مصدر المحاضرة : كتاب اساسيات علم تشريح النبات تأليف الدكتور بدري عويد العاني (1987)

المحاضرة الرابعة

ثانياً: بروتوبلاست الخلية

ويشمل المحتويات الاتية:

أ - البروتوبلازم او المكونات الحية Protoplasm or living components

يقصد بالبروتوبلازم المادة الحية للخلايا , الذي يظهر كمادة هلامية غير متجانسة , تتكون من محلول غروي متجانس نسبياً يدعى بالسايتوبلازم ويوجد معه مكونات اخرى اكثر كثافة كالنواة والبلاستيدات والمايتوكندريات ...الخ. وهو في مجموعة يتكون اساساً من بروتينات واحماض نووية ودهون وماء . **يمتاز البروتوبلازم بعدة خواص اهمها الحركة والحساسية والتحول الغذائي والتكاثر والنمو.**

س/ لا تلاحظ خاصية الحركة الانسيابية للبروتوبلازم في خلايا البذور الجافة....؟

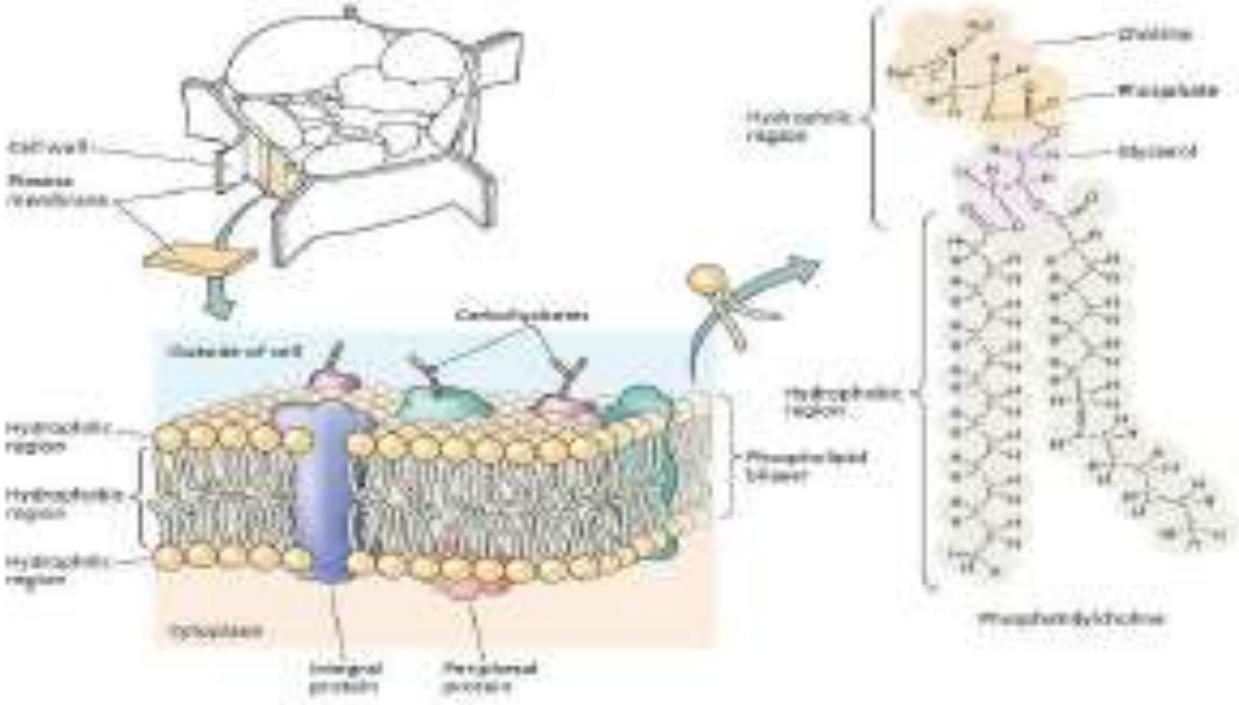
1 -السايتو بلازم Cytoplasm وهو المادة الغروية الاساسية للبروتوبلازم ويتكون من البلازما الاساس والاغشية البلازمية والشبكة الاندوبلازمية. تعتبر البلازما الاساس Ground plasm محلول غروي حقيقي يختلف في لزوجته باختلاف الخلية ونوعها وعمرها , يحتوي على الماء بنسبة 85-90 % كما يحتوي على انواع مختلفة من البروتينات والدهون في حالة غروية وسكريات واملاح في حالة ذائبة , وينخمس فيه بقية اجزاء الخلية.

