المحاضرة الاولى

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 Biologyهو 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 Reproduction والتي 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 .

تستطيع الخلية القيام بالعديد من العمليات الحيوية والوظائف التي تضمن استمرارها وانتقال المعلومات الوراثية عبر الأجيال ومن هذه الوظائف نذكر:

1-التكاثر :ويتجلى في قدرة الخلية على الانقسام وزيادة أعدادها.

2 -النمو :ويتجلى في قدرة الخلية على زيادة الحجم إلى مستوى معين تحدده النسبة الثابتة بين حجم الخلية وحجم السيتوبلاسما.

3 -الاستقلاب :والذي يتجلى في قدرة الخلية على تمثل المواد الغذائية، وتحويلها إلى مواد مفيدة لبناء وترميم مكوناتها وعضياتها، وكذلك للحصول على الطاقة اللازمة لقيامها بوظائفها الحيوية.

4 -التنفس :تستطيع الخلية اخذ الأكسجين، وطرح غاز ثاني أكسيد الكربون.

5- التنبه :وهو قدرة الخلية على الاستجابة للمؤثرات الخارجية الكيميائية أو الفيزيائية.

6 -الناقلية :وتتمثل في قدرة الخلايا على نقل التنبيه من مكان حدوثه إلى أماكن أخرى من الخلية نفسها أو إلى الخلايا المجاورة.

7 -الامتصاص :تمتص الخلايا المواد الغذائية المهضومة أو البسيطة بطرق نقل مختلفة عبر الغشاء

السيتوبلاسمي.

8 –الإفراز :تستطيع أنواع كثيرة من الخلايا ولا سيما الغدية منها طرح مفرزات ذات تراكيب متنوعة بحسب نوع الخلية.

9–الحركة :حيث تستطيع بعض أنواع الخلايا التنقل من مكان إلى آخر بوساطة أرجل كاذبة، كما هو الحال في الكريات البيض أو البلاعم حيث تنتقل من نسيج إلى آخر.

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 ١٤٨٥ واشار الى استخدام العدسات في مشاهدة الاشياء الصغيرة وفي عام ١٥٥٨ 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 ١٥٩٠ بواسطة F. Janssen و J. Janssen .وفي العام ١٦١٠ 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 ١٦٦٥ 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 ٣٠٠× ويعد الاول في مشاهدة الخلايا الحية الحرة وفي العام ١٦٧٥ 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 يوضوح 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 ١٨٠٧ الباحث ميربيل صرح بأن جميع الانسجة النباتية مكونة من خلايا وفي العام ١٨٢٤ فان العالم الفرنسي R. Dutrochet اوضح بان جميع الانسجة النباتية والحيوانية هي عبارة عن تجمع من خلايا كروية وفي العام ١٨٣١ فأن العالم الانكليزي روبرت براون قد اكتشف النواة في الخلايا وسماها بهذا الاسم وقد اشار الى ان النواة من المكونات الرئيسة والثابتة في الخلايا.

علاقة علم الخلية بالعلوم الاخرىRelation 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 Weismanفي عام ١٨٨٥ 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 ١٨٧٤ 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 ١٨٦٥ 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 ١٩٠١ 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 McClungعام ١٩٠٢ 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 ١٩١٠ 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 Morganعلى ان زوجين من الجينات المرتبطة جنباً تعطي اتحادات وراثية جديدة Recombinationفي 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 سمى بعلم الوراثة Genetics من قبل الباحث باتيسون Bateson عام ١٩٠٦ 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 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

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 ١٩٢٠ 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 ١٩٣٤ 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 Pathology بدون 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.

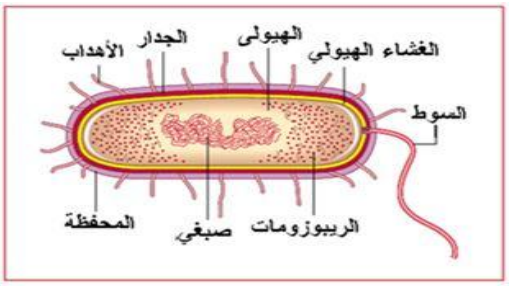
وأن هذه الدراسات ساعدت على ظهور علم جديد سمي بعلم فسلجة الخلية Cell physiology ولعلم الخلية ايضاً علاقة متينة مع علم التصنيف Taxonomy فالابحاث والدراسات الحديثة في تصنيف الكائنات الحية مبنية اساساً على كرموسومات الخلية وعلى الاختلاف في عددها وشكلها من كائن حي الى آخر وقد لاحظ ستيبنس Stebbins ان الكرموسومات 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.

التركيب العام للخلية

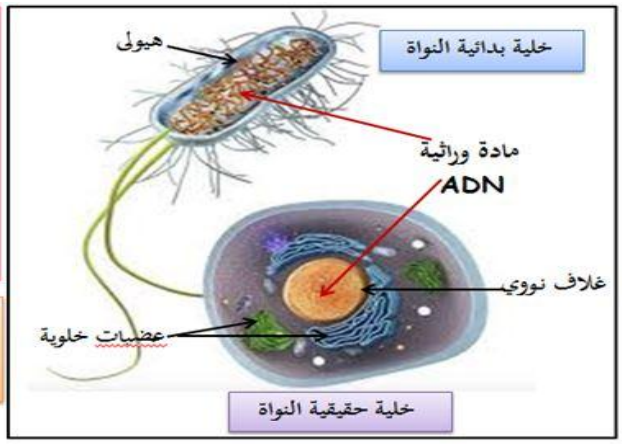
General structure of the cell

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

١- الكائنات بدائية النواة Prokaryote
٢- الكائنات حقيقية النواة Eukaryote



رسم تخطيطي لمافوق بنية خلية بكتيرية "بدائيات النواة"



الكائنات بدائية النواة Prokaryote

تشمل البكتريا Bacteria والطحالب الخضراء المزرقة Blue-green algae حيث تفتقر هذه الكائنات الى الغلاف النووي كما تحتوي على كروموسوم منفرد يتكون من جزيئة DNA دائرية التي يكون موقعها في المجال النووي Nucleoid (نيوكليود). تعد الكائنات بدائية النواة اسلاف الكائنات حقيقية النواة من الناحية التطورية.

ان الخلايا بدائية النواة Prokaryotic cells تستعمل غشاء البلازما plasma lemma والتراكيب النامية منه لانجاز معظم الوظائف البايولوجية دون تجزأة هذه الوظائف الى عمليات صغرى فمثلاً العمليات الحيوية المتعلقة بالتنفس والتركيب الضوئي تحدث في الأغشية المتصلة بالغشاء الخلوي او غشاء البلازما اما المادة الوراثية والمتمثلة بالحامض النووي DNA المسؤول عن خزن المعلومات الوراثية ونقلها تكون موزعة في بروتوبلازم الخلية المسمى Nucleoplasm وغير مفصولة بنظام غشائي .

تحتوي البكتيريا على المكونات الاتية :

أ- **المكونات الرئيسية وتشمل :**

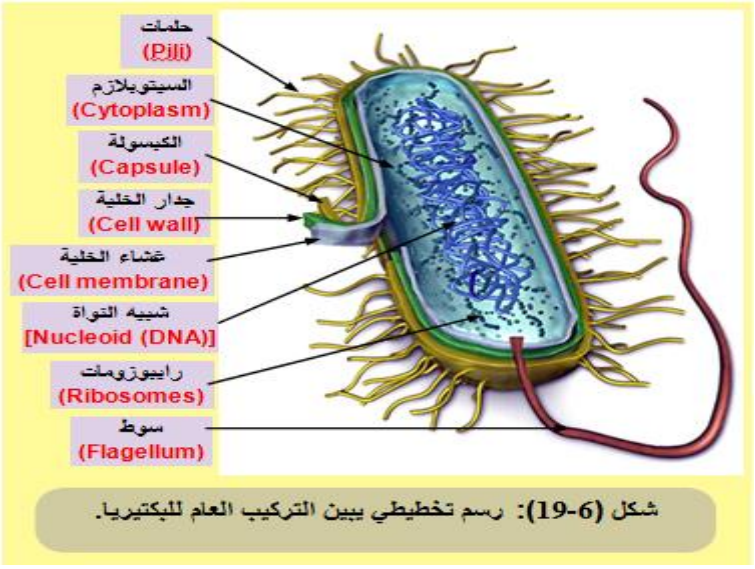
١- الغشاء البلازمي Plasmmalemma
٢- الرايبوسومات Ribosomes
٣- المحتويات النووية Nucleoid

ان طول الخلية البكتيرية يصل الى ما يقارب ٢ مايكرون وسمكها ٨و٠ مايكرون اما حجم خلية البكتيريا فانه يقارب (٢-٤) مايكرون أي بقدر حجم المايتوكوندريا في الخلايا النباتية والحيوانية. ان غشاء البلازما يقع داخل جدار الخلية ويساهم في تثبيت المحيط الداخلي الخاص للبروتوبلازم البكتيري وذلك عن طريق السيطرة على دخول وخروج الجزيئات الصغيرة والايونات وكذلك فان الانزيمات التي تشترك في عملية الايض التاكسدي وسلسلة التنفس تكون ملازمة لغشاء البلازما ايضاً بينما تكون هذه الانزيمات في حقيقة النواة مقتصرة عى عضية خاصة في السايتوبلازم هي المايتوكوندريا.

يستخدم المجهر اللالكتروني في تمييز مناطق نووية خفيفة Nucleoid التي يوجد فيها الكروموسوم والمتمثل بجزيئة DNA الدائرية المفردة حيث يبلغ طولها واحد ملم (١٠ ^{٣} مايكروميتر) عندما تكون غير ملفوفة وتحتوي على جميع المعلومات الوراثية للبكتيريا. ان المعلومات الوراثية الموجودة في DNA البكتريا كافية لتشفير وبناء ٢٠٠٠-٣٠٠٠ نوع من البروتينات.

*إضافة الى الكروموسوم فان قسماً من البكتيريا التي تولد مقاومة للمضادات تحتوي على DNA حلقي (او دائري) صغير يسمى البلازميد Plasmid وهو يعد كروموسوم اضافي صغير يمكن عزله واعادة اندماجة مرة ثانية.

يحاط بالـ DNA منطقة من البروتوبلازم تتكون من ٢٠.٠٠٠ – ٣٠.٠٠٠ جزيئة يصل قطرها حوالي ٢٥٠ انكستروم تسمى هذه الجزيئات بالرايبوسومات التي تتكون بدورها من RNA وبروتينات وتكون الرايبوسومات موضع البناء البروتيني وقد توجد على شكل مجاميع تسمى متعدد الرايبوسومات polyribosomes التي تتكون من وحدات ثانوية اما بقية خلية البكتريا تكون مملؤة بالماء وانواع من RNA وجزيئات بروتينية تشمل الانزيمات وجزيئات صغيرة مختلفة.

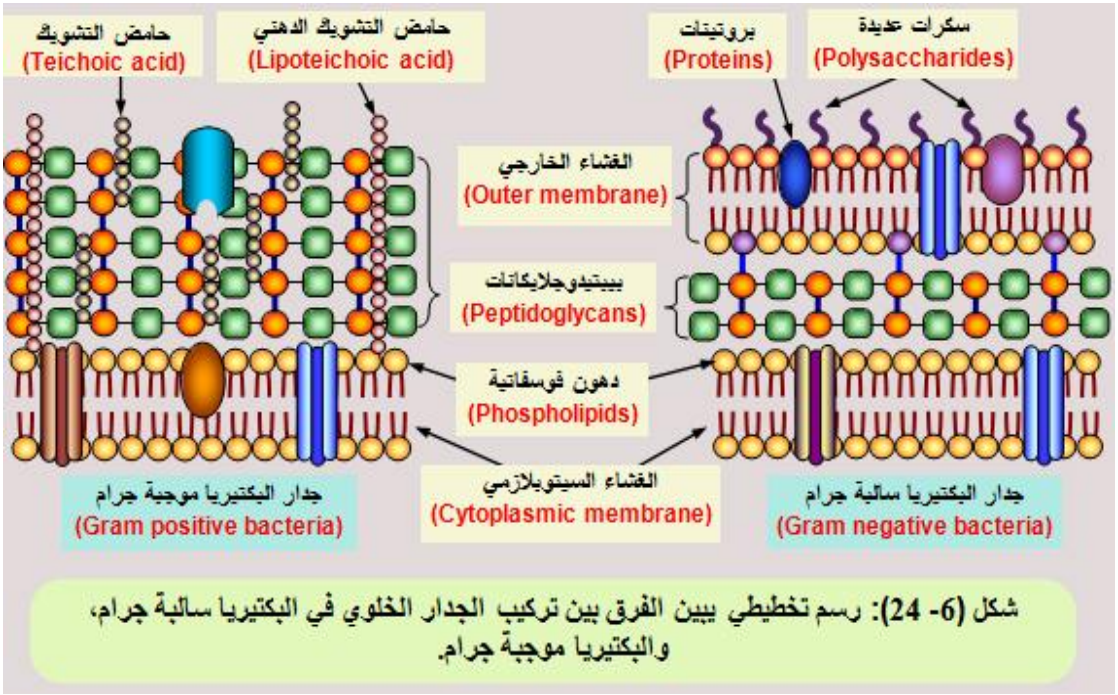


شكل (6-19): رسم تخطيطي يبين التركيب العام للبكتيريا.

