**نبذة تأريخيه**

 **افترض الفلاسفة والطبيعيون القدماء بأن جميع الكائنات الحية ماهي الا مجموعة معقدة من العناصر والمكونات تتوارث وتتكاثر عناصرها بشكل مستمر وانها بالأساس تعود الى تركيب مجهري موحد فعلى الرغم من انها مكونة من انسجة وتحتل مواقع مختلفة الا أنها ذات منشأ خلوي واحد .**

 **استمرت هذه الفرضية قروناً عديدة حتى جاء القرن السادس عشر عندما تم اختراع العدسات المكبرة والمجاهر البسيطة والمركبة حيث لوحظ لأول مرة الوحدة البنائية للكائن الحي والتي تم طلق عليها فيما بعد الخلية**Cell  **والتي فتحت افاق جديدة لعلم جديد الا وهو علم دراسة الخلية** Cytology **بالرغم من اكتشاف هذا العلم في القرن السادس عشر الا انها لم تعرف اهميتها وطبيعتها حتى القرن التاسع عشر واعتبر علم الخلية علما قائما بذاته ويعد من العلوم الحديثة في علوم الحياة .**

**الخلية The Cell :** **وهي اصغر وحدة بنائية يتكون** منها الكائن الحي وهي الوحدة الاساسية لكل اشكال الحياة بسبب وجود كل مقومات الحياة فيها .

**علم الخلية Cytology :** هو العلم الذي يختص بدراسة خلية الكائن الحي من الناحيتين التركيبية والوظيفية ويدعى حديثاً بعلم حياة الخلية Cell Biology فلقد اطلق مصطلح الخلية لأول مرة من قبل العالم روبرت هوك Robert Hook عندما كان يفحص شريحة من الفلين مستخدم مجهر بسيطاً كان قد صنعهُ بنفسهِ فوجد ان الفلين مكون من حجرات فارغة شبيهة بخلايا النحل دعاها الخلايا Cells وقد اشتق ذلك من معناها اللاتيني ( حجرة فارغة ) واطلق على الحواجز التي تفصلها بجدران الخلية .

**نظرية الخلية Cell Theory :**في العام 1838 وضح عالم النبات الالماني شلايدن فكرة ان الخلايا هي الوحدة الاساسية البنائية في النبات وفي العام 1839 وضع عالم الحيوان الالماني شوان فرضيات شلايدن على الحيوان وكلاهما قد افترض بان الخلية هي الوحدة الاساسية للتركيب و الوظيفة للكائن الحي وهذا ما يعرف حالياً بمبدأ الخلية وفي الحقيقة فأن شلايدن وشوان قد استندا في فرضيتهم هذه على ما توصل اليهِ باحثين اخرين امثال : (1808 ) Mirbel , (1809) Lamarck , (1826) Turpin , بعدها اوضح فرشو 1858 بان الخلية لا تنشا الا من خلية سابقة لها وقد سمي ذلك الخلق الحيوي Biogenesis واصبحت النظرية الخلوية تنص على :-

1. ان الكائن الحي يتكون من خلايا ومن منتجاتها .
2. تعتبر هذه الخلايا الوحدات التركيبية والوظيفية للكائن الحي .
3. الخلايا الحية تنشا من خلايا حية سابقة لها في الخلق .

ان نظرية الخلية Cell theory هي اشبه بحجر الزاوية والعلوم وكما ان الوحدات الاساسية للمادة هي الذرات فالوحدات الاساسية للحياة هي الخلايا ولكن ليست الخلايا بتلك الدرجة من البساطة لكي نعدها المادة النباتية للحياة ( كالجزيئات التي تبنى من الذرات ) وانما هي المادة الحية

من الكائن الحي التي تتضمن جميع الاجزاء الحية وتجعل الحياة ممكنة وتؤدي وظيفتها كالتنظيــــم Organizationوالحركة Movement واستخدام الطاقة Energy use والانتاج Reproduction والاستجابة للمحفزات Response to stimuli والنمو Growth وغيرها وعليه فلا يمكن ان نفهم حقيقة الكائنات الحية مالم ندرس وحداتها الحية البسيطة وهي ( الخلايا).

**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 لا يؤدي مهامه بكفائه 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 علاقتهِ 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 توزيع كل من العضيات الموجودة فيها .

 اما عن ***العلاقة بعلم الوراثة***  فان التقاء علم الوراثة وعلم الخلية وهي مشاكل متعلقة بنمو الجنين والانقسام الخلية في اواسط القرن التاسع عشر الظاهرة الرئيسة لتكاثر الكائنات الحية واعتبر الباحث ولسون Wilson ان الوراثة هي نتيجة لاستمرارية صفات الخلية بواسطة الانقسام . كما لاحظ علماء الخلية بان الدور الذي تقوم بهِ الكرموسومات خلال عملية الانقسام الاختزالي Meiosis له علاقة وثيقةُ بالظواهر الوراثية للكائن الحي . هناك العديد من البحوث والتجارب والدراسات الوراثية التي اجريت بصورة منفصلة عن باقي فروع علوم الحياة ادت الى ظهور علم منفصل سمي بعلم الوراثة Geneties : ولكون هذه الابحاث تختص بالخلية لذا بقي علم الوراثة ذو علاقة وطيدة مع علم الخلية ونشأ فرع من علم الوراثة سمي بعلم الوراثة الخلوية Cytogenetics : كما أرتبط علم الوراثة فيما بعد بعلم الكيمياء الحياتية لوصول الابحاث والدراسات الى مستوى الجزيئات المكونة للعوامل الوراثية مما ساعد في ظهور حقل علمي جديد سمي بعلم الوراثة الجزيئي Molecular genetics.

اما عن ***علاقتهِ بالكيمياء الحياتية biochemistry*** فهنالك علاقة وثيقة ما بين علم الخلية وعلم الكيمياء الحياتية وتظهر هذهِ العلاقة من اكتشاف علماء الكيمياء الحياتية للبروتين ( منهم فيشر Fuscherسنة1920) الذين اكدوا على ان جزئية البروتين تتكون من وحدات صغيرة تُسمى بالأحماض الامينية , وكذلك اكتشاف الانزيمات و دورها كعوامل مساعدة وأهميتها في تحويل الطاقة وفي الفعاليات الحياتية الخلوية المختلفة . وقد تمكن العالمان بنسلي Bensley و هوفر Hover

 عام 1934 من عزل المايتوكوندريا Mitochondria من الخلية بكميات تكفي للتحليلات الكيمياوية والفيزياوية وهذه هي الطريقة التي ادت فيما بعد الى عد المايتوكوندريا

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 Metabolism ومن 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 البند المركزي Centrifugation ذات سرع التدوير الفائقة جداً بحيث تمكن العلماء من فضل العضيات الخلوية عن بعضها البعض بالإضافة 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 السايتوبلازمي Vacular System.

ان المرض حالة اولية للنشاط غير طبيعي في الخلية لذا فلا بد ان تكون هناك ***علاقة بين علم الخلية من جهة وعلم الامراض والصحة*** من جهة الاخرى 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 وان هذه الدراسات ساعدت على ظهور علم جديد سمى بعلم فسلجه الخلية Cell physiology*** , 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 وبالإضافة الى انقباض العضلات . كما اهتم الباحثون في هذا المجال بطبيعة الغشاء البلازمي كذلك اهتموا بأليات عبور المواد عبر الغشاء البلازمي ومنها النقل الفعال Active transport وكذلك النمو والتغذية والافراز بالإضافة الى الفعاليات الخلوية الاخرى .

***و لعلم الخلية ايضاً علاقة متينة مع علم التصنيف Taxonomy***, فالأبحاث والدراسات الحديثة في تصنيف الكائنات الحية مبنية اساساً على كروموسومات الخلية وعلى الاختلاف في عددها وشكلها من كائن حي الى أخر وقد لاحظ ستيبنس Stebbins ان الكروموسومات لكونها حاملة للعوامل الوراثية يجب ان تعد الاساس المعتمد عليه في العلاقة بين الخلية و التصنيف ومن

الدراسات المهمة في هذا المجال هي المقارنات التفضيلية الكاملة للطرز الكروموسومية وتحليل عملية الانقسام الاختزالي وخاصة عند حدوث عملية التهجين وكذلك دراسة

التفاعلات الكروموسومية الطبيعية والتركيبية فالدراسات حول منشأ بعض النباتات المهمة مثل نباتات المحاصيل كالقمح و الشعير و القطن قد وضحت بصورة جيدة مثلها في ذلك مثل الدراسات الخاصة بالخلية وبالوراثة . وعليهِ لا بد ان يدخل علم الخلية في جميع المشاكل الحيوية .

مستويات التنظيم

بالرغم من اكتشاف الخلية قبل 300 سنة الا انهُ هنالك بعض الامور غير واضحة حيث ان الخلايا تتكون من مكونات اساسية الا وهي الكاربون و الهيدروجين والاوكسجين والنتروجين وهذه العناصر تكون موجودة في المواد غير الحية ايضاً ولكن صفة الحياة تتميز بها الخلايا فقط .

تتكون الخلايا الحية من العديد الجزئيات والذرات المتشابهة من حيث الاساس ولكن تركيب وسلوك الذرات المكونة لها تختلف في صفات هذه الجزئيات مثلاً السليلوز Cellulose والاميلوز Amylose مكوناتها الاساسية هي جزيئة الكلوكوز (سكر العنب) والاختلاف يكون في موقع ارتباط جزيئة OH الى الاعلى من ذرة الكاربون يعطي الكلوكوز مركب بيتا وهو السيليلوز .

ان اختلاف صفات الحياة ناشئ بالدرجة الاولى من صفات الجزيئات عند تأصرها مع بعضها البعض بطريقة معينة مع مثيلاتها , فالآصرة الهيدروجينية هي السبب الاساس لتغاير المادة الحياتية حيث انها تربط الجزيئات البسيطة التركيب مثل الماء والسليلوز والنشا وحتى الارتقاء بالجزيئات المعقدة كجزيئة الحامض النووي RNA وDNA .

