي.وقد اقترح عالم الفيزياء نيلس بور (Bohr Niels) سنة 1913م نموذج لتركيب الذرة.



شكل (2-1): نموذج بور يوضح تركيب ذرة الكربون. النواة تحتوي على عدد متساوي من البروتونات و النيوترونات ، أما الإلكترونات فهي تدور في مدارات محددة حول النواة.

- كل عنصر كيميائي يتكون من ذرات متشابهة وتختلف عن بعضها البعض في عدد جسيمات البروتونات والالكترونات.

- ذرات العناصر هي أبسط مكونات الكائن الحي.

- هناك ست من العناصر توجد دائما وأبدا في أي كائن حي سواء كان بكتيريا أو إنسان وهي:

العناصر الضرورية (Essential elements) :

العناصر الضرورية	نسبة وجوده في جسم الإنسان	الأهمية الحيوية
الكربون(C)	**18%**	**العنصر الأساسي في تركيب جميع الجزيئات العضوية حيث يمثل العمود الفقري لها.**
الأوكسجين(O)	**65%**	ضروري للتنفس الخلوي ومكون أساسي في تركيب الماء ومعظم الجزيئات العضوية.

الهيدروجين(H)	**10%**	**مكون أساسي في تركيب الماء ومعظم الجزيئات العضوية.**
النيتروجين(N)	**3%**	**يدخل في تركيب جميع البروتينات و الأحماض النووية.**
الفوسفور(P)	**1%**	**من مكونات الأحماض النووية، وعنصر تركيبي في العظام، وهام في تحويل الطاقة.**
الكبريت(S)	**0.3%**	**يدخل في تركيب معظم البروتينات.**

وهناك عناصر تختلف في وجودها من كائن إلى آخر وهي:

العناصر المتفاوتة الوجود Variable elements:

العناصر المتفاوتة الوجود	نسبة وجوده في جسم الإنسان	الأهمية الحيوية
البوتاسيوم(K)	0.4%	أيون موجب رئيسي يوجد داخل الخلايا حيث له دور هام في الوظائف العصبية ، وانقباض العضلات.
الكالسيوم(Ca)	1.5%	عنصر تركيبي في العظام و الأسنان ، وفي جدر الخلايا النباتية. كما أن له دور هام في توصيل التيارات العصبية ، وتجلط الدم.
الصوديوم(Na)	0.2%	أيون موجب رئيسي له دور هام في حفظ توازن السوائل داخل وخارج الخلية ، وعنصر أساسي في توصيل التيارات العصبية.
الماغنسيوم(Mg)	0.1%	عنصر ضروري في الدم وأنسجة الجسم. ومكون هام في العديد من الأنظمة الإنزيمية، وفي الكلوروفيل.
الكلور(Cl)	0.1%	أيون سالب رئيسي له دور هام في حفظ توازن السوائل داخل وخارج الخلية.
الحديد(Fe)	بنسب قليلة	يدخل في تكوين الهيموجلوبين والميوجلوبين، وفي عدد معين الإنزيمات.

هناك عناصر ضئيلة جدا ويوجد إحداها أو بعضها في كائنات معينة دون غيرها وهي:

الآثار الفلزية (Trace elements):

الآثار الفلزية	الأهمية الحيوية
ألايودين	**يدخل في تركيب بعض انواع الهرمونات.**
الفلورين	**يدخل في تركيب العظام والأسنان. ويساعد على مقاومة الترسبات الجيرية على الأسنان.**
الزنك	**عنصر محفز للعديد من الإنزيمات.**
المنجنيز	**يعمل على تنشيط إنزيمات معينة.**
السليكون	**تتطلب وجوده بعض الإنزيمات في كريات الدم الحمراء.**
النحاس	**مرافق إنزيمي لبعض الإنزيمات.**
وعناصر أخرى.	

جميع هذه العناصر موجود في أرضنا التي نعيش وتعيش جميع الكائنات الحية عليها.

ثانيا: جزئيات المركبات التي تدخل في تركيب الكائن الحي:

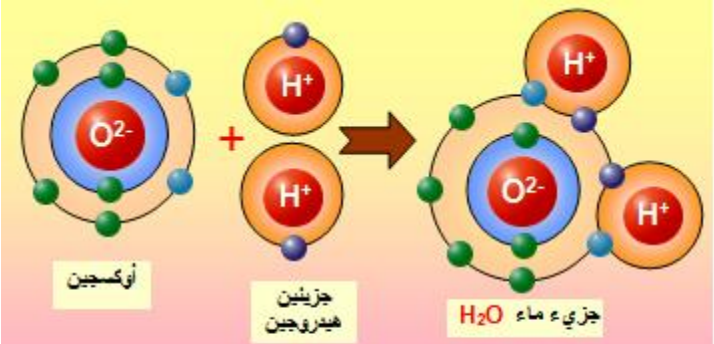
قبل أن نتكلم عن تركيب الجزيئات التي تدخل في تركيب الكائنات الحية يجب أولا أن نتعرف على الروابط الكيميائية التي تعمل على تشكيل هذه الجزيئات.

1- الروابط الكيميائية (Chemical bonds)

تتفاعل ذرات العناصر مع بعضها البعض لتكون ما يعرف بالجزيئات (Molecules). حيث أن معظم الجزيئات تتكون من ارتباط ذرات عناصر مختلفة، ويعتمد الارتباط بين هذه العناصر على عدد الالكترونات في مستوى الطاقة الأخير لكل ذرة. ويعرف التفاعل بين ذرات هذه العناصر بالروابط الكيميائية (Chemical bonds). وهناك عدة أنواع من هذه الروابط الكيميائية وهي على النحو التالي:

أولاً:الروابط التساهمية (Covalent bonds)

تعرف بأنها روابط كيميائية تتشكل نتيجة للمساهمة بين ذرات العناصر بزوج أو أكثر من الالكترونات في المدار الخارجي للطاقة لكي تصبح هذه الذرات مشبعة الكترونياً. ومن الأمثلة على ذلك تكوين الماء.



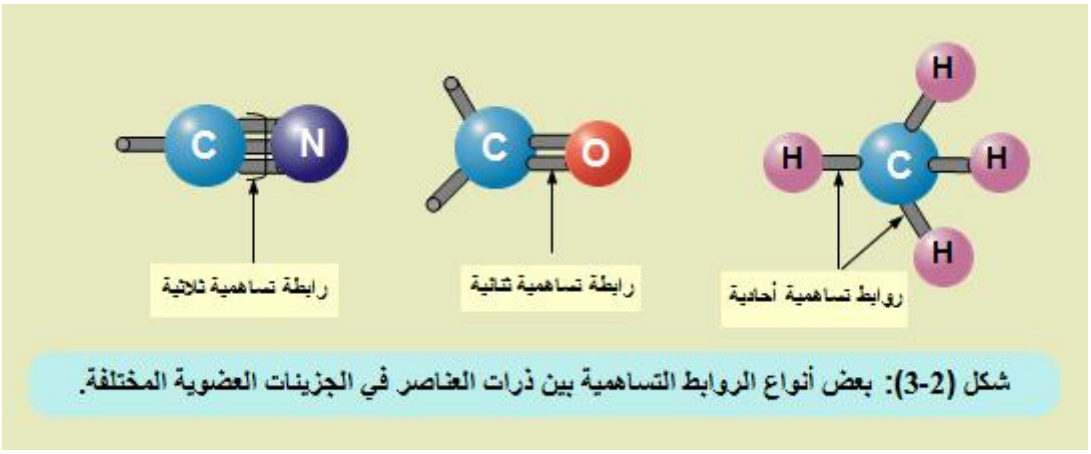
شكل (2-2): كيفية تكوين الرابطة التساهمية بين ذرتي هيدروجين مع ذرة أكسجين لتكوين جزيء ماء. وذلك بواسطة اشتراك الإلكترونات في المدارات الخارجية للذرات.

*** أشكال الروابط التساهمية ..**

1- رابطة تساهمية أحادية (bonds Single).

2- رابطة تساهمية ثنائية أو مزدوجة (bonds Double).

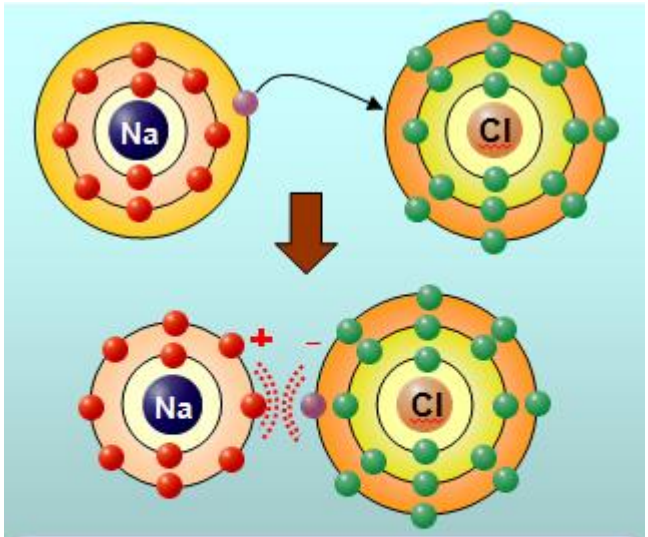
3- رابطة تساهمية ثلاثية (bonds Triple).