2 -الاغشية الخلوية Cellular membranes

اصبح من المعلوم ان الخلايا حقيقية النواة تتكون من اجزاء عديدة منها النواة والكلوروبلاست والفجوات وغيرها من المكونات , وان هذه الاجزاء الخلوية تحتاج لكي تؤدي وظائفها الفسلجية بصورة صحيحة الى بيئات صغيرة , ولهذا برزت الحاجة الى امتلاكها للأغشية التي تفصلها نسبياً وتسهل سير العمليات الحيوية وتكاملها مع العمليات الحيوية الجارية في الاجزاء الخلوية الاخرى . يطلق على مجموع الاغشية الموجودة في الخلية بالأغشية الخلوية. فمثلاً الغشاء البلازمي Ectoplast غشاء منفرد يمثل الطبقة الخارجية للبروتوبلازم والملتصقة لجدار الخلية. كما يحيط بالفجوة غشاء منفرد اخر يسمى Tonoplast , اما النواة والبلاستيدات والمايتوكوندريا. فكل واحدة منها محاطة بغشاء مزدوج , كما تحيط ببقية الاجزاء اغشه اخرى.

تمتاز الاغشية الخلوية بمرونتها ومقدرتها على تجديد ما يتلف منها , فهي اغشية حيه اختيارية النفاذية Selective permeable اي لها القدرة على التحكم في دخول الذائبات والمذيبات. كما انها تحتوي على انزيمات وحاملات ايونات وجزيئات تساعد على نفاذ الايونات والجزيئات في اتجاه عكس منحدر التركيز وهذا ما يعرف بالنقل النشط Active transport.

بسبب الدقة المتناهية للغشاء البلازمي لم يتمكن العلماء من تحديد بنيته الابعد استعمال المجهر الالكتروني . ففي النموذج الفسيفسائي السائل Fluid mosaic model الذي اقترح لتفسير بنية الاغشية . ان طبقة الدهون تكون بحالة مائعة يمكن للجزيئات الدهنية المفردة ان تتحرك جانبياً ضمن مستوى الغشاء . وتتألف الطبقة الدهنية للغشاء من ملايين الجزيئات الدهنية التي تجمع بين خاصيتين متباينتين تماماً . اذ تملك رأساً محباً للماء وذيلاً كارهاً له . تنتظم هذه الجزيئات في طبقتين تنطبق الواحدة على الاخرى بحيث تكون المجموعات المحبة للماء ملامسة للسطح الخارجي . والمجموعات الكارهة للماء نحو الداخل . ويعود السبب في ذلك نتيجة لسلوك الجزيئات الدهنية في وسط مائي . كما يقترح النموذج ان الغشاء البلازمي يتكون من عدة مئات من الجزيئات البروتينية يتباين عددها وفقاً لنوع الكائن الحي والنمط الخلوي الذي يحيط به . ويكون عدد الجزيئات البروتينية اقل بكثير من جزيئات الدهون الا انها تتفوق عليها بالحجم مما يعوض الفرق . ويمكن ملاحظة ثلاث نماذج للبروتينات الغشاء استناداً على ارتباطها بالطبقة الدهنية وهي **البروتينات التامة** التي تخترق الطبقة الدهنية المضاعفة بالكامل وتبرز على كلا سطحي الغشاء . **والبروتينات السطحية** التي توجد خارج الطبقة الدهنية المضاعفة سواء على السطح الخارجي او الداخلي . **والبروتينات المثبتة في الدهون** وتكون مرتبطة مع الجزيئات الدهنية للطبقة الدهنية المضاعفة في الجهة التي توجد فيها .



