

## الخلية (Cell)

وهي عبارة عن شبكة انايبب داخل الخلية تقوم بنقل المواد من الخلية وجدرانها الداخلية تحتوي على انزيمات خاصة بتصنيع البروتينات والدهون والكاربوهيدرات وهي على نوعين الخشنة (rough) والناعمة (smooth) ، فالخشنة تحتوي من الخارج على الريبوسومات وهي كمصانع لتصنيع البروتينات.

### عملية تصنيع البروتين:

ان عملية تصنيع البروتينات في الخلايا الحية، تكون المعلومات المطلوبة لتوجيه تخليق هذا البروتين المشفر بواسطة تعاقب خاص من النيوكليوتيدات على الحامض النووي DNA ويسمى كل تعاقب بالشفرة (Codon)، فمثلاً ان شفرة الحامض الاميني الكلايسين هي GGU ، GGC ، GGA و GGG وهكذا (كل مجموعتين من القواعد النايتروجينية تكون حامض اميني واحد والمجموعة الواحدة من القواعد النايتروجينية تتكون من ثلاث قواعد نايتروجينية).

تتضمن عملية صنع البروتين مرحلتين، الاولى وتسمى الاستساخ او الطبع (transcription) والترجمة (translation)، ففي عملية الطبع يتم طبع المعلومات المحمولة على الشريط المفرد لل DNA على حامض ال RNA المرسل (mRNA) الذي يقوم بحمل هذه المعلومات الى جهاز تصنيع البروتين، اما عملية الترجمة فأنها تأخذ مكانها في الريبوسومات التي تتكون من بروتين وحامض ال rRNA إذ تربط الريبوسومات نفسها مع mRNA وعندها تترجم الشفرات الوراثية المحمولة على الاخير على شكل احماض امينية يأتي بها نوع اخر من الحامض النووي يسمى بالنقل tRNA، إذ تتصل هذه الاحماض الامينية مع بعضها بالتعاقب الخاص الذي تحده الشفرة الوراثية والخاص بالبروتين المراد صنعه دون غيره وهنا تتبلر الاحماض الامينية مكونة البروتين المطلوب ، تتكون الببتيدة الواحدة من تكون حامضين الى اكثر من ذلك من الحوامض الامينية وبهذا يتكون التركيب الاولي (Primary Structure) للبروتينات ، وبعد ذلك تحني (Curl) وتتطوي (Fold) السلسلة الببتدية لتكون التركيب الثانوي (Secondary structure) والثالث (Tertiary structure) للبروتينات، ومن ثم يرسل البروتين الى اجسام كولجي ( Golgi complex) لتحصل عليه عملية تركيز للبروتين عن طريق سحب الماء منه ليزداد تركيزه بواقع 20 الى 25 مرة وكذلك تضاف عليه

تعتبر الخلية وحدة البناء في الجسم ( Building stone of the body) حيث يتكون الجسم من مجموعة خلايا تسمى بالنسيج (tissue) ومجموعة الأنسجة تكون العضو (organ) ومجموعة الأعضاء يكون الجسم (body)، ويمكن تصور الجسم سواء للحيوان أو الإنسان بأنه بركة ماء والخلايا طائفة فيه لكثرة نسبة الماء في الجسم.

تحتوي الخلية على  $10^{14}$  ذرة وهو يقارب ما يحتويه جسم الانسان من خلايا ، وليس هناك حجم ثابت للخلية حيث يتغير ذلك من وقت لآخر تبعاً للحالة البايولوجية والفسولوجية للخلية وعليه فان الفعاليات التي تحصل في الخلية غالباً ما تلازمها تغيرات في شكل وحجم الخلية وتظهر تلك التغيرات واضحة في بعض الأجهزة كخلايا الجهاز اللمفي والغدي ولكنها طفيفة كما في خلايا العظم ، ويتراوح قطر الخلايا من 10-100 مايكرون (حيث ان واحد مايكرون = 1/1000 ملم) باستثناء المح في بيض الطيور الذي يعتبر خلية مفردة.

يوضح الشكل (1) مكونات الخلية الحيوانية وهي:

### 1. النواة (Nucleus)

وهي كروية او بيضوية وتعد اكبر اجزاء الخلية وتحتوي على 78 كروموسوم في الدجاج ويحمل الكروموسوم الجينات ، والجين عبارة عن خيط مزدوج من الحامض النووي DNA ملتق على بروتين يطلق عليه هستون Histone وان كل ثلاثة قواعد نتروجينية من DNA تكون شفرة code ، وفي جسم الانسان لوحظ بان طول ال DNA حوالي 2م وقدرت عدد الخلايا في جسم الانسان  $10^3$  وبذلك سوف يبلغ طول ال DNA في الانسان  $2 \times 10^{13}$ م او  $2 \times 10^{10}$  كم، ومن هذا يتضح بان طول ال DNA في الانسان يفوق البعد بين الارض والشمس.

### 2. النوية (Nucleolus)

وهي جسم كروي الشكل يحتوي على كمية كبيرة من RNA وتكون مصدر له وتسيطر على تصنيع RNA خاص بتصنيع الريبوسومات.

### 3. شبكة الاندوبلازمية الداخلية

### (Endoplasmic reticulum)

جميع الخلايا الحية لكنها غالباً ما تكون أكثر حجماً ومملوءة بالمواد الإفرازية في الخلايا التي تفرز مواد بروتينية إلى أنحاء الجسم الأخرى كالغدد مثلاً، إن جهاز كولجي مأخوذ من خلايا الفص الأمامي للغدة النخامية والحوصلات الإفرازية وكيفية تبرعها من جهاز كولجي لإفراز البروتينات.

#### 6. الجسيمات الحالة (Lysosome).

وهي تراكيب غشائية غير منتظمة تتكون في جهاز كولجي وتحتوي على انزيمات حالة متعددة لها القابلية على تحليل البروتينات والكاربوهيدرات والفوسفات العضوية والاحماض النووية (DNA و RNA) ومتعدد السكريات ، ويعتقد أنها جهاز تنظيم للخلية وذلك لقابليتها على تحليل المواد اعلاه وتحليل بعض الاجزاء الخلوية التي لا تحتاجها الخلية اضافة الى قابليتها على تحرير الهرمونات من الحوصلات التي تحتويها كما في الغدة الدرقية ، وكما وان التلخص من الاحياء المجهرية المرضية كالبكتريا بواسطة عملية البلعمة من الوظائف المهمة للجسيمات الحالة ويتم التحلل من نتائج التحلل بواسطة ابرازها الى خارج الخلية او امتصاصها من قبل الخلية.

#### 7. الهيولي (Cytoplasm).

وهو الجزء الذي تسبح فيه مكونات الخلية وهو عديم اللون ، يتكون من متعدد الببتيدات والبروتينات والانزيمات والايونات والماء بنسبة كبيرة.

#### 8. الجدار الخلوي (Cell Membrane).

ويسمى ايضاً بالغشاء البلازمي وهو يكون حوالي 40-90% من مجموع كتلة الخلية وله دور كبير في التأثير على الفعاليات البيولوجية للخلية والاجهزة الموجودة في جسم الكائن الحي وهو ضروري لان من خلاله يتم تنظيم عمليات النفوذ الاختياري (Selective permeability) من وإلى الخلية وهو رقيق جداً ، ومن دراسات المجهر الالكتروني تبين انه يتكون من طبقتين من مادة Phospholipids وهي مغطاة بالبروتين من كلا الجانبين اضافة الى انه يشكل جزءاً من مكونات الغشاء البلازمي ان تنظيم الـ Phospholipids في جدار الخلية ، فجزئية الفوسفات الدهنية تكون على شكل دبوس يتكون رأسه من فوسفات قابلة للذوبان بالماء وذات شحنة موجبة تنتظم للخارج، وساق غير ذائب بالماء وخالي من الشحنة الى الخارج وتكون هذه التراكيب الدهنية الفوسفاتية منسقة بطبقتين. يشمل الغشاء الخلوي كرات صغيرة

جزئيات سكر او دهون، وبهذا يتكون التركيب الرباعي (Quaternary structure) للبروتينات.

ان صفات البروتين تعتمد على تسلسل الاحماض الامينية التي فيه وبهذا فان الشفرة الوراثية المحمولة على المادة الوراثية والتي هي DNA تكون هي المسؤولة عن انتاج نوع معين من البروتينات، وتكون عملية تصنيع البروتينات متشابهة في كل خلايا الجسم، وتزداد اعداد الريبوسومات التي تصنع فيها البروتينات بكثرة، اذ انه كلما زادت كمية البروتينات المنتجة من الخلية كلما زاد عدد الريبوسومات في تلك الخلية.

#### 4. الميتوكوندريا (Mitochondria).

وهي تراكيب اصعبية الشكل او بيضوية، وتسمى ببيوت الطاقة، وهي تعتبر وحدة توليد الطاقة في الخلية حيث تقوم بتكوين ATP عن طريق عملية الفسفرة التأكسدية (Oxidative phosphorylation) للـ ADP، وبالعكس فان تحويل ATP الى ADP يولد طاقة ضرورية للفعاليات الداخلية للخلية مثل النقل وتركيب البروتين والنقل الفعال، ولهذا فان عدد المايوتوكندريا في الخلية يزداد مع زيادة كمية الطاقة، وبهذا فان اعداد المايوتوكندريا تكون اكثر في الخلايا التي تحتاج الى نشاط ايصي كخلايا الكبد والكلى وكذلك في الاماكن الكثيرة الحركة كعضلة القلب وعضلات اليد والارجل ، وتكون اعدادها قليلة في المناطق القليلة الحركة كمنطقة الظهر.

