التنظيم الخلوي

الخلية Cell

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

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

نظرية الخلية Cell Theory

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

1- الخلايا هي الوحدات الاساسية للحياة على الارض ولا يوجد هناك كائن على الارض له صفة الحياة وليس مكوناً من الخلايا.
2- جميع الكائنات الحية مبنية من الخلايا وكل كائن حي على الارض مكون اما من خلية واحدة او من خلايا متعددة.
3- نشأت جميع الخلايا السابقة (او السلف) من انقسام الخلايا الحية وليس بتجميع اجزاء الخلية وموادها الكيميائية أي ان المبدأ هو من الحياة تأتي الحياة.
4- الخلايا هي الوحدات الوظيفية للحياة حيث تتم فيها كل التفاعلات الكيميائية لإدامة حياتها وتكاثرها.
5- ان الخلايا المتعددة للكائنات الحية ترتبط احياناً لتكوين الانسجة التي تقوم بوظيفة وحدات منفردة.
6- ان الخلايا في الكائنات متعددة الخلايا تتجمع وتترابط بإحكام لكي تتمكن من الانقسام فتأخذ شكلاً متميزا وتقوم بالوظائف الضرورية.

ان نظرية الخلية Cell theory هي اشبه بحجر الزاوية للعلوم وكما ان الوحدات الاساسية للمادة هي الذرات والوحدات الاساسية للمركبات هي الجزيئات فالوحدات الاساسية للحياة هي الخلايا ولكن ليست الخلايا بتلك الدرجة من البساطة لكي نعدها المادة البنائية للحياة كالجزيئات التي تبنى من الذرات وانما هي المادة الحية من الكائن الحي التي تتضمن جميع الاجزاء الحية وتجعل الحياة ممكنة وتؤدي وظيفتها كالتنظيم

Organization والحركة Movement واستخدام الطاقة Energy والانتاج Reproduction والاستجابة للمحفزات Response to Stimuli والنمو Growth وغيرها وعليه فلا يمكن ان نفهم حقيقة الكائنات الحية مالم ندرس وحداتها الحية البسيطة (الخلايا) فنظرية الخلية اشارت الى نقطة جوهرية من خلال التركيز على الخلايا ثم قام العلماء بوضع اسئلة محددة حول كيفية عمل الحياة واكتشفوا الكثير من الاجابات والاسرار ذات الاهمية الكبيرة.

الخواص المشتركة للخلايا

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

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

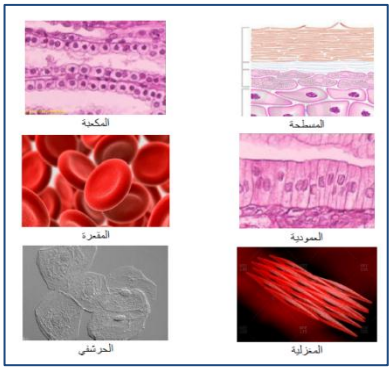
2- قابلية الخلية لاستعمال هذه الطاقة لغرض دعم وادامة حياتها حيث تتضمن حركة مكونات الخلية من جزء الى آخر ضمن الخلية وكذلك قابلية انتقال هذه المركبات الى داخل وخارج الخلية وكذلك قابلية الخلية على تحويل الجزيئات من شكل الى آخر لتعويض المركبات المفقودة لغرض النمو والانتاج .

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

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

شكل وحجم الخلية Shape and Size of the Cell

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



1المسطحة Flattened - ومن امثلتها طبقة البشرة العليا والسفلى.

2المكعبة Cuboidal - ومن امثلتها خلايا الغدة الدرقية.

3العمودية Columnar - ومن امثلتها الخلايا التي تبطن الامعاء.

4المقعرة Discoidal - مثل كريات الدم الحمر.

5الكروية Spherical - مثل بيض عدد كبير من الحيوانات.

6المغزلية Spindle - مثل الياف العضلات الملساء.

7الطولية Elongated - مثل الخلايا العصبية.

8المتشعبة Branched - مثل الخلايا الصبغية للجلد.