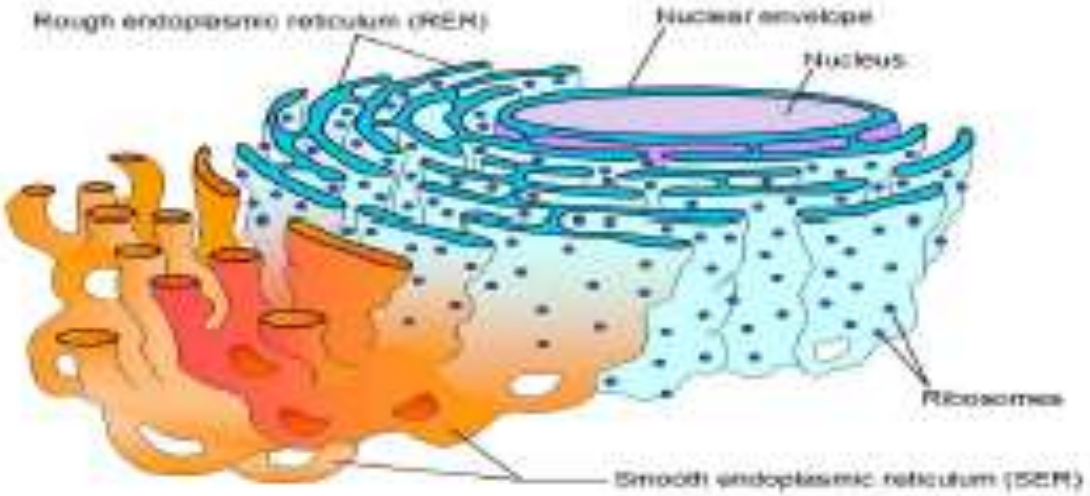
لا تقتصر وضيفة الاغشية على الاحاطة بالخلية ومحتوياتها بل وظائف عديدة منها :

1 - تقسيم الخلية الى حجيرات مستقلة يؤدي كل منها نشاط متخصص ومستقل .
2 - تأمين حاجز ذي نفاذية اصطفائية فضلاً عن نقل المواد الذائبة عبر اليات تسمح للخلية بتكديس بعض من هذه المواد .
3 - الاستجابة للمؤثرات الخارجية .
4 - موقع لحدوث الكثير من التفاعلات والنشاطات البيوكيميائية فضلا عن توسطه التفاعلات بين الخلايا المتجاورة وتبادل المواد والمعلومات فيما بينها .
5 - تحويل الطاقة من نمط لأخر هو من ضمن العمليات التي تقوم بها الاغشية كما في اغشية البلاستيدات الخضراء و الاغشية الموجودة حول الميتوكوندريا .

3 - الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum

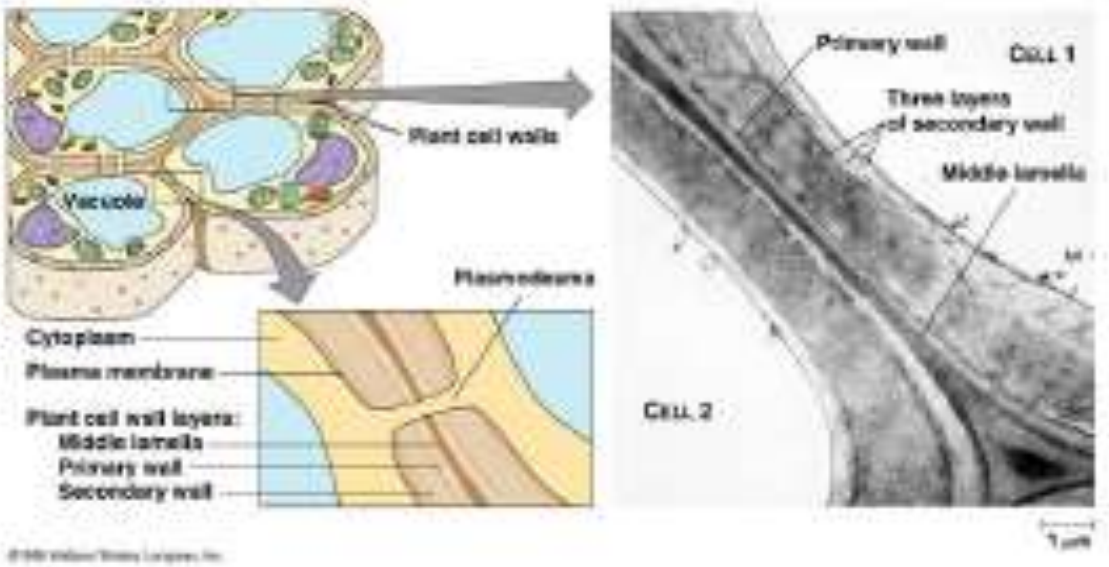
وهي شبكة من انابيب وحويصلات دقيقة محاطة بأغشية تشبة غشاء البلازما , تنتشر في البلازما الاساس. يختلف شكل الشبكة في لخلية من وقت لاخر تبعا لنشاطها الفسلجي , فقد تكون خشنة المظهر بسبب حملها الرايبوسومات وتسمى الشبة الاندوبلازمية الخشنة Rough E. R. وقد تظهر ملساء عند غياب الرايبوسومات وتدعى الملساء Smooth E.R.

