

الأساس البيولوجي للنمو الانساني

الخلية

إعداد أ. عبدالرحمن عبدالله النفيعي

بكالوريوس الاحياء، ماجستير القياس النفس، دارس ببرنامج الدكتوراه بالقياس النفسي، جامعة أم القرى

مقدمة:

يتأثر النمو الإنساني في جميع مظاهره الجسمية والفسولوجية والاجتماعية بمجموعة من العوامل التي تسبب حدوث التغييرات التي تلاحظ في مراحل النمو المختلفة ومظاهرها ، ولعل أهم هذه العوامل الوراثية المتمثلة في كل ما يرثه الفرد عن والديه من جينات والتي تنتقل إليه عن طريق المورثات (الجينات) التي تحملها الكروموسومات والموجودة في كل خلية من خلايا الإنسان ، إذا أن جسم الإنسان يتكون من إنقسام خلية واحدة هي البويضة الأنثوية المخصبة بالحيوان المنوي والتي كونت بدورها الأنسجة المختلفة ثم الأعضاء والتي تكون جسم الإنسان. فالأساس البيولوجي للإنسان هو الخلية، لذا سيتم خلال الصفحات القادمة دراسة هذا الأساس البيولوجي من خلال دراسة التالي :

الخلية :

الخلية هي وحدة التركيب والوظيفة في أجسام الكائنات الحية ما عدا الفيروسات ، حيث يتكون جسم الإنسان البالغ من مائة بليون خلية أو أكثر، وهي وجود حي لا تتركه حواسنا ، حيث تقع ضمن نطاق ما لا ندركه ولا نبصره ، ولولا اكتشاف المجهر ما استطعنا الكشف عن أسرار الخلية المبهرة ، فهي من الصغر بحيث أن رؤية كرية دموية حمراء تتطلب عدسة مجهرية تكبر الجسم المرئي (140) ضعفاً ، كما أن وزن الخلية من الصغر بحيث لا يتعدى الجزء من المليار من الجرام ، والخلية في حالة حياة أو موت دائم ، فالجسم يستهلك كل ثانية من العمر (125) مليون خلية ، يتم استبدالها بخلايا جديدة متطابقة متماثلة (حامد ، 1991م) . و يمكن أن نلخص مفهوم الخلية كما يُنظر إليه هذه الأيام فيما يلي :

1. الخلايا هي الوحدات البنائية لكل الكائنات الحية تقريباً سواء كان الكائن الحي يتكون من خلية واحدة كالأميبيا أو البكتيريا، أو عدة خلايا كالإنسان أو شجرة، فإن كل الكائنات الحية تتكون من وحدات بنائية أساسية تُسمى الخلايا، فالخلايا هي الوحدات البنائية في تركيب الكائنات الحية .
2. الخلايا هي الوحدات الوظيفية لكل الكائنات الحية تقريباً، فكل التفاعلات الكيميائية الضرورية للحفاظ على الأنظمة الحية وتكاثرها تحدث داخل الخلايا، فالعمليات الكيميائية (الأيض) التي توفر الطاقة اللازمة لانقباض خلية عضلية مثلاً تحدث في الخلية العضلية ذاتها، كما يحدث نفس الشيء بالنسبة لعمليات تكاثر الخلية، كلها تحدث في داخل الخلايا .

3. تنشأ الخلايا من خلايا سابقة لها، فالخلايا لا تتولد تلقائياً، فالكائن عديد الخلايا ينمو عن طريق تضاعف خلاياه، وعن طريق انقسامات خلوية خاصة تُكوّن بعض الكائنات الحية خلايا جنسية متخصصة كالبويضات والحيوانات المنوية لها القدرة عند الاتحاد ببعضها على تكوين كائن حي جديد بإذن الله .
4. تحتوي الخلايا على مادة وراثية (حمض نووي) حيث تنتقل من خلالها صفات معينة من الخلايا الأبوية إلى الخلايا البنوية، وتحتوي هذه المادة الوراثية على " شفرة " تضمن استمرارية النوع من جيل من الخلايا إلى الجيل التالي .

وظائف الخلية:

- حيث أن الخلية هي وحدة الوظيفة والتركيب في الكائنات الحية لذا فإن جميع خلايا الإنسان تقوم بوظائف ونشاطات مشابهة إلى حد بعيد تتمثل في : -
1. إنتاج الطاقة اللازم للنمو والنشاط من المواد العضوية .
 2. الانقسام الخلوي وتكوين خلايا جديدة .
 3. تصنيع الجزيئات المعقدة اللازمة للنمو .
 4. تبادل المواد من وإلى الوسط المحيط (محمد ، 1998)

أنواع الخلايا :

- خلايا الأنسجة في جسم الإنسان عموماً تنقسم إلى أربعة أنواع من حيث الناحية الوظيفية التي تؤديها وهي :
1. خلايا النسيج الطلائي .
 2. خلايا النسيج الضام .
 3. خلايا النسيج العضلي .
 4. خلايا النسيج العصبي .