شكل (2-3): بعض أنواع الروابط التساهمية بين ذرات العناصر في الجزيئات العضوية المختلفة.

ثانياً: الروابط الأيونية (Ionic bonds)

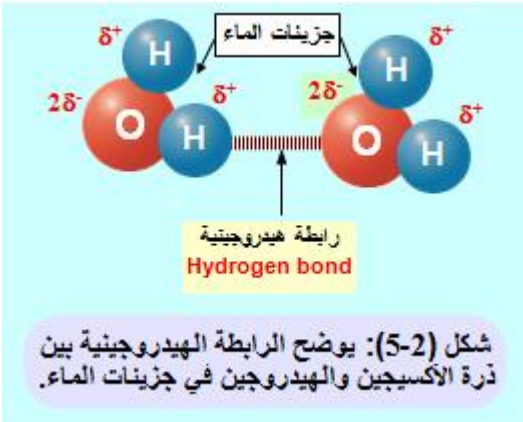
في هذا النوع من الروابط نجد أن ذرات بعض العناصر تكون أكثر ثباتاً عندما يكون مستوى الطاقة الخارجي لها مشبعاً بالالكترونات. لذلك تميل هذه العناصر إلى فقد أو كسب بعض الالكترونات وذلك بالتفاعل مع ذرات العناصر الأخرى. مثال ذلك التفاعل بين الصوديوم و الكلور.



شكل (2-4): كيفية تكوين الرابطة الأيونية بين ذرة الصوديوم و ذرة الكلور. حيث تتم بانتقال إلكترون من المدار الخارجي لذرة الصوديوم إلى المدار الخارجي لذرة الكلور ، لتصبح الذرتين متأينة.

ثالثا : الروابط الهيدروجينية (Hydrogen)

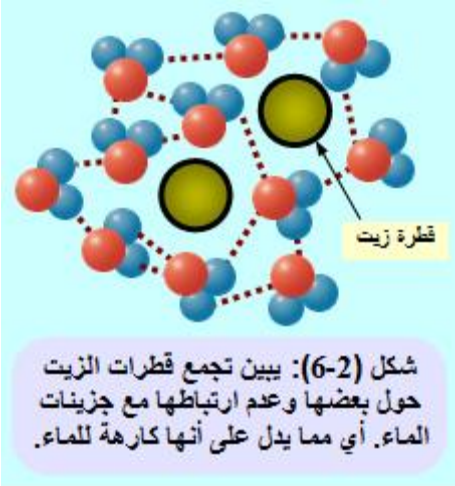
روابط كيميائية ضعيفة (bonds Weak) تكون بين ذرة سالبة الشحنة الكهربية (Electronegative) وذرة هيدروجين موجبة الشحنة الكهربية (Electropositive) مرتبطة بذرة أخرى سالبة الشحنة. وتنشا الروابط الهيدروجينية عادة بين الجزيئات المستقطبة (Polarized) مثل جزيئات الماء.



شكل (2-5): يوضح الرابطة الهيدروجينية بين ذرة الأكسيجين والهيدروجين في جزيئات الماء.

رابعاً: الروابط الكارهة للماء (Hydrophobic bonds)

هي نوع من الروابط الضعيفة التي تتشكل بين مجاميع لا قطبية (polar-Non) عند وجودها في الماء لعدم ذوبانها في الماء. حيث تميل هذه المجاميع إلى التكتل أو التجمع مع بعضها البعض في وجود الماء وذلك للحد من تلامسها مع الماء . كمثال لذلك عند وضع قطرات صغيرة من الزيت في الماء فانه يلاحظ تجمع قطرات الزيت وعدم ذوبانها فيه.



شكل (2-6): يبين تجمع قطرات الزيت حول بعضها وعدم ارتباطها مع جزيئات الماء. أي مما يدل على أنها كارهة للماء.

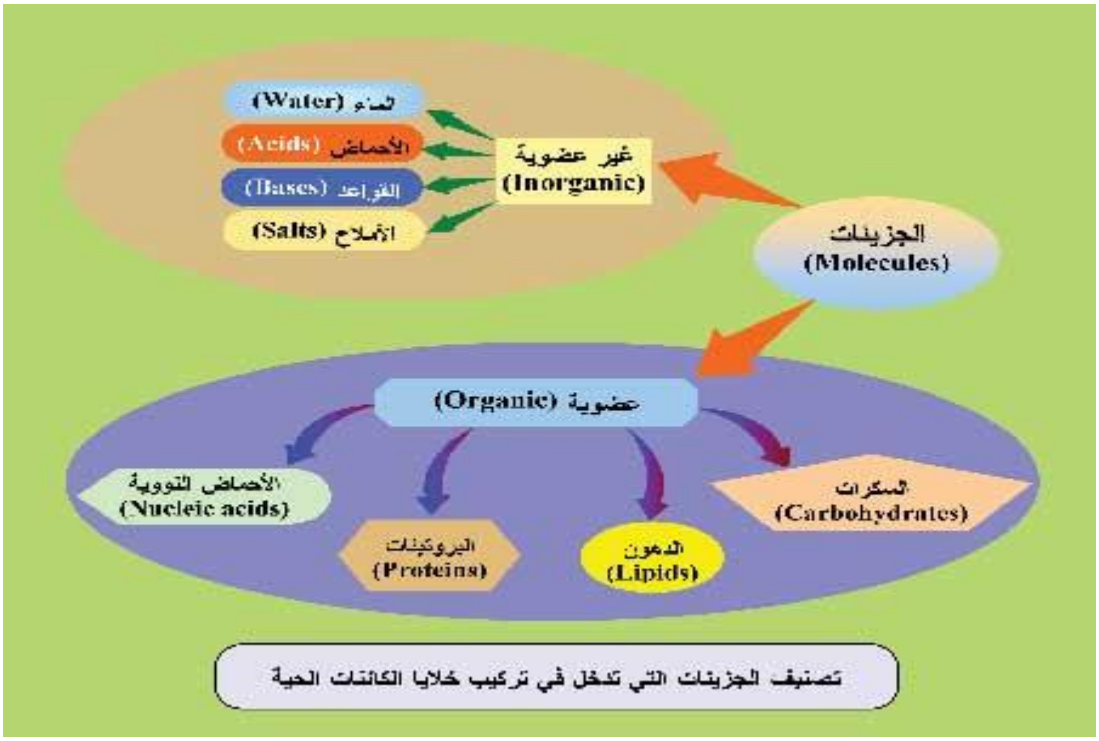
خامساً: روابط فان دير والس (Van der waals bonds)

وهي روابط كيميائية اضعف من الروابط الهيدروجينية و الأيونية، حيث لا تزيد قوة الرابطة عن 2 كيلو سعر حراري للمول الواحد. يتكون هذا النوع من الروابط بين الجزيئات المتعادلة كهربياً عندما تقترب من بعضها البعض. ولهذا النوع من الترابط أهمية في عمليات الأيض الحيوي في الخلية حيث تحدد قدرة الإنزيمات على التفاعل.

جزئيات المركبات التي تدخل في تركيب الكائن الحي:

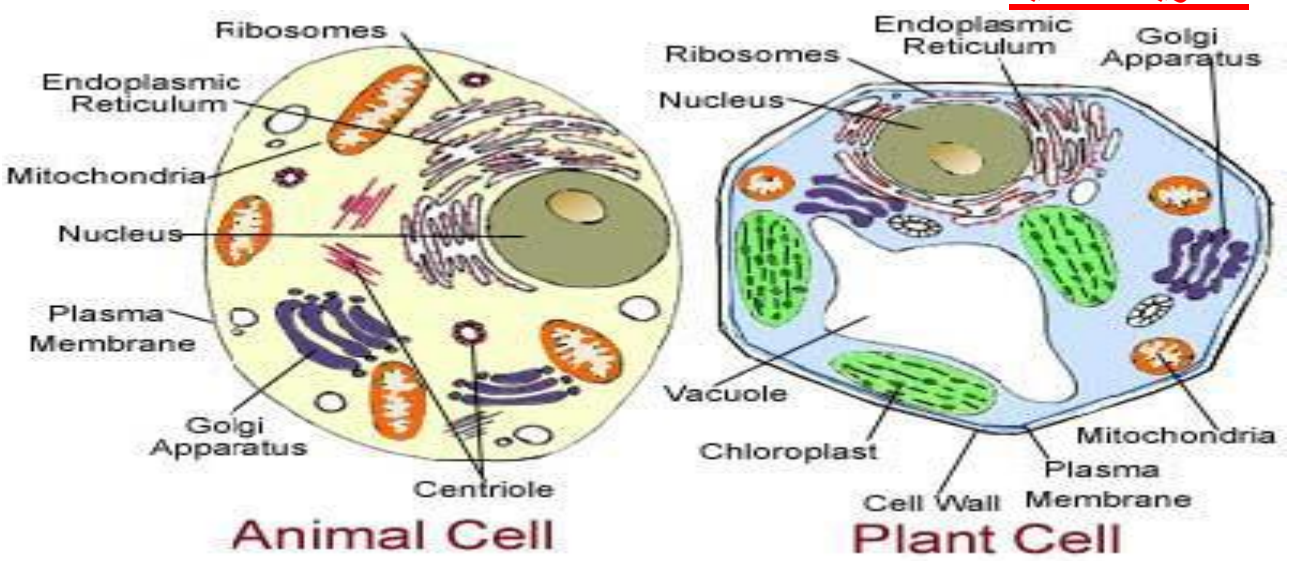
وهي تنقسم الى قسمين:

جزيئات غير عضوية	جزيئات عضوية
الماء	الكربوهيدرت (السكريات)
الأملاح	الدهون (اللبيدات)
الأيونات	البروتينات
	الأحماض النووية



تتفاعل هذه العناصر مع بعضها البعض بواسطة روابط كيميائية من أهمها الروابط التساهمية، والأيونية والهيدروجينية والكارهة للماء وروابط فاندير والس، لتشكل الجزيئات غير العضوية والجزيئات العضوية .كما تُعَدّ المسؤولة عن ثبات أشكال الكثير من الجزيئات الكبيرة التي تتكون منها المادة الحية في النظام الحيوي.