وان الشبكة الاندوبلازمية قد تتصل بالغ شاء البلازمي الخارجي وبالغلاف النووي وكذلك قد تتصل بجهاز كولجي فتكون ما يشبه النظام المتواصل والمرتب في الخلية . ويعتقد ان وظيفتها هي سهولة تمرير المواد داخل الخلية او تخزينها وخاصة المركبات البروتينية.



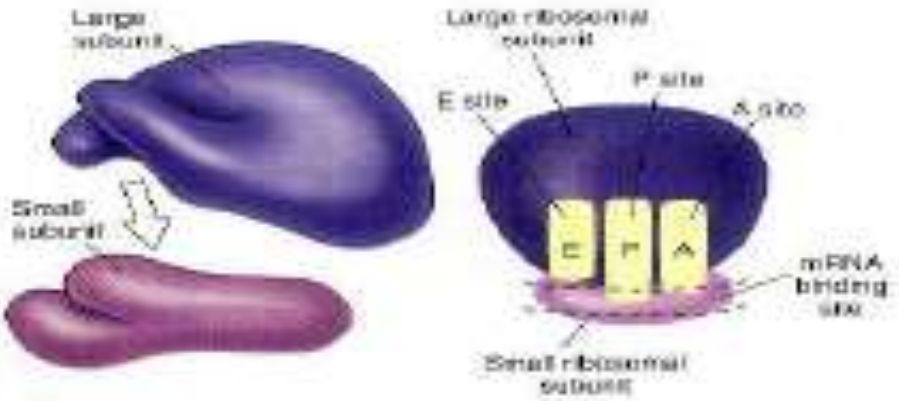
4 - الخيوط السايتوبلازمية Plasmodesmata

اهم ما يميز حقول النقر الابتدائية هو وجود تجمعات من خيوط او قنوات سايتوبلازمية ذات مادة سايتوبلازمية حية وضيقتها ربط المادة الحية بين الخلايا المتجاورة, وتكون عادة مبطنة بغشاء بلازمي , تؤدي وضيفة توصيل المواد الحيوية وايونات العناصر الغذائية بين الخلايا وبذلك تسهل حدوث العمليات الفسلجية , كما ومن خلال اختراق الشبكة الاندوبلازمية لها يكون سايتوبلازم الخلايا المتجاورة متواصلاً مكون نظام Symplast. توجد في جميع النباتات الراقية والواطئة وفي جميع الخلايا. كما ومن خلال



5 - الرايبوسومات Ribosomes

وهي اجسام بروتوبلازمية متناهية الصغر ، وقد توجد حرة في شكل مجاميع سابحة في السايتوبلازم, او متصلة بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة ، وقد توجد على طول الغشاء النووي اوداخل النواة, كما توجد داخل البلاستيدات الخضراء والمايتوكوندريا ولاكن بأحجام اصغر من المعتاد (70S). يتكون جسم الرايبوسوم من جزئيين غير متساويين احدهما بروتيني ويبلغ وزنة حوالي 40% والاخر الحامض النووي RNA ويبلغ حوالي 60% من الرايبوسوم. تقوم جسيمات الرايبوسومات بوظيفة تكوين البروتين . ويجب ان تتجمع الرايبوسومات لغرض ان تصبح نشطة في تكوين البروتين . وترتبط الرايبوسومات عادة في مجاميع بواسطة نوع من الحامض النووي يسمى mRND. وعموماً توجد الرايبوسومات في المناطق النشطة فسلجياً.



Ribosome Subunits

6 - النواة Nucleus

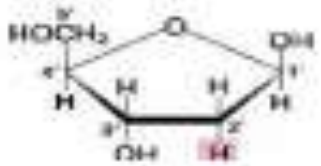
النواة جسم كروي او بيضوي ، توجد وسط السايتوبلازم ، يختلف قطرها باختلاف الخلايا . فهي صغيرة نسبياً تتوسط عادة الخلية في الخلايا المرستيمية ، وتوجد جانبياً في الخلايا البالغة . تحتوي خلايا النباتات الراقية على نواة واحدة ، ولاكن في بعض الحالات كما في الانابيب اللبنية نجد اكثر من نواة . ومن المعروف ان الخلايا تموت إذا فصلت منها النواة ، الا ان الانابيب الغربالية الناضجة تستمر حية برغم خلوها من النواة.