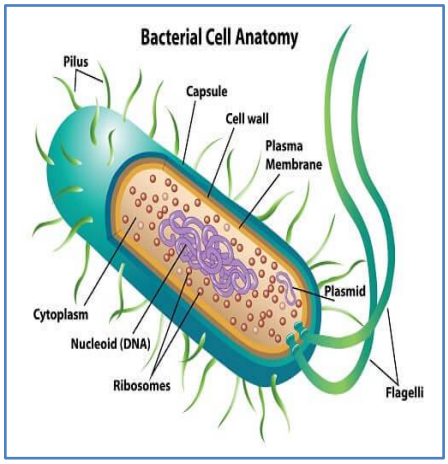
التركيب العام للخلية General Structure of The Cell

تقسم الكائنات الحية من وجهة نظر علم الخلية إلى قسمين رئيسين هما :

1- الكائنات بدائية النواة Prokaryotes

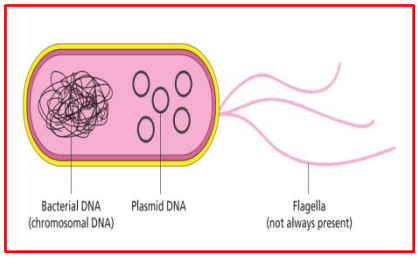
2- الكائنات حقيقية النواة Eukaryotes

1- الكائنات بدائية النواة Prokaryotes



تشمل البكتريا Bacteria والطحالب الخضراء المزرقة Blue-Green Algae حيث تفتقر هذه الكائنات الى الغلاف النووي لمادتها الوراثية كما أن مادتها الوراثية تتكون من الصبغي (Chromosome) منفرد Haploid يتكون من جزيئة DNA دائرية التي يكون موقعها في المجال النووي Nucleoid. ويُعتقد من الناحية التطورية أن الكائنات بدائية النواة تُعد اسلاف الكائنات حقيقية النواة.

ان المادة الوراثية للخلايا بدائية النواة Prokaryotic Cells والمتمثلة بالحامض النووي DNA المسؤول عن خزن المعلومات الوراثية ونقلها، تكون موزعة في بروتوبلازم الخلية المسمى Nucleoplasm وهي غير مفصولة بنظام غشائي عن السايتوبلازم، وتترتب بدرجة عالية من الالتفاف الذي يعتمد على نوع البروتين والحامض النووي أو كلاهما.



إن حجم خلية البكتريا يقارب (2- 4) مايكرون أي بقدر حجم المايتوكوندريا في الخلايا النباتية والحيوانية، يتميز فيها مناطق نووية خفيفة Nucleoid والمتمثلة بجزيئة من الـ DNA الدائرية المفردة وتحتوي على جميع المعلومات الوراثية للبكتيريا. وفضلاً عن وجود الصبغي فان قسماً من البكتريا التي تولد مقاومة للمضادات تحتوي على DNA حلقي (او دائري) صغير يسمى بلازميد Plasmid وهي مادة وراثية بشكل جزيئات من الـ DNA تكون خارج الصبغي الرئيسي ، وباستطاعتها التكرار الذاتي بصورة مستقلة .

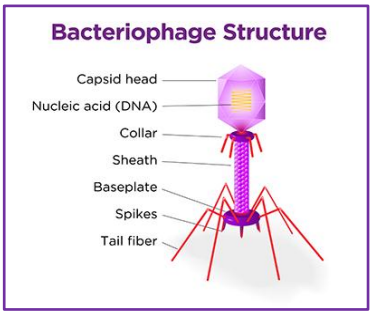
أما تركيب خلية الطحالب الخضراء المزرَقة Blue – Green Algae فتشبه خلية البكتيريا رغم ان لونها ازرق مخضر بسبب احتوائها على صبغة الكلوروفيل A والكاروتينات والـ Phycocyanin. ان الطحالب قادرة على القيام بالتركيب الضوئي وتصنع غذائها بنفسها.

ومهما صغر حجم الخلية يجب ان تمتلك صفات اساسية هي :

1- ان يكون لها غشاء بلازمي **2-** ان تحوي على مادة وراثية **3-** ان تحوي الية بناء حيوي.