محتويات الخلية



من خلال الشكل السابق نجد أن الخلية الحيوانية و الخلية النباتية تتميز الكتلة البروتوبلازمية فيهما إلى جزئيين رئيسين :-

أ. جزء في النواة يسمى النيوكلوبلازمNucleoplasm
ب. و الآخر يحيط بالنواة و يسمى السيتوبلازم Cytoplasm
1 . تحاط النواة بغشاء رقيق ، هو الغشاء النووي Nuclear Membrane
2 . وجود الجدار الخلويCell Wall الذي يعد أحد المكونات التي تمتاز بها الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية .
3 . كما تحاط الخلية بأكملها بغشاء آخر هو غشاء الخلية Plasmalemma or Cell Membrane
و مثل هذه الأغشية لا تعمل فقط على الحماية ، و لكنها تعمل أيضا على ، تنظيم تبادل المواد بين الخلية و النواة من جهة ، و بين الخلية و الوسط المحيط بها من جهة أخرى .
4.Cytoplasmic يحتوي السيتوبلازم على عدة تراكيب حية تسمى العضيات السيتوبلازميةOrganelles
5. كما تحتوي أيضا على مواد غير حية تسمى الميتابلازمة Metaplasm أو الديوتوبلازمة Deutoplasm or

6. من أمثلة العضيات الحية :-
أ. الميتوكندريا .
ب. جهاز جولجي .
ج. البلاستيدات .
7. أما عن الميتابلازمة فمن أمثلتها :-
أ. الجليكوجين .
ب. النشا
ج. الحبيبات الدهنية .
د. القطرات الزيتية .
ه. بعض المواد الأخرى مثل : الصبغيات ، و المواد الإفرازية ، و النواتج الإخراجية ، و غيرها

البروتوبلازم

البروتوبلازم هو المادة الحية التي تتكون منها جميع الكائنات الحية نباتية كانت أم حيوانية ، و يختلف البروتوبلازم من حيث تركيبه و خواصه الكيميائية و البيولوجية من كائن إلى آخر ، كما تختلف هذه الخصائص في الأجزاء المختلفة في الكائن الحي الواحد ، و مع ذلك فإن للبروتوبلازم خواصا عامة مميزة ، فهو يوجد على هيئة مادة رمادية هلامية نصف شفافة قريبة الشبه من الجلاتين السائل .

الخواص الطبيعية للبروتوبلازم

تقسم المواد الكيميائية عادة إلى نوعين :-
الأول :- و هو يضم المواد التي تذوب في الماء و تمر من خلال الأغشية شبه المنفذة ، و عند تبخير محاليلها تتخلف عنها بلورات ذات أشكال محددة ، مثل السكر ، و كلوريد الصوديوم ، وهذه يطلق عليها اسم المواد البلورية Crystalloids
الثاني :- و في هذا النوع يضم المواد التي ليس لها القدرة على النفاذ خلال الأغشية شبه

المنفذة ، و عند تبخيرها لا يبقى منها إلا كتل غير محدودة الشكل ، مثل النشا و الجيلاتين وزلال البيض ، و هذه يطلق عليها اسم المواد الغرويةColloids .

البروتوبلازم:- مادة غروية مثالية من النوع المعروف باسم المستحلب Emulsoid و المستحلبات محاليل غروية يكون فيها كل من المادة المذابة و المادة المذيبة في صورة سائلة، كما هي الحال في اللبن الذي تكون فيه قطرات المادة الدهنية معلقة في الماء .

و هناك نوع آخر من المواد الغروية يعرف باسم المعلقات Suspensoids تكون فيها المادة المذابة صلبة و المادة المذيبة سائلة ، و ذلك مثل معلق ذرات الحبر الصيني في الماء . و البروتوبلازم كمستحلب يتكون من جزيئات بروتينية دقيقة معلقة في الماء الذي يحتوي على مواد أخرى عديدة ذائبة فيه ، من بينها بعض المواد العضوية . و تظهر في البروتوبلازم في الحالة الحية أحيانا حركة معينة داخل الخلية تحدث في كثير من الأحيان بصورة اهتزازية و يطلق عليها الحركة البراونيةBrownian Movement , و للمستحلبات عامة خاصية معينة هي القدرة على السيولة و الصلابة و الانعكاسية Reversible Solation and Gelation التي يمكن توضيحها بالمثال التالي :-

1. عند إذابة الجيلاتين في الماء يتكون محلول غروي .
2. يكون هذا المحلول في حالة شبه صلبة في درجة حرارة معينة حيث يمثل الجيلاتين فيه المادة المذابة و يمثل الماء الوسط المذيب .
3. عند رفع درجة الحرارة يتحول هذا المخلوط إلى الحالة السائلة .
4. تعرف الحالة الأولى شبه الصلبة باسم الحالة الهلامية أو شبه الصلبة Gel Phase بينما ، تعرف الحالة الثانية بحالة السيولة Sol Phase
5. عند تبريد المخلوط يعود إلى الحالة شبه الصلبة مرة ثانية .
6. يتم هذا التحول الانعكاسي (سائلة < === > هلامية) تحت تأثير عدة عوامل منها الحرارة، و الضغط و غيرها .
7. لعملية التحول الانعكاسي هذه أهمية بالغة في قيام الخلايا بنشاطها الحيوي المختلف .
8. و يتضح ذلك بجلاء أثناء عملية انقسام الخلية ، حيث يحدث الكثير من التغيرات المستمرة في كثافة البروتوبلازم .
9. أيضا هذا التغير يساعد على الحركة في بعض الأوليات الحيوانية كما في حالة الأميبا

التركيب الكيميائي للبروتوبلازم :

البروتوبلازم مادة بالغة التعقيد لا يعرف تركيبها الكيميائي على وجه الدقة ، لأنه لكي يتم تحليل هذه المادة الحية لابد من قتلها أولا ، مما يتسبب في حدوث بعض التغيرات في ذلك التركيب . إلا أنه يمكن القول بصورة عامة أن البروتوبلازم يتركب من مواد كيميائية عديدة يمكن تصنيفها إلى ثلاثة أنواع رئيسة :

1. **مواد عضوية .**
2. **مواد غير عضوية .**
3. **الماء .**

اولا: الجزيئات العضوية(Organic Molecules)

الجزيئات العضوية أكثر تعقيدًا من الجزيئات غير العضوية، وهذه الأخيرة ما هي إلا مواد أولية تتكون منها الجزيئات العضوية . وتُعَدّ ذرة الكربون المكون الأساسي في تركيب جميع الجزيئات العضوية، حيث تمتاز بقابليتها الكبيرة على تكوين روابط تساهمية قوية مع ذرات الكربون الأخرى مكونة ما يعرف بالهياكل الكربونية.(Carbon skeletons)
وبدراسة الجزيئات العضوية التي تدخل في تركيب الخلايا الحية ـ وجد أن هناك أربعة أنواع من الجزيئات العضوية وهي:

1- الكربوهيدرات (Carbohydrates)2- الدهون(Lipids) 3- البروتينات(Proteins) 4- الأحماض النووية(Nucleic acid)

(الكربوهيدرات) السكريات(Saccharides)(Carbohydrates)

تتكون كلمة كربوهيدرات (Carbohydrates) من شقين:

كربون = Carbo ،ماء = Hydrates

أي الكربون المتميء.

يرجع السبب في تسميتها بذلك الاسم إلى أن جميع الكربوهيدرات تتكون من الكربون والهيدروجين والأوكسجين حيث يوجد الهيدروجين والأوكسجين فيها بنسبة وجودهما في الماء أي بنسبة (2) هيدروجين إلى (1) أوكسجين.

ملاحظة

1 . تتكون هذه المواد أساسا من الكربون و الهيدروجين و الأكسجين .
2 . و يتواجد الهيدروجين و الأكسجين فيها بنسبة 1:2
3. تشمل هذه المواد على مجموعة كبيرة من السكريات و النشويات و السليلوز ، و غيرها .
4. أبسط المواد الكربوهيدراتية هي السكريات الأحادية Mono Saccharides مثل الجلكوز .

والكربوهيدرات ذات أهمية قصوى للكائن الحي؟.
فهي تلعب دورًا هامًّا في حياة الخلية وفي نواحي عديدة منها:
- 1تُعَدّ الكربوهيدرات مصدرًا رئيسيًّا للطاقة التي يحتاجها الكائن الحي. فنجد مثلاً في عمليات الأيض الخلوي تتم أكسدة سكر الجلوكوز ليتحول إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وطاقة كما في المعادلة التالية:

- 2مكون أساسي لبعض أجزاء الخلية مثل سليولوز النبات.