الخلايا اصغر بكثير من ان تميز بالعين المجردة لذلك يمكن تمييزها بالمجهر الضوئي , اما مكونات الخلية فتكون اصغر بكثير من ان تميز بالمجهر الالكتروني , اما دراسة التراكيب الجزيئية والذرية فيمكن دراستها بمجرد الحيود بالأشعة السينية . ***والجدول التالي يوضح العلاقة بين مستوى الحياتي وطريقة دراستها:-***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| الاعضاء | العين المجردة | 0.1 ملم او اكثر |
| الانسجة والخلايا | **المجاهر الضوئية** | **0.2 – 100 مايكرومتر** |
| مكونات الخلايا | **المجاهر الالكترونية** | **1 – 200 نانوميتر** |
| التركيب الجزيئي والذري | **مجهر الحيود بالأشعة السينية** | **اقل من 1 نانوميتر** |

تتداخل مستويات التنظيم مع بعضها البعض ويكمل بعضها البعض وينتج عن هذا التكامل الحيوي الكائن الحي . ان الكائن الحي هو جزء من النظام البيئي , والنظام البيئي هو جزء من المحيط البيئي وفيما يلي تدرج الهرمي لمستويات التنظيم الحياتي في الطبيعة .

***مخطط يوضح التنظيم الهرمي في الطبيعة***

المحيط الحياتي Biosphere(Ecosphere)

الانظمة البيئية Biomass(Ecosystem)

الجماعات السكانية Population

المجتمعات Communities

الافراد الحيةIndividual organism

الاجهزة العضوية Organ system

الاعضاء Organs

الخلايا Cell

العضيات Organelles

الجزيئات Moleculls

الذرات Atoms

الدقائق الاولية Filamentary particles

*تركيب الخلية :-*

1. امكانية بقائها بصورة مستقلة اي ان الخلايا تمتلك القدرة على الاستمرار في الحياة بغياب اية خلية اخرى وهذهِ القدرة تتطلب :-
* اداء بناء خليوية قادرة على الحصول على الطاقة من بيئتها من خلال الضوء او من خلال تحلل بعض المواد الغذائية الكيميائية
* القدرة على استعمال هذه الطاقة لدعم العمليات الحيوية الضرورية وتتضمن هذه العمليات حركة المكونات من موقع في الخلية الى آخر .
* النقل الاختياريSelective Transport للجزئيات الى داخل وخارج الخلية .
* القدرة على تحويل الجزئيات من صورة كيميائية الى أخرى من أجل التعويض عن الاجزاء التالفة او لدعم النمو والتكاثر .
1. تمتلك جميع الخلايا انظمة كيمياوية حياتية اساسية محددة مسؤولة عن البناء مثل :- الكاربوهدرات , البروتينات , الحوامض النووية وانواع اخرى كثيرة من الجزئيات .
2. تمتلك جميع الخلايا سطحاً خارجياً يضمن حمايتها من خلال ابعاد المواد الغير مرغوب فيها الموجودة في محيطها الخارجي فيما يسمح في نفس الوقت بتوجيه دخول وخروج مواد اخرى .
3. تمتلك جميع الخلايا مخزوناً للمعلومات ممثلاً بالمادة الوراثية .
4. تمتلك وسائل لتزويد الطاقة الكيمياوية التي تستخدم في عمليات البناء الحيوي التي تؤدي الى النمو والتطور .

***ويمكن تصنيف الخلايا الحية الى مجموعتين :-***

***اولاً :- خلايا حقيقة النواة Eukaryotes***  والتي تكون مكونات النواة محاطة بغلاف غشائي يعرف بغلاف النواة nuclear envelope يفصلها عن باقي الاجزاء . تختلف خلايا الكائنات الراقية في الشكل والتركيب وتتميز طبقاً لوظيفتها الخاصة في مختلف الانسجة والاعضاء وبسبب التخصص تكتسب الخلايا مميزات خاصة . وتشمل الخلايا حقيقة النواة في النباتات من الطحالب صعوداً الى مغطاة البذور وهي النباتات الاكثر تطوراً; اما في الحيوانات فتشمل من البدائيات الى الحيوانات اللبونة الاكثر تطوراً

***ثانيا:- خلايا بدائية النواة Prokaryotes***  تكون مكونات النواة غير مفصولة عن باقي اجزاء الخلية; وتوجد صفات اخرى تختلف فيها بدائية النواة عن الخلايا وكما هي موضحة بالشكل

***المقارنة بين خلايا حقيقية النواة وخلايا بدائية النواة***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **الصفة** | **حقيقة النواة** | **بدائية النواة** |
| **غلاف نووي** | يوجد | لا يوجد |
| **DNA** | موجود مع البروتينات الثنائية او متعددة الجزيئات | مفرد بدون بروتينات |
| **النواة Nucleus** | تكون مكونات النواة محاطة بغلاف غشائي ويكون DNAعلى شكل شريط مزدوج مرتبط مع بروتينات معينة مكونة الكروموسومات | تكون مكونات النواة غير محاطة بغلاف غشائي ويكون DNA شريط مفرد وغير مرتبط مع بروتينات |
| **حجم الخلية Cell Size** | غالباً ما يتراوح قطرها بين 1 -100µ | غالباً ما يتراوح قطرها 1- 10µ |
| **الافراد التي تشملهاMember** | جميع الحيوانات والنباتات والفطريات والطلائعيات عدا الطحالب الخضر المزرقة | تشمل البكتريا و الطحالب الخضراء المزرقة والمايكوبلازما |
| **الانقسام** | اعتيادي واختزالي (غير مباشر) | بالانقسام والتبرعم والانشطار (المباشر) |
| **الرايبوسومات** |  من نوع 80s الوحدة الكبيرة60s  الوجدة الصغيرة 40s |  من نوع 70s الوحدة الكبيرة50s  الوجدة الصغيرة 30s |
| **العضيات السايتوبلازمية****الغشائية membranous****Organelle****المايتوكوندريا , البلاستيدات , جهاز كولجي .....الخ)** | تحتوي على عضيات سايتو بلازمية غشائية مختلفة مثل المايتوكوندريا واجهزة كولجي |  لا تحتوي على عضيات , تقوم انزيمات معينة بمهامها مثل التنفس والبناء الضوئي . |
| **الحركة** | اذا وجدت تكون اهداب او اسواط معقدة التركيب | ان وجدت تكون بهيئة سوط بسيط التركيب |
| **النبيبات الدقيقة** |  توجد |  لا توجد |
| **التغذية** | الامتصاص , الهضم , البناء الضوئي | الامتصاص بالدرجة الاساس وقليل منها يقوم بعملية البناء الضوئي |
| **جسم الكائن الحي** |  معقد في الغالب (منها بسيط ومنفرد الخلية ) و يتألف من عدد كبير من الخلايا تكون انواعا منها انسجة |  بسيط ومنفرد الخلية في الغالب كما ان الخلايا لا تكون انسجة |

***حجم الخلية :-***

عند فحص الخلايا سواء نباتية او حيوانية نشاهد اختلاف واضح بالحجم , ان اصغر الخلايا المعروفة هي خلايا المايكروبلازما Mycoplasma cells التي تصيب الجهاز التنفسي ببعض الامراض والتي يصل قطرها الى (0.1 مايكرومتر) وهذا يعني انها لا ترى الا بالمجهر الالكتروني . ان تركيب خلية المايكروبلازما بسيط جداً وعلى الرغم من بساطة وصغر هذه الخلايا فأنهُ باستطاعتها لنجاز جميع وظائف الحياة .

***اما العوامل التي تحدد حجم الخلية فمنها :كمية المادة المخزونة***  فمثلا بيضة الدجاج او النعام تكون لاحتوائها على غذاء مخزون للجنين النامي , ***ووظيفة الخلية*** فالخلية العصبية يصل طولها الى اكثر من 1متر لإيصال الايعازات العصبية الى مسافات بعيدة بينما خلايا الدم البيض قطرها 5-6 مايكرومتر .

ان معدل حجم الخلية في الانسان يتراوح بين خلية الدم البيضاء الصغيرة ( التي تمتلك قطر مقدارهُ 5 – 6 مايكرومتر) والخلية العصبية ( التي يصل طولها الى اكثر من متر و قطرها حوالي 100 مايكرومتر) وبهذا تصبح النسبة بين القطرين حوالي (20:1), وان طول بيضة الدجاجة بقشرها يبلغ حوالي 60 ملم وعرض مقدارهُ 45 ملم وهذا الكبر يعود الى احتوائها على مخزون غذائي يستعمل لنمو وتطور الجنين لمدة لا تزيد عن ثلاثة اسابيع , اما جنين الانسان فيستمد غذائهُ من الام لذلك فان بيضة الانسان ( قطرها حوالي 1ملم ) لا تتطلب خزن كمية من الغذاء . لذا فأن ***الاحجام المختلفة للخلايا العصبية والعضلية والدموية يعتمد على العمل الخاص الذي تقوم به هذه الخلايا***

***اما بالنسبة للخلايا المتشابهة في الوظيفة فأن العوامل التالية تلعب دوراً في اختلاف حجومها:-***

1. نسبة كمية المادة النووية الى كمية السايتوبلازمية.
2. معدل الفعالية الكيمياوية للخلية .
3. نسبة المساحة السطحية للخلية الى حجمها

***نسبة كمية المادة النووية الى كمية المادة السايتوبلازمية:-***

تميل الخلية الى الحفاظ على النسبة بين كمية السايتوبلازم والمادة النووية ويجب الاشارة الى ان النواة هي المسؤولة عن عمليات النمو والتكاثر واستمرارية وجود الخلية وعلى الرغم انه بعض الخلايا لا تحتوي على نواة مثل كريات الدم الحمراء الناضجة الا انها بمرور الزمن تهبط الخلية وتموت . في الوقت ذاته لا تستطيع النواة السيطرة على كمية كبيرة من السايتوبلازم فاذا زادت كمية السايتوبلازم في الخلايا النشطة فان النواة تقوم بعملها كمركز سيطرة فأن المساحة السطحية قد تزداد من خلال تغير شكلها او اومن شكلها او من خلال مضاعفة المادة الكروماتينية التي تعتبر من مكوناتها الرئيسية عندما تنقسم الخلية ويعود التوازن بين النواة و السايتوبلازم , ويمكن توضيح هذه العلاقة بدليل البلازم النووي (NP)Nucleoplasmic Index والذي يساوي:-

NP = حجم النواة (Vn) / حجم السايتوبلازم (Ve) – حجم النواة(Vn).