العاثيات (الرواشح) Viruses

تُعد العاثيات (الرواشح) مجموعة مختلفة فهي لا تأتي ضمن الكائنات بدائية النواة ولا حقيقية النواة، وعلى الرغم من التباين الكبير بين الفايروسات المختلفة إلا أن جميعها تشترك في مميزات اساسية فجميعها طفيليات مجبرة Obligate Parasite لا تستطيع التكاثر ما لم تكن موجودة في خلية مضيف خاصة بها، كأن تكون بكتريا أو خلية حيوانية أو نباتية. فضلاً عن ذلك فأن الفايروسات قد توجد في حالة مختلفة عن ذلك تماماً وهي وجودها خارج حدود الخلية وفي هذه الحالة تكون الفايروسات بصورة جسيمات تسمى Virions. والفايروسات لا تمللك نواة أو سايتوبلازم أو غشاء خلوي، وبدلاً عن ذلك تحـتوي على جزئية مفردة من واحد من الحامضين النوويين الـ DNA و RNA وليس كليهما الذي يحتل لب الـ Virion، وان امتلاك الفايروسات نوعاً واحداً فقط من الحوامض النووية ميزها عن جميع الخلايا الحية التي تحتوي على كلا النوعين من الحوامض النووية .



يختلف المظهر الخارجي للفايروسات باختلاف انواعها المختلفة ، فمنها تكون عصوية (شكلاً حلزونياً) مثل الفايروسات التي تصيب الخلايا النباتية ومنها دائرية او قد تكون متعددة السطوح. يبلغ طول أو قطر الفايروس بين (30) الى (300) نانوميتر، وهكذا فان اصغر الخلايا الحية (البكتريا والمايكوبلازم ...الخ) تتعرض للإصابة بالفايروسات. وتدعى تلك التي تهاجم البكتريا ملتهمات البكتريا (Bacteriophages) وللاختصار تسمى phages .

الدورة التكاثرية للفايروس

تتألف دورة حياة الفايروسات بشكل عام والملتهمات البكتيرية بشكل خاص من أربعة مراحل هي:

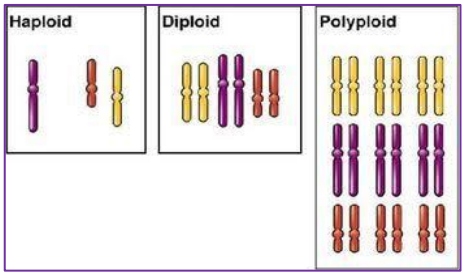
1- الالتصاق Attachment بخلية المضيف
2- حقن المادة الوراثية (RNA أو DNA) للفايروس داخل خلية المضيف
3- إنتاج مكونات الفايروس الجديدة
4- تحلل الخلية المضيفة لتحرير نسل الملتهم البكتيري الذي يصل عدده إلى (100) فرد أو اكثر .

يتحقق التصاق الملتهم البكتيري بالخلية المضيفة من خلال ارتباط مجاميع خاصة موجودة في نهاية ذنب الفايروس مع مجموعة مكملة من المجاميع الكيمياوية (كأن يكون موقع استقبال Receptor site موجودة في جدار الخلية البكتيرية . تمتلك الملتهمات البكتيرية مثل مزدوجات T وعدد قليل من الملتهمات الاخرى الياف طويلة تمتد من الذنب .تعتبر هذه الالياف أول جزء من الفايروس التي تمس وتتصل بالخلية المضيفة وتساعد هذه الالياف في وضع ذنب الملتهم البكتيري عموديا على جدار الخلية المضيفة.

2- الكائنات حقيقية النواة Eukaryotes

تحتوي الكائنات حقيقية النواة على كتلة صغيرة من المادة الاولية Protoplasm محاطة بغشاء البلازما Plasma membrane وتتكون من السايتوبلازم والنواة والعضيات . تضم هذه الكائنات الحية مجموعة كبيرة من الاحياء مثل الابتدائيات Protozoa والفطريات Fungi والطحالب Algae والحيوانات ومنها الأنسان والنباتات الراقية.