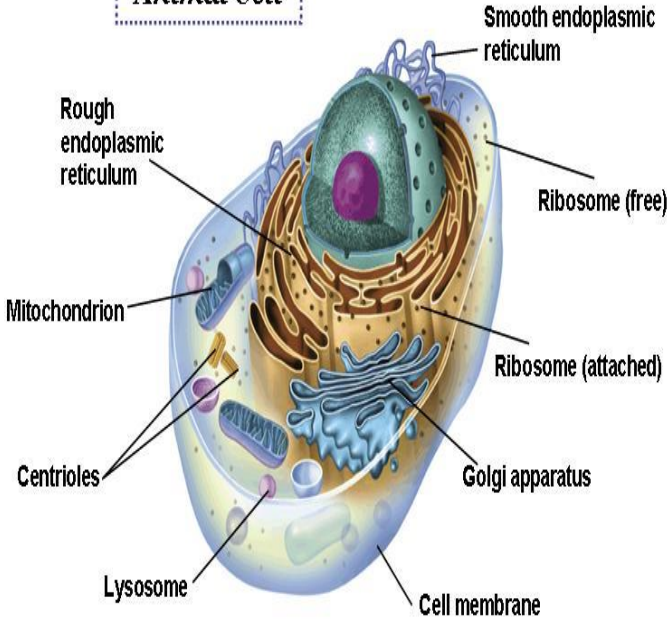
تحصل الكائنات الحية على الطاقة من خلال عمليتين هما Glycolysis و Krebs cycle، اذ ان جسم الحيوان الذي يتعامل مع طاقة كيميائية هي عبارة عن طاقة محبوسة في الاواصر التساهمية التي تربط بين ذرات C—C و H—C و N—C و P—C و O—C ، وتنتج جزئيتين من الـ ATP نتيجة تحطم جزئية الكلوكوز خلال عملية الكلايكولاييز الى حامض اللاكتيك بواسطة الفسفرة اللاهوائية ، او ينتج حامض البايروفك

خلال عملية التنفس الهوائي ويتحطم حامض البايروفك خلال دورة كريس الى جزئية CO<sub>2</sub> و H<sub>2</sub>O و 36 جزئية من الـ ATP، وبهذا فان الانظمة الحيوية تكون كفاءة في انتاج الطاقة بمقدار 42% اكثر من المحركات الحارقة للوقود العضوي التي يصنعها الانسان.

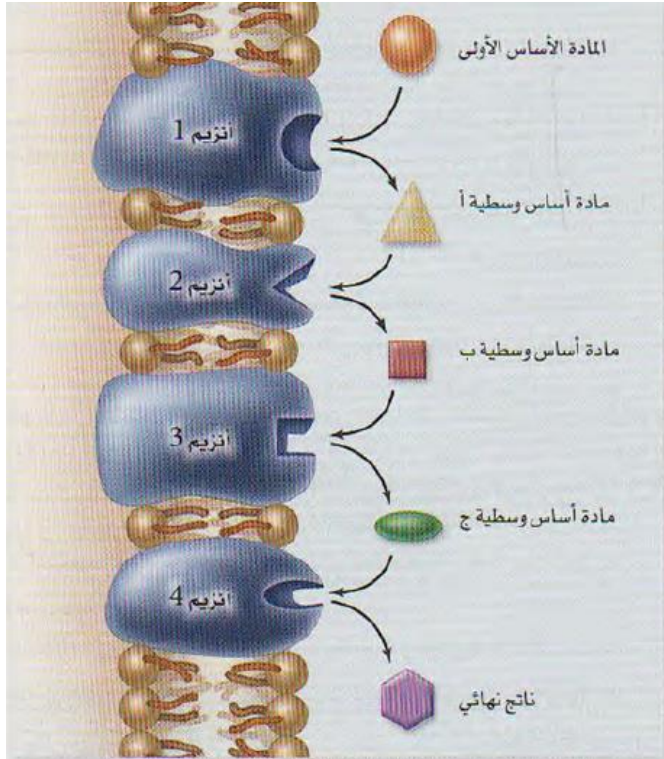
#### 5. جهاز كولجي (Golgi apparatus).

وهو عبارة عن مجموعة من الشعيرات او الخيوط الناعمة تشكل شكلاً شبيهاً بالشبكة او بالصفائح او الاغشية داخل سايتوبلازم

### Animal Cell



شكل 1. الخلية الحيوانية مع محتوياتها



شكل 2. مسارات الكيموحيوية: يعمل الانزيم 1 على المادة الاساس الاصلية محولاً اياها الى مادة وسطية جديدة هي ب التي يميزها الانزيم 2 بوصفها مادة اساساً له. يعمل كل انزيم في المسارات الكيموحيوية على ناتج المرحلة السابقة. وهذه الانزيمات قد تكون ذاتية او مرتبة بشكل متسلسل في الغشاء

بروتينية مضمورة في الطبقة الداخلية او الخارجية وهي من السكريات البروتينية والدهون البروتينية الجانبيين وسيقانها الى الداخل وقد تبرز هذه الكرات البروتينية على السطح الخارجي لغشاء الخلية حيث يعتقد انها تكون المستقبلات الهرمونية او مستقبلات للناقلات العصبية، وقسم منها يحمل تراكيب تشبه القنوات لغرض التبادل الايوني عبر الغشاء البلازمي او المسام. من المعروف ان التركيب الكيميائي للأغشية يختلف من خلية الى اخرى ومن عضو الى آخر وعليه تتحدد علاقة الخلية بالخلايا المجاورة وما يتبعها من اختلاف في الوظيفة، كما وان غشاء الخلية له دور مهم في المناعة البايولوجية حيث ان مواد معينة تؤثر بصورة خاصة في خلايا معينة واخيراً فان مكونات غشاء الخلية تتجدد باستمرار وهو باق طول عمر الخلية.

### الوصف الحيوي والكيميائي لوظيفة الخلية.

تسمى العمليات الحيوية التي تنظم جميع التفاعلات الكيموحيوية التي تقوم بها الكائنات الحية بالأيض (Metabolism) والتفاعلات التي تستهلك طاقة لتصنيع الروابط الكيميائية او نقلها تسمى بتفاعلات الايض البنائي Anabolism اما التفاعلات التي تحطم الروابط الكيميائية فتسمى بالايض الهدمي Catabolism.

### تنظيم المسارات الكيموحيوية في الخلايا الحيوانية.

يحوي جسم الحيوان على الاف من الانزيمات التي تحفز التفاعلات الحيوية والتي تحدث في الخلية الحيوانية بشكل متسلسل وهو ما يسمى بمسارات الكيموحيوية Biochemical Pathway وفي هذه المسالك يصبح نواتج كل تفاعل مادة للتفاعل الذي يليه (شكل 2). المسارات الحيوية هي وحدة الترتيب في الايض وهي الاساس التي يستخدمها الحيوان للقيام بعمليات ايض منظمة يحدث كثير من التفاعلات الانزيمية المتسلسلة في الاماكن المحددة في الخلية مثال على ذلك دور كريس التي حصل في الميتوكوندريا في خلايا حقيقية النوى. ان نشوء المسارات الكيموحيوية في الخلايا الاولية كان من جزينات غنية بالطاقة اقاتت عليها من البيئة، ان التفاعلات الانزيمية الاولية كانت بسيطة اي تفاعل من خطوة واحدة اما الحيوانات الراقية فقد كُنات مساراتها وتفاعلاتها اكثر تطوراً واكثر تعقيداً اذ كانت بخطوات معقدة لحين الوصول الى الناتج النهائي.

الخلاصة: يشكل مجموع التفاعلات الكيموحيوية في الخلية الايض تحصل هذه العملية بشكل مسارات متسلسلة لبناء او هدم مواد معقدة التركيب بشكل تدريجي وتنظم بالعوامل المساعدة او بالتغذية الرجعية.

**الاعشية****3- شبكة البروتينات الداخلية Interior**

**Protein Network:** تُدعم الاعشية بنائياً عن طريق بروتينات خلوية تقوي الغشاء وتحافظ على شكله فمثلا تمتلك خلايا الدم الحمراء شكلاً ثنائي التفرع لأنها تمتلك شبكة تحت الغشاء مصنوعة من بروتين يدعى **سبكترين** يربط بروتينات الغشاء الخلوي مع خيوط الاكتين المكونة للهيكل الخلوي. تستخدم الاعشية شبكات بروتينية اخرى لتحكم للحركة الجانبية لبعض البروتينات المهمة، اذ تثبتها في مكان معين تدعى البروتينات التي تتصل مع الغشاء ولكنها لا تشكل جزءاً من تركيب البروتينات المحيطة الخارجية.

**4- علامات سطح الخلية Cell Surface**

**Markers:** ان اجزاء الغشاء الخلوية تتكون في الشبكة الاندوبلازمية ثم تنتقل بعد ذلك الى اجسام كولجي ومن ثم ترسل الى الغشاء الخلوي تضيف الشبكة الاندوبلازمية سلاسل من السكر الى البروتينات والدهون المكونة للغشاء محوله اياها الى بروتينات سكرية ودهون سكرية على التوالي، تختلف هذه البروتينات السكرية والدهون السكرية بحسب نوع الخلية ولها تعد هذه الجزيئات علامات مميزة على سطح الخلايا.