- كما أن كل نوع من الأنواع السابقة ينقسم إلى أنواع أخرى لتلائم الوظائف الخاصة والمتنوعة التي تؤديها على أعلى أكفأ وجه . فهناك مثلاً ثلاثة أنواع من الخلايا العضلية وهي :
1. خلايا العضلات القلبية .
 2. خلايا العضلات الهيكلية .
 3. خلايا العضلات الناعمة (محمد ، 1998) .

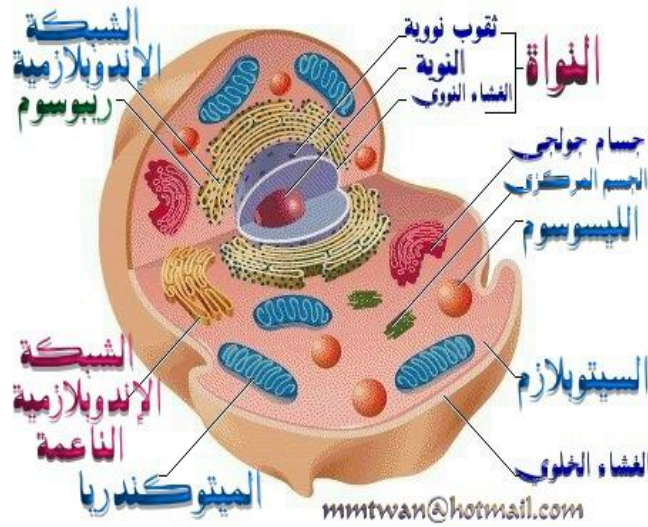
أجهزة تنظيم عمل الخلايا والجسم :-

اختلاف تخصص وتركيب الخلايا يحتاج إلى أجهزة تنظم عمل هذه الخلايا وتشمل الجهاز العصبي، جهاز الغدد الصم (الهرموني)، و الجهاز المناعي . حيث تتكامل هذه الأجهزة في عملها مما يؤدي إلى تنظيم عمل الخلايا

والحفاظ عليها في حالة إتزان داخلي وأيضاً بينها وبين الوسط المحيط بها وهو ما يؤدي بدوره للحفاظ على حالة اتزان الجسم (محمد ، 1998) .

التركيب العام لخلية الإنسان

تتكون الخلية من جزئين رئيسيين هما : 1- الغشاء الخلوي (البلازمي) 2- الكتلة البروتوبلازمية وهذا التقسيم يؤدي إلى كفاءة الخلية في أداء وظائفها ، وفيما يلي سيتم شرح هذين الجزئين من حيث التركيب والوظيفة وما تحتويه من عضيات ابتداءً من خارج الخلية إلى داخلها :



شكل يوضح مكونات الخلية

1. غشاء الخلية (البلازمي) : وهو غشاء شبه صلب يحيط بالخلية ويعطيها الحماية والشكل المميز ويتراوح سمكه بين (7.5 – 10) نانومتر ، ولذلك لم يتمكن العلماء من مشاهدته إلا بعد اختراع المجهر الإلكتروني (خليل وآخرون ، 1986) . ويتركب الغشاء الخلوي البلازمي من طبقتين من الليبيدات المفسفرة والبروتينات التي تتوزع توزيعاً غير منتظم فيها وهذه البروتينات والليبيدات تتحرك باستمرار وتتغير مواضعها بالنسبة لبعضها (خليل وآخرون ، 1986) . وللغشاء الخلوي مجموعة من الخصائص الحيوية قدرته على النمو مع نمو الخلية وازدياد حجمها، قدرته على التجدد في المناطق التي يتعرض فيها للتمزق عن طريق بناء جزيئات بروتينية وليبيدات مفسفرة، قيام البروتينات المكونة للغشاء بأوراراً مهمة ، فبعضها يعمل عمل الانزيمات والنواقل ، كما أن لبعضها دوراً في استقبال المعلومات الكيميائية مثل الهرمونات . هذا ويعود الاختلاف بين خلية وأخرى إلى التنوع في أنواع الكربوهيدرات المرتبطة بجزيئات البروتينات مثل فصائل الدم A,B,AB,O . فإذا ارتبطت الكربوهيدرات بالأجزاء السطحية للبروتينات تكوّن بروتينات سكرية ولها دور مهم في تمييز الخلايا لبعضها البعض . فبعض الخلايا مثل خلايا الدم البيضاء (WBC) تستطيع تمييز الأجسام الغريبة بواسطة هذه البروتينات

. أما إذا ارتبطت الكربوهيدرات بالليبيدات تكوّن الليبيدات السكرية ، حيث يكون للبروتينات السكرية والليبيدات السكرية دور في اتصال الخلايا ببعضها واتصالها بالمحيط الخارجي . **وللغشاء الخلوي** وظائف عديدة كما أنه ضروري لعملية الاتزان الداخلي ومن لعل من أهم وظائفه : عمله على فصل فصل السيتوبلازم عن البيئة الخارجية للخلية ويحافظ على مكونات الخلية ، تنظيم مرور الأيونات والجزيئات إلى داخل وخارج الخلية مما يساعد على المحافظة على التركيز الداخلي للخلية وذلك عن طريق خاصية النفاذية الاختيارية، وصل الخلايا ببعضها البعض مما يساعد على القيام بوظائفها ، احتوائه على مستقبلات خاصة للهرمونات والتي تعمل على تنظيم عمل الخلية والاتزان الداخلي لها، حماية الجسم من الفيروسات والبكتيريا المهاجمة حيث يلتصق بها ويساعد خلايا خاصة على تدبيرها، كما يعتبر جزء من نظام التمييز الخلوي ، حيث كل فرد له بصمة خلوية فريدة من نوعها تحدد عن طريق البروتينات المندمجة في غشاء الخلية (محمد ، 1998) . ويضيف محمد (نفس المرجع) الى أن الغشاء يؤدي وظائف حيوية والتي تؤدي إلى التحكم في الجزيئات بخمسة طرق تشمل:

- **الانتشار :** ويعني مرور الجزيئات من خارج الخلية إلى داخلها والعكس ومن التركيز العالي إلى التركيز الأقل عبر غشاء الخلية ، وهناك نوعان من الانتشار هما البسيط وفيه تنتقل المواد دون مساعدة من مواد أخرى ، والانتشار المسهل أو الميسر وفيه تمر الجزيئات الذائبة في الماء عبر الخلية بمساعدة بعض الجزيئات البروتينية التي ترتبط بها وتحملها وتنقلها بصورة أسرع من انتقال المواد بالانتشار البسيط وبدرجة عالية من التخصص .
- **النقل النشط :** وهو مرور الجزيئات عبر جدار الخلية عن طريق حمل هذه الجزيئات بواسطة البروتين الناقل وباستخدام مورد للطاقة، حيث تمر الجزيئات عكس التركيز أي من التركيز الأقل إلى التركيز الأعلى أي ضد التركيز
- **الدخول الخلوي (الأبتلاع) :** وفيه يتم إدخال الجزيئات الكبيرة من المواد والوسائل عن طريق التهام الخلايا لها ، فإذا كانت الجزيئات الكبيرة مواد صلبة سمي بالأكل الخلوي، وإذا كانت سوائل سمي بالشرب الخلوي .
- **الطرْد الخلوي :** وفيه تقوم الخلية بإفراز جزيئات كبيرة مثل الهرمونات خارج الخلية .
- **الخاصية الاسموزية :** وتعني انتشار الماء خلال غشاء الخلية شبه المنفذ من التركيز الأعلى للماء والذي يحتوي على التركيز الأقل للمادة الذائبة إلى التركيز الأقل للماء والذي يحتوي على التركيز الأعلى للمادة الذائبة. فهي خاصة بانتقال الماء .

2. **الكتلة البروتوبلازمية :** وهي عبارة عن المادة الهلامية التي تملأ تجويف الخلية وما يوجد به من أجزاء أخرى من

- أجزاء الخلية ، وتنقسم الكتلة البروتوبلازمية إلى ثلاثة أجزاء رئيسية هي السيتوبلازم، عضيات الخلية ، والنواة : **السيتوبلازم:** ويمثل المادة المحصورة بين غشاء الخلية والنواة ، ويعتبر الوسط المائي في الخلية والذي تتم فيه التفاعلات الأساسية، وهو مادة غايبية في التنظيم حيث يشكل جسراً يمتد بين النواة والسطح الداخلي للغشاء الخلوي ، مما يساعد على توطيد شكل الخلية وعلى القيام بدورها في الحركة والانقسام ، كما يؤثر في حركة العضيات داخل الخلية وفي عمليات الأيض المختلفة بتقديم إطار ثلاثي الأبعاد للعمليات الجزيئية التي تعتبر أساس الخلية ، ويسبح بالسيتوبلازم الجزيئين الآخرين للكتلة البروتوبلازمية وهما عضيات الخلية والنواة (أبو خطوة ، 1992م)
- **عضيات الخلية:** وهي تراكيب تحت خلوية لها وظائف محددة أو دور أيضا معين، وتوجد سباحة في السيتوبلازم ، ومعظمها محاط بأغشية إما مفردة أو مركبة من أكثر من غشاء واحد ، ووجود العضيات في

الخلية هام لأنها تقوم بأعباء مختلفة وضرورية لحياة الخلية ، وتكمل بعضها البعض وظيفياً (أبو خطوة ، 1992 م) وعضيات الخلية تشمل التالي:

○ **الشبكة الإندوبلازمية:** تتكون من قنوات وأكياس وحوصلات مملوءة بسائل ومحاطة بأغشية لها نفس تركيب الغشاء البلازمي . ويتلاءم تركيب الشبكة الإندوبلازمية وموقعها مع وظائفها المختلفة، إذ أن قنوات الشبكة المنتشرة في معظم أجزاء السيتوبلازم والمتصلة مع الغلاف النووي والغشاء البلازمي يجعلها قادرة على القيام بوظائفها والتي تشمل عمليات النقل بين الأجزاء الخلوية في السيتوبلازم من جهة وبين الخلية والبيئة الخارجية من جهة أخرى ، اعطاء الدعامة للخلية. وايضا العمل على تقسيم الحيز الداخلي الى مناطق متخصصة بوظائف معينة ، كما تزيد من مساحة السطح الداخلي للخلية وبالتالي زيادة التفاعلات الحيوية المختلفة. وتتميز الشبكة الإندوبلازمية إلى نوعين هما الشبكة الإندوبلازمية الخشنة حيث تتركب من قنوات وأكياس وحوصلات مملوءة بسائل محاطة بأغشية لها نفس تركيب الغشاء البلازمي وتقع على هذه الأغشية رايبوسومات . وتعمل على إفراز البروتينات . والنوع الثاني هو الشبكة الإندوبلازمية الملساء، حيث تتركب من قنوات واكياس وحوصلات مملوءة بسائل محاطة بأغشية لها نفس تركيب الغشاء البلازمي . وتعمل على بناء الليبيدات، أيض الكربوهيدرات، إزالة سمية بعض العقاقير والسموم ، تخزين الكالسيوم اللازم لانقباض العضلات.