ب- المكونات الثانوية

تختلف المكونات الثانوية باختلاف الخلايا وتشمل ما ياتي :

١- **جدار الخلية** Cell wall: وهو الجزء الخارجي الذي يغلف الخلية ويختلف من الناحية الكيمياوية عن جدار الخلية النباتية الحقيقية النواة بسبب احتواءه على البروتينات والشحوم والسكريات(جدار الخلية النباتية مكون من الكاربوهيدرات) ويدخل في تركيب جدار الخلية المركب Mucopeptide الذي يعد الاساس في تصنيف البكتيريا الى بكتيريا موجبة لصبغة كرام Gram positive والحاوية على نسبة عالية من هذا المركب مثل بكتيريا *Bacillus subtilist* وكذلك البكتيريا السالبة الصيغة كرام Gram negative الحاوية على نسبة واطئة من هذا المركب مثل بكتريا *E.coli* يوضح الشكل ادناه البكتيريا النموذجية:



شكل (6- 24): رسم تخطيطي يبين الفرق بين تركيب الجدار الخلوي في البكتيريا سالبة جرام، والبكتيريا موجبة جرام.

٢- **الاغشية السايتوبلازمية Cytomembrane**

تقوم هذه الاغشية في بعض انواع البكتيريا مثل البكتيريا ذاتية التغذية Photosynthetic bacteria في دعم العميات الحيوية Metabolism.

٣- **تتحرك بعض انواع البكتيريا بسوط واحد او اكثر** ويخرج السوط البكتيري من حبيبة قاعدية صغيرة في السايتوبلازم مخترقاً الغشاء البلازمي وجدار الخلية ويكون السوط البكتيري اصغر حجماً وابسط تركيباً من سوط الخلية الحقيقية النواة كما ان بعض البكتيريا متعددة الاسواط multiflagellate . **Blue – green Algae الطحالب الخضراء المزرَقة**

ان تركيب هذه الخلية تشبه تركيب البكتيريا رغم ان لونها ازرق مخضر بسبب

احتوائها على صبغة الكلوروفيلA و الكاروتينات والـPhycocyanin. ان الطحالب قادرة على القيام بالتركيب الضوئي وتصنع غذائها بنفسها. من امثلة الطحالب طحلب Nostoc وطحلب Ocillatoria.

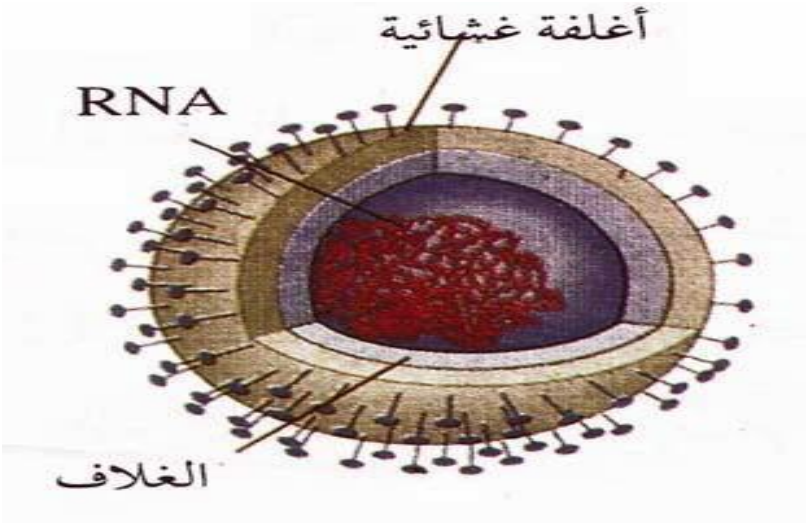
Mycoplasma او تسمى Pleuro Pneumonia like organism (PPLO)

تعد اصغر خلايا الكائنات الحية ويبلغ قطرها حوالي 0,1 مايكرون وهي تشبه البكتيريا في قابليتها على النمو في وسط غذائي غير حي وتسبب امراضاً معدية في الحيوانات والانسان .كما انها تشبه الفايروسات بمرورها من خلال المرشحات **ومهما صغر حجم الخلية يجب ان تمتلك صفات اساسية هي :**

١- ان يكون لها غشاء بلازمي.
٢- ان تحوي على مادة وراثية
٣- ان تحوي الية بناء حيوي.

***الفايروسات Viruses**

تعد الفايروسات (الرواشح) مجموعة مختلفة فهي لا تأتي ضمن الكائنات حقيقية النواة او بدائية النواة والفايروسات عبارة عن مركبات معقدة تتكون من جزيئة الحامض النووي وعدد من الـ(polypeptides) وقد تم عزل قسم من الفايروسات بشكل بلورات. يختلف الفايروس عن الخلية الحية التقليدية باحتوائه على حامض نووي واحد فقط (RNA or DNA) كما انه لا يحتوي على عضيات خلوية (Cell organelles) او جزيئات عضوية معقدة باستثناء بعض الفايروسات المعقدة التي تم اكتشاف بعض الجزيئات العضوية فيها ويحيط بالحامض الفيروسي غلاف بروتيني يدعى المحفظة او الكبسولة (capsule) تعمل الكبسولة على حماية الحامض النووي وتتكون من سلاسل من الـPolypeptides.



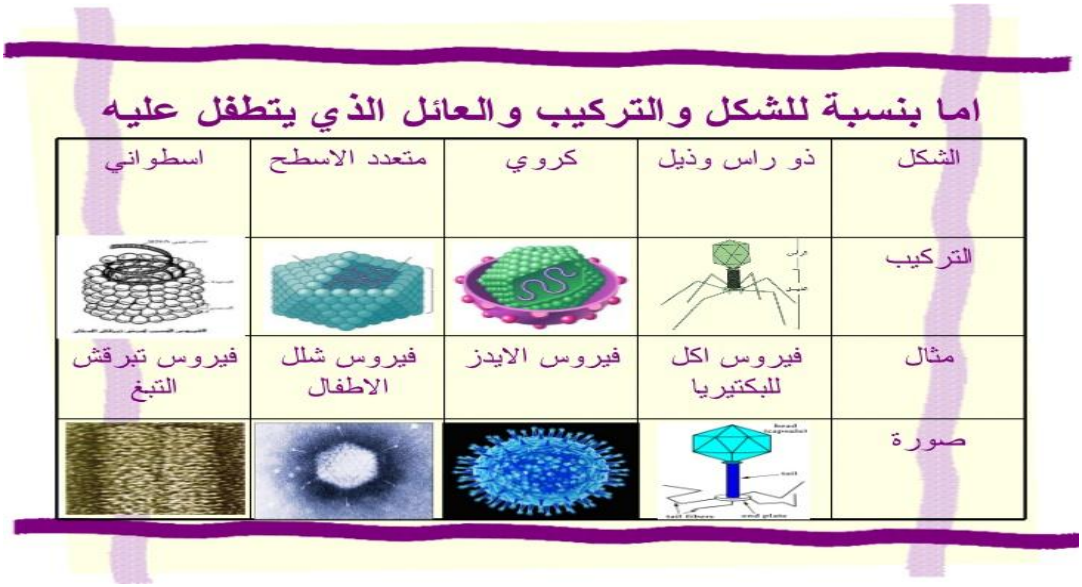
ان جسم الفايروس ليست له القابلية على التكاثر بمفرده في انبوبة الاختبار ولكن عندما يدخل الفايروس الى خلايا المضيف Host cell فانه سوف يتكاثر وبعدها تتحرر الرواشح المتكونة من مضيفاتها لكي تعيد الدورة ثانية وهكذا يتم تكاثر الرواشح في جسم المضيف . يعد هذا النوع من التكاثر الاختلاف الرئيسي الذي يميز الرواشح عن بقية الانواع الخلوية ويوضح الشكل ادناه تركيب الفايروس ودورة حياته.

دورة حياة الفايروسات

(تتكون ذرية الرواشح المعدية في خلية المضيف مستفيدة من الفعاليات الحيوية للمضيف بينما تجهز المعلومات الوراثية من الرواشح)

*** تمتاز الفايروسات بعدة خصائص منها:-**

أ- الاختلاف في الشكل والحجم فمنها الاشكال الكروية spherical و العصوية roadlike وغيرها.



ب- الاختلاف في نوعية الامراض التي تسببها مثل فايروس الحصبة measls ،فايروس الانفلونزا influenza ،فايروس النكاف Mumps ، فايروس تبقع اوراق التبغ Tobacco Mosaic virus

ج- تختلف الفايروسات في نوعية العائل كما يأتي :

١- الفايروسات النباتية مثل Tobacco mosaic virus و المادة الوراثية فيه هي RNA بشكل شريط منفرد.

٢-الفايروسات الحيوانية مثل فايروس مرض الجدري Variola ومادتها الوراثية هي الـDNA غالبا ذو الشريط المزدوج double strands .

٣- الفايروسات البكتيرية (phages) ومادتها الوراثية هي الـDNA او RNA.

تختلف الفايروسات من ناحية الاصابة كما يأتي :

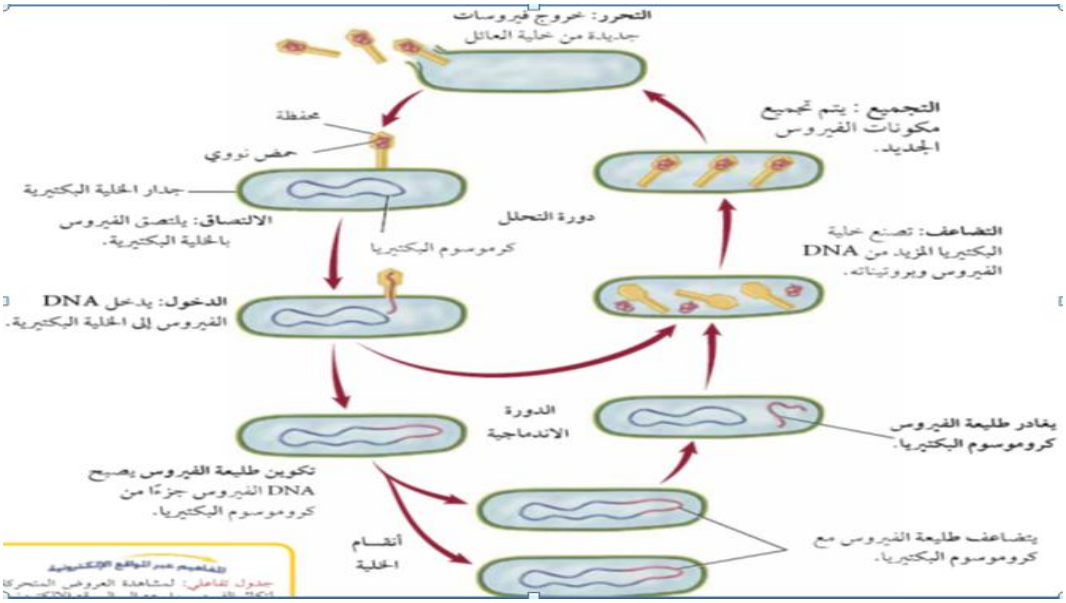
١- فايروسات الامراض الخبيثة Virulet تسبب قتل خلايا المضيف .
٢- فايروسات الاصابات المعتدلة Temperate لا تسبب قتل المضيف.
٣- فايروسات غير مرضية Avirulet.

هـ- تمر دورة حياة الفايروسات بثلاثة اطوار رئيسية :-

١- **الطور المعدي infective phase** ويبدا بارتباط الفايروس بموقع خاص على جدار او غشاء الخلية الحية ويقوم الفايروس باحداث ثقب في الجدار او الغشاء بمساعدة بعض الانزيمات المحللة ثم يمر الحامض النووي من خلال الثقب الى داخل الخلية الحية مع بقاء كبسولة الفايروس خارج الخلية.

٢- **الطور الخضري Vegetative phase** وفيه يسيطر الحامض النووي للفايروس على جميع العمليات البايولوجية في الخلية ويوجه آليتها لصنع كميات اكثر من الحامض النووي الفايروسي.

٣- **طور انتاج النسل Progeny formation phase** وفيه تتجمع جزيئات الحامض النووي والبروتينات الفايروسية وتكوين جزيئات فايروسية جديدة مما يسبب اضطراب الغشاء البلازمي للخلية لذلك تنفجر الخلية وتتحلل cell lysis مع انطلاق الفايروسات الجديدة خارج الخلية ليعيد كل فايروس جديد دورة حياة جديدة. ان هذه الدورة تحدث في الفيروسات المرضية في حالة الظروف الملائمة.اما في حالة عدم توفر الظروف الملائمة او في حالة الفايروسات المعتدلة فان خلية المضيف لا تنفجر بل يندمج الحامض النووي الفايروسي مع الحامض النووي الخلوي ويتضاعف معه ويبقى غير فعال الى ان تتوفر الظروف الظروف الملائمة حيث يتاح له السيطرة على الخلية وبدء الطور الثالث.