**وظيفة الاعشية**

يقوم الغشاء الخلوي أيضاً بإحاطة السايوبلازم وفصله فيزيائياً عن بقية المكونات الخارج خلوية وبهذا يقوم بمهمة جدار فاصل. هذا الحاجز قادر على تنظيم خرج ودخل الخلية الحية باعتباره نصف نفوذ أو نفوذ نوعياً. وهو غشاء مُنفذ يعمل عمل غشاء نصف ناضح وفي نفس الوقت له القابلية الاختيارية للمواد الداخلة والخارجة من خلاله كما تساهم في حالات كثيرة جزيئات ناقلة موجودة ضمن الغشاء البلازمي في عملية نقل المواد عبر الغشاء وتتم هذه العملية بصرف كميات كبيرة من الطاقة الكيميائية. وبالنظر لكون الغشاء البلازمي رقيق جداً لذلك لا يمكن تمييزه بسهولة باستخدام المجهر الضوئي ويلاحظ في بعض الخلايا ان الغشاء البلازمي محاط بطبقات واقية اكثر سمكاً بحيث يمكن تمييزها بالمجهر فمثلاً معظم

ان تفاعل الخلية مع البيئة مع البيئة المحيطة بها من اهم نشاطاتها وهذا التفاعل هو الذي يحقق استمرارية الحياة يحيط بالغلية الحية غشاء دهني يتم من خلاله مرور بعض المواد الذائبة بالماء وفي الوقت نفسه الغشاء ممرات بروتينية تسمح بمرور مواد معينة الى داخل الخلية او خارجها وتسمح للخلية بتبادل المعلومات مع بيئتها، وتمتلك الخلايا حقيقة النوى ايضا اغشية داخلية مثل اغشية الميتوكوندريا والشبكة الاندوبلازمية.

**تركيب بناء الاعشية**

ان الاعشية المحيطة بالخلايا الحية تكون على شكل طبقات رقيقة دهنية يبلغ سمكها جزيئتين وعلى هذا فان تجمع عشرة الاف طبقة فوق بعضها البعض يساوي سمك صفحة واحدة من الورق، واستطاع العلماء تحديد مكونات الغشاء ليس من الدهون فقط وانما من جزيئات بروتينية مختلفة.

**تتكون الاعشية الخلوية من اربعة مكونات:****1- طبقتان من الدهون المفسفرة**

**Phospholipids Bilayer:** كل غشاء خلوي يتكون من دهون مفسفرة موجودة على شكل طبقتين وتتغمر مكونات الغشاء الاخرى بداخلهما تزود هاتان الطبقتان هذه المكونات بمادة بينية قابلة للحركة وتشكل بالوقت نفسة عائقاً امام النفاذية وتحتوي اغشية الخلايا الحيوانية على الكوليسترول وهو ستيرويد يتصل به مجموعة هيدروكسيل مستقطبة (-OH).

**2- بروتينات عبر غشائية Transmembrane**

**Proteins:** تعد البروتينات من مكونات الغشاء الرئيسية وهي تطفو في طبقتي الدهن المفسفرة تزود هذه البروتينات الخلايا بممرات تسمح للمواد المعلومات بالمرور من الخلية واليها عبر الغشاء، ان كثير من هذه البروتينات غير ثابت في مكانه وتستطيع الحركة مثلها مثل الدهون المفسفرة وتكون مجتمعة في اماكن معينة في بعض الاعشية وفي بعض الاعشية تكون منتشرة وبعيدة عن بعضها وتدعى بالبروتينات المكملة **Integral Proteins** لانها تعبر الغشاء بالكامل.

النظر عن تركيز الوسط ضد ضغط التوازن المائي او الازموزي لها وكذلك ضد درجة التأين ، ان مثل هذه الحركة تتطلب طاقة تنتج بواسطة الخلية تدعى العملية بالانتقال الفعال.

#### 4. الانتقال عن طريق الالتهام (Pinocytosis).

وهو نوع فريد من الانتقال حيث يقوم فيه الجدار الخلوي بحركة اشبه بحركة الاميبيا ولهذا يسمى بـ Ameba like action وكما هو موضح وفي منطقة الامعاء الدقيقة في الطيور تقوم الخلايا بالتهام الاجسام الغريبة وقد شاعت قدرة الله سبحانه وتعالى ان يجهز الخلايا بهذه الغدد التي تستمر من 2-3 ايام من عمر الطيور وذلك لجعل هذه الخلايا قادرة على التهام الأجسام المناعية كوحدة واحدة دون ان تجزئها، وكذلك تعد هذه وسيلة لنقل المناعة من إلام إلى الأفراخ وفي هذه الحالة تكون الإفرازات الهاضمة قليلة الفعالية في الايام القليلة الاولى من العمر كالدون والينزيمات وتحتاج هذه الطريقة الى طاقة اقل.

بما ان غشاء الخلية يتكون من صفائح دهنية تتخللها مسامات ضيقة مملوءة بالماء وكذلك يحتوي على جزيئات ناقلة، لذا فان كل ما سبق من طرائق انتقال المواد عبر غشاء الخلية يعتمد على ثلاث ميكانيكيات رئيسية هي:

#### 1. الذوبان في غشاء الخلية.

مثل ذلك الجزيئات التي لها القابلية على الذوبان بالدهن ، حيث انها ممكن ان تدخل الخلية بعد ان تذوب في مادة غشاء الخلية ثم تنتشر خلال الغشاء وبعدها تعبر وتدخل الى الساييتوبلازم.

#### 2. الانتشار خلال المسامات المملوءة بالماء.

تدخل بهذه الطريقة الجزيئات الصغيرة التي لا تمتلك القدرة على الذوبان في الدهن ، حيث تدخل عن طريق مسامات ضيقة مملوءة بالماء موجود في غشاء الخلية الخارجي.

#### 3. الارتباط المؤقت مع بعض مكونات غشاء

#### الخلية (الحامل).

وتدخل في هذه الحالة الجزيئات الكبيرة الى داخل الخلية عن طريق ارتباطها بالحامل الموجود على الجدار الخلوي وهذه الحوامل او ما تسمى بالـ Carrier هي عبارة عن جزيئات كبيرة معقدة من البروتين الدهني (Lipoprotein) مغروسة في جدار الخلية لها القابلية على ان تتحد بخصوصية مع جزيئات اصغر منها بكثير

الخلايا النباتية تمتلك جداراً سليولوزياً سميكاً يغطي ويدعم الغشاء البلازمي والذي يطلق عليه اسم الجدار الخلوي Cell Wall اما خلايا الحيوانات فبعضها محاط بمواد قوية. ان اغشية الخلية الحيوانية تكون نفاذة في بعض الاحيان وغير نفاذة في احيان اخرى ويكون الانتقال من والى الخلية عن طريق وسائط اخرى موجودة على جدار الخلية، ولهذا فهناك عدة انواع من النقل من والى الخلية وكالاتي:

#### 1. التنافذ (Osmosis)

يطلق عليه ايضاً بالتناضح، وهو حركة جزيئات المذيب الى المنطقة التي فيها تركيز المذاب عالياً عبر غشاء غير ناضح للمذاب. وتتميز اجهزة الكائنات الحية بوجود الاغشية التي غالباً تقلل من عملية انتقال جزيئات المذاب بصورة اكثر مما تؤثر على انتقال جزيئات المذيب (الماء عادة) ان هذه الحالة تؤدي الى زيادة كبيرة في تركيز جزيئات المذاب على جهة واحدة من الغشاء اكثر من الثانية بمعنى آخر نستطيع اعتبار ان الماء على جهة معينة من الغشاء وقد خفف الى درجة كبير بجزيئات المذاب اكثر مما عليه في الجهة الثانية ان ذلك سيؤدي الى انتقال الماء عبر الغشاء من جهة الى اخرى ليتعادل تركيزه في جهتي الغشاء. ان الضغط الذي تولد سبب هذا الانتقال هو الضغط التنافذي او الازموزي (Osmotic pressure) ، ويحدث الضغط التنافذي لوجود اغشية نصف ناضحة تسمح بنفاذ جزيئات المذيب ولا تسمح لجزيئات المذاب.