***معدل الفعالية الكيمياوية للخلية:-***

يتناسب معدل الفعالية للخلية عكسيا مع حجمها فكلما صغر حجم الخلية كلما كانت فعاليتها الكيمياوية اعلى

***نسبة المساحة السطحية للخلية الى حجمها:-***

تسطيع الخلايا تغيير شكلها فتصبح كروية او متطاولة ذات تجاعيد داخلية لا تتغير بالحجم وانما يؤدي الى تغيير في المساحة السطحية. اذا ازدادت المساحة السطحية يزداد جريان المواد عبر غشاء الخلية وبالتالي يكبر حجم الخلية الى حد معين لا تفقد فيه النواة السيطرة على فعالية السايتوبلازم .

***شكل الخلية Shape***

 بعض الخلايا لها القابلية على تغيير شكلها مثل الأميبا وكريات الدم البيض في حين في بعض الخلايا يكون الشكل ثابت مثل الخلايا الطلائية والخلايا العصبية ومعظم الخلايا النباتية . يعتمد شكل الخلايا على التكيف الوظيفي بالدرجة الاولى وجزئيا على الشد السطحي ولزوجة السايتوبلازم والتأثيرات الميكانيكية من الخلايا المجاورة ودرجة صلابة جدار الخلية .

 هنالك تراكيب خلوية داخل السايتوبلازم تدعى الانيبيات الدقيقة Microtubules والخيوط الدقيقة Microfilaments تلعب دورا هاماً في تحديد شكل الخلية.

***عدد الخلايا Cell Number***

 تختلف اعداد الخلايا من كائن الى اخر فكلما كان الكائن الحي كبير كلما امتلك جسمهُ عدداً كبيراً من الخلايا, وفي بعض انواع الطحالب الخضراء التي تعيش في برك المياه العذبة تكون تجمعات عدد الخلايا فيها ثابت , وهذا العدد الثابت للخلايا يشاهد في عدد قليل جداً من الحيوانات .

ان الخلايا العصبية في الانسان تكون ذات تخصص عالي ولا يمكن تعويض الخلية العصبية اذا حصل تلف لها ولا يحصل زيادة في عددها , في حين الخلايا العضلية يمكن تعويض التالف منها غير الزيادة في حجم العضلة بعد التمارين الرياضية سببهُ كبر حجم الخلية وليس زيادة في عددها , اما كريات الدم الحمراء تعوض باستمرار في مجرى الدم ويكون عدد هذه الكريات الجديدة مشابهة لعدد كريات الميتة لذلك فأن الانسان يمتلك عدد ثابت من كريات الدم الحمراء.

***المكونات الكيمياوية للخلية***

لقد اولى علم الخلية الحديث اهتماماً كبيراً بدراسة المكونات الكيمياوية للخلية تمهيداً لدراسة تنظيمها الجزيئي وقد ترافقت تلك الدراسة مع تطور تقنيات دراسة الخلية.

قسمت المكونات الكيمياوية للخلية الى مجموعتين رئيسيتين : ***مكونات لا عضوية Inorganic*** , ***ومكونات عضوية Organic***  تشمل الاولى الماء والايونات المعدنية والثانية البروتينات والكربوهيدرات والحوامض النووية والدهون اضافة الى الفيتامينات ومنظمات النمو( الهرمونات)التي توجد بكميات كبيرة.

***المكونات اللاعضوية للخلية***

* ***الماء***

 يعد الماء اكثر المركبات الكيمياوية وفرة في البروتوبلازم الفعال حيث يتراوح نسبتهُ بين 60-95% وزناً ويقل المحتوى المائي في التراكيب الكامنة كالبذور والابواغ (السبورات) تصل نسبتهِ الى 10% واحياناً الى 4% . ان الماء وسط ملائم للنشاطات الخلوية المتعددة التي تجري في الخلايا الحيوانية والنباتية على حد سواء , وسبب ذلك امتلاك الماء خواص متعددة ومهمة تميزهُ عن غيرهُ من السوائل فللماء حرارة نوعية عالية وعلية يحصل تغيير طفيف في درجة الحرارة عند امتصاص او فقدان كميات كبيرة من نسبيا من الحرارة . كما يمتلك الماء حرارة تبخير عالية وعليهِ تتبدد كميات كبيرة من الحرارة تحت ظروف ملائمة للتبخير محدثة عملية تبريد محسوس. كما ان للماء قوة تماسك **Cohesion force** وقوة تلاصق **adhesion force** كبيرتين مقارنة مع السوائل الاخرى.

***المكونات العضوية للخلية***

* ***البروتينات Protein***

 ان اول من استمل مصطلح بروتين هو العالم جيرارد يوهان ملدر عام 1838حين ادرك اهميتها القصوى للمادة الحية. فكلمة بروتين مشتقة عن الكلمة اليونانية بروتيوس Proteios التي تعني في "المقدمة" ( الصف الاول) وقد اثبت الدراسات الحديثة صحة ذلك فالبروتينات تعد من المكونات الاساسية للمادة الحية .

تعد البروتينات اكثر المكونات العضوية اختلافاً من الناحية الكيمياوية والفيزياوية . وعلى الرغم من ان البروتينات تؤدي ادواراً حيوية مختلفة الا انها تقسم من الناحية الوظيفية الى مجموعتين كبيرتين:-

1.بروتينات تركيبية Structural proteins

2.بروتينات ديناميكية Dynamic proteins

تكون وظيفة البروتينات التركيبية الاسناد بالدرجة الاولى وتوجد عادة اما بداخل الخلية فتعرف بالبروتينات التركيبية الداخليةIntracellular structural proteins (امثالها التيوبيولين والبروتينات الشبيهة بالأكتين للنبيبات الدقيقة والخيوط الدقيقة) او توجد خارج الخلية فتعرف بالبروتينات التركيبية الخارجيةExtra structural proteins ( امثالها الكولاجين collagen في الجلد والغضاريف والعظام , والقرنين Keratin في الاظافر والشعر ).

اما البروتينات الديناميكية فتشمل الانزيمات وبعض البروتينات الهرمونية (كالأنسولين Insulin و الثيروكسين Thyroxin ) وبعض صبغات الدم الهيموكلوبين .

تصنف البروتينات احياناً استناداً الى تنظيمها الجزيئي وعلى هذا الاساس فهنالك : البروتينات الليفيةfibrous ( مثل الأكتين والمايوسين) والبروتينات البلورية globular (مثل الهيموكلوبين والميوكلوبين myoglobin وبروتينات المصل plasma protein ومعظم الانزيمات).

تتألف جميع البروتينات من عناصر الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنتروجين وبعضها يحتوي على عنصر الكبريت. اما الجزيئة البروتينية فتكون من سلسلة من الاحماض الامينيةamino acids . يوجد حوالي عشرين نوعاً من الحوامض الامينية كمكونات منظمة لجزيئة البروتين وباتحاد هذه الانواع المحدودة من الحوامض الأمينية مع بعضها بنسب مختلفة يمكن الحصول على عدد لا يحصى من الجزيئات البروتينية المختلفة. ويمكن تعيين حجم وشكل ووظيفة البروتينات بواسطة عدد ونوع وتوزيع الحوامض الامينية الموجودة في الجزيئة . ان الصيغة العامة للأحماض الامينية هي كالآتي:-

مجموعة حامض(كروكسيل الفا) H

COOH C R

 مجموعة الامين الفا NH2 ذرة كاربون الفا

يمكن تميز الحوامض الامينية عن بعضها استناداً الى الطبيعة الكيمياوية الخاصة لمجموعة الـ R

* ***الكاربوهيدات Carbohydrates***

تتكون الكاربوهيدات من عناصر الكاربون والهيدروجين و الاوكسجين وتكون نسبة الهيدروجين الى الاوكسجين كنسبتها في الماء .تعد الكاربوهيدات عناصر دعم واسناد ومصادر للطاقة في الخلايا الحيوانية والنباتية على حد سواء . وتصنف الى :

***السكريات الاحادية monosaccharaides***

وهي سكريات بسيطة تصنف استناداً الى عدد ذرات الكربون التي تحتويها الى: ثلاثية ذرات الكربونtriose ورباعية ذرات الكربون tetrose وخماسية الكربون pentose مثل الرابيوز ( الذي يوجد في جزئيات الحوامض النووية كما يلعب الرابيوز دورا مهما في تفاعلات الظلام لعملية البناء الضوئي) وسداسية ذرات الكاربون مثل الكلوكوز(الذي يعد مصدراً مهماً للطاقة في الخلايا الحية).

***السكريات الثنائية disaccharides***

تتكون نتيجة تكثيف اثنين من السكريات الاحادية مع فقدان جزيئة ماء واحدة . امثالها:- السكروز, المالتوز(في النباتات) واللاكتوز(في الحيوانات).

***السكريات المتعددة Polysaccharides***

تنتج هذه السكريات عن تكثيف عدة جزيئات من السكريات الاحادية مع فقدان جزيئة ماء عند اضافة كل جزيئة جديدة .من السكريات المتعددة المهمة للكائنات الحية; النشأ Starch , والكلايكوجين Glycogen ( اللذان يوجدان كمادة غذائية مخزونة في الخلايا النباتية والحيوانية على الترتيب) والسيليلوز Cellulose ( الذي يعد عنصراً تركيبياً مهماً للخلايا النباتية).

* ***الدهون Lipids***

 تشمل الدهون مركبات متعددة تتميز بعدم قابليتها على الذوبان بالماء وبذوبانها في المذيبات العضوية كالأيثر والكلوروفورم والبنزين . وتشبه الدهون الكاربوهيدات من حيث الوظيفة فهي تؤدي دورين مهمين في الخلية:

1.تدخل في تركيب بعض المكونات الخلوية كالأغشية الخلوية.

2.توجد كمواد مخزونة في الخلية وبذلك تعمل كمصدر للطاقة.

 تشمل الدهون المركبات العضوية الآتية : الحوامض الشحمية Fatty acids , والشحوم المتعادلة Fats neutral , و الفوسفاتيدات الكليسرية Glycerophosphatides , والدهون السفنكية Sphingoipids والدهون السكرية Glycolipids والبلازمالوجيناتPlasmalogens والستيرويدات Steroids والتربينات Terpenes.