المحاضرة الثالثة

نظرية الخلية / مستويات التنظيم في الكائنات الحية

نظـرية الخلية :

تشترك كل الكائنات الحية في انها تتكون من خلايا وبعد أن علمنا أن الخلية الحية تستطيع بمفردها ان تكرر موادها الوراثية وان تستخدم المعلومات الوراثية بها لبناء البروتين وان تستهلك وتنتج الطاقة بداخلها. وهكذا تكون الخلية هي الأساس لكل صور الحياة بالرغم من ان لكل خلية دور ووظيفة حيوية تختص بها. ولهذا تعرف الخلية بأنها وحدة النشاط الحيوي والتي تحاط بغشاء حي شبة منفذ ويمكنها ان تكرر نفسها بالانقسام الخلوي عندما تنمى على بيئة مغذية مناسبة. او تعرف بانها اصغر جزء من الكائن الحي والذي يحوي الخواص والصفات المميزة للمادة الحية. والفكرة الشائعة ان الخلية هي الوحدة الاساسية للحياة تسمي بنظرية الخليـة .

ان النظرية الخلوية صحيحة بالنسبة لجميع الكائنات الحية، مهما كانت كبيرة أو صغيرة، بسيطة أو معقدة. إذ إنه وفقا للبحوث، فإن الخلية عنصر مشترك بين جميع الكائنات الحية يمكن أن تقدم معلومات عن كل أشكال الحياة. ولأن جميع الخلايا تنتج من خلايا أخرى، يمكن للعلماء دراسة الخلايا للتعرف على النمو والتكاثر، وسائر المهام التي تؤديها الكائنات الحية من خلال التعرف على الخلايا وكيفية عملها.

التفسير الكلاسيكي للنظرية الخلوية

١_ جميع الكائنات الحية تتكون من واحد أو أكثر من الخلايا.

٢_ الخلايا هي الوحدة التركيبية والوظيفية الأساسية.

٣_ كل الخلايا تنتج من الخلايا الموجودة من قبل.

٤_ تحتفظ الخلية بوجود مزدوج حيث أنها كيان قائم بذاته ولبنة في بناء الكائنات.

التفسير الحديث للنظرية الخلوية

الافتراضات المقبولة عموما من نظرية الخلية الحديثة ما يلي :

- ❖ الخلية هي الوحدة الأساسية في التركيب والوظيفة في الكائنات الحية.
- ❖ كل الخلايا تنتج من الخلايا السابقة من قبل عن طريق الانقسام الخلوي.
- ❖ تدفق الطاقة (الأيض والكيمياء الحيوية) يحدث داخل الخلايا.
- ❖ تحتوي الخلايا على المعلومات وراثية (الحمض النوويDNA) التي تنتقل من خلية إلى أخرى خلال انقسام الخلايا
- ❖ كل الخلايا تتفق في أساس التركيب الكيميائي.
- ❖ جميع الكائنات الحية التي نعرفها مكونة من خلايا.
- ❖ بعض الكائنات أحادية الخلية، وهي تتألف من خلية واحدة فقط.
- ❖ البعض الآخر متعدد الخلايا، ويتألف من عدد من الخلايا.
- ❖ نشاط الكائن الحي يعتمد على مجموع نشاط خلايا مستقلة.

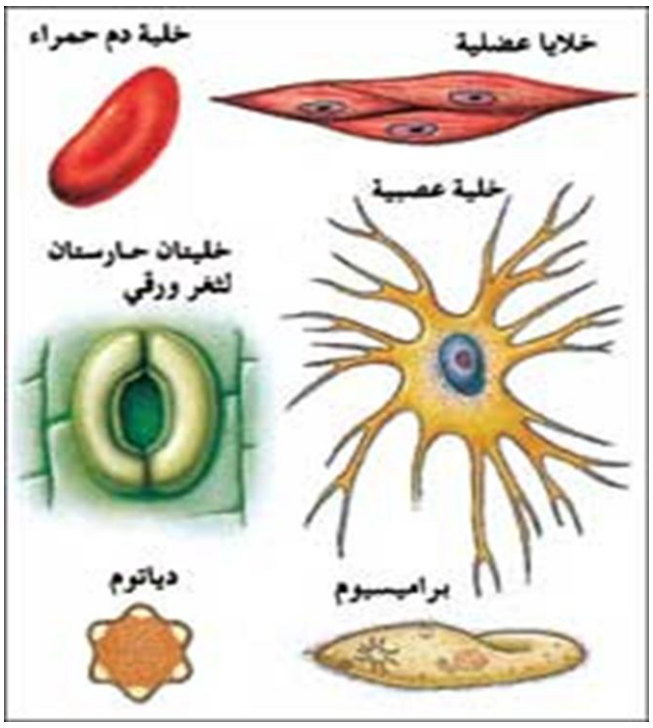
تركيب الخلية / حجم الخلايا / شكل الخلايا / عدد الخلايا / انواع الخلايا

تتجلى قدرة الله تعالى في تنوّع الكائنات الحيّة التي تملأ الأرض، فمنها كائنات صغيرة لا تُرى بالعين المجردّة، ومنها الأشجار السّامقة، والحيوانات الضخمة، ومن الدلائل على عظمة الخالق، أنّ أجسام هذه الكائنات الحيّة جميعها تتكون من وحدة الحياة الأساسية وهي الخلية. تُعرف الخلية بأنّها الوحدة التركيبية والوظيفية لجميع أشكال الحياة، وهي صغيرة الحجم لا تُرى بالعين المجردة؛ إذ لا يزيد حجم أكبر أنواع الخلايا عن ١٠٠ ميكرومتر. يوجد نوعان من الخلايا: خلايا بدائيّة النّواة وهي الخلايا التي يكون الحمض النووي فيها داخل السايتوبلازم، إذ لا توجد فيها نواة حقيقيّة، وهي تختلف عن الخلايا حقيقيّة النّواة التي تكون النّواة فيها محاطة بغلاف نووي يفصل مكوناتها عن السايتوبلازم،

تُعد البكتيريا نوعاَ من الخلايا بدائيّة النّواة، أما الخلايا التي تتكوّن منها أجسام الكائنات الحيّة الأكثر تعقيداَ مثل الطّلائعيات والفطريات والنّباتات والحيوانات فهي خلايا حقيقيّة النّواة.

شكل الخلية Cell Shape :

من المعلوم ان الكائنات الحية جميعها تبدأ من خلية واحدة وانها تتكون من بروتوبلازم وهو الاسم الذي يطلق على كل المحتوي الحي للخلية وهو عبارة عن سائل لزج يحاط بغشاء مرن . وبالنظر لهذه الاعتبارات نجد ان شكل الخلية سيكون كروي وذلك نتيجة للتوتر السطحي خاصة بالنسبة للخلايا الحرة ، وفعلا نجد ان كثيرا من خلايا البكتيريا والخمائر والطحالب وحيدة الخلية تكون كروية الشكل ولكن يلاحظ ان بعض البكتيريا تأخذ الشكل العصوي كذلك فان الاميبا ليس لها شكل محدد .
وتختلف الخلايا في أشكالها تبعاً لوظيفتها ؛ فالخلايا العضلية في الإنسان مثلاً تكون طويلة و مغزلية الشكل مدببة الطرفين للقيام بعملية الانقباض و الانبساط .بينما الخلية العصبية تحتوي على زوائد طويلة و متشعبة لنقل الإحساس من مكان ما في الجسم إلى مكان آخر ، و خلايا الدم الحمراء في الإنسان التي تبدو كروية من كل من السطح العلوي والسفلي بينما تبدو مسطحة ومقعرة من الشكل الجانبي ، وهذا الشكل يناسب وظيفتها في تبادل الغازات في الرئة والأنسجة .
ولا يجب إغفال تأثير العوامل الخارجية الميكانيكية في شكل الخلايا فمثل في النبات يختلف شكل الخلايا على حسب شكل العضو وكذلك نشاط الخلية نفسها مثل خلايا السيقان والجذور . وبالنسبة لخلايا النبات والحيوان يلاحظ ان خلايا الحيوان تهيأ احيانا للحركة بينما في النبات لا . كذلك توجد في الحيوان خلايا عضلات واعصاب وعظام واخراج وهضم .



حجم الخليـة Cell Size

يوجد اصغر حجم للخلايا في البكتيريا التي يتراوح قطرها بين ٠.٢ – ٠.٥ ميكرون بينما أكبرها بيضة النعامة التي يصل قطرها الي ١٥ سم . ويتحكم في كبر حجم الخلايا العديد من العوامل مثل نسبة حجم النواة الى السيتوبلازم فمن المعروف ان النواة تنظم نمو ووظيفة السيتوبلازم وبقاء الخلية ككل فبالرغم من ان الخلية يمكنها أن تعيش قليلا بدون نواة إلا إنها تبدو في هذه الحالة بدون عقل مدبر ينظم لها وظائفها ومن جهة أخرى لأن النواة تنتج وسائل بناء البروتين فهي تحدد كمية السيتوبلازم التي يمكن ان تتحكم فيه

وهناك بعض الخلايا التي تحوي اكثر من نواة مثل طحلب النوستوك. كما يتحكم في الحجم النسبة بين حجم الخلية ومساحة سطحها و لسطح الخلية اهمية في التحكم في مرور السوائل منها واليها وكذلك الغازات والغذاء . ونظرا لأن مساحة السطح تزيد بمربع زيادة القطر بينما يزداد الحجم بمكعب هذه الزيادة فان حجم الخلية يتوقف على مقدرة سطحها على امداد الخلية بما تحتاجه لعمليات التمثيل بها .

والخلية النباتية تواجه هذه المشكلة لوجود الفجوة العصارية بها . وهناك عامل آخر وهو حركة السيتوبلازم والتي يجب ان تكون انشط في الخلايا الكبيرة . كما يتحكم فى الحجم معدل نشاط الخلية في التمثيل فمعدل تبادل المواد في الخلايا الصغيرة اكبر منة في الخلايا الكبيرة وذلك خلال سطحها وبالتالي فأنه يلزم أن تكون الخلية في اقل حجم ممكن لكي تكون النسبة بين مساحة السطح والحجم ملائمة لعمليات الامتصاص.

الاستثناءات

ينظر البعض إلى الفيروسات على أنها كائنات حية، إلا أنها ليست مكونة من خلايا. تظهر الفيروسات الكثير من سمات الحياة، ولكن لا ينطبق عليها تعريف الكائنات الحية، لذلك فهي كائنات غير حية. الميتوكوندريا و البلاستيدات لها مادة وراثية خاصة بها، وتقوم بإعادة تكوين نفسها بشكل مستقل عن بقية أجزاء الخلية .

المحاضرة الرابعة

خلايا حقيقية النواة Eukaryotic cells

تشمل جميع انواع الخلايا التي تحتوي على أنوية حقيقية وتتميز باحتوائها على العضيات الخلوية Cellular organelles ومن امثلتها الخلايا الحيوانية والخلايا النباتية.

الخلية الحيوانية Animal cell

تختلف الخلايا الحيوانية فيما بينها من حيث الحجم والشكل والتخصص الا انها جميعاً تكون متشابهة من حيث التركيب وتتكون الخلية الحيوانية من التراكيب التالية:

تركيب الخلية الحيوانية

١) الغشاء البلازمي Plasma membrane

عبارة عن غشاء رقيق جداً يمثل الحدود الحية للخلية الحيوانية والتركيب الكيميائي للغشاء عبارة عن بروتين ولبيد ونسبة قليلة من السكريات المتعددة ويظهر من خلال الفحص بالمجهر الالكتروني ثلاثي الطبقات وتكون الطبقتان الخارجية والداخلية داكنة اللون وسمك الواحدة منها ٢.٠ – ٢.٥ نانوميتر اما الطبقة الوسطى فتكون فاتحة اللون وسمكها ٣.٠ – ٣.٥ نانوميتر. ويعد التحكم في آلية دخول وخروج المواد من والى الخلية من اهم وظائف الغشاء البلازمي وقد تحدث فيه بعض التحويرات مكونة روابط بين الخلايا المجاورة كالروابط المحكمة Tight Juuction والدسموسومات Spot desmosomes وغيرها.

٢- الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum

وهي عبارة عن تراكيب انبوبية او حويصلية متشابكة ومتفرعة ومتصلة مع بعضها البعض ولشكلها الشبكي وموقعها العميق داخل الخلية حيث تأخذ مواقع بالقرب من نواة الخلية و تحيط بها لذلك تسمى بالشبكة الاندوبلازمية وتكون بشكلين هما:

اولاً: الشبكة الاندربلازمية الخشنة (الحبيبية) ((Rough endoplasmic reticulum ((RER حيث تنتشر الرايبوسومات على سطحها الخارجي.

وثانياً: الشبكة الاندوبلازمية الملساء (SER Smooth endoplasmic reticulum) التي يخلو سطحها الخارجي من الرايبوسومات ومن اهم وظائف هذه العضية هو بناء البروتينات.

٣- معقد كولجي Golgi Complex

ويعرف ايضاً بجهاز كولجي Golgi apparatus او اجسام كولجي Golgi bodies وتتكون هذه العضية من مجموعة من الحويصلات Cisternae الشبيهة الى حد ما بالشبكة الاندوبلازمية لكنها غير متصلة بل تترتب بشكل متواز مع بعضها البعض ويتراوح عدد الحويصلات المكونة للعضية الواحدة بين (٣-٧) والشكل النهائي لمعقد كولجي يكون كوبي الشكل Cup Shaped Golgi Complex يسمى الوجه المحدب فيها بالوجه الناشئ Forming Fase بينما الوجه المقعر فيسمى بالوجه الناضج Maturing fase وتحيط بها حويصلات كبيرة منها تسمى بالحويصلات الافرازية Secretory Vesicles ووظيفة معقد كولجي هي الافراز بالدرجة الاساس.