#### 2. الانتقال الموجب او غير الفعال ( Passive

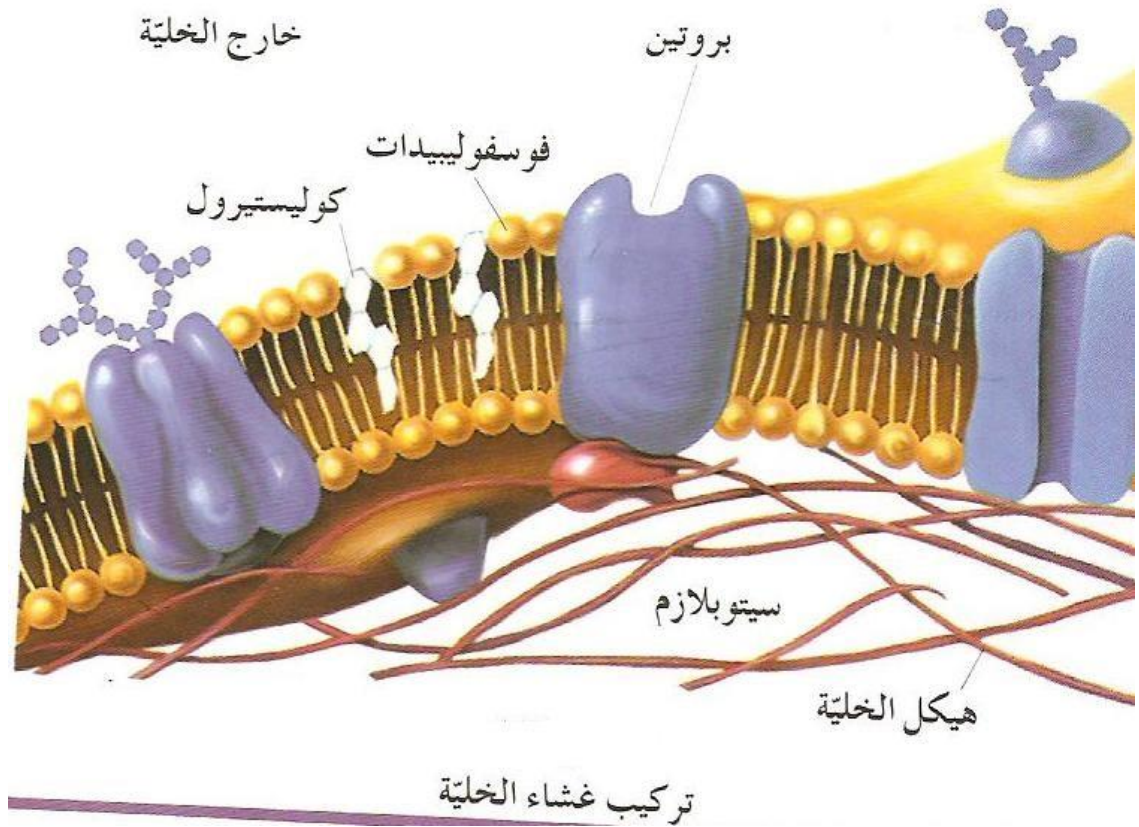
transport)

وهو الانتقال الاختياري للمواد حيث تنتقل المادة من المناطق التي يتواجد فيها تركيز عالي الى المناطق ذات التركيز الاقل لذا فان هذه الطريقة في الانتقال تعتمد على الضغط الازموزي، وكذلك على تركيزها في ذلك الوسط ومثال على انتقال المواد بهذه الطريقة الانتقال عبر التنافذ والتناضح.

#### 3. الانتقال الفعال (Active Transport)

وهو انتقال المواد من التركيز الواطئ الى التركيز العالي ويحتاج الى طاقة هناك العديد من المواد التي تتجمع داخل الخلايا او خارجها والتي تتطلب ان تتحرك من والى الخلية عبر غشائها بغض

لغرض ادخالها الى الخلية ، ويحدث مثل هذا الانتقال لهرمون الانسولين حيث يرتبط مع حامل على الجدار الخلوي ويدخل الخلية. ان خلايا الجسم وطبيعة الجدار الخلوي تتغير مع تغير التوازن الهرموني ففي كل مرحلة من مراحل العمر سوف ترتفع هرمونات على حساب هرمونات اخرى وهذا يتطلب تغير بعض النواقل مما يجعل الخلية تظهر نواقل جديدة لم تكن مستجيبة له في السابق ، علماً ان عدد النواقل يتغير فعندما يحتاج الجسم في مرحلة البلوغ الى نضج بالمبيض تزداد عدد النواقل للـ FSH على حويصلات المبيض.





الطاقة High Energy Bond، وينتج مركب الأدينوسين ثنائي الفوسفات. وقد تتحطم الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والأولي لينتج مركب AMP. ويتم تخليق ATP في الميتوكوندريا عن طريق أكسدة الجلوكوز فتطلق الطاقة المخزنة في الروابط الكيميائية الموجودة فيه لتخزن في مركبات ATP، حيث تكون هذه الرابطة الفوسفاتية عالية قابل للتغيير Highly Labile أيضاً بحيث أنها يمكن أن تتشطر آنياً كلما دعت الحاجة إلى طاقة تحفز التفاعلات الخلوية الأخرى. وعندما يطلق الـ ATP طاقته فإنه ينفصل بعيداً عن جذر حمض الفسفوريك ويتكون عند ذاك ثنائي فوسفات الأدينوزين ADP وتسبب الطاقة المستحصلة من الغذيات بعد ذلك إعادة اتحاد الـ ADP مع حمض الفسفوريك لتوليد ATP جديد. وتستمر العملية بعد هذا مرات ومرات. وهذه الأسباب يسمى الـ ATP باسم عملة الطاقة energy currency للخلية لأنه من الممكن صرفه وإعادة تكوينه مرة بعد أخرى. ولا تطول دورته في العادة لوقت إجمالي أكثر من بضع دقائق فقط ويعد (ATP) من الجزيئات الناقلة الأكثر انتشاراً في خلايا جميع المخلوقات الحية.

## استعمالات ATP في الوظائف الخلوية و الوظائف الايضية:

يستعمل الـ ATP في ثلاث مجموعات رئيسية من الوظائف الخلوية وهي:

1. النقل الغشائي.
2. تركيب المركبات الخلوية.
3. أعمال آلية

وهذه الاستعمالات المختلفة الثلاثة هامة لكل من:

- 1- تجهيز الطاقة اللازمة لنقل الصوديوم خلال غشاء الخلية
- 2- تنشيط الريبوسومات لتكوين البروتين.
- 3- تجهيز الطاقة الضرورية للتقلص العضلي.

و بالإضافة إلى كون طاقة الـ ATP ضرورية للغشاء الخلوي عند نقله الصوديوم فهي ضرورية أيضاً بصورة مباشرة أو غير مباشرة لنقل أيونات البوتاسيوم وأيونات الكالسيوم وأيونات الفوسفات وأيونات الكلوريد واليورات وأيونات الهيدروجين والعديد والأيونات والمواد الأخرى أيضاً. والنقل عبر غشاء الخلية مهم جداً لوظائف الخلية لدرجة أن البعض منها مثل خلايا النيبات الكلوية تستخدم حوالي

## الأيض Metabolism:

هو مجموعة من التفاعلات الكيميائية في خلايا الكائنات الحية اللازمة لاستمرار الحياة. هذه التفاعلات المحفزة بواسطة الإنزيمات تسمح بنمو وتكاثر الكائنات الحية، والحفاظ على هيكلها، والاستجابة لبيئتها. يشمل مفهوم الأيض جميع العمليات الكيميائية الحيوية التي تتم داخل الجسم عندما يقوم ببناء الأنسجة الحية من مواد الطعام الأساسية ومن ثم يفكها لينتج منها الطاقة، ويحتاج ذلك إلى عملية هضم الطعام في الأمعاء وامتصاص خلاصاتها وتخزينها كمرحلة انتقالية لدمجها في أنسجة الجسم ثم تفكيكها إلى ماء وثنائي أكسيد الكربون فالطاقة التي تتولد من الاستقلاب لا تتحول كلها إلى حرارة بل تخزن داخل الخلايا وتستخدم عند الحاجة.

ينقسم الأيض عادة إلى فئتين: هدم، و كسر من المادة العضوية عن طريق التنفس الخلوي، وابتداء، و بناء من مكونات من الخلايا مثل البروتينات والحمض النووي. وعادة، الكسر يقوم بتحرير الطاقة والبناء يستهلك الطاقة.

## عمل الطاقة في الخلية:

ان المصدر الاساسي للطاقة في الخلية هو نيوكليوتيد يسمى (ATP) لأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) نكليوتيد تخزن فيه الطاقة (حرارة) على شكل رابطة غنية بالطاقة بين مجموعة فوسفات غير عضوي ومركب أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP. ويتكون مركب ATP عن طريق تفاعل ADP مع مجموعة الفوسفات P في وجود طاقة عالية ناتجة عن الطاقة التي اكتسبتها الإلكترونات بعد الإثارة، طبقاً للتفاعل:



يتألف ATP من القاعدة النيتروجينية أدينين، وسكر الريبوز، وثلاث مجموعات فوسفات. تحتوي الروابط بين مجموعات الفوسفات علي طاقة كيميائية مخزنة بكميات كبيرة ويمكن لهذه الطاقة أن تتطلق عند تحطم إحدى روابط الفوسفات. فعند تحطم الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة، تتحرر طاقة مقدارها 12000 كالوري أو 7.3 كيلو سعرة / مول تحت الظروف القياسية وذلك أكبر بكثير من الطاقة المخزونة في الرابطة الكيميائية الاعتيادية للمركبات العضوية الأخرى ولذلك أعطيت المصطلح الرابطة العالية

ADP إلى ATP بواسطة الطاقة التي تحرر أثناء هذا التحول ولكن هذه الكمية لا تمثل إلا 5% من مجموع استقلاب الطاقة في الخلية. والمعلوم أن القسم الأكبر من ATP الخلية يتكون في الميتوكوندريا، و تحول كل الأحماض البيروفية وبعض الأحماض الدهنية ومعظم الأحماض الأمينية إلى المركب متم الإنزيم A في العصارة الخلوية وفي الميتوكوندريا. وتعمل على هذه المادة سلسلة من الإنزيمات فتتحلل بعمليات كيميائية متتالية تسمى دورة حمض الستريك أو دورة كريبس Krib's Cycle و ينشطر في دورة حمض الستريك متم A إلى مكوناته الأساسية وهي ذرات الهيدروجين، وثاني أكسيد الكربون، وينتشر ثاني أكسيد الكربون بدوره إلى خارج الميتوكوندريا وأخيراً إلى خارج الخلية. ومن الناحية الأخرى فإن أيونات الهيدروجين تكون فعالة جداً وتتحد في النهاية مع الأكسجين الذي ينتشر إلى الميتوكوندريا من سيتوبلازم الخلية، و يحرر ذلك التفاعل كمية كبيرة من ا طاقة التي تستعملها الميتوكوندريا لتحويل كميات كبيرة من الـ ADP إلى الـ ATP ، وتحتاج إلى مشاركة أعداد كبيرة من الإنزيمات التي تكون أقساماً متكاملة من الرفوف الغشائية للميتوكوندريا التي تبرز إلى العصارة الخلوية. وأولى الحوادث التي تتم هي إزالة إلكترون واحد من ذرة الهيدروجين فيتحول بذلك إلى أيون هيدروجين. والحادثة التالي هو حركة هذه الأيونات خلال بروتينات كروية تسمى سنتاز الـ ATP التي تبرز مثل الأزرار خلال أغشية روف الميتوكوندريا . وسنتاز الـ ATP هو إنزيم يستعمل الطاقة المولدة من حركة أيونات الهيدروجين لتحويل الـ ADP إلى ATP بينما تتحد في الوقت نفسه مع الأكسجين لتولد الماء ، و أخيراً ينقل الـ ATP المكون حديثاً إلى خارج الميتوكوندريا حيث كل يصل إلى كل أقسام السيتوبلازم و إلى النواة ، بينما توفر طاقته لتستعمل في مختلف وظائف الخلية.