إن المادة الوراثية للكائنات حقيقية النواة تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid بمعنى أن لها مجموعتين كاملتين من الجينات (كل مجموعة تأتي من أحد الأبوين) وهنالك العديد من النباتات الراقية يتضاعف فيها المجاميع الكروموسومية Polyploid وهذا يعني أنها تحمل عدة نسخ من الجينوم Genome (مصطلح يطلق على المجموعة الكاملة من المادة الوراثية للكائن الحي) . والكروموسوم تركيب أسطواني الشكل يوجد في نواة الخلية. يطلق على كل زوج من الكروموسوم عادة تسمية كروماتيد واعتمد استعمال مصطلح الكروموسوم لوصف الكروماتيدين المتحدين.



تقسم الخلايا الحقيقية النواة الى ما يأتي:-

1-خلايا حقيقية النواة نباتية Plant Cell :

في هذه الخلايا تترتب وتنتظم الاجزاء الخلوية بحيث يختص كل جزء ثانوي بوظيفة بايولوجية معينة وتسمى هذه الاجزاء الخلوية الثانوية المحكمة التنظيم بأسم العضيات الخلوية Cell Orgenelles.

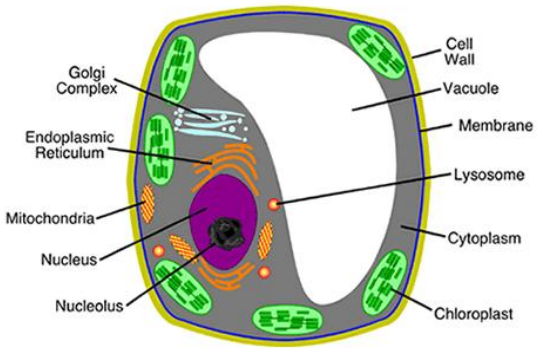
فالتركيب الضوئي Photosynthsis يجري في البلاستيدات الخضراء Chloroplasts والفعالية التنفسية Respiratory والفسفرة التاكسدية Oxidative Phosphorylation تحدث في المايتوكوندريا Mitochondria والمادة الوراثية تتركز في النواة كما تحتوي الخلية النباتية على فجوات Vacuoles لخزن المواد المغذية او لإجراء تفاعلات محللة Degredative Reactions للفضلات الخلوية. وبعبارة اخرى فان الوظائف الحيوية المختلفة تحدث في العضيات الخلوية المنفصلة المنتظمة التركيب والمتعاونة مع بقية اجزاء الخلية.

2- خلايا حقيقية النواة حيوانية Animal Cells:

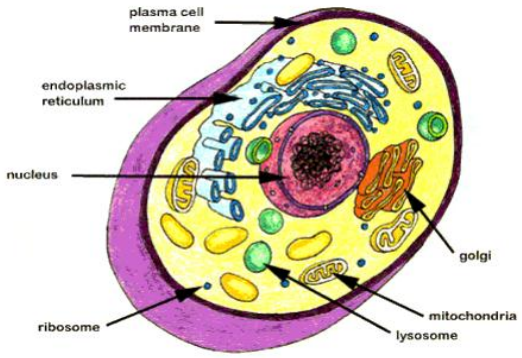
الخلية الحيوانية عبارة عن كتلة من البروتوبلازم المحاط بغشاء محدد وبداخله السايتوبلازم Cytoplasm ويحتوي على نواة واحدة او اكثر. يمثل السايتوبلازم الجزء السائل الموجود داخل الخلية ويحتوي على عدة عضيات خلوية Cell Organelles اكثر كثافة من السايتوبلازم مثل اجسام كولجي والمايتوكوندريا والنواة وبعض الاجسام الكروية مثل جسيمات البيروكسومات Peroxisomes وكذلك الجسيمات الحالة Lysosomes التي تعمل على تحطيم المواد الغريبة الداخلة الى الخلايا. هذا فضلاً عن احتواء الخلية على بروتينات ليفية Fibrous Proteins يطلق عليها اسم Cytoskeleton. كما يحتوي السايتوبلازم على تركيب رقيق غشائي يعرف بالشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum.

جدول يوضح اهم الفروقات بين الخلية النباتية حقيقية النواة والخلية الحيوانية حقيقية النواة .