٤- المايتوكوندريا Mitochondria

وهي عبارة عن تراكيب كروية او بيضوية طول الواحدة منها حوالي ٧.٠ نانومتر وتسمى هذه العضية ببيت الطاقة ايضاً لكونها مسؤولة عن بناء الطاقة الضرورية للفعاليات الايضية للخلية والتي تكون على هيئة ATP (Adenosine triphosphate)) ويحيط بها غلافان الخارجي أملس والداخلي تمتد منه تراكيب اصبعية باتجاه حشوة المايتوكوندريا Mitochondrial matrix وتسمى هذه التراكيب بالاعراف Cisternae وتحتوي المايتوكوندريا على جزيئة حلقية مزدوجة من الـ DNA ورايبوسومات وبذلك تمتلك القدرة على بناء بعض بروتيناتها وخاصة تلك التي تدخل في تركيب الغلاف الداخلي للعضية.

٥- الاجسام الحالة Lysosomes

هي احد العضيات الخلوية المهمة وهي ابطأ ترسيباً من المايتوكوندريا وتتميز هذه العضية بظاهرة تعدد الاشكال والتي تؤثر في الحالة الفسلجية للخلية يحيط بالاجسام الحالة غلاف مفرد ذا تركيب بروتيني دهني ومن مميزاتها احتوائها على انزيمات التحلل المائي Hydrolases وعدد هذه الانزيمات يزيد عن ٥٠ انزيم ولها القابلية على هضم جميع المركبات العضوية وتعمل هذه الانزيمات ضمن الرقم الهيدروجيني متعادل الحامضية

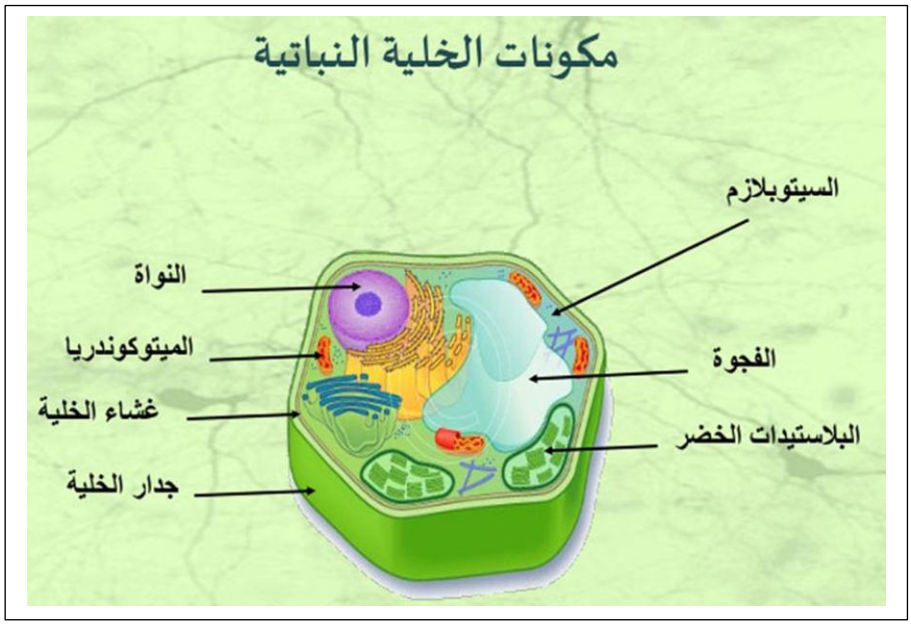
٦- النواة Nucleus

من اهم عضيات الخلية نظراً لاحتوائها على المادة الوراثية Genome حيث تسيطر على جميع الفعاليات الفسلجية والكيميائية الحياتية التي تحدث في الخلية لذلك يكون موقعها مركزياً داخل الخلية ويحيط بالمادة الوراثية غلاف يفصلها عن سايتوبلازم الخلية يسمى بالغلاف النووي Nuclear envelope الذي يتكون من طبقتين سمك الواحدة منها ٦-٨ نانوميتر اما سمك الفسحة بين

الطبقتين فيكون حوالي ٩-١٠ نانوميتر تتصل الطبقة الخارجية مع الطبقة الداخلية للغلاف النووي في العديد من المناطق مكونة ما يسمى بالثقوب النووية Nuclear Pores ووظيفة الثقوب النووية هي التحكم في دخول بعض الجزيئات والايونات الى داخل النواة وكذلك خروج الحامض النووي الرايبوزي المرسال mRNA.

الخلية النباتية

تحتوي الخلية النباتية على جميع التراكيب التي تحتويها الخلية الحيوانية فضلاً عن احتوائها على بعض التركيب الخاصة بها وهذه التراكيب هي:



تركيب الخلية النباتية

١-جدار الخلية Cell Wall

هو عبارة عن حاجز صلب يحيط بالخلية من الخارج ويوفر الحماية الميكانيكية للخلية وللجدار دور في اعطاء الشكل النهائي للخلية ويعطي المقاومة الفيزيائية لانه يعمل ضد انتفاخ الخلية خاصة في المراحل الاولى في النمو ولا يسهم في العمليات الوظيفية للخلية ويوجد نوعان من جدار الخلية هما الجدار الاولي Primary wall والجدار الثانوي Secondary wall ويكون الجدار الثانوي اسمك بكثير من الجدار الاولي.

٢- الفجوات Vacuoles

وهي عبارة عن عضيات خلوية كبيرة تحتل مساحة كبيرة من السايتوبلازم وتصل الى حوالي ٨٠% من

حجم الخلية ويحيط بها غلاف مفرد يسمى بالتونوبلاست ((غشاء الفجوة العصاوية في الخلية)) Tonoplast واظهر التحليل الكيميائي لغلاف الفجوة ان ٤٠% منها عبارة عن لبيد Lipid و ٦٠% بروتين Protein ومن اهم وظائفها التخزين وخاصة البروتينات التي تتكون على جدار الشبكة الاندوبلازمية الخشنة. ان الفجوات تشبه الاجسام الحالة من حيث الوظيفة لكونها تحتوي على العديد من انزيمات التحلل المائي Hydrolases غير أنها تختلف عنها من حيث التكوين.

الروابط البلازمية Plasmodesmata

عبارة عن تراكيب سايتوبلازمية خيطية رفيعة جداً موجودة في جميع الخلايا النباتية وتقوم بربط سايتوبلازم الخلايا المتجاورة مع بعضها البعض وتحتل الروابط البلازمية مساحات شاسعة من الغشاء البلازمي ويبلغ قطر الروابط البلازمية النموذجية حوالي ٦٠ نانوميتر وعددها حوالي ٢٨٠ لكل مايكروميتر مربع من سطح الغشاء البلازمي وتشكل الخلايا النباتية المتصلة مع بعضها البعض عن طريق الروابط البلازمية نظاماً مستقلاً يسمى سيمبلاست Symplast.

البلاستيدات الخضراء Chloroplasts

وهي عبارة عن دقائق ذات صبغة عالية موجودة فقط في الخلايا النباتية، وتحتوي هذه الدقائق على صبغة خضراء (الكلوروفيل) والتي تلعب دوراً اساسياً في عملية البناء الضوئي photosynthesis . بالاضافة الى غشاء البلاستيدة الخضراء فهي تحتوي تراكيب غشائية بشكل صفائح تدعى كرانا grana ويتركز الكلوروفيل والدهنيات في الكرانا حيث تحصل عملية البناء الضوئي ويملأ البلاستيدة الخضراء مادة ذات طبيعة بروتينية تدعى ستروما Stroma (المادة الاساسية) والتي تحتوي الانزيمات المشتركة في عملية تثبيت CO_2 في عملية البناء الضوئي، كما تحتوي البلاستيدة الخضراء على جزيئة حلقية من الـ DNA تشفر لبناء عدد معين من البروتينات.

المحاضرة الخامسة

النواة

في الخلية عُضَيَّةٌ بغشاء مغلق تتواجد في حقيقيات النوى .حقيقيات النوى عادةً تملك نواة واحدة، لكن أنواع قليلة من الخلايا مثل كريات الدم الحمراء عند الثدييات تكون عديمة النوى، بينما تملك أنواعٌ أخرى العديد من النوى.

تحتوي النواة على معظم المادة الوراثية الموجودة في الخلية، منتظمة على شكل جزيئات خطية طويلة من الحمض النووي الريبوزي منقوص الأوكسجينDNA على شكل معقد بالإضافة إلى مجموعة كبيرة من البروتينات، مثل الهستونات، لتُشَكِّل الكروموسومات أو الصبغيات. الجينات أو المورثات المحمولة على هذه الكروموسومات أو الصبغيات، تُشَكِّل معاً المجموع الوراثي أو الجينوم، وتأخذ هذه الجينات هذه البنية لتعزيز وظيفة الخلية. تحافظ النواة على وجود الجينات معاً وتحافظ على سلامتها، وتتحكم كذلك في أنشطة الخلية من خلال تنظيم التعبير الجيني، وبالتالي فإن النواة تُعتَبَرُ مركز التحكم في الخلية. الهياكل الرئيسية التي تُشَكِّلُ النواة هي الغلاف النووي، وهو غشاء مزدوج يُغلِّف النواة ويعزل محتوياتها عن أو السيتوبلازما الخلوية، وكذلك المصفوفة النووية (التي تتضمن الصفيحة النووية) وهي شبكة من الألياف التي تمنح النواة دعماً ميكانيكياً، كالهيكل الخلوي الذي يدعم الخلية ككل.

بما أن الغشاء النووي غير نفوذ للجزيئات الكبيرة، هناك حاجةٌ لوجود مسامات نووية لتنظيم النقل النووي للجزيئات عبر الغلاف النووي. تجتاز المسام النووية طبقتَي الغشاء النووي وتوفّر قناةً يمكن للجزيئات الصغيرة والأيونات العبور من خلالها بحرية، بينما تحتاج الجزيئات الأكبر إلى بروتينات حاملة لنقلها بشكل فاعل. بعض الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات والحمض النووي الريبوزيRNA تجتاز المسامات كشرط لتتمكن من التعبير الجيني والحفاظ على الكروموسومات. على الرغم من أن المنطقة الداخلية من

النواة لا تحتوي على حجرات داخلية مزودة بغشاء، إلا أنّ محتوياتها غير متجانسة. حيث تتواجد بعض الأجسام المصنوعة من بروتينات معينة، وجزيئات من الحمض النووي الريبوزيRNA ، وأجزاء معينة من الكروموسومات. أشهر هذه الأجسام هو النُوَيَّة، التي تشارك بشكل رئيسي في تجميع الكروموسومات، وكذلك إن الريبوسومات تُصنّع في النويّة ومن ثم تنطلق إلى السيتوبلازما، حيث تقوم بترجمة الحمض النووي الريبوزي الرسولmRNA

التراكيب

النواة أكبرُ العُضَيَّات في الخلية الحيوانية.[٥] في خلايا الثدييات يكون متوسط قطر النواة ٦ ميكرومتر، وهذا يشغل قرابة ١٠% من حجم الخلية[٦]، تتضمن النواة أيضاً سائلاً لزجاً يدعى البلازما النووية (nucleoplasmأو Karyolymph) وهي مشابهة للعصارة الخلوية في التركيب.[٧] تظهر النواة كعضيّة كثيفة خشنة ذات شكل كروي أو شاذ. تتركب النواة الجافة تقريباً من:

- 9% DNA
- 1% RNA
- 11%هستونات (وهي إحدى أنواع البروتينات)
- 65%بروتينات حامضية
- 14%بروتينات متبقية

الغلاف النووي (غلاف النواة –: (يتكون الغُلاف النووي من غِشائين مُنفَصِلِين: الغشاء الخارجي و الغشاء الداخلي. و هذا الغلاف يحمي النواة من بقية سائل السيتوبلازم الموجود في الخلية و يُبقِي الجُزيئات الخاصَّة داخل النواة و يمنعها من الخروج.

مكونات النواة

1 **الغلاف النووي (غلاف النواة** –: (يتكون الغُلاف النووي من غِشائين مُنفَصِلين: الغشاء الخارجي و الغشاء الداخلي. و هذا الغلاف يحمي النواة من بقية سائل السيتوبلازم الموجود في الخلية و يُبقي الجُزيئات الخاصَّة داخل النواة و يمنعها من الخروج.

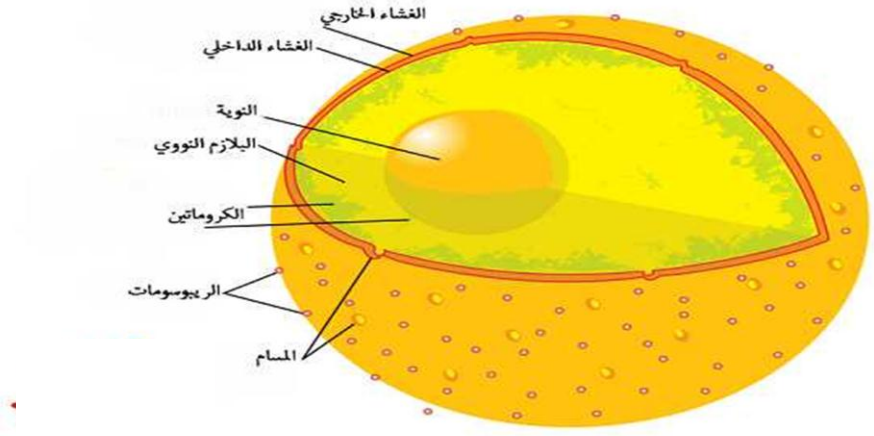
2 **النويَّة** –: النويَّة هي هيكل كبير في النواة و وظيفتها الأساسية هي صناعة(الريبوسوم) و (الحمض الريبوزي النووي –RNA).