* ***الانزيمات Enzymes***

تحصل في الخلية عشرات الالاف من التفاعلات الكيمياوية في آن واحد وتتسرع جميع هذه التفاعلات تقريبا ببروتينات متخصصة تعرف بالأنزيمات ولا تستهلك جزيئات الانزيمات في هذه التفاعلات و انما تتحرر مع نواتج التفاعل وتقوم بتسريع نفس التفاعل مرات عدة.

يمتلك الانزيم موقعاً فعالاً Active site واحداً او اكثر ترتبط به مادة التفاعل (المادة الاساس) Substrate مادة التفاعل هي المادة التي يعمل عليها الانزيم ( التي يقع عليها فعل الانزيم) ونتيجة لذلك تتحور مادة التفاعل وتتحول الى ناتج واحد او اكثر وعموماً يكون هذا التفاعل معكوساً .

تم تشخيص اكثر من الف انزيم مختلف امثالها انزيمات الهضم الذاتي وتخثر الدم وتقلص العضلات وايض الكاربوهيدات والدهون والبناء الحيوي للحوامض النووية.

***التخصص بمادة التفاعل Substrate specificity***

تعد صفة تخصص الانزيم بمادة التفاعل من الصفات المهمة جداً لنشاط الانزيم ويقصد بها التخصص ان لكل انزيم مادة تفاعل معينة يعمل عليها الانزيم فبعض الانزيمات تمتلك تخصص مطلق Absolute specificity او تخصص نسبي Relative specificity ( امثالها انزيم اللايبييزlipase الذي يتخصص في تحلل الدهون ولا يمكن ان يحلل غير الدهون , وكذلك انزيمات تحلل المواد البروتينية Proteolytic enzymes والتي تسمى ايضاً بـ Proteinases وكذلك انزيمات تحلل المواد النشوية Glycoltic enzymes

***الخلايا بدائية النواة Prokaryotic Cell***

 تتكون الخلايا بدائية النواة من منطقتين متميزتين وهي السايتوبلازم Cytoplasm والمنطقة الشبه النووية Nucleotide ويحاط السايتوبلازم بغشاء الخلية او الغشاء البلازمي Plasma membrane الذي يكون بدورهُ مغطى بجدار الخلية ومن امثلة الكائنات الحية بدائية النواة هي البكتريا Bacteria والطحالب الخضراء المزرقة Blue Green Algae .

يبلغ سمك الغشاء البلازمي حوالي (100انكستروم) ويبدو بالمجهر الالكتروني كتركيب ثلاثي الطبقات مكون من طبقتين غامقتين سمك كل منها (20 انكستروم) تقريباً تفصل بينهما طبقة فاتحة سمكها(50 انكستروم) تقريباً . وقد تلاحظ بعض الانطواءات من الغشاء البلازمي باتجاه السايتوبلازم تكون بهيئة صفائح او حويصلات تعرف بحاملات الصبغة Chromatophores تحتوي على طبقات تتم فيها عملية البناء الضوئي حيث تحمل الانزيمات المساعدة لتفاعلات البناء الضوئي وانزيمات الاكسدة كما هو الحال في الطحالب الخضر المزرقة والبكتريا الارجوانية . وقد توجد امتدادات اخرى من الغشاء البلازمي باتجاه السايتوبلازم تكون ذات اشكال حويصلية او حلزونية تعرف بالميزوزمات Mesosomes . وهي متشابهة للغشاء البلازمي من حيث التركيب الكيمياوي , يعتقد بأنها تلعب دوراً مهماً في التنفس وانقسام الخلية. وباستثناء هذه الامتدادات من الغشاء البلازمي فلا توجد انظمة غشائية اخرى في الخلايا بدائية النواة.

***تركيب البكتريا***

 ان اول من اكتشف البكتريا هو العالم ليفن هوك ويتراوح قطر الخلية البكتيرية (5 - 0.2) مايكرومتر ويمكن مشاهدتها بالمجهر الضوئي اما تركيب الخلية فتتم دراستها عن طريق المجهر الالكتروني . يحيط بكل خلية بكتيرية جدار صلب يتألف من مركبات كيمياوية, ويقع الى داخل من هذا الجدار الغشاء البلازمي الدقيق الذي يحيط بسايتوبلازم الخلية البكتيرية . يحتوي سايتوبلازم الخلية البكتيرية على المادة النووية المبعثرة في السايتوبلازم بالإضافة الى مكونات دقيقة اخرى كالرايبوسومات Ribosomes ( *وهي مواقع صنع البروتين بالخلية وتتواجد في جميع نواع الخلايا الحية ويختلف حجم وكثافة الرايبوسومات باختلاف منشئها ونوع الخلية التي تحملها وتكون في بدائية النواة من نوع 70s وفي حقيقة النواة من نوع80s تتكون الرايبوسومات من RNA وبروتينات وتختلف انواع البروتينات الداخلة في تركيبها*) , وبعض التراكيب الغشائية كامتدادات من الغشاء البلازمي نحو السايتوبلازم اضافة الى احتواء الخلية البكتيرية على تراكيب اخرى وهي الاسواط , العلبة (الكبسولة) والابواغ.

يمكن تمييز البكتريا عن الطحالب الخضراء المزرقة , كما ان البكتيريا تمتلك صبغات خاصة لامتصاص الضوء تختلف عن تلك الموجودة في الطحالب الخضراء المزرقة وهذه الاخيرة تمتلك صبغة الكلوروفيل التي لا توجد في البكتيريا.

***فهنالك العديد من الاسس التي يعتمد عليها تصنيف البكتيريا:-***

* **فقد تصنف البكتيريا حسب الشكل الى :- كروية*Coccus*  ( جمعها *Cocci*) , عضوية *Bacillus* ( جمعها *Bacilli*) *,* حلزونية *Spiral*.**

تميل البكتيريا الكروية الى البقاء مرتبطة بالخلية بعد الانشطار واعتماداً على ذلك تسمى البكتيريا **كروية ثنائية** *Diplococcus* عندما تكون مزدوجة الخلية , وتسمى **مسبحيه *Streptococcus*** عندما تكون بصورة سلاسل من الخلايا وتسمى **عنقودية *Staphylococcus*** عندما توجد عناقيد من الخلايا

* **وتصنف البكتيريا على اساس التصبيغ بصبغة كرام** فالخلايا التي تصطبغ بصبغة كرام يطلق عليها **موجة لصبغة كرام**  والخلايا التي لا تصطبغ بصبغة كرام يطلق عليها **السالبة لصبغة كرام** ويعتبر هذا التمييز بين انواع البكتيريا مهماً بسبب اختلاف في تركيب الجدار وحساسية كل نوع من البكتيريا للمادة الكيمياوية للصبغة .
* **وتصنف حسب حاجتها للأوكسجين** الى **البكتيريا الهوائية *Aerob*es** تعني انها تنمو فقط بوجود الأوكسجين . والنوع الاخر يُسمى **لا هوائية *Anaerobes*** اي انها تستطيع النمو بدون أوكسجين.
* **وقد تصنف حسب تغذيتها** فالبكتيريا التي تعتمد على المركبات العضوية فقط في الحصول على الكاربون كمصدر للطاقة تسمى **متباينة التغذية او غير ذاتية التغذية *Heterotrophic* ,** اما البكتيرياالتي تستعمل الكاربون اللاعضوي الذي تحصل عليهِ من الجو فتسمى **ذاتية التغذية*Autotrophic*** وتسمى البكتيريا التي تعتمد على الضوء كمصدر للطاقة في اختزال ثاني اوكسيد الكاربون اثناء عملية التركيب الضوئي **ذاتية التغذية الضوئية *Photoautotrophic* ,**  اما اذا كان مصدر تزويد البكتيريا بالطاقة هو عن طريق اكسدة المركبات اللاعضوية ( مثل اكسدة H2S **الى S او H2 الى H2O) فتسمى ذاتية التغذية الكيمياوية *Chemoautotrophic* .**

**جدار الخلية البكتيرية *The Bacterial Cell Well***

يحاط الغشاء البلازمي بجدار خلوي في كل من البكتيريا والطحالب الخضر المزرقة ويتكون الجدار من بروتينات و دهون وسكريات متعددة و مركب بروتيني سكري يعرف بالببيتيدوكلايكان *Peptidoglycan* وتعتبر هذه الطبقة الاساس في تصنيف البكتيريا الى بكتيريا موجبة وسالبة لصبغة كرام وتكون نسبة هذا المركب عالية (20 - 80%)في البكتيريا الموجبة لصبغة كرام ( مثل *Bacteria subtilis* ) وتكون واطئة (( 5 – 15% في البكتيريا السالبة لصبغة كرام (مثل *Escherichia coli* ) . يبلغ سمك جدار البكتيريا السالبة لصبغة كرام (10-15) نانوميتر ويحاط بطبقة خارجية تتكون من سكريات دهنية وبروتين بينما يبلغ سمك جدار البكتيريا الموجبة لصبغة كرام (25- 35) نانوميتر وهو غير محاط بطبقة خارجية.

تتكون جزيئة الببيتيدوكلايكان من كاربوهيدرات وحوامض امينية . وتكون الكاربوهيدات بشكل سكريات امينية هي N-Acetylglucosamine (NAG); و N-Acetylmuramic (NAM) ; اما الحوامض الامينية alanine,glutamic acid , lysine . يحتوي جدار البكتيريا السالبة لصبغة كرام اضافة الى الببيتيدوكلايكان دهون فوسفاتية ودهون سكرية . اما جدار البكتيريا الموجبة لصبغة كرام تحتوي اضافة الى الببيتيدوكلايكان بروتينات وسكريات متعددة وحوامض معينة.

تعد جزيئة الببيتيدوكلايكان اكبر جزيئة بايولوجية وتؤثر المضادات على جزيئة الببيتيدوكلايكان فالبنسلين يمنع تكوين هذه الجزيئة في الخلايا الجديدة الموجبة لصبغة كرام مما يجعل تلك الخلايا عرضة للتلف . وبسبب صغر طبقة الببيتيدوكلايكان في البكتيريا السالبة لصبغة كرام فأنها مقاومة بشكل جزئي او كامل لتأثير البنسلين بالإضافة الى المواد الاخرى الداخلة في تركيبها والتي لا تتأثر بالبنسلين ( مثل الدهون الفوسفاتية ونسبتها 35% والبروتين 5% والسكريات المتعددة 50%) التي تمنع تلف الخلية البكتيرية.