**والخلاصة:** يتوفر الـ ATP دائماً و تطلق طاقاته بسرعة انفجارية تقريباً عندما تحتاجه الخلية. و للتعويض عن الـ ATP الذي يستهلك في الخلية تحلل العمليات الكيميائية البطيئة السكريات الدهون والبروتينات و تستعمل الطاقة المولدة من ذلك لتكوين ATP جديد. ويتكون حوالي 95 % تقريباً من هذا الـ ATP في ميتوكوندريا الخلية مما يعلل تسمية الميتوكوندريا بمحطات توليد الطاقة للخلية .

80 % من الـ ATP الذي يتم توليده فيها لهذا الغرض لوحده. بالإضافة لتكوين الخلايا للبروتينات فإنها تقوم أيضاً بتوليد الشحوم الفسفورية والكوليستيرول والبيروينات purines والبيريميدينات ومجموعة أخرى من المواد، ويحتاج تكوين أي مركب كيميائي تقريباً إلى طاقة؛ فمثلاً يمكن أن يكون جزيء بروتين واحد مركباً من عدة آلاف من الأحماض الأمينية ملتصقة ببعضها البعض بارتباطات ببتيدية، ويحتاج تكوين كل واحد من هذه الارتباطات إلى تحليل ثلاثة ارتباطات عالية الطاقة ولذلك لا بد من إطلاق عدة آلاف من جزيئات الـ ATP أو من جزيئات ثلاثي فوسفات الجوانوزين GTP المقارن لتطلق طاقاتها لكي تولد أحد جزيئات البروتين. وفي الواقع تستعمل بعض الخلايا 75 % تقريباً من كل الـ ATP الذي يتكون فيها لتركيب المركبات الكيميائية الجديدة فيها. ويصدق هذا بصورة خاصة أثناء مرحلة نمو الخلايا. والاستعمال الرئيسي الأخير للـ ATP هو تجهيز الطاقة لبعض الخلايا لتوليد عمل آلي ؛ حيث يحتاج تقلص الليف العضلي إلى استهلاك كميت كبيرة من الـ ATP وتقوم بعض الخلايا الأخرى بأعمال آلية بطرق خاصة أخرى كالحركات الهدبية والأميبية ؛ ومصدر الطاقة لكل هذه الأنواع من الأعمال الآلية هو الـ ATP .

و باختصار:

- تحتاج الخلية النشطة حوالي مليوني جزيء ATP كل ثانية فهو مصدر طاقة:
- بناء المواد الغذائية مثل السكريات العديدة، وتحويل الأحماض الأمينية إلى بروتين، وتضاعف DNA.
- الحركة وانقباض العضلات وانقسام الخلية.
- عملية النقل النشط.
- تسريع التفاعلات الكيميائية.

**مثال على استعماله:** الحشرة المسماة سراج الحصادين تحول طاقة ATP إلى طاقة ضوئية، وتسمى هذه الظاهرة بالإضاءة الحيوية.

## دور الميتوكوندريا في العمليات الكيميائية المكونة للـ ATP:

يتعرض الكلوكوز عند دخوله إلى الخلايا للإنزيمات الموجودة في السيتوبلازم التي تحوله إلى حمض البيروفيك، و تسمى هذه العملية باسم التحلل السكري Glycolysis وتتحول كمية صغيرة من الـ



## العوامل المساعدة البيولوجية:

ينظم التفاعل الكيميائي داخل الكائنات الحية من خلال التحكم في المواقع التي تعمل عليها العوامل المساعدة، فالحياة ذاتها يمكن وصفها بأنها تحت تأثير تنظيم العوامل المساعدة وتسمى هذه العوامل المساعدة بالانزيمات ومعظمها هي بروتينية ولكن هناك جزء منها هي عبارة عن جزيئات من RNA.

فالأنزيمات في الواقع هي نوع من أنواع البروتينات التي تعمل على القيام بعملية كيميائية أو تسريعها في داخل الجسم دون أن تدخل هذه الأنزيمات في العملية بنفسها إذ إنها تقوم بالارتباط بالمواد التي تدخل في هذا التفاعل، ويقوم مبدأ عمل الأنزيمات على خفض الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل أو ما يعرف بطاقة التنشيط، وتحتاج الأنزيمات في العادة إلى ظروف معينة كي تقوم بالمساهمة في التفاعلات الكيميائية كدرجة الحرارة المناسبة ودرجة الحموضة والتي تختلف من أنزيم إلى آخر. ومن الممكن أن تعمل الأنزيمات على تنشيط العمليات الكيميائية وتسريعها وحدها بوجود درجة الحرارة والحموضة المناسبين إلا أنها في الغالب تحتاج إلى عوامل أخرى لتساعدها على القيام بتسريع وتنشيط العمليات الكيميائية وتكون هذه العوامل في العادة عبارة عن مواد غير بروتينية بعكس الأنزيمات. ويتم تصنيف الأنزيمات إلى عدد من الأصناف بحسب المواد التي يقوم الأنزيم بالتأثير عليها وعلى تفاعلاتها الحيوية فهناك الأنزيمات المحللة والتي تقوم على الارتباط بالتفاعلات التي يتم فيها تحليل المواد المعقدة عن طريق كسر الروابط بين جزيئاتها وتحليلها إلى مواد بسيطة كالأنزيمات المحللة للكربوهيدرات التي تعمل على تحليل السكريات إلى أشكال أبس قابلة للامتصاص من خلايا الجسم كالكلوكوز، وهناك أيضاً الأنزيمات المحللة للبروتينات التي تعمل على المساعدة في تكسير الروابط بين جزيئات البروتينات خلال عملية الهضم. وهناك أيضاً مجموعة أخرى من الأنزيمات كالأنزيمات المفسفرة والتي تعمل على فسفرة أي تقوم بتكسير الروابط في جزيئات بعض المواد كالكربونات العديدة وتنشأ روابط جديدة بينها وبين الفسفور، أما النوع الآخر من أنواع الأنزيمات فهي الأنزيمات التي تساعد في عمليات الأكسدة والاختزال فهناك أنزيمات تعمل على نزع ذرات الهيدروجين من المواد والأنزيمات التي تقوم باستخدام الأكسجين الموجود في الهواء الجوي للقيام بعملية أكسدة المواد، أيضاً هناك ما يسمى بالانزيمات الهاضمة

تلعب الانزيمات الهاضمة دوراً محورياً في عملية هضم الطعام في الجسم، إذ تقوم بتنفيذ التفاعلات الكيميائية اللازمة لعمليات الهضم المختلفة ومن هذه الانزيمات:

1. أنزيم أميليز (Amylase): يعمل على تحفيز عملية هضم وتحويل الكربوهيدرات إلى سكريات. يتواجد هذا الأنزيم في الغدد اللعابية والبنكرياس والأمعاء الدقيقة، ويؤثر نقص هذا الأنزيم على الصحة ككل، لا على عمليات الهضم فحسب، لأنه مسؤول أيضاً عن تحليل خلايا الدم البيضاء الميتة، وعدم تحللها قد يؤدي إلى نشأة تورمات.
2. أنزيم بروتيز (Protease): وهو مسؤول عن تحليل البروتينات وتحويلها إلى أحماض أمينية (Amino Acid). يتركز أنزيم بروتيز في المعدة والبنكرياس والأمعاء الدقيقة. إن أي نقص في هذا الأنزيم قد يتسبب بعدة مشاكل في الجسم مثل: القلق وقلة النوم، والتهاب المفاصل وهشاشة العظام نتيجة نقص كمية الكالسيوم في الدم. ولأن أنزيم بروتيز يعمل على التخلص من بعض أنواع البكتيريا والفيروسات في الدم، فقد يؤدي نقصه كذلك إلى الالتهابات وانخفاض كفاءة جهاز المناعة في الجسم.
3. أنزيم ليباز (Lipase): وظيفة هذا الأنزيم الرئيسية هي تحليل الدهون، وتحفيز عملية تحويلها إلى أحماض دهنية في البنكرياس والأمعاء الدقيقة. إن أي نقص في هذا النوع من الانزيمات له تأثيرات سلبية على صحة الجسم، مثل: ارتفاع نسبة الكوليسترول والدهون الثلاثية، مواجهة صعوبة في إنقاص الوزن، الإصابة بمرض السكري، تخلص خلايا الجسم من الفضلات أو امتصاصها للغذاء بصعوبة وبعد عناء، وقد يعاني الإنسان أيضاً من تشنج العضلات خصوصاً في منطقة الأكتاف بسبب نقص الكالسيوم في الدم.
4. أنزيم بابين (Papain): وهو أنزيم مسؤول عن تحفيز عملية تحليل البروتينات الموجودة باللحوم. يساعد هذا الأنزيم على معالجة مشاكل الهضم والغازات، والتخلص من الأنسجة الميتة والضارة في الجسم.