3 **البلازم النووي** –: هو السائل الذي يملأ النواة من الداخل.

4 **الكروماتين** – : يتكون الكروماتين من (البروتينات) و(الحمض النووي الريبوزي المنقوص الأكسجين– DNA) . و هم يقومون بتنظيم(الكروموسومات) قبل تقسيم الخلية.

5 **المسام** – : المسام هي ممرَّات صغيرة تمتدُّ عبر (الغُلاف النووي). و هي تسمح لـ الجُزيئات الأصغر بِالمرور مِثل جُزيئات (الحِمض الريبوزي النووي(RNA – ، و تقوم المسام بإبقاء الجُزيئات الكبيرة ل(الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين –DNA) (داخل النواة).

6 **الريبوسوم** – : الريبوسوم تتم صناعته داخل (النوية) ثم يتم إرساله خارج النواة حتى يقوم بصُنع البروتينات.



رسم يوضح مكونات النواة

الجدار الخلوي

جدار الخلية جدار صلب غير حي لكنه مرن إلى حد ما . ويتكون الجدار الخلوي في النباتات الراقية من خيوط رفيعة من السيليلوز تسمى الالياف الدقيقة وتكون هذه الالياف موازية لسطح الخلية ومغمورة في وسط غير سليولوزي، ويكون خارج غشاء البلازما ويعطي هذا لجدار قوة دعم وصلابة للخلية النباتية، وهو يميز الخلية النباتية عن الخلية الحيوانية

يتكون الجدار الخلوي من:

الجدار الابتدائي (Primary wall :)

وهو تركيب يلي الصفيحة الوسطية ويتكون من السليلوز وأشباه السليلوز والبكتين والبروتين ويصل سمكها إلى ٣ ميكرون

جدار خلوي ثانوي(Secondry wall :) يتكون بعد تقدم الخلية في العمر يتكون من مواد أهمها اللجنين والسوبرين والكيوتين وكربونات الكالسيوم والسليكات.

الصفيحة الوسطية وهي أول ما يتكون بين الخلايا عند الانقسام.

يقوم الجدار الخلوي بعدة وظائف هي:

١. حماية الخلية من الخدوش والأخطار الخارجية..
٢. طرح الفضلات خارج الخلية.
٣. تحديد شكل الخلية.

يعتبر جدار الخلية النباتية من أهم صفاتها التي تميزها عن الخلية الحيوانية التي تفتقر إلى مثل هذا الجدار، ولكن قليلا من الخلايا النباتية لا يوجد بها مثل هذا الجدار: منها الأبواغ في الطحالب والفطريات

والخلايا التناسلية في كل من النباتات البدائية والراقية. ونستطيع تحديد جدار الخلية في أنواع مختلفة من

الخلايا (حقيقة النواة (euocaryotic أو (غير حقيقية النواة.(procaryotic

المحاضرة السادسة

البلاستيدات Plastids

استخدم مصطلح البلاستيدات لاول مرة من قبل العالم شيمبير Schimper عام ١٨٣٨ على مجموعة من العضيات السايتوبلازمية التي شوهدت في الخلايا حقيقية النواة Eukaryotes ولم تشاهد في الخلايا بدائية النواة prokaryotes وهي تمثل انواع متعددة ومختلفة من العضيات السايتوبلازمية التي ترتبط ببعضها بعلاقة تطورية ويطلق على هذه الانواع جميعها في مراحل نموها الاولى بالبلاستيدات الاولية Proplastids . تكون البلاستيدات الاولية صغيرة جداً بحيث يصعب تمييزها بالمجهر الضوئي غير انها تلاحظ باستعمال المجهر الالكتروني وربما تعتبر مصدر نشوء جميع انواع البلاستيدات في النباتات الراقية اما بالنسبة للبلاستيدات الناضجة فيمكن تمييزها على اساس محتوياتها الى انواع مختلفة منها :

١- البلاستيدات الملونة Chromoplasts

وهي مجموعة البلاستيدات مختلفة الالوان مثلاً الصفراء او البرتقالية والتي تكون موجودة في تويج الازهار والفواكه بالاضافة الى بذور قسم من النباتات الراقية وبصورة عامة تحتوي هذه البلاستيدات على كمية قليلة من صبغة الكلوروفيل Chlorophyll وتكون ذا فعالية قليلة بالنسبة الى عملية التركيب الضوئي ومن الاصباغ الاخرى التي تحملها كذلك هي Lycopene في الطماطة و Phycoerythrin و Phycocyanin في الطحالب والاشنات الملونة

٢- البلاستيدات الخضراء Chloroplasts

وتحتوي على صبغات خضراء من الكلوروفيل والتي تكون محجوبة بصبغات اخرى وهذا النوع يعد الاساسي في عملية التركيب الضوئي.

٣- بلاستيدات عديمة اللون Leukoplasts

وهذه البلاستيدات موجودة في الخلايا الخازنة وغير المعرضة للضوء او في فلق البذور وتكون عصوية الشكل او كروية وتشمل انواع مختلفة منها :

وقد تحتوي البعض من البلاستيدات العديمة اللون على البروتين والنشأ معاً كما في نبات الفاصوليا وتجمع المواد المخزونة في الصفائح Lamellas في الـ Stroma كما يوجد في البلاستيدة معقد من الانبيبات ينشأ من الغشاء الداخلي للبلاستيدة ونظراً لأهمية البلاستيدات الخضراء في عملية البناء الضوئي photosynthesis سيتم تناولها بالتفصيل.

أ) البلاستيدة النشوية Amyloplast

ب) البلاستيدة الحاوية على الجسم الصفائحي الاولي Etioplast

ج) البلاستيدة الاولية Proplastid

البلاستيدات الخضراء Chloroplasts

يوجد هذا النوع في الاجزاء الخضراء للنباتات ويختلف عددها من خلية الى اخرى حيث سجل وجود ٢٠٠ بلاستيدة خضراء في بعض الخلايا خصوصاً العمودية لميزوفيل الورقة وفي ميزوفيل اوراق النباتات مغطاة البذور Angiosperms يصل عددها بين ٣٥-٦٠ مقارنة بالعدد ٤-٣٥ في خلايا بشرة

اوراق نفس النباتات. اما الاشنات فتحتوي خلاياها على عدد قليل وتحافظ عادة على ثبات هذا العدد بانقسام البلاستيدات الخضراء اثناء الانقسام الميوزي ويختلف عدد البلاستيدات الخضراء للخلية الواحدة في النباتات الراقية باختلاف النسيج و الظروف البيئية (مثل الضوء) والداخلية والتضاعف الكروسومي Polyploidyويختلف عددها ايضاً باختلاف النوع ولايشترط ان يكون العدد ثابتاً حتى في الخلايا المتماثلة وفي ظروف متماثلة ويختلف موقع البلاستيدات الخضراء ضمن الخلية فقد توجد عادة على جانبي الخلايا في الطبقة العمودية لنسيج الورقة بينما يكون توزيعها عشوائياً في سايتوبلازم خلايا الطبقة الاسفنجية. وفي العديد من الخلايا فان حركة السايتوبلازم تحرك البلاستيدات الخضراء في الخلية وفي قليل من الحالات لوحظ حركة البلاستيدة الخضراء من نوع يشبه الحركة الاميبية. ان حجم البلاستيدات الخضراء يكون متبايناً وبالرغم من ان معدل قطر البلاستيدة الخضراء في خلايا النباتات الراقية يصل بين ٤-١٠ مايكرون فان الحجم يتغير على اساس الاضاءة المتوفرة مثلاً في ضوء الشمس يبنى الكلورفيل بسهولة من قبل النبات وبذلك يزداد حجم البلاستيدة الخضراء وفي الظل يهبط بناء الكلوروفيل الذي يترافق مع اختزال حجم البلاستيدة الخضراء كما ان الخلايا المتعددة المجموعة الكروموسومية Polyploidy Cellsفهي تحتوي على بلاستيدات خضراء اكبر حجماً من خلايا ثنائية المجموعة الكروسومية Diploid Cells اما شكل معظم البلاستيدات الخضراء في النباتات الراقية فيكون اما كروياً او بيضوياً او قرصياً ويمكن ان نلاحظ في بعض الاحيان اشكال اخرى غير منتظمة والتي تلاحظ عادة في النباتات الواطئة ففي الاشنات يمكن ملاحظة بلاستيدات خضراء كوبية أوحلزونية أو نجمية أو اصبعية الشكل ويمكن كذلك ان يتغير شكل وتركيب البلاستيدات الخضراء بوجود حبيبات النشأ .

تركيب البلاستيدات الخضراء The structure of chloroplast

عند فحص البلاستيدة الخضراء للنباتات الراقية تحت المجهر الالكتروني يظهر بانها تتكون من نوعين من الطبقات الغشائية وكل طبقة تمثل Unit Membrane سمكها حوالي ٥ مايكروميتر وتفصل طبقتي الغشاء عن بعضها مسافة سمكها ٢-٣ مايكروميتر ان غلاف البلاستيدة الخضراء هو نصف ناضح يشبه في مظهره غلاف المايتوكوندريا ولو أن غلاف البلاستيدة الخضراء ينفجر او يتمزق عند اصابة النبات بالفايروس المسمى Tobaco Mosaic Virus بينما يبقى غلاف المايتوكوندريا والغلاف النووي سالماً على الرغم من اصابة النبات بهذا الفيروس. ان الغشاء الخارجي الذي لا يمتلك طيات او امتددات يحدد البلاستيدة الخضراء وينظم نقل المواد بين السايتوبلازم والجزء الداخلي لها اما بالنسبة للغشاء الداخلي فيوازي الغشاء الخارجي وتنشأ منه انطواءات داخلية كثيفة. ان النمو الداخلي للغشاء الداخلي يؤدي الى تكوين سلاسل من الاغشية الداخلية يطلق عليها الصفائح Lamellae وتشكل هذه الصفائح سلاسل معقدة من الاغشية ضمن الـ .Stroma اما المحتوى الداخلي للبلاستيدة الخضراء الذي يحمل صفائح الاغشية فيمثل ارضية البلاستيدة ويسمى (Stroma) وهذه الارضية تحوي سائلاً حبيبياً يظهر غامقاً نسبياً في صور المجهر الالكتروني. ان الارضية الحبيبية تحتوي على جسيمات متنوعة وقد لوحظ وجود حبيبات نشوية كما اشارت صور المجهر الالكتروني الى وجود عدد من الحبيبات الاوزموفيلية Osmophilic granulesومجاميع من تراكيب Eilipsoidal Structures وتسمى مراكز الارضية Stromacentersكما تنتشر فيها سلاسل الحامض النووي (DNA) وجسيمات تشبه الرايبوسومات. ان معظم الصفائح تكون منظمة لتؤلف اكياس او انابيب قرصية الشكل يطلق عليها Small Thylakoids وتكون هذه الاخيرة مرصوفة بشكل صفوف فوق بعضها البعض يطلق عليها Grana مفردها Granum

يتراوح قطرها بين ٣٠٠-٦٠٠ مايكروميتر وحيث ان هذه الانابيب تكون دائرية فان الـ Grana تظهر مشابهة لمجموعة من النقود المرصوفة فوق بعضها البعض وتحتوي البلاستيدة الخضراء النموذجية بين ٤٠-٦٠ من الـ Grana وكل واحدة منها مكونة من ٢-١٠ من وباستمرار فان جزء صغير من الانبوب يتمد شعاعياً في الارضية ليكون الانبوب الفرعي او الانبوب الكبير الذي يرتبط بالانابيب الصغيرة الاخرى وبالتالي بـ Grana ويطلق على التفرعات والشبكة بصفائح الارضية.

التركيب الكيميائي للبلاستيدة الخضراء Chemical structure of chloroplast
تشكل البروتينات المكون الرئيسي للبلاستيدات الخضراء وتشكل حوالي ٦٩% من الوزن الجاف للبلاستيدات الخضراء. وتوجد البروتينات بنوعيها الذائبة وغير الذائبة غير انه لحد الان لم تعزل جميعها. وقد لوحظ وجود الحامضين النوويين RNA , DNA في ارضية البلاستيدة Stroma وتلاحظ في الصفائح ان معظم الحامض النووي RNA يكون متلازماً مع الاجسام الشبيهة بالرايبوسومات في ارضية البلاستيدة. ان كمية الحامض النووي DNA قليلة جداً حيث قدرت بحوالي (١٠-١٥ – ١٠-٤) لكل بلاسيتيدة خضراء أي ما يعادل ٠,٠٣% من وزنها الجاف وبالرغم من قلة كمية الحامض النووي DNA لكنها كافية لحمل معلومات كافية عن البروتينات للبلاستيدة الخضراء بضمنها العديد من الانزيمات التي تشترك في عملية التركيب الضوئي الا ان تنظيم الحامض النووي DNA الخاص بالبلاستيدة الخضراء خلال فترة الانقسام لازال غير واضح. تدخل الدهون والاصباغ الذائبة في التركيب الكيميائي للبلاستيدة الخضراء حيث تشكل ٣٤% من وزنها الجاف في السبانغ.