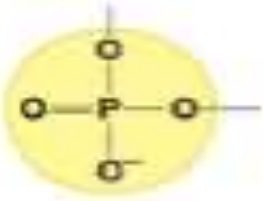
س/ لماذا تفقد الانابيب الغربالية نواتها..؟ وكيف يتسنى لها البقاء حية بدون نواة....؟

النواة اكثر لزوجة من السايتوبلازم وهي تحتوي على نسبة اكبر من الحماض النووية . إذ يوجد نوعان رئيسيان من الاحماض النووية هما : الحامض الذي اوكسي رايبوز ي النووي Deoxyribonucleic acid (DNA) , والحامض الرايبوزي النووي Ribonucleic acid (RNA). يتكون كلاهما من وحدات تسمى نيوكليوتيدات Nucleotides التي تتكون كل واحدة منها من جزئ السكر الراي بوزي منقوص الاوكسجين في حالة الحامض DNA , او سكر رايبوزي في حالة RNA . يرتبط مع السكر جزئ فوسفات من جانب ومن الجانب الاخر يرتبط بقاعدة نيتروجينية وهي (الادنين Adenine او الثايمين THymine او الكوانين Guanine او

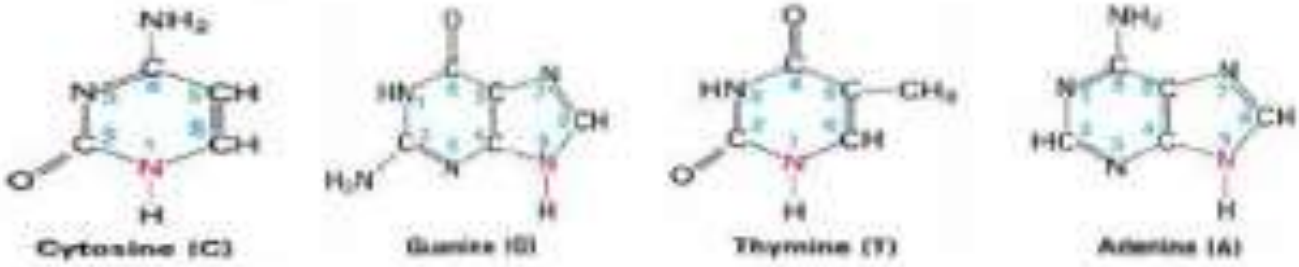
السايتوسين Cytosine) في حالة الحامض DNA . ويستبدل الثايمين باليوراسيل Uracil في حالة الحامض RNA مع بقاء بقية القواعد الاخرى . **والقواعد النيتروجينية** جزيئاتها حلقية فهي تتكون من حلقة سداسية كما في السايتوسين والثايمين او تكون خماسية كما في الادنين والكوانين.

السكر الخماسي الكاربون(الرايبوز منقوص الاوكسجين)