- 3الفائض من الكربوهيدرات البسيطة يمكن خزنه على شكل سكرات عديدة في خلايا الكائن الحي حتى عند الحاجة. ففي خلايا النبات تخزن على شكل نشا نباتي، وفي الحيوان تخزن في خلايا الكبد والعضلات على شكل(نشا حيواني) جلايكوجين .

وتصنف الكربوهيدرات الموجودة في الكائنات الحية إلى ثلاثة أنواع هي :

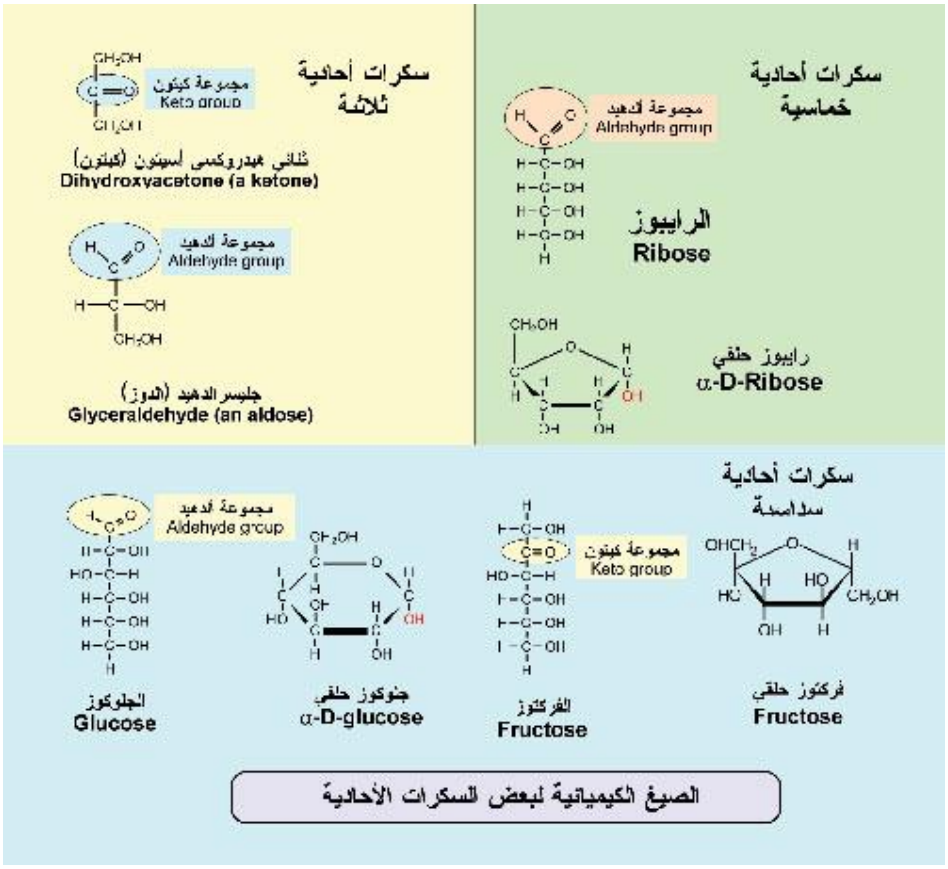
1- السكريات الأحادية(Monosaccharides)

2- السكريات الثنائية (Disaccharides)

3- السكريات المتعددة(Polysaccharides)

أ ـ السكريات الأحادية:

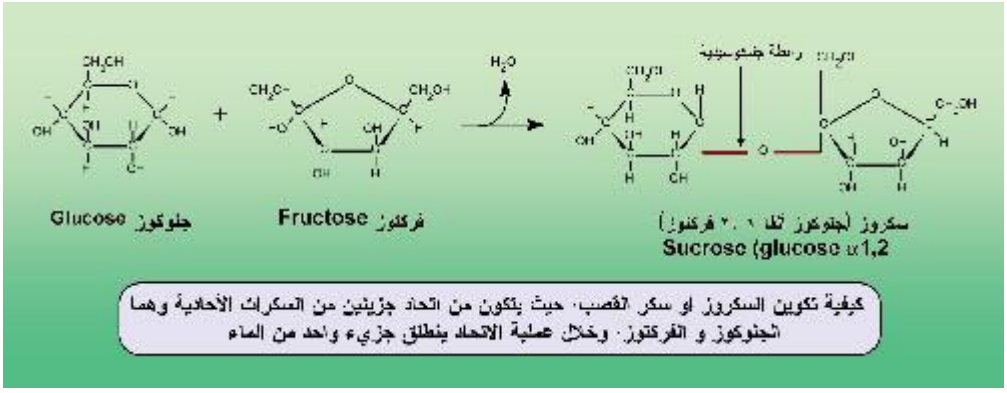
والسكرات الأحادية هي أبسط أنواع السكرات، وتتكون من سلسلة من ذرات الكربون يتصل بكل منها الأوكسجين والهيدروجين بطريقة معينة. الصيغة الجزيئية لها هي $(CH_2O)_n$: حيث إن n تمثل عدد ذرات الكربون وتساوي 3، 4، 5، 6 أو 7 ذرات كربون. فمثلاً الصيغة الجزيئية للجلوكوز (Glucose) هي ($C_6H_{12}O_6$).
كما توجد السكرات الأحادية إما على شكل سلسلة مفتوحة أو حلقية.



ب ـ السكريات الثنائية:

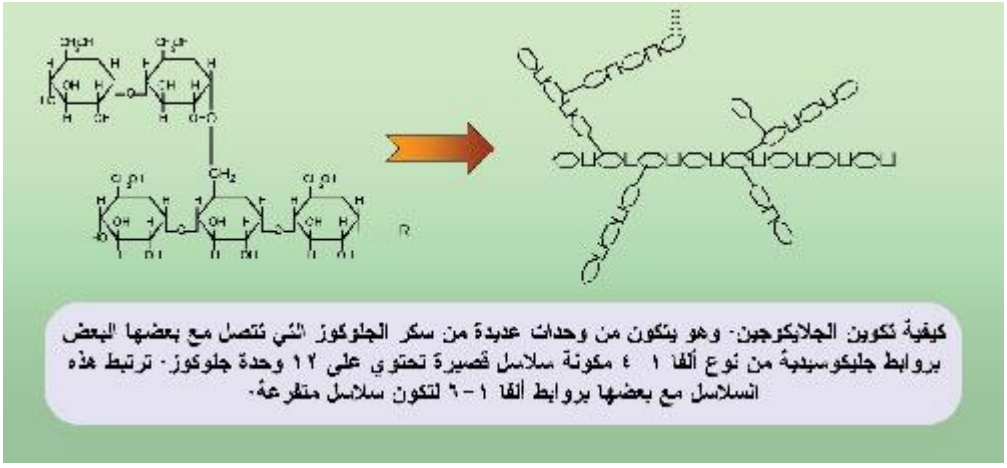
السكرات الثنائية هي نوع من الكربوهيدرات تتكون جزيئاتها الثنائية من ارتباط وحدتين متشابهتين أو مختلفتين من السكرات الأحادية بواسطة رابطة سكرية (جليكوسيدية (Glycosidic bond).

ويُعدّ سكر القصب (Sucrose) من السكرات الشائعة حيث يكثر في قصب السكر وثمار الفواكه وهو السكر الذي نستعمله في تحلية أطعمتنا ومشروباتنا.



جـ ـ السكريات المتعددة:

عندما تتحد أكثر من وحدتين من السكرات الأحادية في سلسلة بواسطة روابط جليكوسيدية فإنها تعرف بالسكرات المتعددة مثل النشا الحيواني(الجلايكوجين)، والسليولوز.



ب. الليبيدات أو الدهون Lipids or Fats

وهي المركبات الدهنية ومشتقاتها. وهي تتركب من عناصر الهيدروجين والأكسيجين والكربون. ويندرج تحتها الزيوت النباتية والحيوانية والشموع، وكذلك الزيوت العطرية. وتتميز بأنها عديمة الذوبان ف ي الماء، ولكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الكحولات.
وتلعب الدهون دورًا مهمًّا في حياة الخلية حيث تُعَدّ مكونًا أساسيًّا من مكونات الأغشية الخلوية. ومصدراً للطاقة بعد الكربوهيدرات.