وكما تعتبر صبغة الكلوروفيل Chlorophyll الخضراء المصدر الرئيسي للون الاخضر وعلى الرغم من اختلاف الكلوروفيل من الناحية الكيميائية في النباتات المختلفة الا ان تركيبها يكون متشابهاً في الاساس واهم انواع صبغات الكلوروفيل المعروفة هي . d,c,b,a يوجد كلوروفيل a في النباتات جميعها والتي تشترك في عملية التركيب الضوئي غير ان وجود الانواع الاخرى من الكلوروفيل ومنها (d,c,b) فيعتمد على نوع النبات مثلاً النباتات الراقية تحتوي b وان نسبة كل من الصبغات b,a تمثل حوالي ٥% من الاوزان للبلاستيدة الخضراء في السبانغ ونسبة b:a تتراوح بين ٢,٠٥ الى ٣,٥٢ وأن نسبة هذين النوعين تعتمد على وجود او عدم وجود الاضاءة وشدتها فمثلاً نباتات الـ (Alpine) تكون نسبة b:a هي ٥:٥ غير ان هذه النسبة تقل كثيراً في نباتات الظل وتحتوي البلاستيدات الخضراء على مركبات تسمى) Caratenoidsمثل الكاروتين والزانثوفيل) والتي تكون معظمها صفراء برتقالية او حمراء وان معظم هذه الصبغات تكون موجودة على صفائح البلاستيدة الخضراء وقد اعتقد بان وظيفتها هي كأصباغ مساعدة لامتصاص الضوء خلال عملية التركيب الضوئي كما تحتوي على العديد من العناصر على شكل ايونات مثل الحديد والنحاس والمنغنيز Mn والخارصين وفيتامين .E,K

الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين للبلاستيدة الخضراء (Chloroplast DNA (Ct DNA

الوظيفة Function
١- ان البلاستيدات الخضراء تلعب دوراً مهماً في عملية التركيب الضوئي التي يمكن تلخيصها بالمعادلة التالية:

2n H2O + nCO2 nH2O + nO2 + (CH2O)n

وتتم هذه العملية بخطوتين تبدأ بتفاعلات الضوء Light reaction وفيها يمتص الضوء بواسطة مجاميع الاصباغ ويحول الى طاقة على شكل ATP او NADPH2 والتي تستعمل بعد ذلك في تفاعلات الظلام Dark reactionبعد امتصاص CO2 لتكوين جزيئة الكلوكوز.

٢- البناء الحبوي للاحماض الدهنية

٣- اختزال NO2 الى.NH3

٤- اختزال الكبريتات SO4 الى ثايول-SH

٥- بناء عدد محدد من البروتينات.

٦- تكوين الكلايكوليت Glycolate بعملية التنفس الضوئي.Photorespiration

منشأ وتكوين البلاستيدات Origin and Development of Plastids

وكذلك الحال في المايتوكوندريا فانه ليس من المعروف ان البلاستيدات تتكون من جديد في الخلية او بواسطة نوع من انواع الاستنساخ بطريقة مماثلة لبعض الكروموسومات وهنالك بعض المعلومات غير المباشرة تثبت فكرة الاستنساخ وقد جاءت هذه المعلومات من ملاحظة الاستمرار الوراثي وبقائه في ذرية البلاستيدة فعلى سبيل المثال البلاستيدة التي لسبب ما تفقد قابليتها على انتاج الكلوروفيل تنتج بلاستيدة تعاني من نفس النقص. وقد تتكون البلاستيدة دائماً من بلاستيدة موجودة اولاً وتسمى بالبلاستيدة الاولية) Proplastid وهي اجسام كروية ذات قطر ٠.٥ مايكرون محاطة بغشاء مزدوج محتوية داخلها على سترومـا كثيفة) وفي عام ١٩٥٦ درس فون وتستيرون Von Wettsterin تكوين البلاستيدات الخضراء في النباتات الخضراء واقترح عدد من الخطوات يمكن ان تشترك في نشوء البلاستيدة الخضراء وهي :

١- بناء حويصلات داخل البلاستيدة الاولية Proplastid تمتد من الغشاء الداخلي .

٢- تتجمع هذه الحويصلات وتصطف بصورة متوازية في السترومـا لتكون سلاسل مفردة.

٣- ثم تتم اعادة ترتيب واندماج هذه السلاسل لتكوين اغشية او صفيحات مزدوجة متوازية ثم يتم تكاثرها .

٤- تنمو بعد ذلك وتحور الى صفيحات الكرانا او السترومـا يبقى القليل من الثايلاكويد متصلاً مع بعضها بواسطة صفائح انبوبية او السترومـا .

تتم كل هذه العمليات المذكورة اعلاه بوجود الضوء اما عند عدم وجود الضوء فتعطي البلاستيدات الاولية بلاستيدات غير فعالة وتكون على شكل اقراص او سلسلة من حلقات متعددة المركز او بلورية. تكون كل خطوة من خطوات نمو البلاستيدات تحت سيطرة جين خاص وقد لوحظ تأثير الطفرات الوراثية في اعاقة هذه العملية في مواقع كثيرة وفي معظم هذه الحالات تكون المحصلة النهائية في النمط الظاهري هي نفسها ولكن البلاستيدات الخضراء الناتجة تكون غير فعالة. وقد تنشأ البلاستيدة الخضراء في بلاستيدة سابقة عن طريق الانقسام الذي يحدث للبلاستيدة فتنشأ اثنتين من البلاستيدات.

مراحل انقسام البلاستيدة الخضراء وباستخدام المجهر الالكتروني

المنشأ التطوريThe evolutionary origin

يعتقد الباحثون ان للبلاستيدات الخضراء منشأ تطورياً كالمايتوكوندريا حيث يرون انها ناتج تطوري لكائنات حية بدائية النواة ذاتية التغذية اجتاحت خلايا حقيقية النواة Eukaryotes غير ذاتية التغذية Heterotrophicواقامت معها علاقة تعايشية. وقد استند الباحثون في اعتقادهم هذا الى ادلة منها مثلاً احتواء خلايا المحار المائي Nudibranchs الفاقد للصدفة على بلاستيدة خضراء حيث ان المحار يتغذى على الطحالب وعندما يمر سايتوبلازم الخلايا الطحلبية خلال امعاء المحار تمتص البلاستيدات الخضراء وتستقر في خلاياه وقد اثبت باحثون آخرون حصول عملية البناء الضوئي في خلايا المحار عندما لاحظوا تحرر غاز الاوكسجين O2 عند تعريض المحار الى الضوء.

المحاضرة السابعة

الفجوات :-

في علم الأحياء هي عبارة عن مساحة داخل الخلية خالية من السيتوبلازم، مبطنة بغشاء ومليئة بالسوائل. خاصة في الأوليات. الفجوات هي أعضاء هيولي (عضيات) تؤدي وظائف مثل التخزين والابتلاع والهضم والإفراز وطرد الماء الزائد. تمكن الفجوات المركزية الكبيرة الموجودة غالبًا في الخلايا النباتية من الوصول إلى حجم كبير دون تراكم الكتلة التي تجعل عملية التمثيل الغذائي صعبة. الفجوة هي عضية في الخلايا تعمل على الاحتفاظ بمحلول أو مواد مختلفة. يتضمن ذلك الحلول التي تم إنشاؤها ويتم تخزينها أو إفرازها وتلك التي تم بلعمتها أو ابتلاعها بواسطة الخلية. الفجوة هي ببساطة حجرة محاطة بغشاء، ممّا يحافظ على العصارة الخلوية من التعرّض للمحتويات بداخلها. نظرًا لأن الفجوات محاطة بأغشية شبه منفذة، فإنها تسمح فقط لجزيئات معينة بالمرور.

تركيب الفجوات:-

تتركب الفجوات من مجموعة متنوعة من الأكياس المرتبطة بالغشاء. تتكون الأغشية من الدهون الفوسفورية ولكن قد يستخدم كل كائن حي شحميات فوسفورية مختلفة قليلاً. توجد في الأغشية بروتينات يمكنها أن تعمل على نقل الجزيئات عبر الغشاء أو إعطائه هيكلًا. تسمح مجموعات مختلفة من هذه البروتينات للفجوات المختلفة بالتعامل مع المواد المختلفة والاحتفاظ بها. في كل كائن حي تسبب العوامل الوراثية المختلفة اندماج بروتينات مختلفة في غشاء الفجوة مما يسمح بمرور جزيئات مختلفة ويعطي الفجوات خصائص مختلفة. تطورت معظم الخلايا النباتية لاستخدام فجوات كعضيات لتخزين المياه والتي

توفر مجموعة متنوعة من الوظائف للخلية. ولا تعتمد الحيوانات على تخزين المياه وتستخدم فجواتها لتخزين المنتجات المختلفة ولإخراج الخلايا والالتقام الخلوي.

وظيفة الفجوات:

يمكن للفجوات أن تؤدي مجموعة متنوعة من الوظائف في الخلية وتعتمد أهميتها على الدور الذي تلعبه داخل الخلية. عادةً ما تتضمن وظيفتهم عزل المواد الضارة وتخزين النفايات وتخزين المياه القيمة في خلية نباتية والمساعدة في الحفاظ على الضغط داخل الخلية وتحقيق التوازن بين درجة الحموضة في الخلية وتصدير المنتجات خارج الخلية وتخزين البروتينات لإنبات البذور. تحتوي الفجوات أيضًا على أدوار أكثر ارتباطًا تلعبها في الخلية، مثل الالتهام الذاتي ودعم التكوُّن الحيوي وتدهور الهياكل المختلفة والبروتينات غير المرغوب فيها. حتى أن العلماء افترضوا أن الفجوة تلعب دورًا مهمًا في تدمير المتسللين البكتيريين أو تخزين البكتيريا المفيدة.

المحاضرة الثامنة

الانزيمات Enzymes

وهي محفزات بروتينية تبنى داخل الخلية الحية وتعمل كعوامل مساعدة بايلوجية للتعجيل من معدل سرعة التفاعلات الحياتية وهي تعمل بتخصص عال على جزء (المادة الاساس (Substance معين او على صنف من الجزيئات المعينة وتحوي الخلية الواحدة ما يقارب من (١٠٠٠) من الانزيمات المختلفة وهو السبب الذي يجعل الخلية تعمل بكفاءة عالية.

ان الانزيمات تتشابه مع المحفزات غير العضوية من حيث كونها لا تستنفذ ولا تتغير بعد تحفيزها للتفاعل وهي تخفض طاقة التنشيط للتفاعل . وتختلف عنها في كونها تعمل بدرجة عالية من التخصص على جزء معين او مجموعة جزيئات معينة تنتمي لصنف واحد.

تتألف الانزيمات من الاحماض الامينية نفسها الموجودة في البروتين تتكون بوساطة الخلايا الحية وتستطيع ان تعمل بصورة مستقلة خارج الخلايا الحية وان الاشكال المجسمة الخاصة للانزيمات تعود الى وجود التسلسل Sequences المعين لمخلفات الاحماض الامينية التي تؤلف كل انزيم ، وبالنظر لكون الانزيم مادة بروتينية فان المجاميع الفعالة فيه توجد على سطح الجزيء وفي منطقة ذات شكل هندسي محدد ثابت وهذا ما يجعل الإنزيم وبضمنه الموقع الفعال يمتلك التخصص والسيطرة لعملية التحفيز ، وتتكون الانزيمات من سلسلة واحدة او عدة سلاسل من متعدد الببتيد Polypeptide وان بعض الانزيمات تحتوي على مكونات اخرى يحتاجها الانزيم لفعاليته تعرف بالعوامل المساعدة او المرافقة Cofactor حيث تكون هذه العوامل المساعدة اما على شكل معادن مثل المغنيسيوم Mg والحديد Fe او قد تكون بشكل جزيئات عضوية معقدة تسمى مرافقات الانزيم Coenzyme وقد تحتاج بعض الانزيمات الى وجود كلا النوعين المعدنية والجزيئات العضوية المعقدة للقيام بعملها .

الليبيدات Lipids

تؤلف الليبيدات مجموعة من المواد التي توجد في الطبيعة وتتكون من احماض دهنية ذات الوزن الجزيئي العالي ومواد اخرى مثل الفوسفاتيدات والاستيرولات والكاروتينات وتعرف ايضاً بانها مجموعة المواد الحيوية التي لا تذوب في الماء ولكن تذوب في المذيبات العضوية وهي مواد غير متصلبة ومن اهم وظائفها انها مصدر للطاقة في الجسم وقد وجد انه عند احتراق الليبيدات تنتج كمية كبيرة من الحرارة لكل غرام اكثر من الكمية الناتجة من احتراق ١ غم من الكاربوهيدرات ومن وظائفها انها تعمل عازلة للحرارة في الجسم وتدخل في تركيب الاغشية. ان الجهاز العصبي غني بالمادة الليبيدية وتعد المواد الليبيدي نشطة بيولوجياً ومن وظائفها ايضاً تجهيز الجسم بمواد تعرف بالاحماض الدهنية. وعند ارتباط الليبيدات مع البروتين يتكون ما يعرف بالليبوبروتينات Lipoproteins وهي مكونات هامة لعدد من الاغشية الطبيعية مثل اغشية الخلايا وتوجد المواد الليبيدية في جميع اجزاء النباتات بما في ذلك السيقان والاوراق والجذور والازهار.