○ **الرايبوسومات :** وتظهر تحت الميكروسكوب الإلكتروني كحبيبات قطرها حوالي (250) أنجستروم وتكون إما ملتصقة بأغشية الشبكة الإندوبلازمية أو مبعثرة في سيتوبلازم الخلية ، وفي كلا الموضعين فإن عملها الأساسي هو صنع البروتين ، حيث أن البروتينات التي تكونها الرايبوسومات الملتصقة بأغشية الشبكة الإندوبلازمية يكون مصيرها التوزيع على أجزاء الجسم الأخرى ، أما البروتينات التي تكونها الرايبوسومات المبعثرة في سيتوبلازم الخلية فهي لاستعمال الخلية نفسها. وتتركب الكر وموسومات كيميائياً من (40%) بروتين، و (60%) حمض الرايبونيوكلريك RNA (خليل وآخرون ، 1986 م) .

○ **جهاز جولجي :** عبارة عن طبقات من الأكياس أو التجاويف تكون نهاياتها عادة متضخمة وتحتوي على حوصلات كثيراً ما تفصل عنه وتتحرك في السيتوبلازم (خليل وآخرون ، 1986 م) . ويقوم جهاز جولجي بثلاثة وظائف رئيسية تشمل تصنيف الجزئيات البروتينية التي يستقبلها من الرايبوسومات حسب الوجهة أو المكان الذي سوف تتجه إليه، إجراء عمليات تحويل وتعديل كيميائي للبروتينات، مثل إضافة الكربوهيدرات أو غيرها ، تغليف البروتينات في نوعين من الحوصلات المحاطة بأغشية هما : الحبيبات الإفرازية والليسوسومات (محمد ، 1998 م) .

○ **الحوصلات الإفرازية :** عبارة عن عضيات جدارية موجودة في السيتوبلازم تقوم بتخزين الهرمونات والأنزيمات الهاضمة وعندما يأتيها لتنبية لإفراز محتوياتها تهاجر إلى غشاء الخلية وتفتح معه لتقرز محتوياتها في المسافات البينية (محمد ، 1998 م) .

○ **الليسوسومات :** عبارة عن تراكيب مختلفة الأشكال محاطة بغشاء مفرد رقيق ، تنشأ عن حوصلات تفصل من أجسام جولجي، وتحتوي على أنزيمات التحليل المائي التي تحلل المواد العضوية المعقدة إلى مواد بسيطة بمعزل عن السيتوبلازم، لهذا توصف هذه الأجسام بأنها جهاز هضمي داخل الخلية

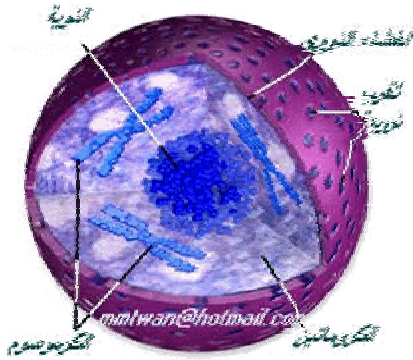
، ووظيفتها هدم المواد التي تدخل للخلية عن طريق الدخول الخلوي، وكذلك التراكيب الخلوية الداخلية التي أصابتها الشيخوخة وحدث بها خلل وظيفي (خليل وآخرون ، 1986 م).

○ **الميتوكوندريا :** هي محطات توليد الطاقة في الخلية ، حيث يحدث فيها تفاعلات تأكسدية ينتج عنها الامداد بالالكترونات مما ينتج عنه إحداث سلسلة من التفاعلات المعقدة التي تؤدي إلى تكوين مادة غنية بالطاقة تمد الخلية بالطاقة كلما دعت الحاجة، ويحيط بالميتوكوندريا غشائين أحدهما خارجي يشبه في تركيبه الغشاء الخلوي العادي ،وداخله يكون مثنياً مكوناً ما يعرف بالأعراف والذي يختلف عن الغشاء الخارجي في محتواه الدهني ونشاطه الأنزيمي ، أما الحشوة فغنية بأنزيمات الأكسدة الهوائية، كما تحتوي على حمض DNA. وتقوم الميتوكوندريا بثلاثة وظائف أساسية هي : 1- الأكسدة والدورة التنفسية 2- انتقال الالكترونات عبر السلسلة التنفسية 3- الفسفرة التأكسدية (أبو خطوة ، 1992)

○ **الأجسام المركزية:** حيث يوجد في جميع الخلايا التي لها قدرة على الانقسام زوج من الأجسام المركزية بالقرب من النواة وسط منطقة من السيتوبلازم تعرف بالمنطقة المركزية ، ويلعب الجسم المركزي دوراً هاماً في انقسام الخلية ، وتركيبه يشبه تركيب أعضاء الحركة كالأسواط، إذ يتكون من إسطوانة مجوفة تحوي تسع مجموعات من الحزم ثلاثية الأنابيب تقع في ترتيب دائري داخل الأسطوانة المكونة للجسم المركزي ،وأحد أطراف هذه الاسطوانة مقفل وأما الطرف الآخر فمفتوح ويؤدي إلى سيتوبلازم المنطقة المركزية (خليل وآخرون ، 1986 م).