### 1- درجة الحرارة:

يزداد نشاط الأنزيم بزيادة درجة الحرارة إلى حد معين إذ إن درجة الحرارة تعمل على زيادة حركة الجزيئات وبالتالي زيادة سرعة التفاعل.

درجة الحرارة المثلى: هي الدرجة التي يكون عندها النشاط الأنزيمي أعلى ما يمكن .

علل: يهبط النشاط الأنزيمي بعد درجة الحرارة 40 م°

إن ارتفاع درجة الحرارة عن 40 مئوي يؤدي إلى حدوث تغيرات كيميائية في تركيب الأنزيم وهذا يؤدي إلى تغيير في شكل الموقع النشط منه وبالتالي فقدانه لقدرته على العمل.

2- الرقم الهيدروجيني pH: يتأثر النشاط الأنزيمي بالرقم الهيدروجيني بطريقة مشابهة لتأثير درجة الحرارة ، فكل أنزيم رقم هيدروجيني يعمل عنده بصورة مثلى.

3- تركيز الأنزيم: تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز الأنزيم (علاقة طردية)

5. أنزيم اللاكتيز (Lactase): وظيفة هذا النوع من الانزيمات هي تحليل وهضم اللاكتوز المتواجد في سكر الحليب. ويؤثر نقصه على الإنسان عند الكبر، فقد يسبب نقصه صعوبة في هضم هذا النوع من السكريات، في حالة يطلق عليها عدم تحمل اللاكتوز ( Lactose Intolerant).

6. أنزيم بروميلين (Bromelain): وهو من الانزيمات المضادة للالتهاب، ويساهم في منع حدوث التهاب المفاصل.

### اليه عمل الانزيم

يعمل الأنزيم على تقليل طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل بحيث يحدث عند درجة حرارة الخلية .

طاقة تنشيط التفاعل : الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لبدء التفاعل. كيف يقلل الانزيم طاقة تنشيط التفاعل ؟

يقلل الأنزيم طاقة تنشيط التفاعل بواسطة ارتباطه بالمواد المتفاعلة عند الموقع النشط للإنزيم وهذا الارتباط يقرب بين المواد المتفاعلة، وتحدث التفاعلات بينها.

### فرضيات تفسر آلية عمل الأنزيم

(A) فرضية القفل والمفتاح: كل مادة متفاعلة يجب أن يكون لها شكل خاص يوافق ويتم الجزء النشط من الأنزيم المتحد معه .

ملاحظة : شكل الأنزيم ثابت. شكل الموقع النشط ثابت .

الموقع النشط : جزء تركيبى صغير من الأنزيم ، يتميز بقدرته على تنشيط التفاعل.

(B) فرضية التلائم المستحث: يرتبط الأنزيم بالمادة المتفاعلة ويكوّن موقع نشط يتلائم شكله مع المادة المتفاعلة وقت الارتباط به.

ملاحظة : شكل الأنزيم قد يتغير، شكل الموقع النشط متغير

### العوامل المؤثرة في نشاط الأنزيم

يتأثر نشاط الأنزيمات بعوامل عدة منها:

1- درجة الحرارة.

2- الرقم الهيدروجيني.

3- تركيز الأنزيم.

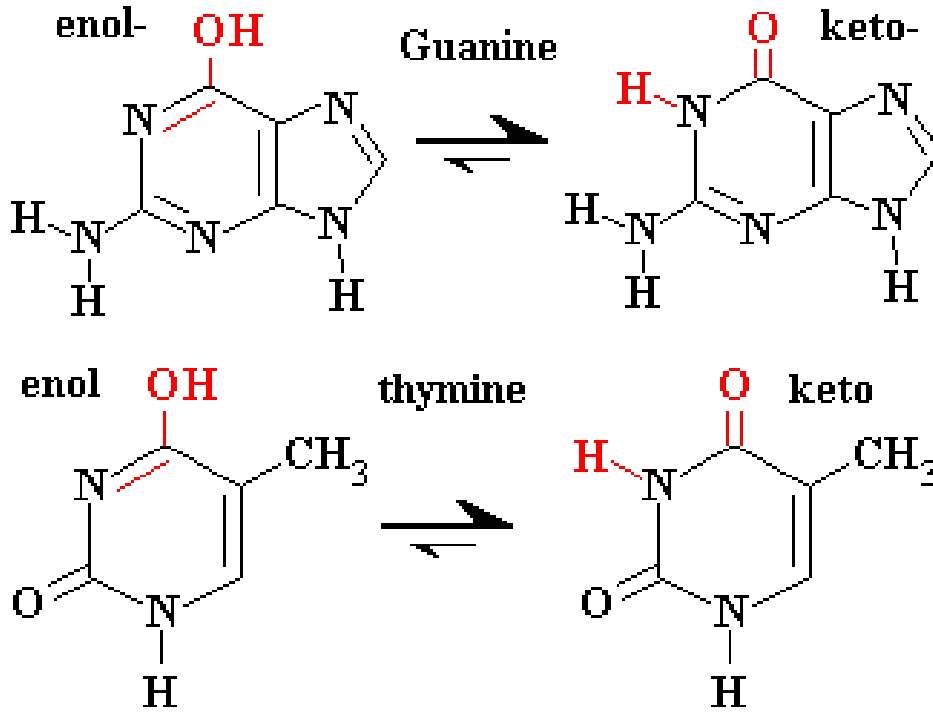
## الطفرة الوراثية Genetic Mutation

تعرف الطفرة الوراثية على أنها التغيير الحاصل في المادة الوراثية وتكون على مستوى الجين او الكروموسوم.

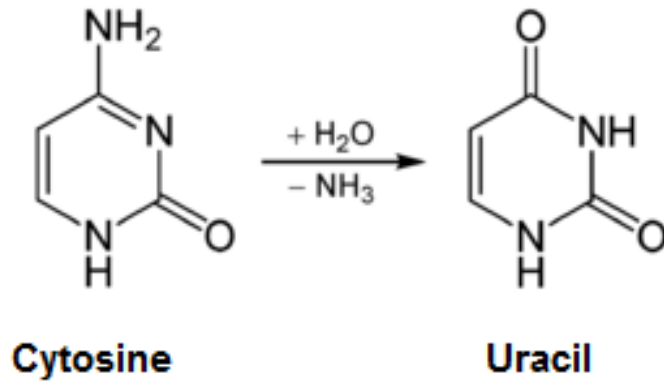
فعلى مستوى الجين تعرف الطفرة على أنها أي تغيير في القواعد النتروجينية للدنا والتي بدورها تؤدي الى نتائج مؤذية (او في بعض الأحيان مفيدة) للصفة الوراثية. وتسمى العملية التي تؤدي الى حدوث الطفرة بالتطفير *Mutagenesis* والتي تكون :

١- طبيعية *Natural* : بفعل العوامل المطفرة في الطبيعة ومن اهم أسبابها او عواملها:

- الصنوانية Tautomerism: تغيير قاعدة عن طريق إعادة تموضع ذرة هيدروجين، وذلك بتعديل نمط ترابط الهيدروجين لتلك القاعدة، مما يؤدي لازدواج نوكلبيوتيدات خاطئ أثناء التضاعف وكما موضح في الشكل ادناه:



- نزع البيورينات Depurination: فقدان قاعدة بيورين لتشكل موقع منزوع البورين (AP site) والذي يحدث نتيجة لازالة قاعده بيورينية اثناء عمليات اصلاح الدنا.
- نزع الأمينات Deamination: نزع مجموعة أمين والتي تؤدي لتبديل قاعدة عادية الى اخرى مثلا تبديل السايروسين الى يوراسيل كما موضح ادناه:



٢- **مستحثة Induced** : والتي تحصل بشكل مقصود كما في بعض التجارب المختبرية التي تختبر القدرة التطهيرية لبعض المركبات او المؤثرات ومن العوامل التي تسبب الطفرة المستحثة هي (تسمى العوامل المطفرة بـ Mutagen) :

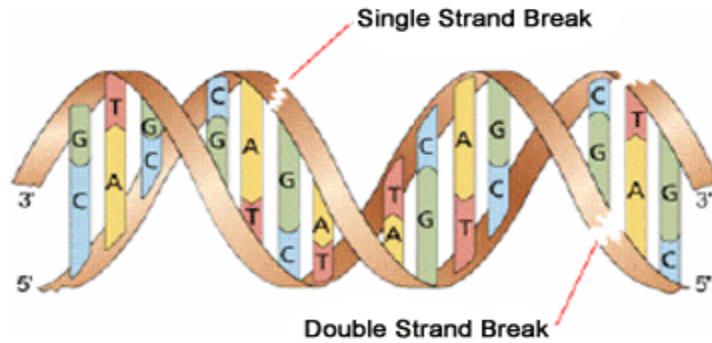
اولا: العوامل الفيزيائية: وأهمها الأشعة والتي تنقسم الى:

• **الأشعة المؤينة Ionizing Radiation** : وأهمها الأشعة السينية X-ray وأشعة

كما  $\gamma$ -ray حيث تعمل على عطب الدنا من خلال مايلي:

١- القطع في احد الشريطين Single Strand Breaks من خلال تحطيم الاصره بين السكر والقاعده النتروجينية او الاصره ثنائية الفوسفات (Phosphodiaster bond) . ويتم ذلك من خلال تكوين الجذور الحره للاوكسجين.