ملاحظة

1. تحتوي هذه المواد أيضا على الكربون و الهيدروجين و الأكسجين .
2. تختلف نسبة الهيدروجين و الأكسجين فيها عن الكربوهيدرات .
3. من أمثلة الليبيدات زيت الزيتون ، الشمع ، و زيت كبد الحوت .
4. تتكون الليبيدات من مواد أبسط تركيبا هي الأحماض الدهنية Fatty Acids،والجلسرينGlycerine

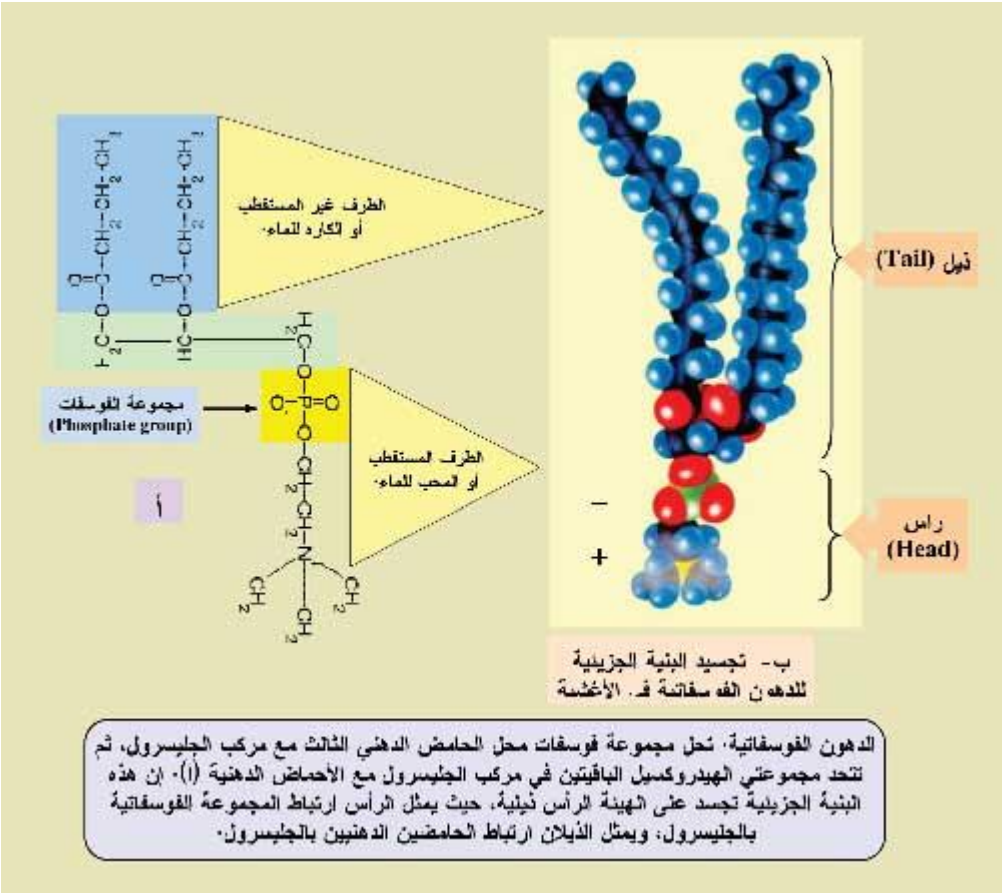
وتنقسم الدهون إلى:

1- الدهون الحقيقية :

التي تتكون من جزيء واحد من الجليسرول وثلاثة جزيئات من الأحماض الدهنية، والتي إما أن تكون مشبعة أي أن جميع الروابط الكربونية يشغلها الهيدروجين مثل السمن والزبد. أو أحماض دهنية غير مشبعة التي تتميز بوجود روابط ثنائية مثل الزيوت النباتية.

2- الدهون الفوسفاتية:

والتي يدخل في تكوينهـا مجموعة فوسفات بدلاً من أحد الأحماض الدهنية .



3-الاستيرويدات :

التي تتكون من أربع حلقات كربونية مرتبطة مع بعضها. وهي مركبات عضوية هامة مثل فيتامين (D) .

4-الشموع :

وهي مركبات قريبة الشبه بالدهون الحقيقية، حيث تتكون من أحماض دهنية ترتبط مع كحولات أخرى بدلاً من الجليسرول.

ج- البروتينات Proteins :-

البروتينات عبارة عن جزيئات كبيرة(Macromolecules) ، يبدأ تكونها بارتباط الأحماض الأمينية (Amino acids) مع بعضها بروابط ببتيدية(Peptide bonds) ، ذلك أن الوحدة الأساسية في تركيب جميع البروتينات هي الأحماض الأمينية. وهي من أكثر الجزيئات شيوعًا في الكائن الحي بعد الماء. كما أنها من أعقد الجزيئات العضوية الموجودة في الخلية.

وتلعب البروتينات دورًا هامًّا في حياة الكائن الحي سواء من الناحية التركيبية أو الوظيفية.

ويمكن تلخيص أهمية البروتينات في النقاط التالية:

1. تُعَدّ أحد المكونات الأساسية للأغشية الخلوية والخلايا العضلية وأربطة المفاصل والأنسجة الضامة.
2. الإنزيمات التي تدخل في عمليات الأيض الخلوي، وكذلك معظم الهرمونات هي مركبات بروتينية.
3. البروتينات مكون أساسي من مكونات الكروموسومات.
4. تدخل في تركيب الهيموجلوبين في خلايا الدم.
5. كما أنها تدخل في بنيان تراكيب جسمية هائلة مثل : العضلات و الشعر و العظم و الدم الخ
6. تتركب البروتينات من مواد أبسط تعرف بالأحماض الأمينية Amino acids
7. تعرف البروتينات بصفة عامة على أنها بانية أو بناءة للأنسجة .و ذلك لأنها تستخدم أساسا في بناء أنسجة جديدة في الجسم أو في تجديد و تعويض ما يتلف من أنسجته .
8. تحتوى جميع البروتينات الموجودة في الكائن الحي على أربعة عناصر أساسية هي : الكربون، الهيدروجين، الأوكسجين، والنيتروجين. كما أن بعض البروتينات تحتوى ـ زيادة على ذلك ـ عناصر الكبريت والفسفور والحديد.

وتنقسم البروتينات بناءً على الهيئة التركيبية إلى قسمين هما:

1. البروتينات الليفية (Fibrous proteins)

تظهر على شكل ألياف قوية عديمة الذوبان في الماء. ومن أمثلتها الكيراتين (Keratin) (بروتين الشعر)، وبروتين الأظافر والقرون والريش، والكولاجين.

2 -البروتينات الكروية(Globular proteins)

وهذا النوع يكون ذا شكل حُبيبي أو كُري يتكون من سلاسل ببتيدية متعددة ملتفة حول بعضها .
وأغلبها يذوب في الماء. ومعظم الإنزيمات عبارة عن بروتينات حبيبية أو كرية.

أما من الناحية الوظيفية فيمكن تصنيف البروتينات إلى الأنواع التالية:

1- بروتينات تركيبية :(Structural proteins)

وهي البروتينات التي تدخل في تركيب الخلايا أو الكائن الحي بشكل عام، ومن أمثلتها البروتينات الليفية(Fibrous proteins) ، مثل الكولاجين (Collagen) في الغضاريف، أو بروتينات الشعر والأظافر.

2- بروتينات أيضية (Metabolic proteins)

هذه البروتينات هي المسؤولة عن عمليات الأيض الخلوي بنوعيه البنائي والانتقاضي مثل الإنزيمات التي تعمل على حفز التفاعلات خلال العمليات الأيضية.

3-بروتينات تنظيمية(Regulatory proteins)

تقوم هذه البروتينات بتنظيم جميع العمليات الخلوية التي تحدث داخل الخلية. ومن أمثلة ذلك ما يقوم بتنظيم عملية الضغط الأزموزي، أو تنظيم عمل الجينات .
ومن أوضح الأمثلة في هذا المجال الهرمونات المسؤولة عن تنظيم الوظائف الخلوية مثل هرمون الأنسولين الذي ينظّم تركيز السكر في الدم.

4- (Transport proteins)

وهي المسؤولة عن نقل المواد من وإلى الخلية .ومنها البروتينات التي تقوم بنقل المواد عبر غشاء الخلية مثل مضخة الصوديوم والبوتاسيوم. وهناك بروتينات تقوم بنقل بعض العناصر من مكان إلى آخر في جسم الكائن الحي مثل بروتين الهيموجلوبين (Hemoglobin)الذي يقوم بنقل الأكسجين وتحرير ثاني أكسيد الكربون في الخلايا.

5- بروتينات التخزين :(Storage proteins)

هذه البروتينات تساهم في عملية تخزين بعض المركبات. مثل بروتين الفرتين (Ferritin) المسؤول عن خزن الحديد في الطحال، وبروتين الكازين (Casein) الذي يعمل عل خزن الحديد في الحليب.

6- بروتينات الانقباض :(Contraction proteins)

تعرف هذه المجموعة ببروتينات العضلات(Muscle proteins) ، مثل بروتين الآكتين (Actin)والميوسين (Myosin) اللذين يعملان على انقباض العضلات.

7- (Defense proteins)

وهي المسؤولة عن مهاجمة الأجسام الغريبة التي تدخل الجسم أو الخلية. ومن أمثلتها البروتينات المناعية مثل الأجسام المضادة (Antibodies)

8- بروتينات التعرف (Recognition proteins)

تقوم هذه البروتينات بالتعرف على المواد المرغوبة أو غير المرغوبة التي تحيط بالخلايا .
وهي تعرف بمولدات المضادات (Antigens) وعادة ما توجد على سطح الأغشية الخلوية.