○ **الأهداب والأسواط :** وهي زوائد تختلف في العدد والطول تبرز من الغشاء الخلوي لبعض خلايا الجسم تساعد على الحركة، ومثال عليها الحيوان المنوي والخلايا المبطنة للقنطرة الهوائية (محمد، 1998م).

● **النواة:** هي الجزء الثالث من الكتلة البرتوبلازمية وتعتبر مركز التحكم والسيطرة في الخلية، وتظهر النواة



كجسم كروي قائم اللون، وتتوسط النواة عادة الخلية لكنها تبدو جانبية الموضوع في خلايا العضلات الهيكلية ،وتعتبر النواة أكبر عضوية في الخلية، ويمكن مشاهدتها بسهولة، وقد تفقد الخلية نواتها في أحد مراحل تطورها كما في كريات الدم الحمراء لمعظم الثدييات بما فيها الإنسان (محمد ، 1998 م). ومما تقدم يتضح أن النواة هي مركز السيطرة على الخلية وترجع أهميتها إلى وجود المعلومات الوراثية كاملة في الحامض النووي DNA والذي يمثل المادة الوراثية. وتتكون النواة من أربعة أجزاء ذكرها (محمد ، 1998 م) وهي :

○ **الغلاف النووي:** هو غلاف يحيط بالنواة ويقوم بحفظ محتوياتها وعزلها عن السيتوبلازم، ويوجد بالغلاف النووي ثقب صغير جداً تسمى الثغور النووية، وهذه الثقب تسمح بالاتصال بين محتويات النواة والسيتوبلازم، ومن ثم فهي تعمل على تنظيم حركة المواد والأيونات بين النواة والسيتوبلازم، حيث تسمح للمواد بالدخول من وإلى النواة .

- **السائل النووي :** ويتكون من مواد عضوية وبروتينات وسكريات وإنزيمات مكونة مادة شبه سائلة تملأ النواة وتتغمر فيها كل محتوياتها.
- **النوية:** توجد نوية أو أكثر داخل النواة وهي كروية الشكل وصغيرة وتحتوي على نسبة عالية من الحامض النووي DNA والبروتينات، وبالتالي فهي ذات علاقة أكيدة بتكوين الريبوسومات . والنويات عبارة عن عضيات مؤقتة توجد في أنوية الخلايا في الفترات ما بين انقسام الخلايا والنويات عبارة عن مناطق من DNA نشطة في إنتاج الـ RNA والذي يسمى RNA الريبوسومي لأنه يتحد مع بروتينات خاصة لتكوين الريبوسومات.
- **الشبكة الكروماتينية - الكروموسومات :** الحامض النووي DNA عبارة عن مادة بروتينية يطلق عليها الكروماتين، والشبكة الكروماتينية هي عبارة عن خيوط رفيعة متشابكة مع بعضها البعض وتبدو كشبكة أحياناً، والخيوط عبارة عن الكروموسومات والتي يوجد منها عدد ثابت بالنسبة للنوع الواحد فهي 46 كروموسوم في الخلايا الجسمية للإنسان و40 كروموسوم للفأر .

المادة الوراثية ودورها في تنظيم وتوجيه أنشطة الكائن الحي¹ :

تعمل المادة الوراثية على تنظيم وتوجيه التكاثر الذاتي والحفاظ الذاتي للكائن الحي ويقصد بالتكاثر الذاتي قدرة الكائن الحي على إنتاج الذرية من نوعه، كما يقصد بالحفاظ الذاتي قدرة الكائن الحي على القيام بوظائفه وأنشطته اللازمة لحياته لفترة زمنية محددة (باعشن وأبو خطوه، 1406).

1. تعريف المادة الوراثية: ثبت بما لا يقبل الشك أن حامض الذي أوكسي ريبونكليك (DNA) هو المادة الوراثية لمعظم الكائنات الحية وبالتالي قبل الحديث عن وظائف المادة الوراثية سيتم أولاً وصف تركيبها.

2. تركيب المادة الوراثية: الأحماض النووية هي طبقة من المركبات الأساسية التي تدخل في تكوين الكائن الحي وتوجد في نواة الكائنات الحية ذات النواة الحقيقية، ووجد العلماء أن الخلايا تحتوي على نوعين من الأحماض النووية هي الحمض النووي الذي أوكسي ريبونكليك (DNA)، والحمض النووي الريبونكليك (RNA) . وقد ثبت باستعمال الصبغات أن الـ (DNA) يقتصر وجوده بالكامل في داخل الكروموسومات فقط . كما تبين أن كمية الـ (DNA) في خلايا أجسام الكائنات هي ضعف الكمية الموجودة في أمساجها . ويتكون الحمض النووي من وحدات تسمى النوكليوتيدات .