انواع الليبيداتTypes of Lipids

تنقسم الليبيدات Lipids على اساس مكوناتها من الاسترات الى ما يلي:

1- الليبيدات البسيطةSimple Lipids

2- الليبيدات المركبةCompound Lipids

3- اللليبيدات المشتقةDerived Lipids

الاحماض النوويةNucleic acids

تعرف الاحماض النووية بانها عبارة عن جزيئات كبيرة تحمل المعلومات الوراثية وتكون مسؤولة عن نقل المعلومات الخاصة ببناء البروتينات وتكون الاحماض النووية على نوعين هما.

النوع الاول:

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

النوع الثاني :

يحتوي هذا النوع على سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين (DNA) Deoxyribonucleic acid ويتكون كلاهما بشكل بوليمرات خيطية مكونة من وحدات تعرف النيوكليوتيدات Nucleotides

مكونات الاحماض النووية Components of Nucleic Acids

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

انواع الحامض النووي الرايبوزي Types of RNA

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

١- الحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي Ribsomal RNA

يرمز له بالرمز rRNA ويمثل هذا النوع المكون الرئيسي للـ RNA الكلي في الخلية ويمثل نسبة ٨٠-٨٥% من RNA الكلي يوجد متحداً مع البروتين القاعدي في الرايبوسوم حيث يكون في صورة اجسام كروية تقريباً في اغلب الخلايا ويشكل نسبة ٥٠% من الرايبوسوم.

٢- الحامض النووي الرايبوزي الناقل Transfer RNA

ويرمز له بالرمز tRNA ويقوم بنقل الاحماض الامينية المنشطة من السايتوبلازم الى الرايبوسومات حيث تحدث عملية بناء البروتين ولذلك سمي الناقل ويكون وزنه الجزيئي صغير ويختص كل tRNA بنقل حامض اميني من الاحماض التي تدخل في تخليق البروتين ويشكل tRNA حوالي ١٠-٢٠% من كمية RNA الكلية في الخلية وهو خليط من عدة انواع يتراوح الوزن الجزيئي لها من ٢٥-٣٠ الف دالتون أي ان الوزن يحتوي على ٥٧ نيوكليوتيدة.

٣- الحامض النووي الرايبوزي المرسال Messenger RNA

ويرمز له بالرمز mRNA ويوجد اساساً في سايتوبلازم الخلية والنواة ويمثل نسبة ضئيلة من الكمية الكلية لـ RNA ويتراوح الوزن الجزيئي له من ٣٠ الف الى عدة ملايين ويختلف الترتيب النيوكليوتيدي وعدد النيوكليوتيدات في جزيء mRNA باختلاف نوع البروتين المراد تخليقه ومن الناحية النظرية فان عدد النيوكليوتيدات في جزء mRNA لا يقل عن ثلاثة امثال عدد الاحماض الامينية في سلسلة متعدد البيبتيد (البروتين) المراد تخليقه في الخلية. يعد mRNA حاملاً للشفرة الوراثية لذلك يكون وجوده في صورة خيطية مستقيمة حيث يرتبط مع عدد من الرايبوسومات التي تمثل مصنع بناء البروتين ويكون mRNAبوزن جزيئي كبير وهو المسؤول عن نقل الشفرات الوراثية من نواة الخلية الى السايتوبلازم حيث تقوم الرايبوسومات بترجمة الشفرة الوراثية الى تسلسل من الاحماض الامينية .

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

المحاضرة التاسعة

المكونات العضوية Organic Components

ان المكونات العضوية هي عبارة عن سلاسل طويلة مكونة من تكرار وحدات معينة متصلة مع بعضها بواسطة روابط كيميائية وتسمى هذه الوحدات البنائية مونومير (احادي الوحدة Monomer (بينما تدعى الجزيئة الكبيرة المكونة من تكرار المونوميرات بال بوليمير (متعدد الوحدات (Polymer ان اختلاف عدد المونوميرات المكونة لجزيئة كبيرة معينة يؤدي الى تكوين جزيئات ذات صفات مختلفة منها ومن المكونات العضوية للخلية الكاربوهيدرات والبروتينات والليبيدات Lipids والاحماض النووية.

الكربوهيدراتCarbohydrates

التركيب والوظيفةStructure and Function

ان جميع المواد العضوية على الكرة الارضية مشتقة من عملية تثبيت ثنائي اوكسيد الكربون الموجود في محيط الغلاف الجوي Atmosphere وتحويله الى كربوهيدرات CH2O وذلك من خلال عملية البناء الضوئي Photosynthesis كالنشأ والسليلوز والسكروز وتشترك هذه المواد الاولية في توليد الطاقة اثناء عملية التنفس والطاقة المتولدة ذات فائدة عظيمة.

اهمية الكربوهيدراتSignificans of Carbohydrates

تتركز اهمية الكاربوهيدرات في

- تعتبرمصدراً اساسياً كبيراً للطاقة.
- تخزن الطاقة الكميائية المشتقة من الكربوهيدرات على شكل مركبات غنية بالطاقة مثل GTP,ATP والكلوكوز-١- فوسفات .
- تدخل في عملية تكوين بعض محتويات الخلية مثل البروتينات والدهون والاحماض النووية والكاربوهيدرات الاخرى.
- تدخل في بناء جدار الخلية.

وان الكربوهيدرات هي عبارة عن الديهايدات او كيتونات متعددة الهيدروكسيل لها صيغة (CH2O)n حيث n تعادل ٣ فاكثر وعليه فعندما تكون n = 3 فان الكربوهيدرات الحاوية على ثلاث ذرات كاربون في كليسرالديهايد Glyceraldehyde تعرف باسم Trioses أما السكريات التي تحتوي على اربع أو خمس او ست او سبع ذرات كاربون في سلاسلها فتسمى على التوالي – Tetroses – Pentoses Hexoses – Heptosesوعندما يكون الكربونيك في نهاية السلسلة فذلك يعني ان السكر يحمل مجموعة الديهايد فيطلق عليه Aldose اما اذا كانت مجموعة كربونيك في موقع آخر عند نهاية السلسلة فالسكر يحمل مجموعة كيتونية فيطلق عليه.Ketose

تصنف الكربوهيدرات تبعاً لقابليتها على التحلل المائي ونتائجه الى:

أ- السكريات الاحاديةMonosaccharides

هي ابسط انواع السكريات وتدعى احياناً السكريات البسيطة وهي السكريات التي لا يمكن ان تتحلل الى اشكال مبسطة اخرى بواسطة حامض او قاعدة وتشمل هذه السكريات الثلاثية والرباعية والخماسية والسداسية والسباعية وهي مهمة لجسم الانسان كونها تدخل في التركيب الكيميائي للنيوكليوتيدات Nucleotidesفمثلاً السكر الخماسي رايبوز Riboes يوجد في الحامض النووي الرايبوزي (RNA) وكذلك Lyzose يوجد في العضلات القلبية ويدخل في تركيب لايزوفلافين Lysoflavin المعزول من العضلات القلبية اما السكريات السداسية مثل سكر- D) D-glucose كلوكوز) يوجد في عصير الفواكه ويعتبر مصدراً مهماً للطاقة ان سكر– (D كلوكوز) يتحول الى سكر الكلوكوز في الكبد ويعتبر مهما لصنع سكر اللاكتوز Lactose في الحليب .

ب- السكريات الثنائيةDisaccharides

وهي السكريات التي ينتج عن تحللها المائي جزيئتين من سكر احادي من نوع واحد او من نوعين مختلفين ومن السكريات الثنائية سكر اللبن (اللاكتوز) الذي يتحلل مائياً الى وحدتين من السكريات الاحادية الكلوكوز والكالاكتوز

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

ج- السكريات المتعددةPolysaccharides

تتكون السكريات المتعددة من سلاسل طويلة جداً محتوية على وحدات بنائية من السكريات الاحادية المتكررة لنوع واحد أو لنوعين مختلفين ومثال على ذلك النشأ الذي يخزنه النبات في البذور والدرنات والكلايكوجين Glycogen الذي يخزن في الكبد والسليلوز الذي يكون معظم جدران الخلايا النباتية والاصماغ النباتية وهذه المواد تتحلل مائياً لينتج منها وحدات متماثلة او مختلفة من السكريات الاحادية ويرمز لها

بالرمز ٢ (CH_2O)وتوجد انواع اخرى من السكريات تسمى السكريات الامينية Amino Saccharidesوهي السكريات الحاوية على مجموعة أمين التي حلت محل مجموعة الكاربوكسيل ويوجد عدد من المضادات الحيوية يدخل في تركيبها السكريات الامينية مثل الارثروماسين Erythromycinوكاربومايسين Carbomycin ويدخل الكايتين Chitin في تركيب الهيكل الخارجي لمفصليات الارجل .

البروتيناتProteins

تعد البروتينات المكون الاساسي للكائنات الحية وهي تشمل مركبات عضوية ونيتروجينية تدخل في تركيب بروتوبلازم جميع الخلايا وتكثر نسبة المواد البروتينية في الانسجة الحيوانية عنها في الانسجة النباتية ولا يمكن للحيوان الاستمرار في الحياة بدون الاغذية البروتينية. والوظيفة الاساسية للموادالبروتينية هي بناء الانسجة لا تخزن المواد البروتينية غالباً الا في حالات خاصة كما في البقوليات كالفول والعدس وكذلك البومين البيض ((زلال البيض Albumin ((وتستخدم هذه البروتينات المخزونة في نمو الجنين ويختلف الوزن الجزيئي للبروتينات من ٥٠٠٠ الى عدة ملايين وتتكون من

العناصر الآتية :

الكاربون ٥١-٥٥%

الاوكسجين ٢٠-٣٠%

الكبريت 0.3-2.5%

الهيدروجين ٦-٧.٣%

النيتروجن ١٥-١٨%

وتحتوي بعض البروتينات على الفسفور وبعض العناصر الاخرى مثل الحديد والنحاس والمنغنيز واليود وتختلف نسبة هذه المواد باختلاف مصادر البروتين وتتكون جزيئة البروتين الطبيعي من سلسلة واحدة او اكثر من السلاسل الببتيدية التي تتكون من الاحماض الامينية Amino acid التي ترتبط مع بعضها البعض بروابط ببتيدية وعادة يكون وضع الذرات والمجموعات حول الروابط الببتيدية.

المستويات البنائية للبروتينStructural Levels of Proteins

يحدد الشكل لجزيئة البروتين بمستويات اساسية هي:

أ-التركيب الاوليPrimary Structure

وهو يمثل ترتيب تعاقب الاحماض الامينية ضمن سلسلة متعدد الببتيد المكونة لجزيئة البروتين وعند حدوث خلل في التركيب الاولي لبروتين معين قد يحدث تأثيرات مرضية او فيسولوجية فمثلاً عند حدوث خلل في التركيب لبروتين الهيموكلوبين ينتج عنها ظهور مرض فقر الدم المنجلي Sickle Cell anemiaوالسبب في ذلك يعود الى استبدال الحامض الاميني (كلوتاميك أسيد Glutamic acid) بالحامض الاميني فالين Valine ينتج عنها تكوين خلايا منجلية الشكل وهذه الخلايا تعمل على انسداد الاوعية الدموية الصغيرة وتوقف نقل الاوكسجين للانسجة المختلفة وتؤدي عادة الى الموت في مراحل الطفولة .

ب- التركيب الثانويSecondary Structure

ويطلق هذا المصطلح على السلاسل الببتيدية عندما تكون حلقة في شكل حلزوني اما حول نفسها او حول سلاسل اخرى وتعمل الروابط الثانوية على تثبيت هذا البناء والتي من اهمها الرابطة الهيدروجينية وفي هذا تأخذ السلاسل الببتيدية ثلاثة اشكال مختلفة وهي :

نموذج الفا: وفيه سلسلة ببتيدية واحدة تلتف على نفسها وعلى طول السلسلة التفافاً حلزونياً واللفة الواحدة في الحلزون طولها ٣.٦ وحدة حامض اميني ويسمى هذا الشكل.a-helix

نموذج بيتا :b-وهو التركيب البسيط غير الملتف وفيه سلسلة ببتيدية واحدة تمتد ذهاباً واياباً مكونة صفائح وتعمل الروابط الثانوية ((الروابط الهيدروجينية)) على تثبيت هذا الوضع ويوجد هذا التركيب في البروتينات الليفية مثل بروتين الغيرين الذي يتكون من سلاسل ببتيدية متراصة طولياً في وضع منعزل ويثبتها مع بعضها بواسطة الروابط الهيدروجينية .

الشكل العشوائي كاما :g-ويحتوي على النموذجين الفا وبيتا معاً وكذلك ترتيبات عشوائية لا يحددها نظام معين .

ج- التركيب الثالثيTertiary Structure

لا يكون سلاسل طويلة لولبية الشكل ولكن توجد منحنيات في السلسلة وهذه المنحنيات ترجع في اغلب

الاحيان الى تركيب السلاسل الجانبية R للاحماض الامينية وفي هذا النوع تكون السلاسل الببتيدية حلقة على بعضها فله شكل كروي وشكل ثانوي ليفي وهي تتكون في سلاسل ببتيدية متوازنة مع بعضها وتظهر على شكل كتل ملتفة حول بعضها ولها صفة المرونة الشكل ويعتمد نشاط الانزيمات على التركيب الثالثي للبروتين ويثبت التركيب الثالثي للبروتين بواسطة الروابط التالية:

جسور ثنائي الكبريت.

روابط الكتروستاتيكية .

روابط هيدروجينية.