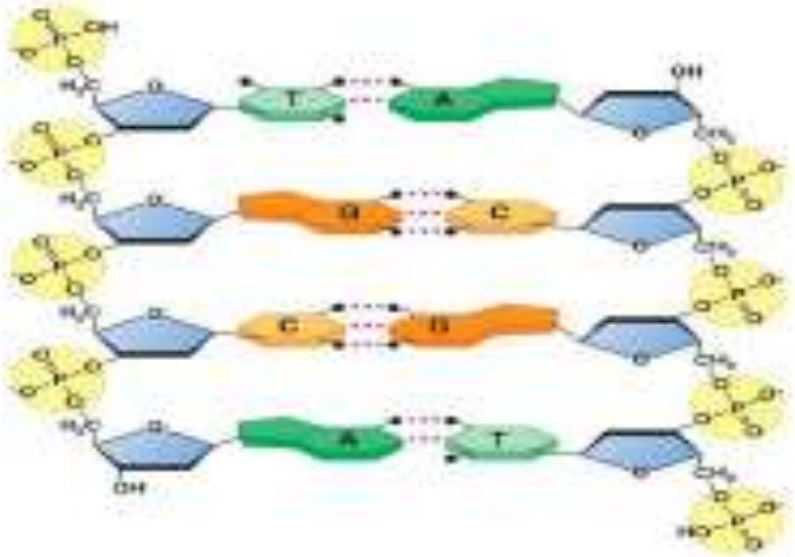


مجموعة الفوسفات



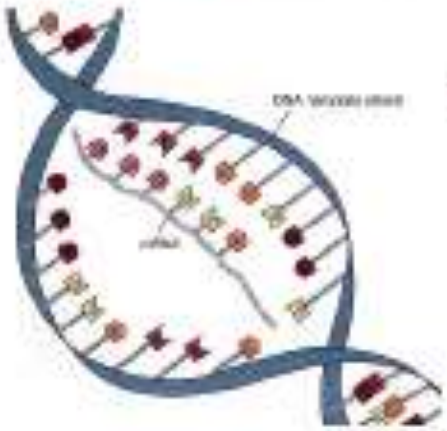
القواعد النيتروجينية

الحامض النووي DNA عبارة عن بوليمر نيوكليوتيدي مكون من سلسلتين من النيوكليوتيدات تلتفان حول بعضهما ويربط بين بعض القواعد في السلسلتين روابط هيدروجينية . وهذه الروابط تربط بين الادنين في سلسلة والثايمين في السلسلة الاخرى . ونفس الشيء بالنسبة للكوانين والسايتوسين.



الحامض النووي RNA عبارة عن خيط غير حلزوني ولا يوجد التحام بين خيط واخر بالأواصر الهيدروجينية . ولكن في بعض حالات كما في (tRNA) فأن القواعد في نفس الجزيء ترتبط بالأواصر الهيدروجينية لذا يبدو كخيط ملتفاً على نفسة . يوجد انواع عديدة من الحامض النووي RNA لكل منها وظائف مختلفة وهي كالاتي:

1 - الحامض النووي الرايبوزي الناقل transfer RNA (tRNA) اصغر الانواع . يتكون من نيوكليوتايدات توجد على هيئة قاعدة وساق وفرعين او ثلاثة فروع ينتهي كل منها بدائرة وتوجد روابط هيدروجينية تربط بين الادنين واليوراسيل وبين السايتوسيل والكوانين في كل من الساق والافرع فقط. اما القاعدة والدوائر في نهاية الافرع فلا توجد فيها روابط . يرتبط بالجزء القمي الحامض الاميني عند الترجمة لتكوين البروتين.



2 - الحامض النووي الرايبوزي الرسول messenger RNA(mRNA) كبير نسبياً يتغير وزنة الجزيئي حسب الجين المستنسخ . لاتوجد روابط هيدروجينية بين قواعدة.

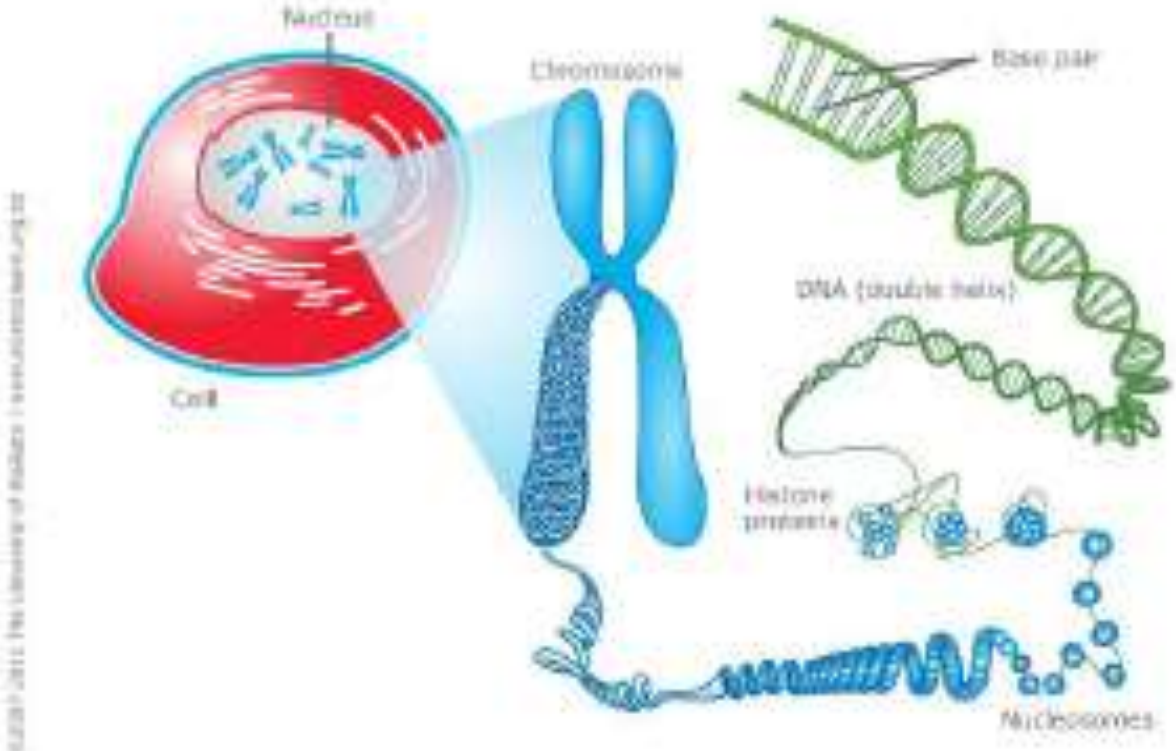
3 - الحامض النووي الرايبوزي الرايبوسومي ribosomal RNA (rRNA) توجد انواع عديدة منه يدخل في تركيب الرايبوسوم . توجد روابط هيدروجينية بين بعض قواعدة.