- **تركيب النوكليوتيد :** يتكون النوكليوتيد من ثلاثة مكونات هي جزيء سكر خماسي حيث يوجد في جزيء (DNA) على شكل دي أوكسي ريبوز وفي جزيء (RNA) يكون على شكل ريبوز ، والفرق بين الاثنين أن الأول أقل أكسجيناً من الثاني حيث تربط مجموعة الفوسفات بين مجموعات السكر الخماسية في سلاسل كل من الحمضين (DNA) و (RNA) ، والقاعدة النيتروجينية والتي تعتبر القواعد النيتروجينية أهم الجزيئات المكونة لسلاسل الأحماض النووية وتنقسم إلى قسمين أساسيين هما البيورينات وتضم الأدينين (A)

والجوانين (G) وهي جزيئات حلقية مزدوجة، و البريميديئات وتضم السيتوسين (C) والثايمين (T) واليوراسيل (U)، وهي جزيئات حلقية مفردة . و تحتوي نيوكليوتيدات حمض (DNA) على القواعد النيتروجينية (أدينين ،ثايمين،سيتوسين،جوانين)، في حين تحتوي نيوكليوتيدات حمض (RNA) على القواعد النيتروجينية (أدينين، يوراسيل، سيتوسين،جوانين) .

- تركيب الحمض النووي الذي أوكسي ريبونكليك (DNA): يتكون هذا الحمض من سلسلتين متوازيتين بشكل حلزوني من النيوكليوتيدات المتصلة مع بعضها البعض بواسطة المجموعات الفوسفاتية .كما ترتبط السلسلتان معاً عن طريق القواعد النيتروجينية بواسطة روابط هيدروجينية حيث يرتبط الأدينين مع الثايمين برابطتين هيدروجينيتين، ويرتبط الجوانين مع السيتوسين بثلاث روابط هيدروجينية.
- تركيب الحمض النووي الريبونكليك (RNA): يتكون هذا الحمض من سلسلة واحدة في معظم الحالات ألا إنه قد يتواجد أحياناً في شكل سلسلة مزدوجة كما في بعض الفيروسات .
- أهم الفروق بين حمض DNA وحمض RNA:

RNA	DNA
يوجد في النوية وفي سيتوبلازم الخلية	يوجد في الكروموسومات غالباً
يتركب من سلسلة مفردة	يتركب من سلسلة مزدوجة
السكر الداخل في تكوينه سكر رايبوز	السكر الداخل في تكوينه دي أوكسي رايبوز
مادة الوراثة في بعض الفيروسات	مادة الوراثة في معظم الكائنات الحية
يحتوي على قاعدة اليوراسيل	يحتوي على قاعدة الثايمين
لا يتضاعف بالنسخ الذاتي	يتضاعف بالنسخ الذاتي

3. كيفية توجيه المادة الوراثية للتكاثر والحفاظ الذاتي:

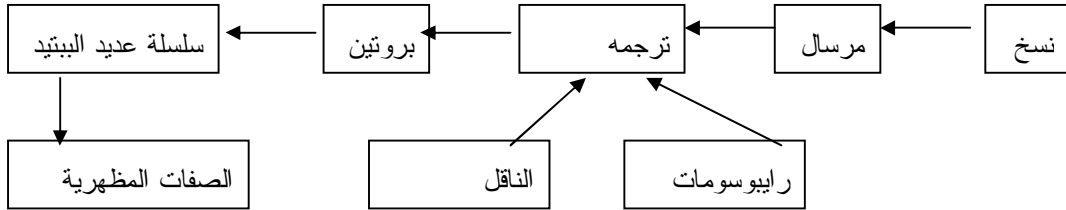
- التكاثر أو المضاعفة : أياً كانت طريقة التكاثر فإن الكائن لابد وإن يبدأ بمضاعفة كمية مادته الوراثية أولاً، ويتم مضاعفة المادة الوراثية في الطور البيئي حيث أن مضاعفة كمية المادة الوراثية خطوة حتمية لتكاثر الكائنات مهما كان نوع الطريقة المتبعة ومن هنا يأتي دور المادة الوراثية في توجيه عمليات التكاثر. والطريقة المتبعة لمضاعفة المادة الوراثية هي كالتالي :

○ عند بدء تضاعف كمية الـ DNA تتفك الرابطة الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية مثل عملية " فتح السوستة " الواجدة تلو الأخرى .