***الغشاء البلازمي Plasma Membrane***

وهو تركيب دقيق لا يمكن مشاهدته بالمجهر الضوئي و يمكن تمييزهُ بواسطة المجهر الالكتروني. يحيط الغشاء البلازمي بسايتوبلازم الخلية ولهُ وظائف كثيرة اهمها المحافظة على وسط خلوي ثابت نسبياً وذلك بواسطة السيطرة على دخول وخروج الجزيئات الكبيرة ( الحوامض الامينية والسكريات) من خلال انظمة يطلق عليها Permease system . يوجد الى خارج من الغشاء البلازمي فراغ يسمى بالفراغ البلازمي المحيطي Periplasmic space يحتوي هذا الفراغ على انزيمات المجزئة Degrative enzymes التي تقوم بتجزئة الجزيئات الكبيرة الى جزيئات اصغر حيث يتم نقلها الى داخل الخلية عن طريق انظمة نقل موجودة في الغشاء البلازمي تعرف Permeases.

***العلبة او الكبسولة Capsule***

وهي طبقة هلامية تحيط بجدار الخلية تنشأ من افرازات الغشاء البلازمي للخلية البكتيرية التي تخترق الجدار الخلوي يتباين سمكها من خلية الى اخرى حسب نوع البكتيريا وتتكون من سكريات معقدة ومواد اخرى وان الكائنات التي تمتلك هذه العلبة تفقد امراضيتها في حالة فقدانها للكبسولة وظيفة الكبسولة وقاية البكتيريا ضد مقاومة الجسم المضيف وتعمل كمركز للفضلات والافرازات الخلوية.

تركيب نموذجي لخلية بكتيرية

***السايتوبلازم Cytoplasm***

 يقع السايتوبلازم الى الداخل من الغشاء البلازمي و يحتوي على الرايبوسومات والمادة النووية التي تكون كثيفة وذات شكل غير منتظم تحتوي على الياف يمكن ملاحظتها بالمجهر الالكتروني وتعرف بالمنطقة شبه النووية *Nucleoid* وتكون جزيئة مفردة حلقية من الحامض النووي*DNA* يبلغ طولهِ 1ملم وتحتوي معلومات وراثية كافية لحمل الشفرات بما يقارب (2000-3000) نوع من البروتينات المختلفة .

اوضحت الفحوص المجهرية لا غشية البكتيريا وجود جسيمات صغيرة تتصل بالغشاء البلازمي من جهة السايتوبلازم تكون ذات رؤوس كروية محمولة على اعناق قصيرة تحتوي على نشاط عالي لأنزيم ATPase وهي مشابهة للدقائق الموجودة في الغشاء الداخلي للماتوكوندريا وعليه فان الغشاء البلازمي للخلية البكتيرية *يعتبر موقع للتفاعلات الانزيمية الخاصة بتحرير الطاقة اضافة الى وظيفة في نقل الجزيئات والايونات من خارج الخلية الى داخلها وبالعكس .*

***الاسواط البكتيرية Bacterial Flagella***

 تتحرك البكتيريا بواسطة الاسواط التي تمتلكها , يصل طول

السوط حوالي 70 مايكرومتر وقطرهُ حوالي 0.2 مايكرومتر,

ويتألف السوط من ليف مجوف مفرد وصغير جداً والذي بدورهُ

يتألف من ثلاثة او اكثر من الخيوط الدقيقة البروتينية ( البروتين

من نوع الفلاجلين Flagellin ) تكون موازية لبعضها البعض

او ملفوفة على بعضها لتشكل السوط البروتيني , يتصل السوط

بتركيب يدعى الكلاب Hook الذي يتصل بدورهِ بجسم قاعدي

Basal Body مكون من اربع حلقات هي (M , S , P , L)

في حالة البكتيريا السالبة لصبغة كرام وحلقتان في حالة البكتيريا

الموجبة لصبغة كرام وتعمل هذه الحلقات على تثبيت السوط

بالجدار القاعدي

  **شكل يوضح الاختلاف في عدد وترتيب الاسواط في الخلايا البكتيرية**

*L - Lipopolysaccharide*

*P -Peptidoglycan*

*S -Periplasmic space*

*M - Plasma membrane*

*شكل يمثل اتصال السوط بالجدار الخلوي والغشاء البلازمي للخلايا البكتيرية*

***الطحالب الخضر المزرقة Cyanobacteria Blue Green***

 سميت الطحالب الخضر المزرقة بهذا الاسم لكون اول نوع عرف من هذه المجموعة كان ذو لون أخضر- أزرق ; كما تعرف أيضاً بالبكتيريا الزرقاء . وهي كائنات بدائية النواة تقوم بعملية التركيب الضوئي وتوجد بهيئة **خلايا مفردة** أو **تجمعات صغيرة** او **مستعمرات خلوية** كما توجد بصورة **سلاسل خيطية طويلة** تمتلك الطحالب الخضر المزرقة جدارا خلويا مشابها من الناحية الكيمياوية لتركيب الخلية البكتيرية ويحاط هذا الجدار من الخارج بقشرة جيلاتينية بدلا من العلبة التي تمتلكها بعض انواع البكتيريا ويقع الى الداخل منهُ الغشاء البلازمي الذي بدورهِ يحيط بالكتلة السايتوبلازمية للخلية . يحتوي سايتوبلازم خلايا الطحالب المزرقة عدداً من التراكيب الدقيقة هي:-

* ***الحامض النوويDNA :*** ويحتل موقع مركزيا في سايتوبلازم الخلية ويعرف بالمنطقة شبه النووية حيث تكون جزيئة الحامض النووي بصورة سلسلة مزدوجة الخيوط حلزونية وكثيرة الالتفاف
* ***جهاز التركيب الضوئي:*** عبارة عن صفائح غشائية منتشرة في السايتوبلازم خاصة بالمناطق القريبة من محيط الخلية , وتحمل هذه الصفائح حبيبات صبغية تسمى فايكوبيلوسومات *Phycobilosomes* كما يوجد في سايتوبلازم بعض انواع الطحالب الخضر المزرقة تراكيب غشائية تسمى الجسيم الصفائحي *Lamellasomes* .
* ***الرايبوسومـــــــــــات:*** تظهر بصورة جسيمات صغيرة غير غشائية تمتلك حجم وكثافة متشابهين لما هو موجود في البكتيريا وتكون من نوع 70s.

**الحركة :**  لا تمتلك الطحالب المزرقة عضيات حركية و انما تتحرك عن طريق افراز سائل صمخي نفاث.

**خلية عامة لطحلب اخضر مزرق**

**المايكوبلازمات *Mycoplasmas***

**وتسمى ايضاً *Pleuropneumonia like organisms*** ( ***PPLO***) تسبب هذه الكائنات امراض عديدة للإنسان والحيوان بسبب بساطة تركيبها وافتقارها الى العديد من الانزيمات الضرورية للأيض الخلوي , وهي كائنات وحيدة الخلية حرة المعيشة تمتاز بصغر حجمها محاطة بغشاء يتألف من بروتين ودهن الى الداخل من الغشاء البلازمي يوجد السايتوبلازم وفيه يمكن ملاحظة الرايبوسومات والمنطقة شبه النووية فقط , والمادة الوراثية تكون بشكل خيط مزدوج متحلزن من الحامض النووي DNA الدائري. ***وتحتوي الخلية على الحد الادنى من التنظيم التركيبي المطلوب لخلية تعيش بصورة حرة ويمكن ان تمثل حلقة وسط بين الفايروسات والبكتيريا.***

خلية عامة للمايكوبلازما

***الفايروسات Viruses***

ليست الفايروسات خلايا وهي اقل تعقيداً من الخلايا حقيقة النواة او بدائية النواة وعلى الرغم من التباين الكبير بين الفايروسات المختلفة الا انها جميعا تشترك بصفات اساسية , فجميعها طفيليات مجبرة Obligate parasites لا تستطيع التكاثر مالم تكن موجودة في خلية مضيفة خاصة بها وهذه الخلايا تكون اما بكتيريا او خلية حيوانية او نباتية اضافة الى وجود الفايروسات في خلايا مضيفة فأنها قد توجد في حالة مختلفة عن ذلك تماماً وهي وجودها خارج حدود الخلية وفي هذه الحالة تكون الفايروسات بصورة جسيمات تسمى **فيريونات** Virions الفايروسات ليست خلايا وهنالك شك باعتبارها أنظمة حية او غير حية ***وذلك*** لأنها خاملة ايضياً ولا تمتلك نواة أو سايتوبلازم او غشاء خلوي وتتكون من جزيئة مفردة من احد الحامضيين النوويين *DNA* او *RNA* وليس كليهما الذي يحتل لب الفيريون.

ان امتلاك الفايروسات نوعا واحدا فقط من الحوامض النووية ميزها عن جميع انواع الخلايا الحية لأن هذه الخلايا تمتلك كلاً النوعين من الحوامض النووية.

 يحاط الحامض النووي للفريون بقشرة بروتينية او غطاء بروتيني يطلق عليه Capsid تتألف هذه من القشرة البروتينية من العديد من الوحدات والتي تسمى كابسوميرات Capsomeres يختلف تركيب وعدد هذه الوحدات من نوع الى آخر من الفايروسات وظيفة هذه القشرة وقائية فقط. يطلق على لب الفايروس وقشرتهِ بالقشرة البروتينية النووية Nucleocapsid . وقد يحاط بالقشرة البروتينية غلاف بروتيني كما هو الحال بالفايروسات التي تصيب اللبائن . تختلف الفايروسات

 بأشكالها فمنها العصوية او أشكال أخرى وتختلف الفايروسات

كثيراً في حجمها ويبلغ قطرها بين 30 الى200 نانوميتر. وأن

أصغر الخلايا الحية كالبكتيريا والمايكوبلازما تتعرض للإصابة

بالفايروسات وتسبب الفايروسات أمراض للإنسان والحيوان

كالجدري والحصبة والانفلونزا والايدز وغيرها.