٢- القطع في كلا الشريطين Double Strand Breaks من خلال تحطيم الاصره بين السكر والقاعده النتروجينية او الاصره ثنائية الفوسفات (Phosphodiaster bond) . . ويتم ذلك من خلال تكوين الجذور الحره للاوكسجين.



٣- **Base Damage** :

- الأشعة الغير مؤينة **non-ionizing Radiation** وأهمها الأشعة فوق البنفسجية **UV-light** : حسب منظمة الغذاء والدواء الأمريكية ووكالة ناسا هناك ثلاثة انواع من الأشعة :

UV-A 400 nm - 320 nm

UV-B 320 nm - 290 nm

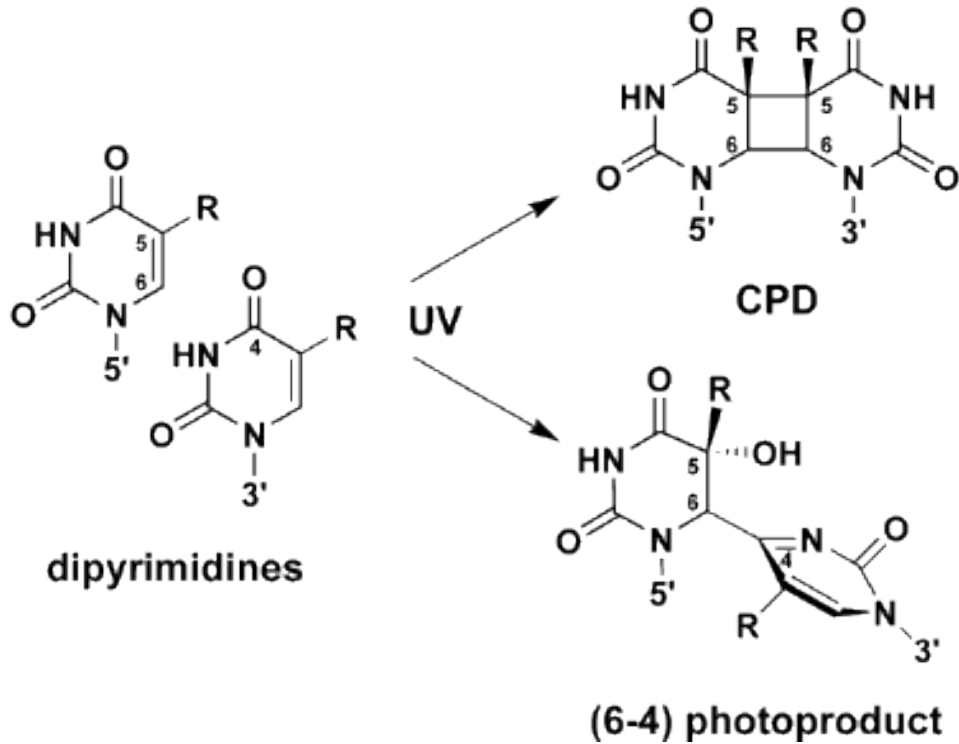
UV-C 290 nm - 100 nm

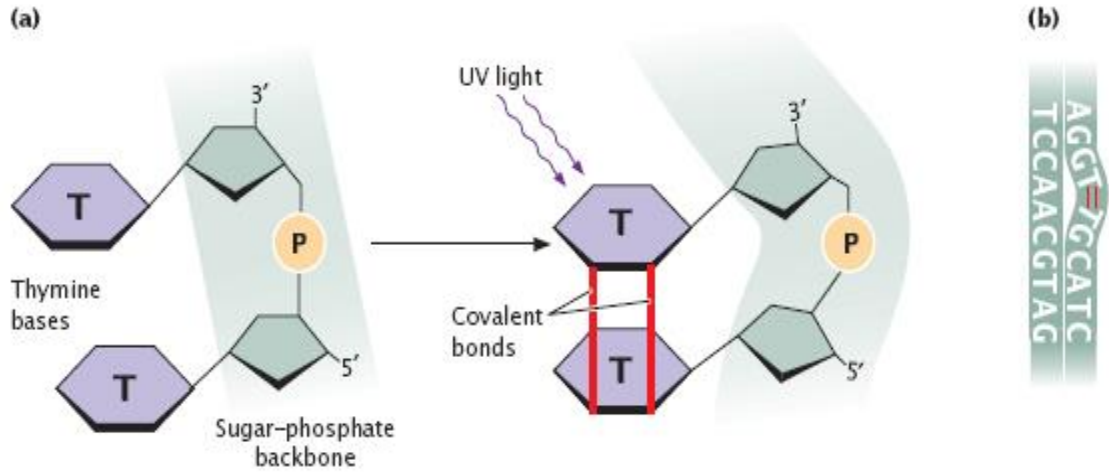
ان اخطر هذه الأنواع هي UV-B حيث تعمل على عطب الدنا من خلال :

١- تكوين مركبات ضوئية photoproducts حيث تمتص الفوتونات المتأتية من الـ UV-B من قبل الدنا وتؤدي الى حالة من عدم الاستقرار وإعادة ترتيب الالكترونات مكونة هذه المركبات الضوئية وأهمها:

Cyclobutane pyrimidine dimer (CPD) e.g. Thymine Dimer

6-4 pyrimidine –pyrimidone

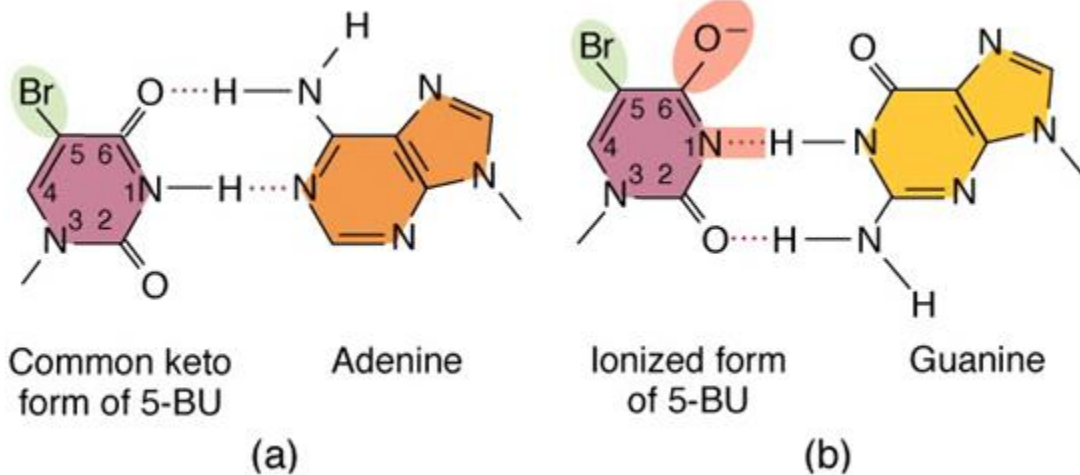




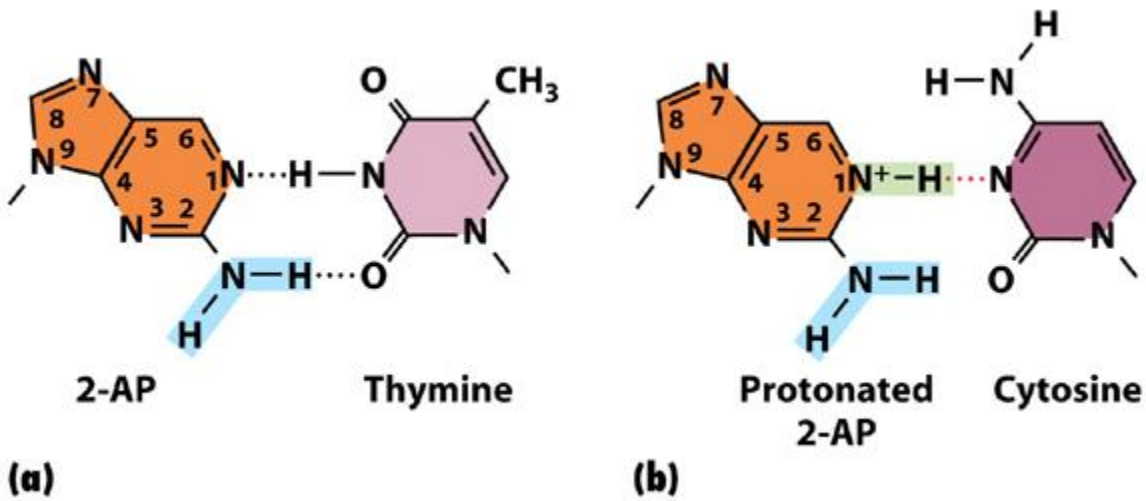
٢- استبدال قاعدة منفرد او زوج قاعدي single-base or Double-base substitutions كما في استبدال السائتوسين بالثايمين.

### ثانيا: العوامل الكيماوية: والتي تنقسم الى

- ١- **مشابهات القواعد Base analogue mutagens** : وهي مواد كيميائية تشبه الى حد كبير القواعد النتروجينية الاعتيادية (البورينات والبيريميديات) وتمتاز بأنها ممكن ان ترتبط مع اكثر من نوع من القواعد النتروجينية مسببة الطفرة ومن هذه المواد:
  - **٥-برومويوراسيل 5-BU** : لديه شكل كيتوني يشبه الثايمين وبذلك ممكن ان يرتبط مع الأدينين وشكل اينولي يشابه الستيتوسين يمكنه من الارتباط مع الكوانين.