○ تعمل كل سلسلة من سلسلتي عديد النيوكليوتيدات كموجه لتكوين سلسلة جديدة ، وذلك بوصل النيوكليوتيدات الجديدة بعضها البعض بواسطة أنزيم الـ (DNA – polymerase) وفق قاعدة خاصية الارتباط والتي تعني أن الثايمين (T) في السلسلة القديمة يرتبط دائماً وأبداً بروابط هيدروجينية مع الأدينين (A) في السلسلة الجديدة ، والسيتوسين (C) مع الجوانين (G) ،ومن الواضح ان هذه العملية أدت إلى تكوين جزئين جديدين من الـ DNA نتيجة مضاعفة جزئ واحد من الـ DNA كما يلاحظ أن كلا الجزئين الجديدين يحتوي على سلسلة قديمة أنتت من الجزئ القديم

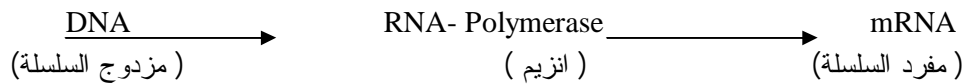
، وسلسلة جديدة حديثة التكوين وتعرف هذه الطريقة بالتكاثر شبه التحفظي، كما يلاحظ أن اتباع قاعدة "خاصية الارتباط في مضاعفة الـDNA قد أدت إلى تكوين جزئين جديدين يشبهان تماماً الجزئ القديم من حيث نوع النيوكليوتيدات وعددها وطريقة تسلسلها وهكذا فإن المادة الوراثية التي تنتقل إلى الذرية تشبه تماماً المادة الوراثية في الآباء وفحوى العملية أن الكروموزوم يتضاعف إلى كروماتيدين بكل منهما جزئ واحد من الـDNA وكل كروماتيدة تمثل فيما بعد كروموزوما كاملاً حين اتمام انقسام الخلية .

- الحفاظ الذاتي : المقصود بالحفاظ الذاتي هو مجموعة أنشطة الكائن الحي (من نمو وأيض وتغذية واحساس ... الخ) بحيث يعمل الكائن الحي من خلالها على العيش لفترة زمنية محدودة تعرف بعمره، وتعمل المادة الوراثية على توجيه الحفاظ الذاتي للكائن الحي بتوجيهها لتكوين البروتينات. ونحن نعرف أن الإنزيمات هي محصلة تفاعلات كيميائية كثيرة . وحيث أن الإنزيمات ضرورية لإتمام هذه التفاعلات الكيميائية ، وكما أنها مركبات بروتينية ، فمن هنا تظهر أهمية المادة الوراثية في توجيه الحفاظ الذاتي للكائن . ويتم تكون البروتينات المختلفة بتوجيه من الـDNA على مرحلتين رئيسيتين هما النسخ و الترجمة وتؤدي مرحلة النسخ إلى تكوين المرسال (mRNA) ، ومرحلة الترجمة إلى تكوين سلسلة عديد الببتيدات (البروتين) المسؤول عن ظهور الصفات المظهرية كما يوضحه الشكل التالي (1). ولاشك في ان لوازم تكوين البروتين خلال المرحتين كثيرة (1) المادة الوراثية (DNA) ، (2) المرسال (mRNA) (نقل الشفرة الوراثية) ، (3) الريبوسومات ، (4) الناقل (tRNA) (الترجمة) ، (5) أنزيمات : وهي لازمة للتفاعلات الكيميائية المختلفة ، و (6) (ATP) مصدر للطاقة اللازمة للتفاعلات الكيميائية .



طريقة تكوين البروتين : (عملية البناء الحيوي)

(1) النسخ : (Trnscription) : وهي عملية تتم داخل النواة ، حيث يتم نقل المعلومات اللازمة لتوجيه تكوين بروتيناً معيناً من أحد سلسلتي الـDNA إلى المرسال (mRNA) وذلك بتوجيه الـDNA (كالتالي) :



وتبدأ عملية النسخ بأن تتفك الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية في الجزء من الـDNA (الجين) الموجه لتكوين سلسلة واحدة من عديد البيبتيدات المكونة لأحد البروتينات. إذ أن لكل سلسلة واحدة من عديد البيبتيدات جيناً خاصاً يوجه تكوينها. يلي ذلك أن يقوم الأنزيم بربط النيوكليوتيدات الداخلة في تكوين المرسال (RNA) عند نقطة البداية في الـDNA وتستمر بعد ذلك عملية ربط النيوكليوتيدات الداخلة في تكوين المرسال ببعضها البعض الواحدة تلو الأخرى وفق قاعدة خاصية الارتباط التي تنص على أن الثايمين (T) في الـDNA يوجه اختيار نيوكليوتيده تحتوى على الأدينين (A) لتدخل في تكوين المرسال (mRNA) ، وإن الأدينين (A) في الـDNA يوجه اختيار نيوكليوتيده تحتوى على اليوراسيل (U) لتدخل في تكوين المرسال (mRNA) . كما ان السايروسين (C) في الـDNA يوجه اختيار نيوكليوتيدة تحتوى على الجوانين (G) ،ومتى تم تكوين (mRNA) فإنه ينفصل عن الـDNA ويرحل من النواة إلى السيتوبلازم . وفحوى عملية النسخ أن تسلسل النيوكليوتيدات الداخلة في تكوين المرسال (الشفرات) وعددها ونوعها يتم بتوجيه من الـDNA كما لو كانت هناك رسالة أو معلومات معينة تم نسخها من الـDNA إلى المرسال (mRNA) . كما يجب ملاحظة أن عملية النسخ تتم بتوجيه من أحد سلسلتي الـDNA فقط . وعند تمام النسخ ترتبط سلسلتي الـDNA مرة أخرى كما كان عليه الحال قبل النسخ وبعدها يخرج المرسال إلى سيتوبلازم الخلية .