روابط كارهة للماء وللنهايات غير القطبية .

د- التركيب الرابعيQuaternary Structure

هذا التركيب هو الذي يحدد مستوى التجمع او البلمرة في جزيئة البروتين فكثير من جزيئات البروتين تتكون من وحدات صغيرة متجمعة مع بعضها لتكون الجزء الكلي للبروتين ومثال على ذلك انزيم الفوسفوريلز Phosphorylase حيث يحتوي على اربعة وحدات ثانوية متماثلة صغيرة ولا يتكون النشاط الانزيمي الا بتجميعها مع بعضها البعض واذا انفصلت يصبح الانزيم غير نشط Inactive والروابط التي تعمل على تثبيت التركب الثالثي للبروتين هي نفسها التي تدخل في تثبيت التركيب الرابعي للبروتين.

تصنيف البروتيناتDivision of peroteins

اولاً: تصنف البروتينات استناداً الى تركيبها الكيميائي الى صنفين رئيسين:

-1البروتينات البسيطةSimple Proteins

وهي تلك البروتينات التي ينتج عن تحليلها المائي احماض امينية فقط او مشتقاتها (سلسلة متعددة الببتيد فقط) مثل الالبومينات والكلوتامينات والهستونات .

-2البروتينات المقترَنة ((المرتبطةConjugated Proteins ((

وهي البروتينات التي ينتج عن تحليلها احماض أمينية ومركبات عضوية وغير عضوية مثل الهيم Hemeوالكربوهيدرات واللبيدات وغيرها ويسمى الجزء الذي يتكون من الاحماض الامينية فقط Apoproteinsاما البروتين بكامله فيسمى Holoproteins وتشمل البروتينات النووية والبروتينات الفلزية .

ثانياً: تصنف البروتينات استناداً الى ابعادها الكلية الى صنفين رئيسيين وهما-:

البروتينات الحويصلية او الكروية Vesicular or Globular Proteins

وهي ذات نسبة محورية (النسة المحورية تعني نسبة الطول الى العرض) اقل من ٥: ١ سنتمتر وتكون سلاسل متعدد الببتيد منطوية او ملتوية ولا تزيد النسبة المحورية عن ٣:١ او ٤:١ ومن امثلتها هي الالبومينات والانسولين وجميع الانزيمات تقريباً وتمتلك القدرة على الحركة وتذوب في المحاليل المائية.

-2البروتينات الليفيةFibrous Proteins

وهي بروتينات ذات نسبة محورية تزيد عن ٥: ١ وتكون سلاسل متعدد الببتيد فيها ممتدة موازية لمحور واحد وهي بروتينات غير ذائبة وتشكل عناصر تركيبية او واقية للكائن الحي مثل الكيراتين

والمايوسين ((البروتين العضلي)) او تكون مجموعة سلاسل ملتوية ومنحنية حلزونيا ومتماسكة بروابط مستعرضة تتمثل بجسور ثنائي الكبريت (S.S) وكذلك بروابط هيدروجينية.

ثالثاً: تصنف البروتينات اعتماداً على الفعالية الحيوية حيث يعد هذا التصنيف معبراً بوضوح عن الاهمية الكبيرة للبروتينات ومن اهم اصناف البروتينات استناداً الى وظيفتها الحيوية: الانزيمات والبروتينات الناقلة والهرمونات والاوكسينات والبروتينات الخازنة والمستضدات Antigens والكلوبيولينات المناعية Immuno globulins والسايتوكينات.

الانزيمات Enzymes

وهي محفزات بروتينية تبنى داخل الخلية الحية وتعمل كعوامل مساعدة بايلوجية للتعجيل من معدل سرعة التفاعلات الحياتية وهي تعمل بتخصص عال على جزء (المادة الاساس (Substance معين او على صنف من الجزيئات المعينة وتحوي الخلية الواحدة ما يقارب من (١٠٠٠) من الانزيمات المختلفة وهو السبب الذي يجعل الخلية تعمل بكفاءة عالية.

ان الانزيمات تتشابه مع المحفزات غير العضوية من حيث كونها لا تستنفذ ولا تتغير بعد تحفيزها للتفاعل وهي تخفض طاقة التنشيط للتفاعل . وتختلف عنها في كونها تعمل بدرجة عالية من التخصص على جزء معين او مجموعة جزيئات معينة تنتمي لصنف واحد.

تتألف الانزيمات من الاحماض الامينية نفسها الموجودة في البروتين تتكون بوساطة الخلايا الحية وتستطيع ان تعمل بصورة مستقلة خارج الخلايا الحية وان الاشكال المجسمة الخاصة للانزيمات تعود الى وجود التسلسل Sequences المعين لمخلفات الاحماض الامينية التي تؤلف كل انزيم ، وبالنظر لكون الانزيم مادة بروتينية فان المجاميع الفعالة فيه توجد على سطح الجزيء وفي منطقة ذات شكل هندسي محدد ثابت وهذا ما يجعل الإنزيم وبضمنه الموقع الفعال يمتلك التخصص والسيطرة لعملية التحفيز ، وتتكون الانزيمات من سلسلة واحدة او عدة سلاسل من متعدد الببتيد Polypeptide وان بعض الانزيمات تحتوي على مكونات اخرى يحتاجها الانزيم لفعاليته تعرف بالعوامل المساعدة او المرافقة Cofactor حيث تكون هذه العوامل المساعدة اما على شكل معادن مثل المغنيسيوم Mg والحديد Fe او قد تكون بشكل جزيئات عضوية معقدة تسمى مرافقات الانزيم Coenzyme وقد تحتاج بعض الانزيمات الى وجود كلا النوعين المعدنية والجزيئات العضوية المعقدة للقيام بعملها . لذلك فعند ارتباط العوامل المرافقة بالانزيم يطلق عليها بالمجموعة المترابطة.

اما ما يخص تسمية الانزيمات فان اسم الانزيم يتألف من قسمين يشمل القسم الاول اسم المادة الاساس التي يعمل عليها الانزيم او اسم الناتج واما القسم الثاني فهو يصف نوع التفاعل المحفز فمثلا Glucose phosphate isomerase "و. Pyruvate kinase

الليبيدات Lipids

تؤلف الليبيدات مجموعة من المواد التي توجد في الطبيعة وتتكون من احماض دهنية ذات الوزن الجزيئي العالي ومواد اخرى مثل الفوسفاتيدات والاستيرولات والكاروتينات وتعرف ايضاً بانها مجموعة المواد الحيوية التي لا تذوب في الماء ولكن تذوب في المذيبات العضوية وهي مواد غير متصلبة ومن اهم وظائفها انها مصدر للطاقة في الجسم وقد وجد انه عند احتراق الليبيدات تنتج كمية

كبيرة من الحرارة لكل غرام اكثر من الكمية الناتجة من احتراق ١ غم من الكاربوهيدرات ومن وظائفها انها تعمل عازلة للحرارة في الجسم وتدخل في تركيب الاغشية. ان الجهاز العصبي غني بالمادة الليبيدية وتعد المواد الليبيدي نشطة بيولوجياً ومن وظائفها ايضاً تجهيز الجسم بمواد تعرف بالاحماض الدهنية. وعند ارتباط الليبيدات مع البروتين يتكون ما يعرف بالليبوبروتينات Lipoproteins وهي مكونات هامة لعدد من الاغشية الطبيعية مثل اغشية الخلايا وتوجد المواد الليبيدية في جميع اجزاء النباتات بما في ذلك السيقان والاوراق والجذور والازهار.

انواع الليبيداتTypes of Lipids

تنقسم الليبيدات Lipids على اساس مكوناتها من الاسترات الى ما يلي:

-1الليبيدات البسيطةSimple Lipids

وهي عبارة عن استرات الاحماض الدهنية مثل الكليسرين في حالة الدهون والزيوت او الكحول احادي الهيدروكسيل في حالة الشموع والاختلاف بين الدهون الحقيقية والشموع ينحصرفقط في الكحول الداخل في تركيب الأستر وفي نوعية الاحماض الدهنية التي تكونها وتنقسم الليبيدات البسيطة الى الزيوت والشموع والدهون .

-2الليبيدات المركبةCompound Lipids

وهي استرات احماض دهنية مع الكحول ويدخل في تركيبها مركبات اخرى مثل حامض الفوسفوريك الي يرتبط مع احد مجموعات هيدروكسيل الكحول بواسطة استر وان هذه المجموعة تنحل عادة من الليبيدات باسم المركب الموجود وتقسم على اساس نوع الكحول الموجود والمشترك في تكوين الاستر مثل الفوسفولبيدات والاسفنجولبيدات وغيرها .

-3اللليبيدات المشتقةDerived Lipids

وهي الليبيدات التي تنتج من التحلل المائي لليبيدات البسيطة والمركبة فهي تشمل الاحماض الدهنية و الكوليسترول والاستيرولات والكحولات الاخرى والقواعد الازوتية كما يتبع هذا النوع من الليبيدات مركبات لا تحتوي على روابط استيرية بل تكون طبيعية وتوجد ذائبة في الدهون وتنقسم الليبيدات المشتقة الى الهيدروكربونات ((الكربونات المائية)) والاستيرولات والمواد الملونة والتربينات.

الاحماض النوويةNucleic acids

تعرف الاحماض النووية بانها عبارة عن جزيئات كبيرة تحمل المعلومات الوراثية وتكون مسؤولة عن نقل المعلومات الخاصة ببناء البروتينات وتكون الاحماض النووية على نوعين هما.

النوع الاول:

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

النوع الثاني :

يحتوي هذا النوع على سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين (DNA) Deoxyribonucleic acid ويتكون كلاهما بشكل بوليمرات خيطية مكونة من وحدات تعرف النيوكليوتيدات Nucleotides وهذه النيوكليوتيدات ترتبط مع بعضها البعض عن طريق اواصر فوسفاتية ثنائية الاستر Phosphodiesterحيث ترتبط مجموعة الفوسفات المرتبطة مع ذرة الكربون٥ (C5) للسكر المكون

للنيوكليوتيد الاول مع مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة مع ذرة كربون رقم ٣ (C3) للسكر المكون للنيوكليوتيد التالي له.

مكونات الاحماض النوويةComponents of Nucleic Acids

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

أ- القواعد البايريمدينية Pyrimidines

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

ب- البيورينياتPurines

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

ج- السكرياتSugars

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

د- النيوكليوسيداتNucleosides

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

هـ- النيوكليوتيدات Nucleotides

النيوكليوتيدات ما هي الا استرات تتكون من خلال اتحاد النيوكليوسيدات (Nucleosides) مع حامض الفوسفوريك وفيها يرتبط الرايبوز منقوص الاوكسجين مع مجموعة الفوسفات عند ذرة الكاربون رقم ٣ من السكر وينشأ عن ذلك تكوين النيوكليوتيدة وكل نيوكليوتيدة ترتبط مع نيوكليوتيدة اخرى بواسطة الاصرة الفوسفاتية ثنائية الاستر لتكوين شريط الحامض النووي.

انواع الحامض النووي الرايبوزيTypes of RNA

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

-1الحامض النووي الرايبوزي الرايبوسوميRibsomal RNA

يرمز له بالرمز rRNA ويمثل هذا النوع المكون الرئيسي للـ RNA الكلي في الخلية ويمثل نسبة ٨٠-٨٥% من RNA الكلي يوجد متحداً مع البروتين القاعدي في الرايبوسوم حيث يكون في صورة اجسام كروية تقريباً في اغلب الخلايا ويشكل نسبة ٥٠% من الرايبوسوم.

-2الحامض النووي الرايبوزي الناقلTransfer RNA

ويرمز له بالرمز tRNA ويقوم بنقل الاحماض الامينية المنشطة من السايتوبلازم الى الرايبوسومات حيث تحدث عملية بناء البروتين ولذلك سمي الناقل ويكون وزنه الجزيئي صغير ويختص كل tRNA بنقل حامض اميني من الاحماض التي تدخل في تخليق البروتين ويشكل tRNA حوالي ١٠-٢٠% من كمية RNA الكلية في الخلية وهو خليط من عدة انواع يتراوح الوزن الجزيئي لها من ٢٥-٣٠ الف دالتون أي ان الوزن يحتوي على ٥٧ نيوكليوتيدة.

-3الحامض النووي الرايبوزي المرسلMessenger RNA

ويرمز له بالرمز mRNA ويوجد اساساً في سايتوبلازم الخلية والنواة ويمثل نسبة ضئيلة من الكمية الكلية لـ RNA ويتراوح الوزن الجزيئي له من ٣٠ الف الى عدة ملايين ويختلف الترتيب النيوكليوتيدي وعدد النيوكليوتيدات في جزيء mRNA باختلاف نوع البروتين المراد تخليقه ومن الناحية النظرية فان عدد النيوكليوتيدات في جزء mRNA لا يقل عن ثلاثة امثال عدد الاحماض الامينية في سلسلة متعدد الببتيد (البروتين) المراد تخليقه في الخلية. يعد mRNA حاملاً للشفرة الوراثية لذلك يكون وجوده في صورة خيطية مستقيمة حيث يرتبط مع عدد من الرايبوسومات التي تمثل مصنع بناء البروتين ويكون mRNA بوزن جزيئي كبير وهو المسؤول عن نقل الشفرات الوراثية من نواة الخلية الى السايتوبلازم حيث تقوم الرايبوسومات بترجمة الشفرة الوراثية الى تسلسل من الاحماض الامينية .

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