مستويات التركيب في البروتينات (Levels of Structure in Proteins):

أ- التركيب الأولى (Primary Structure) :

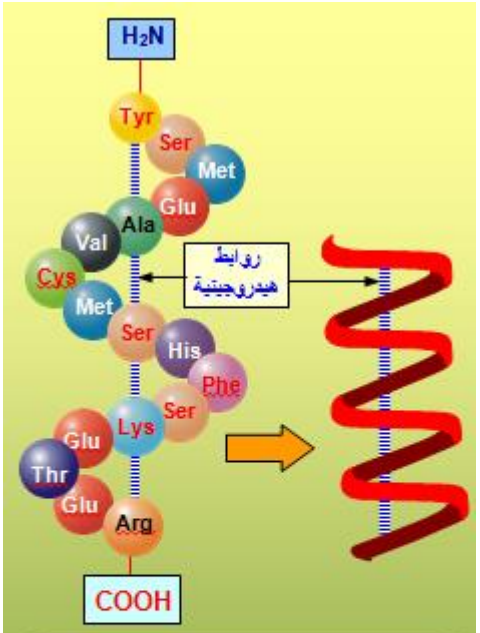
اتحاد الأحماض الأمينية مع بعضها البعض بواسطة الروابط الببتيدية لتكوين الجزيء الأفقي من متعدد الببتيدات.

ب- التركيب الثانوي (Secondary Structure):

الببتيدات ذات التركيب الأولى يكون لها تركيبا ثانويا.

- **التركيب الثانوي هو شكل البروتين الناشئ عن روابط هيدروجينية (Hydrogen bonds).**
- **وينتج هذا التركيب من ارتباط بين ذرة الهيدروجين التابعة لمجموعة الأمين في أحد الأحماض الأمينية وذرة الأوكسجين التابعة لمجموعة الكاربوكسيل التابعة لحامض أميني آخر بواسطة الرابطة الهيدروجينية. يبعد عن الأول بثلاث وحدات أمينية.**
- **تكرار الروابط الهيدروجينية بهذه الطريقة يعطى للجزيء شكلا حلزونيا(Spiral configuration).**
- **يتخذ الشكل الحلزوني المظهر الليفي (Fiprous) مثل بروتين الكولاجين المكون للألياف البيضاء.**

- هذا النوع من البروتينات غير قابلة للذوبان في الماء مثل برتينات الشعر والأظافر.
- يؤدى الشكل الحلزوني إلى إعطاء شكلا ذو أبعاد ثلاثة: طول وعرض وارتفاع.



شكل (2-29): التركيب الثانوي للبروتين. وهو ينتج عن تكوين رابطة هيدروجينية بين ذرة الهيدروجين التابعة لمجموعة الأمين في أحد الأحماض الأمينية وذرة الأوكسجين التابعة لمجموعة الكاربوكسيل التابعة لحامض أميني آخر يبعد عن الأول بثلاث وحدات أمينية.

جـ- التركيب الثالثي (Tertiary Structure)

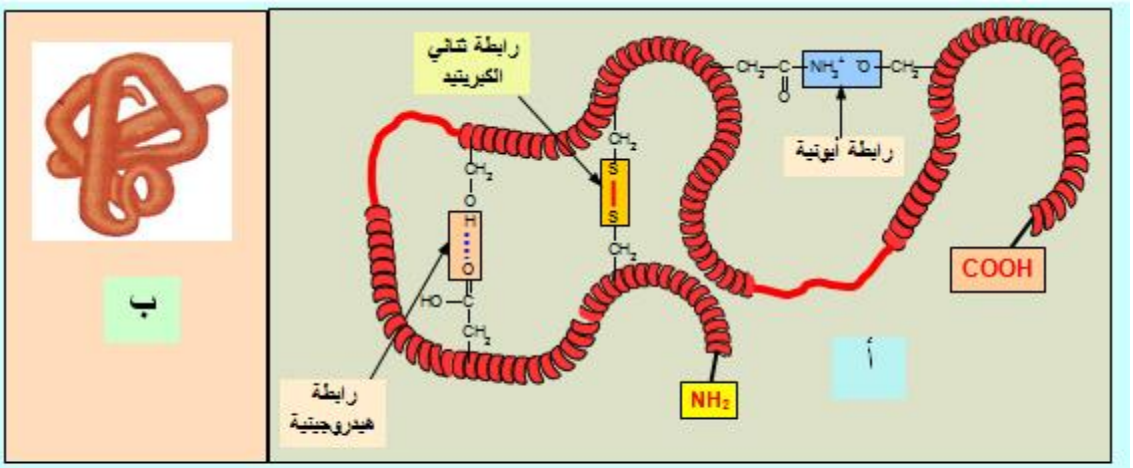
- يحدث للحلزون متعدد الببتيدات التفاف و انثناء حول نفسه عدة مرات في جميع الاتجاهات منتجا بذلك جزيئا بروتينيا ذو شكل حبيبي (Globular).
- قابل للذوبان في الماء مثل بروتينات الإنزيمات.
- يشبه جزيء البروتين في هذه الحالة خيطا طويلا ملفوفا على هيئة كرة.
- الجزيء البروتيني الحبيبي له ثلاث مستويات من التركيب: التركيب الأولى والتركيب الثانوي والتركيب الثالثى.

هناك ثلاث أنواع رئيسية من الروابط الكيميائية التي تؤدى إلى التركيب الثالثى للبروتين:

ا- روابط هيدروجينية: تعمل على ربط أجزاء بعيدة أو قريبة من جزيء متعدد الببتيدات.

2 - روابط أيونية (Ionic bond): بين مجموعة كربوكسيل حرة في أحد طرفي متعدد الببتيدات ومجموعة أمين حرة في الطرف الآخر المتعدد الببتيدات.

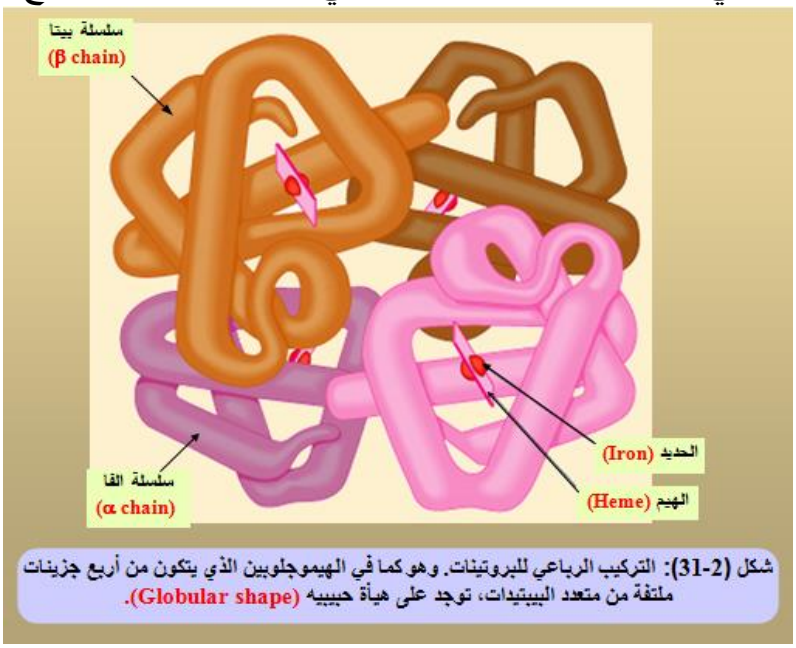
3 - روابط ثنائى الكبريتيد (disulfide bonds): بين ذرتي الكبريت في حامضين امينيين يبعدان عن بعضهما البعض بمسافة معينة.



شكل (2-30): نموذج تخطيطي للمستوى الثالثي في تركيب البروتينات.(أ): أنواع الروابط. (ب): الشكل الحبيبي للبروتين ذو التركيب الثالثي.

د- التركيب الرباعي (Quaternary Structure) :

- اتحاد عدد معين من جزيئات متعدد الببتيدات المتشابهة أو المختلفة على هيئة حزمة.
- الروابط التى تعمل على ربط سلاسل متعدد الببتيدات مع بعضها البعض بهذه الطريقة هى نفس الروابط الكيميائية التى سبق ذكرها.
- هرمون الأنسولين يتكون من سلسلتين مختلفتين من متعدد الببتيدات. يربطهما رابطتين من روابط ثنائي الكبريتيد.
- الهيموجلوبين يتكون من أربع سلاسل من متعدد الببتيدات.
- كل سلسلة تمر بالمستويات الثلاث الأولى في تركيبها وعندما تتحد يظهر التركيب الرباعى للبروتين.
- التركيب الرباعي يحدث نتيجة لروابط بين أكثر من سلسلة واحدة.
- ولهذه المستويات الأربعة من التراكيب دورا كبيرا فى تحديد الخواص التابعة للبروتين.
- اختلاف البروتينات في خواصها منشأه الاختلاف في هذه المستويات الأربع.



شكل (2-31): التركيب الرباعي للبروتينات. وهو كما في الهيموجلوبين الذي يتكون من أربع جزيئات ملتفة من متعدد الببتيدات، توجد على هيأة حبيبيه (Globular shape).

عملية المسخ (Denaturation):

اختلاف التركيب ذو الأبعاد الثلاثة للبروتين وتغيره نتيجة لإزالة بعض أو معظم الروابط بفعل عوامل كيميائية أو طبيعية معينة.

وعندما يكون الاختلال ضعيفا ولمدة قصيرة فان البروتين يمكن أن يعود إلى شكله الطبيعي بزوال المؤثر.

اما لو كان المؤثر قويا وطويل المدى فانه يستحيل رجوع البروتين إلى شكله الطبيعي ويقال عليه في هذه الحالة انه متخثر أو متجلط (Coagulated). والمثال على ذلك زلال البيض عندما نعرضه لحرارة عالية.