الفايروسات النباتية تحتوي على الحامض النووي RNA و

الفايروسات الحيوانية والبكتيرية تمتلك أحد الحوامض النووية

RNA أو DNA.

تعد ***ملتهمات البكتيريا*** *Bacteriophage*والاختصار*Phage*

من اكبر أنواع الفايروسات وأكثرها تعقيداً وتتكون من رأس

 Head يبدو كمجسم متعدد الاضلاع ويبرز من الكابسيد تركيب

يشبه الذنب يكون مغلف بغمد بروتيني مرتب بصورة حلزونية

ويوجد بنهاية الذنب تراكيب متخصصة تلعب دور مهم في أتصال

الفايروس بسطح الخلية المضيفة.

*Bacteriophage Structure*

***الدورة التكاثرية للفايروس*** *The Life Cycle of Virus*

تتألف دورة حياة الفايروس بشكل عام والملتهم البكتيري بشكل خاص من أربع مراحل:

***1.ألتصاق الفايروس بالخلية المضيفة*** *Attachment* : يلتصق الفايروس بالخلية البكتيرية من خلال ارتباط مجاميع خاصة موجودة في نهاية ذنب الفايروس بمواقع خاصة على سطح الخلية تمثل موقع استقبال *Receptor site* تمتلك الملتهمات البكتيرية اليافاً طويلة تمتد من الذنب تعتبر أول جزء من الفايروس التي تمس وتتصل بالخلية المضيفة وتساعد هذه الالياف في وضع ذنب الملتهم البكتيري عمودياً على جدار الخلية المضيفة.

***2. حقن المادة الوراثية DNA أو RNA للفايروس داخل خلية المضيف :***حال اتصال الملتهم البكتيري بالخلية المضيفة يبدأ بحقن المادة الوراثية *DNA* أو *RNA* من موقعها داخل منطقة الرأس الى الذنب, ومن ثم الى داخل الخلية البكتيرية وتنجز هذه العلمية بتكوين ثقب في جدار و غشاء الخلية البكتيرية بفعل الانزيمات التحلل المحمولة عن طريق ذنب الملتهم .

***3. انتاج مكونات فايروسيه جديدة :*** حال أتصال الملتهم البكتيري بالخلية المضيفة تبدأ جينات بتوجيه الخلية المضيفة لإنتاج نسخ الفايروس المسبب للإصابة

***4.تحلل الخلية المضيفة لتحرير الفايروسات الجديدة :*** نتيجة لصنع اعداد كبيرة من الفايروسات من قبل الخلية المضيفة بتوجيه من جينات الملتهم المسبب للإصابة تبدأ الخلية المضيفة بالتحلل Lysis فتتفجر الخلية محررة أعداد كبيرة من الفايرونات أو الفايروسات يصل عددها الى مئة أو أكثر أحيانا لتبحث عن خلايا مضيفة أخرى لتعيد الدورة من جديد.

دورة حياة الملتهم البكتيري

وفي فايروسات معينة لا يؤدي الحامض النووي المحقون داخل الخلية المضيفة الى تكاثر وتحرر فايروسات جديدة بل يندمج مع المادة الوراثية للخلية المضيفة , حيث تستمر الخلية المضيفة بعملها بشكل طبيعي وهكذا يترافق تضاعف المادة الوراثية للخلية المضيفة قبل الانقسام الخلوي مع تضاعف الحامض النووي للفايروس المندمج وقد تتكون اجيال عديدة من الخلايا تحتوي كل خلية منها على نسخة من الحامض النووي للفايروس. ***وتسمى هذه الفايروسات بالفايروسات المعتدلة Temperate viruses وذلك لعدم تسببها في موت الخلية المضيفة مباشرة .***

مكونات نواة الطور البيني:

1. الغلاف النووي *Nuclear enveloper*
2. البلازما النووية*Nucleoplasm* اللف النووي *Karyolymph* .
3. النوية *Nucleolus*.
4. مركز الكروماتين او الكروموسومات , الشبكة الكروماتينية .

Chromaitn center , Chromosomes , Chromatine net

يؤلف مركز الكرومايكن مركب معقد خطي الشكل يتألف من *RNA , DNA* .

 2. البلازما النووية : *Nucleoplasm*

 يشمل السائل أو العصير النووي *Nuclearsap* والذي يسمى *Karyolymph* ضعيف الصبغة , يملأ الفراغ النووي , تقع ضمنهُ الشبكة الكروماتينية يحتوي على جزيئات كثيفة من الكرماتين المتابين وشبكة من لويفيات بروتينية الأنزيمية ونسبة قليلة من *RNA* كما تحتوي على عدد من الجزئيات غير المنتظمة.

 3. النوية *Nucleolus*

 جسم كثيف غير محاط بغشاء تقع ضمن النواة , لقد وجد أنها تكون صغيرة أو مفقودة في الخلايا التي لا تقوم بتصنيع البروتين مثل خلايا ( النطف و العضلات ) في حين تكون كبيرة في الخلايا المولدة للبيوض , و الإفرازية التي تتميز بفعاليتها في بناء البروتين لهذا يرتبط حجمها بالفعالية البنائية .

 الغلاف النـــــــووي :- هو غشاء يحيط بالنواة من الخارج و يفصلها عن السايتوبلازم المحيط بها ويعد وجودهُ مهماً في تمييز الخلايا حقيقية النواة وذلك لانعدامه في الخلايا بدائية النواة , وهو يتألف من غشائيين احدهما داخلي و الأخر خارجي ويعمل الغشاءان الخارجي والداخلي في مناطق الثقوب النووية *Nuclear* *pore*  لا كنهما ينفصلان عن بعضهما في مناطق أخرى مما يؤدي الى تكوين فراغات .

وتمتاز النوية بأنها لا تصبغ بصبغات الكروموسوم لكنها تصبغ بصبغة الخاصة بالمايتوكوندريا .

***وتشير الدراسات الى ان النويات*** :-

1. توجد في معظم نوي الخلايا حقيقية النواة .
2. يتراوح عددها من 1-2 وأحياناً إلى 100 نوية .
3. ذات تركيب ديناميكي متغير خلال دورة حياة الخلية.
4. تصبغ بصبغات المايتوكوندريا مما يدل على عدم وجود الـ *DNA* فيها .
5. تكون نامية بشكل جيد في الخلايا التي يحصل فيها نمو خلال عمليات البناء وتختزل خلال عمليات الهدم.
6. تتأثر بـ PH كما تتأثر بالعقاقير و الإشعاعات المؤذية واختلاف درجة الحرارة.

يطلق على الجزء من الكروموسوم الذي يحتوي على الجينات اللازمة لنشؤ النوية بمنطقة تنظيم النوية (*(NOR* *Nuclear Organizing Region* وأحياناً يكون أكثر من موقع في المجموعة الكروموسومية ان عدد النويات يرتبط بعدد مناطق تنظيم النويات في الكروموسومات ولهذا فأن كمية *RNA* تتناسب

 طردياً مع مناطق ( *NOR*) . يعتمد ان النويات تلعب دوراً مهماً في بناء البروتين وأن اغلب *RNA* النووي يكون موقعهِ في النوية لهذا فأنه مركز تجميع *RNA* حيث تبنى فيها الحامض النووي *RNA* ان عملية بناء البروتين في النوية غير مؤكدة لحد الان الا ان هنالك أدلة كافية حول صنعها في السايتوبلازم وانتقالها إلى النواة والنوية كما يعتقد بأن النوية تساهم بشكل او بأخر بربط البروتين , اما موقع النوية داخل النواة يعتمد على منطقة تنظيم النوية وعلى موقع الكروموسوم الملازم لها.

التركيب الدقيق ووظائف النوية : *Fine structural & function of nucledus*

أظهرت دراسات المجهر الالكتروني ان النوية مؤلفة من ثلاث تراكيب :-

1. المنطقة الحبية *Granular region* .
2. المنطقة الليفية *Fibril region* .
3. المواد الخويطية *Filamentous materials* .

-------------------------------------------------------------------------------------------------

الحلزون المزدوج *The Double Helix*

 عرف في عدد من الدراسات بأن الحامض النووي الديوكسي *DNA* مزدوج الشريط وكل شريط هو عبارة عن متعدد النيوكليوتيدات وجزيئة الحامض النووي *DNA* لها بعض الصفات والخواص ومنها أنها سلسلة طويلة وصلبة وتشكل محلولاً لزجاً في الماء وفي عدد من الدراسات التي اجراها جاركوف Chargaff وبعض العاملين معهُ في منتصف القرن الماضي أتضح بأن جزيئة *DNA* هي على درجة عالية من التنظيم حيث قام تحليل جزيئات الحامض النووي من كائنات حية مختلفة وذلك بمعرفة مكونات من القواعد النيتروجينية ولاحظ بأن كمية الأدنين تساوي دائما الثامنين (A=T) كذلك الكوانين مساوية لكمية السايتونين (C=G) ونسيج جاركون أي نسبة الـ AIT كذلك نسبة C/G تكون مساوية او مقاربة الى او مساوي الى الكائنات حقيقة النواة .

 وفي أوائل الخمسينات أكدت الدراسات التي قام بها لكنز *Franurtn* باستعمال طريق التحليل بأشكال اشعة الى استنتاج بأن الشرط المكون الجزيئة الكبيرة لجزيئة *DNA* تكون متصلة بشكل لولبي حول بعض الحامض النووي *DNA* وقطرها ما يقارب 20 انكستروم.

 وفي سنة 1953 اقترح العالمان واطسون وكرك التركيب الجزئي للحامض *DNA* على انها حلزونة مزدوجة *Double Helix* وتكون الحلزون المزدوج من عمود فقري من السكر الخماسي والفوسفات.

تركيب المادة الوراثية :-

بين التحليل الكيمياوي للأحماض النووية بنوعيها الـ *DNA* و الـ *RNA* وجود الجزيئات التالية:-

*Riponudeic acid Deoxyribon ucleicalid*

1. مجموعتان مختلفان من القواعد النيتروجينية وهما : *(purines*) والبيرميدنات ( *pyrimidines*) وتعتبر القواعد النيتروجينية الادنين (*adenine*) والكوانين ( *Guanine*) من اكثر البيرميدنات شيوعاً في الـ *DNA*. اكثر اليبورنات شيوعاً " السايتوسيك , الثايميين . وبدلاً من الثايميين يتواجد اليوراسيل ( Uracil)

2.السكر الخماسي (5- كاربون) والمعروف بالبنتوز ( *pentose*) ويكون بشكل *Deaxyribse* في الـ *DNA* وشكل *Ribose* في *RNA* .