ت	الخلية النباتية	الخلية الحيوانية
1	تحتوي على جدار من السليلوز بالرغم من ان بعض الخلايا النباتية لا تمتلك هذا الجدار كما في الكميتات	لا تحتوي على جدار .
2	تحتوي البلاستيدات الخضراء .	لا تحتوي على البلاستيدات
3	تمتلك فجوة عصارية كبيرة لغرض انتفاخ الخلية .	قد تحتوي على فجوات صغيرة
4	لها القدرة على تكوين نبات جديد وتدعى هذه الخاصية Totipotency	لم تثبت فيها هذه الخاصة



Plant cell



Animal Cell

جدول يوضح المقارنة بين الخلايا بدائية النواة Prokaryotic Cells و الخلايا حقيقية النواة Cells Eukaryotic

ت	الصفة	بدائية النواة Prokaryotic	حقيقية النواة Eukaryotic
1	الغشاء نووي Nuclear Envelope	لا يوجد	يوجد
2	الـــ DNA	DNA حلقي الشكل	الحامض النووي DNA مرتبط مع البروتينات ومزدوج الخيطين Double strands
3	النوية Nucleous	لا توجد	توجد غالباً
4	الانقسام	مباشر (بالانشطار مثلاً)	اعتيادي واختزالي
5	الرايبوسومات	من نوع S70	من نوع S80
6	الشبكة الاندوبلازمية، المايتوكوندريا، البلاستيدات ...الخ	لا توجد ، بل توجد انزيمات التنفس والتركيب الضوئي على غشاء الخلية	توجد
7	الحركة	بواسطة سوط بسيط التركيب	بواسطة أسواط وأهداب معقدة التركيب
8	النبيبات الدقيقة	لا توجد	توجد
9	التغذية	الامتصاص بالدرجة الاساسية وقليل منها يقوم بعملية البناء الضوئي	الامتصاص – الهضم – البناء الضوئي
10	جسم الكائن الحي	بسيط ومفرد الخلية في الغالب ، كما ان الخلايا لا تكون انسجة. تضم الخيطيات والبكتريا والطحالب الخضراء الزرقاء .	معقد في الغالب، منها بسيط ومفرد الخلية والأخر يتألف من عدد كبير من الخلايا منها تتكون انواع الانسجة. تضم الطحالب متعددة الخلايا والخمائر والفطريات والابتدائيات والنباتات والحيوانات.

جدول يوضح المقارنة بين الخلية البكتيرية والخلية الحيوانية والخلية النباتية

ت	المكونات الخلوية	الخلية البكتيرية	الخلية الحيوانية	الخلية النباتية
1	جدار الخليةCell wall	موجود يتكون من Polypeptides	غير موجود	موجود يدخل فيه السليلوز
2	غشاء الخلية Cell membrane	موجود	موجود	موجود
3	الفجوات Vacuoles	غير موجود	غير موجود او صغير	موجود
4	الاسواط Flagella	موجودة بشكل خيط منفرد(ليفة منفردة)	موجودة (كل سوط يحتوي على ليفتين مركزيتين+ 9 ازواج من اليفات المحيطية)	غير موجود
5	النبيبات الدقيقة Microtubules	غير موجودة	موجودة	موجودة
6	الشبكة الاندوبلازمية E.R.	غير موجودة	موجودة	موجودة
7	النواة Nucleus	غير موجودة	موجودة	موجودة
8	الاجسام الحالة Lysosomes	غير موجودة	موجودة	قد تسمى Pherosomes
9	اجسام كولجي Golgi Complex	غير موجودة	موجودة	موجودة
10	المايتوكوندريا Mitochondria	غير موجودة	موجودة	موجودة
11	البلاستيدات الخضراء Chloroplasts	غير موجودة	غير موجودة	موجودة
12	الكروموسومات Chromosomes	حلقة مفردة من DNA وجرد بروتينات	وحدات مزدوجة من DNA وفيها بروتينات	وحدات مزدوجة من DNA وفيها بروتينات
13	الرايبوسومات Ribosomes	موجودة S70	موجودة S80	موجودة S80
14	المريكز Centriole	غير موجودة	موجودة	موجود