ج-الأحماض النووية Nucleic Acids :-

وهي من الجزيئات العضوية الأساسية التي تدخل في تكوين الكائن الحي. وعادة ما توجد في نواة الخلية ذات النواة الحقيقية أو في سيتوبلازم الخلية ذات النواة الأولية .
وسميت بالأحماض النووية لوجودها بكثرة في النواة.

ملاحظة

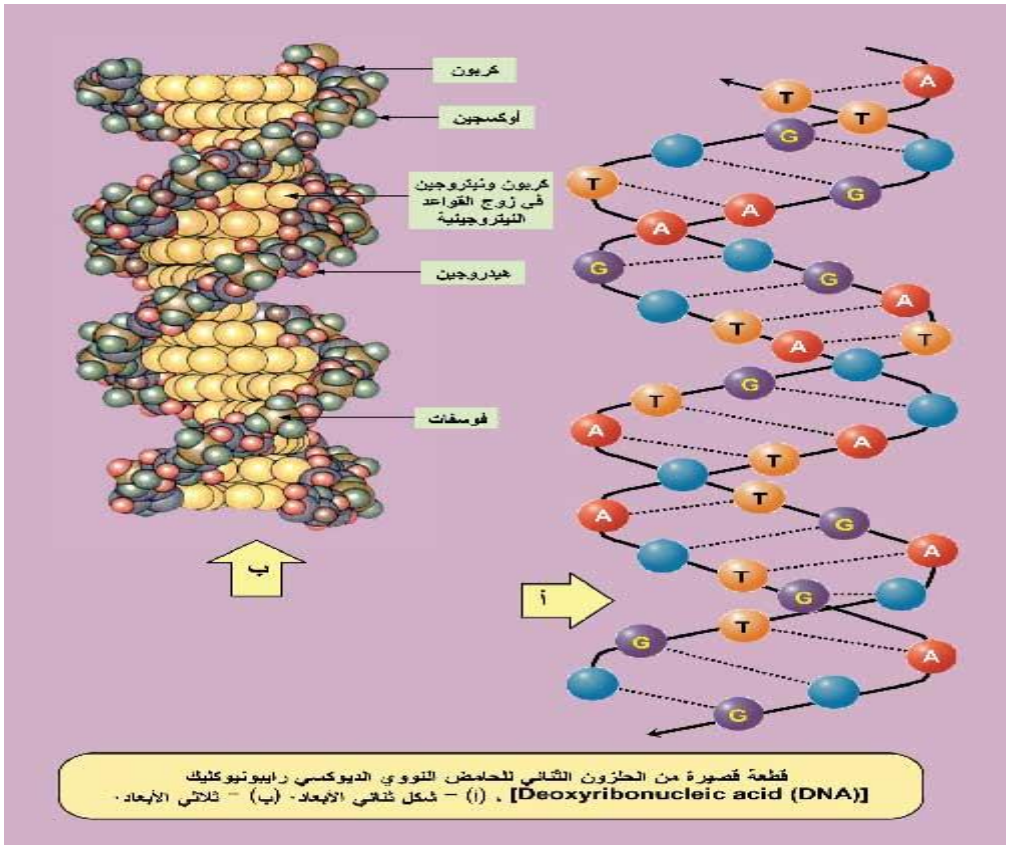
1 . و هي مواد عضوية معقدة التركيب .
2 . تتركب من وحدات أبسط تسمى النيوكليوتيداتNucleotides .
3 . يتكون كل منها من جزئ من سكر خماسي يرتبط به جزء من حامض الفوسفوريك من جهة، و جزيء من مادة نيتروجينية قاعدية من جانب آخر
4 . يحتوي(D.N.A) على سكر يعرف باسم دي أكسي ريبوز، بينما يشمل(R.N.A) على سكر الريبوز .
5. تلعب الأحماض النووية دورا رئيسيا في تخليق البروتينات و الخلايا ، و كذلك في تحديد و انتقال الصفات الوراثية .

تشتمل الأحماض النووية على نوعين رئيسين هما :-

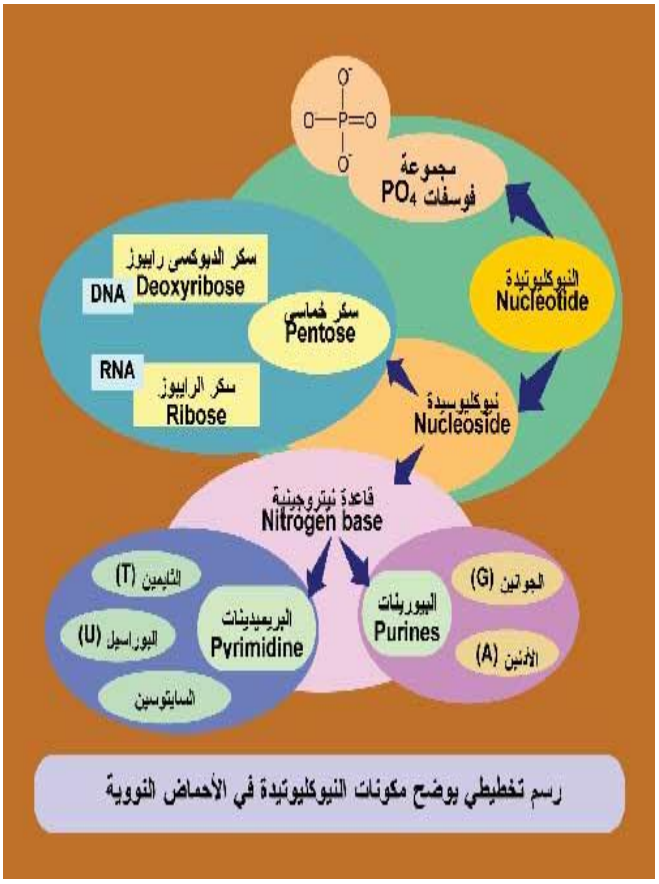
1- Deoxyribonucleic acid (DNA)

Ribonucleic acid (RNA) 2 -

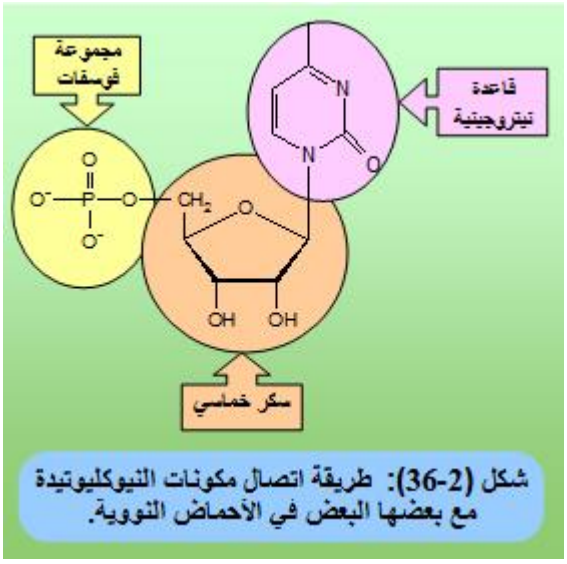
ويُعدّ (DNA) من المكونات الأساسية للكروموسومات وهو يمثل المادة الوراثية لمعظم الكائنات الحية. فهو المادة الموجهة لعمليات انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الذرية. إلا أن المادة الوراثية لبعض الفيروسات هي .(RNA)
الوحدة التركيبية في الأحماض النواتية هي النيوكليوتيدة (Nucleotide)



قطعة قصيرة من الجزء الثاني للحامض النووي الديوكسي رايبونيوكليك [Deoxyribonucleic acid (DNA)] . (أ) – شكل ثنائي الأبعاد. (ب) – ثلاثي الأبعاد.



رسم تخطيطي يوضح مكونات النيوكليوتيدة في الأحماض النووية



شكل (2-36): طريقة اتصال مكونات النيوكليوتيدة مع بعضها البعض في الأحماض النووية.

وتتكون النيوكليوتيدة من مجموعة فوسفات (PO_4) وسكر خماسي، وهو سكر الديوكسي

رايبوز (Deoxyribose) في(DNA) ، وسكر الرايبوز (Ribose) في (RNA) وقاعدة نيتروجينية وهي تكون إحدى البيورينات (Purines) الجوانين (G) والأدنين .(A) أو إحدى البريميدينات (Pyrimidines) الثايمين (T) والسايتوسين (C) واليوراسيل (U)
أما النيوكليوسيدة (Nucleoside) فإنها تتكون من السكر خماسي والقاعدة نيتروجينية.
وعادة ما يوجد (DNA) على هيئة حلزون ثنائي (Double helix) أما (RNA) فهو عادة ما يوجد على هيئة خيط واحد من متعدد النيوكليوتيدات،

وهناك ثلاثة أنواع للحامض النووي (RNA) وهي:

1. المرسال (mRNA)
2. الناقل(tRNA)
3. الرايبوزومى(rRNA)

ويستثنى من ذلك أن هناك بعض الفيروسات التي يمثل (DNA) فيها المادة الوراثية، ويوجد على هيئة خيط واحد فقط من متعدد النيوكليوتيدات .
أما الفيروسات التي يمثل (RNA) فيها المادة الوراثية فيكون على هيئة خيطين من متعدد النيوكليوتيدات تتشابك مع بعضها على هيئة حلزون ثنائي

جدول يوضح أهم الفروقات بين DNA و RNA:

موضوع المقارنة	DNA	RNA
وجوده	النواة	النواة و السيتوبلازم
الوظيفة	المادة الوراثية و مكون للكروموسومات	يساعد DNA في الوظيفة
أنواعه	ليس له أنواع	المرسال (mRNA) ، الناقل (tRNA) و الرايبوزومي(rRNA)
السكر الخماسي	سكر الديوكسى رايبوز	سكر الرايبوز
القواعد النيتروجينية	**الأدينين – الثايمين** **الجوانين - السايتوسين**	**الأدينين – اليوراسيل** **الجوانين – السايتوسين**

أولاً: الجزيئات غير العضوية(Inorganic Molecules)

توجد هذه المواد على هيئة أيونات حرة لأملاح مذابة .
2. توجد أيضا متحدة بالمواد العضوية .
3. توجد هذه المواد بوفرة في أجزاء خاصة من الجسم مثل : الهيكل العظمي ، حيث توجد على هيئة كربونات الكالسيوم أو فوسفات الكالسيوم .
4. كما توجد أملاح أخرى مثل : كلوريد الصوديوم ، و كلوريد البوتاسيوم .
5. و هذه لها أهمية قصوى بالنسبة لانتظام الخلايا في آداء وظائفها ، و خاصة فيما يتعلق

بنفاذية الأغشية الخلوية ، و الانقباضات العضلية ، و نباضات القلب .