3. مجموعة الفوسفات ( $PO\_{4}$) تستطيع البيورينات او البيرميدات من الاتحاد مع السكر الخماسي معطية النيوكلوسيدة (*Nucleoside*) وباتحاد مجموعة الفوسفات بالنيوكلوسيدة وجزيئات العملاقة للمادة الوراثية *DNA* تتكون من سلسلتي من متعدد التيوكلتييد نحصل على التيوكليتد .

 وتبين ان *A* يتحد مع *T*  بواسطة آصرتين هايدروجينيتيتن اما *C* فيتحد مع الاشعة السينية *X-Ray* الخيوط الـ *DNA* المستخلصة والمنقاة وتبين ان هذه الخيوط ما هي الا جزيئات عملاقة ذات بناء حلزوني منتظم والحلزونة العملاقة للمادة الوراثية *DNA* يتكون اطارها الخارجي من سكر وفوسفات اما القواعد النيتروجينية فتتواجد داخل هذا التركيب.

اما الحامض النووي *RNA* فيتكون بصورة عامة من سلسلة من متعدد النيوكليوتيدات وتعدد وظائفها في الخلايا بدائية وحقيقة النواة وتوجد ثلاث اشكال من هذه الجزئيات العملاقة وهي :-

1. الحامض النووي المرسل *MRNA* ووظيفته نقل المعلومات الوراثية من المادة النووية *DNA* الى الرابيوسوم.
2. الحامض النووي الناقل *TRNA* يتواجد في السايتوبلازم ومهمته نقل الاحماض الامينية المنشطة الى الرابيوسوم.
3. الحوامض النووية الرايبوسومية *RRNA* حيث نشارك هذه الجزيئات العملاقة في بناء الرايبوسوم.

المختصرات:-

*MRNA* ) ) *Massinger.*

( *TRNA* ) *Transfer* .

( *R RNA*) *Ribosomal* .

الغشاء البلازمي والاغلفة الخلوية *The Plasma Membranes and Cell Coats*

الغشاء البلازمي *The Plasma Membrane*

 وهو غشاء رقيق يحيط ببروتوبلاست الخلية الحية لا يمكن رؤيتهِ بالمجهر الضوئي ولكن يستدل على وجودهِ من الحدود الخارجية للسايتوبلازم أو من الحدود الداخلية لجدار الخلية ( في حالة الخلية نباتية)

ويبدو بالمجهر الالكتروني بعد تثبيتهِ برابع اوكسيد الاوزميوم تركيباً ثلاثي الطبقات *Trilaminar structure* مكوناً من طبقتين خارجيتين متوازيتين تقريباً داكنتي الطبقة( البروتينات)و من طبقة مركزية فاتحة الصبغة ( اللبيدات) . و قد أعتبر بعض الوقت أن الطبقات الغامضة تمثل البروتينات *Protein* بينما تمثل الطبقة الفاتحة اللبيدات *Lipids* . ويتراوح سمك الغشاء البلازمي لخلايا حيوانية ونباتية مختلفة 80- 150(*A*) تقريباً . وقد يزيد على ذلك اعتمادا على بعد السلاسل الكربوهيدراتية التي تتصل ببروتينات وبلبيدات الغشاء التي تعتمد درجة وضوحها على نوع الصبغة المستخدمة (*Lucy* – 1975). لقد إشارات الابحاث والدراسات المتعددة الى أن مظهر الغشاء البلازمي بالمجهر الالكتروني لا يمثل حقيقتهِ في الحالة الطبيعية (الحية) لأسباب متعددة. ولذلك صمم نموذجاً للغشاء يوضح انواع التداخلات بين البروتينات ولبيدات الغشاء وهو النموذج الموزائيكي ( المبرقش) السائل – *fluid mosaic model* الذي صممه العالمان سنجر و نيكولسن ( *Singer and Nicolson*) عام 1972. و استنادا الى هذا النموذج تمثل طبقتا اللبيد *Lipid bilayer* لهيكل الرابط للغشاء نتيجة تفاعلات بين بروتين ولبيد . ولملائمة هذا النموذج لطبيعة الغشاء الديناميكية ووظيفتهِ لايزال الأكثر قبولاً حتى يومنا هذا . لقد دعم هذا النموذج بدليل منظور عندما تم فحص أغشية مكسرة بالتجميد *Freeze – Fructured membrane* بالمجهر حيث لوحظ دقائق صغيرة تغطي أسطح الاغشية الخلوية . وقد أشارت الابحاث الى أنها عبارة عن بروتينات . وعلى كل حال لايزال التركيب الفعلي البلازمي غير معروف تماماً .

**شكل 5-1: شكل تخطيطي للنموذج الموزائيكي السائل للغشاء البلازمي . لاحظ البروتينات المتكاملة تنغمر في طبقتي اللبيد .**

 **وقد تخترقهُ تماماً وتظهر من الجانب الثاني للغشاء.**

يتكون الغشاء البلازمي من حاجز ديناميكي ينظم حركة الذائبات *Solutes* والمذيبات *Solvents* من الخلية واليها. ويكون اختياري النفاذية *Selectively Permeable* يسمح لبعض المواد أن تمر خلالهِ ويعيق مواد أخرى .

خواص الغشاء البلازمي :-

 1) اللدانــــــــة *Plasticity*

 يتميز الغشاء البلازمي باللدانة التامة; حيث تسمح طبقة الدهن السائلة الثنائية بحدوث تبادل مستمر بين بروتينات الغشاء المتجاورة . وقد تم إثبات ذلك بتجربة عملية , حيث تم معملياً *In Vitro* احداث دمج خلوي *Cell fusion* بين خلية بشرية وخلية فأر باستخدام فيروس سنداي *Sendai Virus* , كعامل مساعد على احداث الاندماج الخلوي . و قد تم تعليم Labeling بروتينات كل من الخليتين قبل الدمج بصبغة مميزة , بحيث يمكن التعرف على كل منها بعد الدمج مباشرة . ظلت بروتينات كل خلية متجمعة لفترة قصيرة في أحد جانبي الخلية الهجينة , إلا انهُ بعد مرور حوالي 40 دقيقيه. وجد أن هذه البروتينات قد انتشرت وتوزعت عشوائياً على سطح الخلية الهجينة , مما يدل على أن الغشاء ذو تركيب لدن , وأن بروتيناتهَ في حركة مستمرة خلال طبقة الدهن الثنائية.

 2) سيولة الغشاء وحركة الخلية  *Memberane fluidity and Cell locomotion*

يلاحظ في حالة الخلايا المتحركة , مثل خلايا الدم البيضاء *leucocytes* ,وخلايا البلعمة الكبيرة *Macrophage*

**اندماج خلية جسدية لفأر وخلية لأنسان في مزرعة باستخدام فيرس سنداي كعامل مساعد**

2) سيولة الغشاء وحركة الخلية *Locomotion Memberane fluidity and Cell* .

 يلاحظ في حالة الخلايا المتحركة ,مثل : خلايا الدم البيضاء *Leucocytes* , وخلايا البلعمة الكبيرة *Macrophage* انه عند وضعها على سطح المستوى . فإنهُ تمتد منها من جهة المقدمة اقدام كاذبة تلتصق من اسفل بالسطح المستوى , ويلي ذلك انسحاب الجسم الرئيسي للخلية الى الامام في اتجاه الحافة المتقدمة . وتظهر في الوقت نفسه على السطح العلوي للقدم الكاذبة , وخلف الحافة المتقدمة مباشرة ثنيات من الغشاء البلازمي , تتجه في الحقيقة الى الخلف في اتجاه جسم الخلية , مما يوحى بأن مركبات الغشاء تتحرك منتقلة عن البيئة المحيطة بها.

و قد أدت الملاحظات المتكررة على سيولة الغشاء البلازمي الى تشبيه المركبات المحتوية على البروتينات فيه بجبال جليدية طافية , او مغمورة في بحر من الدهن السائل.

وظائف الغشاء البلازمي :-

أ) علاقة الغشاء البلازمي بالأورام الخبيثة *Membrane and malignancy*

 قد تكون الأورام السرطانية التي تصيب الجسم تلقائية *Spontaneous* المنشأ , أو قد تستحدث بمؤثرات خارجية , مثل الاشعاع , او التلوث البيئي , أو بعض الفيروسات , تتميز الخلايا الخبيثة بمقدرتها على النمو والانقسام المستمر بدون حافز , ويقال لها إنها منشئهُ نسيج جديد *Neoplastic* , وهي في ذلك لا تخضع للمنظمات الطبيعية للنمو والانقسام في الخلية . و مع استمرار تضاعف الخلايا السرطانية في العدد. فأنها تقوم بغزو الانسجة المحيطة بها فيما يعرف بالاجتياح , أو الغزو , أو الانبثاث *Metastasis* , لا تلبث أن تنتشر في الانسجة المحيطة , وتزداد الخطورة عندما تصل إلى الجهاز الدوري أو تجاويف الجسم , حيث قد تنفصل بعض الخلايا الخبيثة , ونتشر في أماكن أخرى .

 تعزى قدرة الخلايا السرطانية على الانبثاث والانتشار إلى صفات تتعلق بالغشاء البلازمي لها . وقد أمكن إجراء دراسة مقارنة معملية *In Vitro* بين خلايا مسرطنة معملياً (محولة *Transformed*), واخرى سليمة (غير محولة) , حيث تمت متابعة نمو نوعي الخلايا في مزرعتي أنسجة تحت ظروف مثالية موحدة. وقد وجد أن الخلايا المتناثرة , ويستمر ذلك إلى أن تتكون طبقة واحدة من الخلايا المتراصة والمتجاورة , والمقترنة بانتظام مكونة سطحاً يشبهُ الرصيف , وذلك لعدم قدرتها على أن تزحف فوق بعضها كلما تزاحمت وأزداد التلامس والتلاصق بين أسطح الخلايا , حيث يؤدي ذلك الى تناقص قدرة الخلايا المتلاصقة على الحركة , نتيجة لزيادة كثافتها في الحيز المتاح لها . وهكذا.. حتى تصل الخلايا إلى حد الاقتران , وعندما تتوقف الحركة بذلك الانقسام الخلوي تماماً , ويطلق على نظام الخلايا في هذه الحالة أنها في حالة كبح بالتلامس *Inhibition Contact*.