(2) الترجمة : (Teanslation) : عندما يصل المرسال (mRNA) إلى السيتوبلازم أو إلى منطقة تكوين البروتين المراد انتاجه، فإنه يرتبط بالجزء الأصغر من الرايبوسومات والتي بدورها تمثل المكان الذي يتم فيه تكوين البروتينات، وتوجد الرايبوسومات على سطح الشبكة الاندوبلازمية المحيطة في الخلية ذات النواة الحقيقية، ويعرف المكون الناتج من ارتباط المرسال (mRNA) بعدد من الرايبوسومات باسم متعدد الرايبوسومات.

1- يتم بعد ذلك ارتباط كل حامض أميني بجزئ الناقل (tRNA) الخاص به (يوجد لكل حامض أميني جزئ من الناقل (tRNA) خاص به) وتختلف أنواع الناقل (tRNA) عن بعضها البعض بأن الفص السفلي لكل نوع من هذه الأنواع المختلفة يتحتوى على تسلسل ثلاثي من النيوكليوتيدات يختلف من نوع لآخر ويعرف بالتسلسل المضاد للشفرة (Anticodon).

ويلاحظ أنه قد أمكن معرفة الشفرة الثلاثية لكل حامض أميني مثل CGA للحامض الأميني الانين .

2- يتجه الناقل (tRNA) بعد ارتباطه بالحامض الأميني الخاص به إلى المرسال (mRNA) المرتبط بالرايبوسومات . وهذه العملية تتم بنظام معين بتوجيه من المرسال (mRNA) عن طريق تسلسل النيوكليوتيدات (الشفرات) عليه ، وهي أن الناقل (tRNA) الذي يحمل الحامض الأميني الأخير في سلسلة عديد البيبتيدات هو الذي تبدأ به عملية تكوين البروتين ،ويكون بذلك أول جزئ ناقل يصل إلى المرسال (mRNA) كما أن الشفرة الخاصة لاختيار هذا الحامض والتي هي عبارة عن ثلاث نيوكليوتيدات في تسلسل معين على المرسال (mRNA) تكون معرضة خارج الرايبوسوم بالقرب من موقع دخول الناقل (tRNA) والمحمل بالحامض الأميني الخاص به إلى داخل الرايبوسوم .

3- عندما يصل الناقل (tRNA) إلى هذا الموضوع تشترك النيوكليوتيدات الثلاثية في موضوع مضاد الشفرة مع النيوكليوتيدات الثلاثية في موضوع الشفرة على المرسال (mRNA) وفق قاعدة خاصية الارتباط .

- 4- يتحرك بعد ذلك المرسال (mRNA) خطوة واحدة على الرايبوسوم ثم يتبع ذلك دخول الناقل (tRNA) والحمض الأميني المحمل به إلى داخل الرايبوسوم كما تظهر شفرة جديدة من المرسال (mRNA) بجانب موضع الدخول على الرايبوسوم استعداد لتلقي الناقل (tRNA) والحمض الأميني التالي .
- 5- عندما يصل الناقل (tRNA) والحمض الأميني الجديد إلى المرسال (mRNA) تتم عملية الاشتباك بالطريقة السابقة ثم يتحرك المرسال (mRNA) خطوة ثانية على الرايبوسوم عاملا بذلك على دخولها إلى الرايبوسوم ليكونا جنباً إلى جنب مع الناقل (tRNA) والحمض الأميني اللذان سبق دخولهما إلى الرايبوسوم عند بداية العملية . والآن يتم الربط بين الحامي الأميني الأول والثاني بتكوني الرابطة الببتيدية بينهما ويكون كلا الحامضين محمولين على الناقل (tRNA) الجديد في حين أن الناقل (tRNA) الأول يخرج من الرايبوسوم بعد أن يكون قد فرغ حمولته ليشبك مع حامضه الأميني للقيام بعملية النقل مرة أخرى حين الحاجة إلى هذا الحمض في عملية تكوين البروتين .
- 6- تستمر هذه العملية بالطريقة المبينة أعلاه حتى يتم ربط جميع الأحماض الأمينية الداخلة في تكوين سلسلة عديدة الببتيدات والتي تؤدي إلى ظهور الصفات المظهرية .

المراجع :

- 1- أبو خطوة ، أحمد نبيل (1992م) موسوعة أبو خطوة لعلوم الأحياء والكيمياء الحيوية الحديثة . دار القبلة للثقافة الإسلامية . جدة .
- 2- باعشن ، نبيه ، أبو خطوة ، أحمد نبيل (1406 هـ) مقدمة علم الحياة (التنظيم والتوجيه) . دار البلاد : جدة .
- 3- حامد ، حامد أحمد (1991م). رحلة الإيمان في جسم الإنسان . دار القلم : دمشق .
- 4- خليل ، فؤاد ، وآخرون (1986م) . علم الحيوان العام . دار المعارف : مصر .
- 5- محمد، مدحت حسين (1998 م) . علم حياة الإنسان . دار الطباعة والنشر الإسلامية: القاهرة .