Water الماء

الماء: الماء مركب أساسي في مكونات جميع الكائنات الحية. وهو من أعلى الجزيئات نسبة في الكائنات الحية .
وعند مقارنة النسب المئوية للجزيئات المختلفة التي تدخل في تركيب الكائنات الحية يظهر لنا أن الماء يمثل الجزء الأعظم من مكونات الكائن الحي .

1. يكون الماء الجزء الأكبر من البروتوبلازم ، إذ تتراوح نسبته ما بين 10- 90 % من وزن الجسم
2. يشكل الماء جزءا أساسيا من سوائل الجسم كالدم و اللمف .

الجزئ	متوسط النسبة المئوية
الماء	80%
البروتينات	15%
الدهون	3%
الكربوهيدرات ،الأحماض النووية ،الايونات ،ومواد أخرى	1%
الأملاح غير العضوية	1%

3. يعمل كمذيب للكثير من المواد غير العضوية ، و لبعض المواد العضوية .
4. و يمكن القول بصورة عامة أن الماء يلعب دورا هاما في الكثير من المناشط الجسمية المختلفة ، مثل عمليات الهضم و الإفراز و الإخراج .
5. تختلف كمية الماء في الأنسجة الجسمية المختلفة .
6. كما أنها تختلف في نفس النسيج الواحد في الأعمار المختلفة ، فمثلا ترتفع نسبته في الأنسجة الجنينية ، و تقل تدرجا مع تقدم العمر .

جدول متوسط النسب المئوية للجزيئات المختلفة التي تدخل في تركيب الكائنات الحية

وللماء أهمية كبرى في الكائن الحي نظرًا لما خصه الله بصفات عديدة لا تتوافر مجتمعة في أي سائل آخر إلا الماء.

وهذه الصفات تؤدى وظائف عديدة يتوقف عليها جريان الحياة. وفيما يلي أهم هذه الصفات:

1 - السعة الحرارية(Heat Capacity)

مقدرة الماء على امتصاص كميات كبيرة من الحرارة تفوق أي سائل آخر في الكون ما عدا الأمونيا.

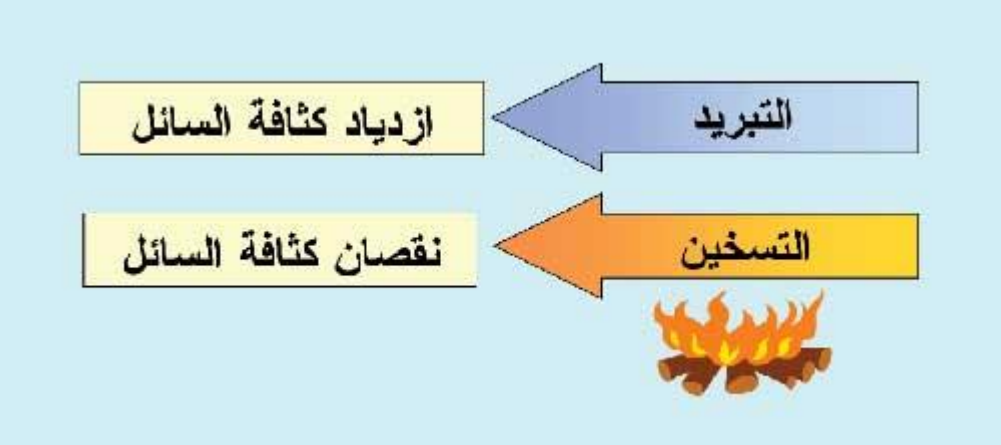
2الحرارة الكامنة للتبخر(Latent Heat of Evaporation)

الحرارة الكامنة للتبخر هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل المادة من الصورة السائلة إلى الصورة الغازية. ولقد وجد أن الحرارة الكامنة لتبخر الماء تفوق في مقدارها ما يلزم أي سائل آخر للتحول من الصورة السائلة إلى الصورة الغازية .

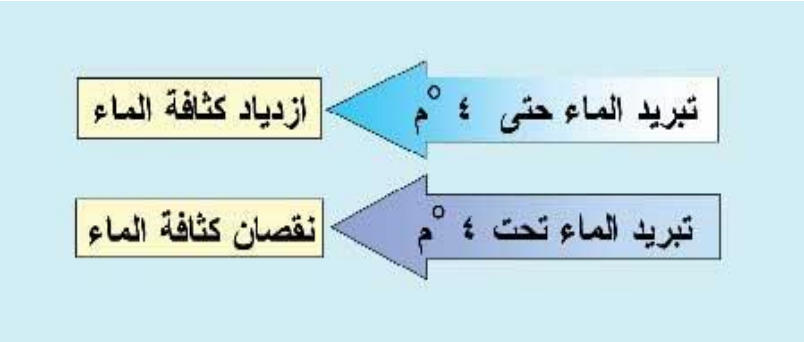
وهذا يعني أن الحرارة الناتجة من التفاعلات الكيميائية التي تجري في الكائن الحي يمتص منها ما يمتص بواسطة الماء بقدر ما يناسب سعته الحرارية.

1.3-التمدد الحراري(Thermal Expansion)

يقصد بالتمدد الحراري العلاقة بين كثافة السائل ودرجة الحرارة. فمن المعروف أنه كلما زدنا في تسخين سائل ما فإن كثافته تقل تبعًا لذلك وكلما برّدنا السائل تزداد كثافته وذلك كما يلي:



إلا أن الماء يشذ في تمدده بالحرارة عن سائر السوائل. فكلما برد الماء تزداد كثافته .ولكن بتبريد الماء تحت درجة 4م نجد أن كثافته تأخذ في النقصان بدلاً من الزيادة كما هو متوقع ويمكن إيضاح ذلك كما يلي:



وهذه الظـاهرة تجعل الحياة ممكنة عند القطب الشمالي والجنوبي وجميع المناطق المشابهة في مناخها. ذلك أن تبريد الماء تحت درجة 4م يعمل على نقصان كثـافته وبالتالي يطفو الماء المتجمد بفعل التبريد على سـطح الماء السـائل مما يجعل الحياة ممكنة في هذه البيئات في أوقات الشتاء القارص .

4- قوة الإذابة(Dissolving Power)

قدرة الماء على إذابة المواد المختلفة فيه تفوق أي سائل آخر جاعلة إياه مذيبًا لمعظم المواد التي توجد في الكائن الحي مما يؤدى إلى انتشارها وانتقالها من مكان لآخر داخل الخلية وخارجها . وهذه القدرة الفائقة في الإذابة سببها القطبية الثنائية (Bipolarity) لجزيئات الماء. لكل هذه الصفات مجتمعة نجد أنه لا يمكن لأي سائل آخر أن يحل محل الماء في الكائن الحي مما يجعله بحق مصدرًا للحياة وذلك مصداقًا لقوله تعالى : (أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوآ أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ أَفَلا يُؤْمِنُونَ) (الأنبياء -30).

الأحماض والقواعد والأملاح

تلعب هذه الجزيئات دورًا هامًّا في خلايا الكائنات الحية. فالأحماض والقواعد تتحكم في قيمة الأس الهيدروجيني (pH) والذي يجب أن يكون ثابتًا في الأوساط الحيوية للكائنات الحية. فنجد أن الأحماض تمد الخلية بأيونات الهيدروجين الموجبة .(H+) والقواعد هي المصدر لأيونات الهيدروكسيل السالبة .(OH-)

أما الأملاح المعدنية فإنها تلعب دورًا أساسيًّا في الوظائف الحيوية للخلية. فهي توفر أيونات موجبة وسالبة قد تؤثر على الضغط الأزموزي أو نشاط الخلية بشكل عام

2- الأملاح والأيونات:

- تعزى صلابة العظام إلى ما يترسب فيها من طبقات فوسفات الكالسيوم.
- الأصداف في الحيوانات الرخوية معززة بما يترسب فيها من كربونات الكالسيوم.
- العناصر الداخلة في تركيب الأيونات و الأملاح بعضها من العناصر الضرورية والآخر من العناصر المتفاوتة الوجود في الكائن