على العكس من نجد أنهُ في حالة الخلايا المحولة ( السرطانية) تفقد الخلايا القدرة على الكبح بالتلامس , ويؤدي ذلك إلى أنهُ عند وصول الخلايا إلى حد الاقتران لتزاحمها وزيادة أعدادها فأنها تظل في الانقسام والحركة دون توقف , مما يؤدي إلى زحف الخلايا فوق بعضها والتداخل بين حدودها , فتتكون عدة طبقات غير منتظمة من الخلايا المتداخلة فوق بعضها البعض.

*تخصصات الغشاء البلازمي*:-

1) الزغبات الدقيقة *Villi Micro* . 2) التجاعيد السطحية *Surface raffles*

3) الأهداب والأسواط *Cilia and flagella* .

*تخصصات الغشاء البلازمي للخلايا المتجاورة* :-

1)الاتصالات المحكمة *Tight Junction* . 2) الدسموسومات البقعية *Spot Desmosomes*.

3) الاتصالات المتوسطة *Intermediate Junction* . 4) الاتصالات الممرية *Cap Junction* .

الاغلفة الخلوية *The Cell Coats*

اولاً:- جدار الخلية *Cell Wall*

وهو تركيب سميك يحيط بالغشاء البلازمي للخلية النباتية . ويعمل على حماية الخلية ودعمها. ولجدار الخلية تركيب طبقي مميز يبدأ تكوينهُ بترسيب المواد البكتينية وأنصاف السليلوز في منطقة الفراكموبلاست *Phragmoplast*  التي تبدو بالمجهر الضوئي كمنطقة داكنة عند خط الاستواء المغزل خلال الطورين الانفصالي *Anaphase* والنهائي *Telophone* من الانقسام الخلوي . ونتيجة لذلك تتكون الصفيحة الخلوية *Cell plate* التي تنمو وتتصل بالجدران الجانبية مكونة الصفيحة الوسطى *Middle* *Lamella .* يلي ذلك ترسيب الجدار الابتدائي *Primary Wall* الذي يتكون من السليلوز وأنصاف السليلوز و مواد بكتينية , و يكون الجدار الابتدائي مرناً وقادراً على النمو والتمدد . مع أن معظم الخلايا النباتية تكتفي بتكوين جدار ابتدائي فقط هناك خلايا بترسب جدار ثانوي *Secondary Wall* على الجدار الابتدائي . ويتكون الجدار الثانوي من السليلوز اساساً فضلاً عن مواد أخرى مثل اللكنين *Lignin* والسوبرين *Subrin* . ويفتقر الجدار الثانوي الى مواد البكتينية ويكون قليل المرونة مقارنة بالجدار الابتدائي . وتترتب ليفيات السليلوز بنظام معين ضمن طبقات الجدار مكونة شبكة رخوة . بينما تكون ليفيات السليلوز متوازية تقريباً في الجدار الثانوي .

ثانياً :- الغطاء السكري *Glycocaly* .

تشكل السلاسل السكرية التي هي جزء من جزيئات البروتينات السكرية واللبيدات السكرية للغشاء البلازمي غطاء يشبه الشبكة على السطح الخارجي للغشاء يعرف بالغطاء السكري. ويكون الغطاء السكري سميكاً تقريباً في بعض الخلايا كما هو الحال في الخلايا الظهارية الماصة للأمعاء التي تتميز بوجود غطاء سكري سميك حول الزغابات الدقيقة .

المقارنة بين *Primary Wall* و *Secondary Wall*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| المـــــــادة | *P.W* | *S.W* |
| *Cellulose* | نسبة واطئة نحو 10% | نسبة عالية نحو 50% |
| *Hemicellulose and Peetia* | نسبة عالية | نسبة واطئة |
| بلمرة الالياف *Polymerization* | نسبة واطئة | نسبة عالية |
| طول سلاسل السليلوز | نحو 0.5 مايكرومتر | نحو 1.5 مايكرومتر |
| نسيج الليفيات | مبعثرة بشكل شبكة | مرتبطة بعضها البعض متوازية |
| المرونة *Elastic* | عالية نسبياً | واطئة نسبياً |
| نوعية النمو | اضافة النمو في السطح بعملية التداخل | اضافة النمو في السطح بعملية التراكم |

المايتوكوندرات (المتقدرات) *The Mitochondria*

وهي عضيات سايتوبلازمية صغيرة تنتشر في سايتوبلازم الخلايا الحقيقية النواة. وعلى الرغم من كونها تبدو بالمجهر الضوئي اجساماً قضيبيه صغيرة غير متميزة تبدو بالمجهر الالكتروني النفاذ محاطة بزوج من الاغشية : غشاء خارجي *Outer membrane*وأخر داخلي *Inner membrane* . يحيط الغشاء الخارجي بالعضية , اما الداخلي فيتميز بكثرة انطواءتهُ التي تمتد الى ارضية المايتوكوندريا . وتعرف تلك الانطواءات بالأعراف *Cristae* . ويختلف عدد الاعراف وشكلها في المايتوكوندريا باختلاف الخلايا والكائنات الحية .فقد تكون موازية للمحور الطولي او عمودية عليه . وقد تكون بسيطة او متفرغة مكونة صفيحيه . وقد أوضحت صور المجهر الالكتروني بعد استخدام التصبيغ السالب وجود دقائق كروية تتصل بالغشاء الداخلي للعصية من جهة الارضية . وقد شخصت تلك الدقائق بكونها مواقع رئيسية للفسفرة التأكسدية *Phosphorylation Oxidative* . تحتوي مادة الارضية عدداً من انزيمات دورة كربيس وأملاحاً وماء تنتشر فيها *DNA* الدائرية و الرايبوسومات. و يختلف شكل المايتوكوندرات وعددها ضمن الخلية الواحدة باختلاف الخلايا وحالتها الفسيولوجية , فقد تتخذ الشكل الكروي *Spherical* او الاسطواني *Cylidrical* أو شبكي *Reticular* . وأحياناً الشكل الدمبلي *Dumbell* وشكل المضرب *Racket* *Shaped* . اما عددها فقد يكون عضيه واحدة في الخلية كما هو في بعض الطحالب كالطحلب *Chlorella fusca* . قد يصل العدد الى 100 عضيه للخلية الواحدة كما هو الحال في خلايا الكلية والى 1000عضيه للخلية الواحدة كما هو الحال في خلايا الكبد . اما الكائنات البدائية النواة فتفتقر الى المايتوكوندرات .

يعتمد توزيع المايتوكوندرات في الخلية على النشاط الأيضي الحادث في الخلية باعتبارها المجهز الرئيسي للطاقة . ففي الخلايا الظهارية المبطنة لجوف الامعاء الدقيقة توجد اعداد هائلة منها بالقرب من سطح الخلية المجاور لجوف الامعاء حيث يحصل امتصاص فعال للنواتج الهضمية . وفي النسيج العضلي تترتب المايتوكوندرات بهيأة صفوف موازية لليفيات التقلصية .

ويمكن ملاحظة المايتوكوندرات في الخلية بحالتين بشكليتين اعتمادا على النشاط الفسيولوجي الحادث في العضية . وتعرف الحالة الشكلية الاولى بالحالة التقليدية *Orthodox* وتعرف الحالة الثانية بالحالة المكثفة *Condensed* . تبدو العضية بالحالة الاولى كما نلاحظها غالباً في صور المجهر الالكتروني . اما في الحالة الثانية فأن الغشاء الداخلي يكون مطوياً بصورة عشوائية كما أن المادة الارضية تشغل حوالي 50% من حجم العضية .

تعد المايتوكوندرات بيوت الطاقة في الخلية اذ يتم فيها انتاج مركب الطاقة أدينوسين ثلاثي الفوسفاتATP نتيجة اكسدة مواد تفاعل اولية مختلفة.

وظيفة المايتوكوندرات:-

تحدث في الخلية سلسلة من التفاعلات الكيمياوية المسرعة أنزيميا يتم عن طريقها تحرر الطاقة المخزونة في الاواصر الكيمياوية للجزيئات العضوية المعقدة كالكربوهيدرات والبروتينات والدهنيات وتعرف تلك التفاعلات بالتنفس الخلوي *Cellular Respiration* . ان الطاقة المتحررة خلال تفاعلات التنفس الخلوي التي يتم خزنها في حوامل الطاقة *ATP و NADH و NADPH* تستخدم لتسيير تفاعلات خلوية اخرى تعرف بالتفاعلات المستهلكة للطاقة ( تفاعلات البناء) .

تعد المايتوكوندرات في الكائنات الهوائية مركز للأكسدة الخلوية أذ يحدث فيها تفاعلات الأكسدة والفسفرة لعملية التنفس المايتوكوندري التي تتم بوجود الأوكسجين.

تعرف عملية التنفس الخلوي التي تحدث في الكائنات الهوائية بالتنفس الهوائي *Respiration Aerobic* ويمكن تلخيصها بالمعادلة التالية:-

**طـــاقة +O + 6**$H\_{2}$ **6**$CO\_{2}$ **6**$O\_{2}$ **+** $C\_{6 }H\_{12} O\_{6}$

اما في الكائنات اللاهوائية فتعرف عملية التنفس الخلوي بالتنفس اللاهوائي Anaerobic Respiration كما هو الحال في الخمائر النماة تحت ظروف لاهوائية . يحدث في هذا النوع من الخمائر تحويل الكلوكوز الى كحول اثيلي وثاني اوكسيد الكاربون . وفي حالات خاصة تحدث عملية التنفس اللاهوائي في الكائنات الهوائية . كالذي يحدث في ظروف شحة الاوكسجين حيث يتحول الكلوكوز الى حامض اللبنيك Lactic acid وثاني اوكسيد الكاربون في بعض الخلايا الحيوانية .