تتكون النواة من مادة هلامية كثيفة غنية بالبروتينات والبروتينات الدهنية والحا مض النووي RNA تعرف بالعصير النووي nuclear sap . وتغلف بغشاء رقيق يتكون من طبقتين يشبهان في تركيبهما الغشاء البلازمي يعرف بالغلاف النووي nuclear envelop يحمل على سطحه الخارجي الرايبوسومات ويوجد بالغلاف النووي ثقوب pores تمتلئ بمادة لزجة توصل العصير النووي بالسايتوبلازم. كما يمكن اعتبار الغشاء النووي ضمن الشبكة الغشائية الخلوية لاتصاله بالشبكة الاندوبلازمية . ويعتقد ان الغشاء النووي قد يلتف احياناً مكوناً ما يشبه البروزات التي تنفصل وتتطور الى بلاستيدات او مايتوكوندريا او اجزاء اخرى .

يوجد وسط العصير النووي نوية او اكثر . والنوية nucleolus جسم كروي اكثر لزوجة من العصير النووي . غني بالحامض النووي RNA والبروتينات ولاتحاط بغشاء . يعتقد انها مراكز بناء الحامض النووي RNA والبروتين او انها اماكن لتكوين الرايبوسومات التي تعبر الى السايتوبلازم من ثقوب غشاء النواة.

كما يوجد في النواة الشبكة الكروماتينية chromatin reticulum تكون في الطور الوسطي على شكل شبكة غير منتظمة . وتتكون الشبكة الكروماتينية من الكروماتين الذي يتكون من ارتباط DNA مع بروتينات اهمها الهستونات Histones. ويعتقد ان فائدة هذا الارتباط هو حفظ الهستونات لجزيئة DNA من الضغوط التي تقع عليه ومعادلة الشحنات السالبة DNA.

وعند انقسام النواة تتحول الشبكة الكروماتينية الى الياف كروماتينية تعرف بالكروموسومات Chromosomes التي تتكون من وحدتين طويلتين تدعى كل وحدة كروماتيدة Chromatid وكل كروماتيدة لها ذراعين Arms. هذه الوحدتان تلتحمان بواسطة جزء ضيق يسمى السنترومير Centromere. تتكون الكروماتيدة من ماتريكس matrix ينغمس فيها DNA ملفوف ملتوي يوجدعلى هيئة سلسلتين حلزونية من النيوكليوتايدات . تحمل الكروموسومات الجينات Genes اي العوامل الوراثية التي تتحكم في الصفات الوراثية والتفاعلات الحيوية للنبات . **ويعرف الجين** عبارة عن جزء DNA يتكون من عدد من النيوكليوتيدات تختلف باختلاف الجين يتحكم بصفة وراثية معينة .



تتحكم النواة في جميع العمليات الحيوية التي تحدث في الخلية . فضلا عن نقل المعلومات الوراثية من جيل الى اخر.