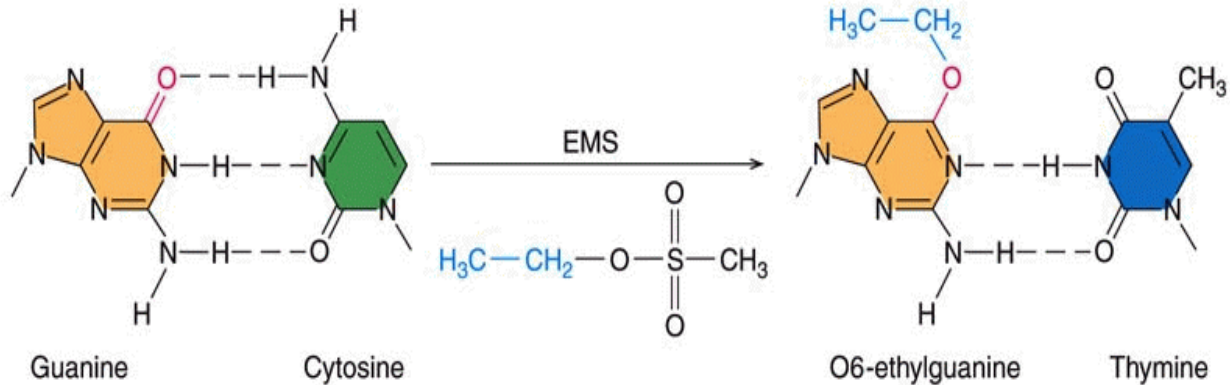
- **٢-امينوبورين 2-AP** : على العكس من 5-BU لديه شكل كيتوني يشبه الادنين وبذلك ممكن ان يرتبط مع الثايمين وشكل اينولي يشابه الكوانين يمكنه من الارتباط مع السائتوسين.



٢- عوامل الاكللة Alkylator : هذه العوامل تتفاعل مباشرة مع القاعدة النروجينية وتتسبب في تغييرها الى قاعدة اخرى مسببة خطأ في الارتباط mispairing ومن هذه المواد:

Ethyl methane sulfonate (EMS)

حيث تعمل على تحويل الكوانين الى ٦-اثيل كوانين (تشابه الادينين) والتي ترتبط بدورها مع الثايمين اي ان هذه المادة تحول الارتباط G:C الى A:T



Methyl methane sulfonate (MMS)

Diethylsulfate (DES)

Nitrosoguanidine (NTG, NG, MNNG)

Mastard gas

٣- عوامل اخرى: وتشمل



- الهيدروكسيل امين الذي يحول مجموعه الامين في السائتوسين الى هيدروكسيل امين وبذلك يحول السائتوسين الى هيدروكسي يوراسيل الذي يرتبط بالادنين بدلا من الكوانين اي ان هذه المادة تحول الارتباط G:C الى A:T
- حامض النتروز الذي يعمل على سحب مجموعة الأمين من القواعد حيث يؤدي الى:

تحويل الادنين الى هايپوزانثين الذي يرتبط بالسائتوسين اي ان هذه المادة تحول الارتباط A:T الى G:C

تحويل السائتوسين الى اليوراسيل الذي يرتبط بالادنين اي ان هذه المادة تحول الارتباط G:C الى A:T

### ثالثا: العوامل البايولوجية: والتي تنقسم الى:

- ١- سلاسل الدمج (insertion sequence) IS التي يمكن ان تكون وحيدة أو مركبة تحتوي على مورثة أو عدة مورثات كتلك الخاصة بمقاومة المضادات الحيوية ومثلها IS10 و IS1.
- ٢- العوامل المتوضعه (الترانسبوزون) Transposones : ومثلها Tn3.
- ٣- العاثيات البكتيرية الاندماجية Lysogenic bacteriophage.

**انواع الطفرات: تقسم الطفرات الى عدة انواع رئيسه والتي تضم بدورها انواع ثانوية وتقسم الى مايلي:**

### اولا: حسب تأثيرها على الوظيفة: وتقسم الى

- **طفرات فقدان الوظيفة:** هذه الطفرات تحدث عندما تصبح وظائف نواتج الجينات غير مكتملة أو معدومة. عندما يفقد الأليل وظيفته بالكامل ، فإن الطفرة التي تسببت في ذلك غالباً يطلق عليها طفرة عديمة الشكل amorphic وعادةً تكون الأنماط الظاهرية المرتبطة بهذه الطفرات متنحية.
- **طفرات كسب الوظيفة:** طفرات تغير النواتج الجينية بحيث تكسبها وظائف جديدة وشاذة. هذه الطفرات عادة تكون مرتبطة بأنماط ظاهرية سائدة. وهي غالباً تسمى طفرات جديدة الشكل أو جديدة البنية neomorphic.
- **طفرات سالبة سائدة:** تسمى أيضاً طفرات مضادة للشكل antimorphic، تؤدي لأن تعمل النواتج الجينية المعدلة بشكل مناهض للألائل برية النمط. هذه الطفرات عادة ما تنتج وظائف جزئية معدلة (عادة تكون غير نشطة). والأنماط الظاهرية المقرونة بها تكون سائدة.
- **الطفرات المميتة:** تؤدي لموت الكائن الحي الحامل لهذه الطفرة.

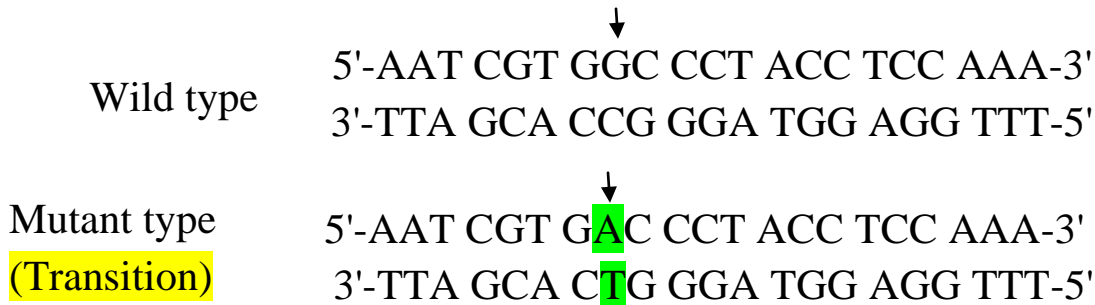
- الطفرات الرجعية: طفرات نقطية تسترجع التسلسلات الأصلية، ومن ثم النمط الظاهري الأصلي.

### ثانياً: حسب تأثيرها على الصلاحية: وتقسم الى

- الطفرة الضارة: هي طفرة تأثيراتها على النمط الظاهري تكون سلبية، وبذلك تحط من صلاحية الكائن الحي.
- الطفرة النافعة: هي طفرة تعزز صلاحية الكائن الحي، أو تدعم صفاته المرغوبة. وتأثيراتها على النمط الظاهري تكون إيجابية.
- الطفرة المحايدة: تُعرّف على أنها طفرة لا يترتب عليها تأثيرات ضارة أو نافعة. هذه الطفرات تحدث بمعدل ثابت.
- الطفرة شبه المحايدة: تُعرّف على أنها طفرة قد تكون مؤذية أو مفيدة بشكل طفيف، هذا ومع أنّ معظم الطفرات شبه المحايدة تكون مؤذية قليلاً.

### ثالثاً: حسب تأثيرها على البنية التركيبية أو تركيب البروتين الناتج: وتقسم الى

- 1- الطفرة النقطية (Point mutation) : سميت بالنقطية لأنها تتضمن استبدال قاعدة نروجينية واحده فقط وتسمى بالاستبدال المتكافئ (Transition substitution) اذا حدث استبدال لبيورين ببيورين او بايرميدين ببايرميدين (من نفس المجموعه) في حين تسمى بالاستبدال الغير المتكافئ (Transversion substitution) اذا حدث استبدال لبيورين ببايرميدين والعكس صحيح (من مجاميع مختلفه) وكما موضح ادناه:



Wild type  
 5'-AAT CGT GGC CCT ACC TCC AAA-3'  
 3'-TTA GCA CCG GGA TGG AGG TTT-5'

Mutant type  
 (Transversion)  
 5'-AAT CGT GGC CCT ACC TCC AAA-3'  
 3'-TTA GCA CCG GGA TGG AGG TTT-5'

وكنتيجه لهذه الطفره النقطية تكون واحده من الأنواع التالية:

✓ الطفرات النقطية الغير متحسسة Non sense: وتنتج عندما يحدث استبدال لقاعدة ضمن شفره تشفر الى واحده من شفرات الايقاف ومثالها:

Wild type DNA  
 5'-ATG CGT GGC CCT ACC TCC AAA-3'  
 3'-TAC GCA CCG GGA TGG AGG TTT-5'

Transcription

Wild type mRNA  
 5'-AUG CGU GGC CCU ACC UCC AAA-3'

Translation

Wild type Protein  
 Met Arg Gly Pro Thr Ser Lys

Wild type DNA  
 5'-ATG CGT GGC CCT ACC TCC AAA-3'  
 3'-TAC GCA CCG GGA TGG AGG TTT-5'

Mutant type DNA  
 (Transversion)  
 5'-ATG CGT GGC CCT ACC TCC TAA-3'  
 3'-TAC GCA CCG GGA TGG AGG ATT-5'

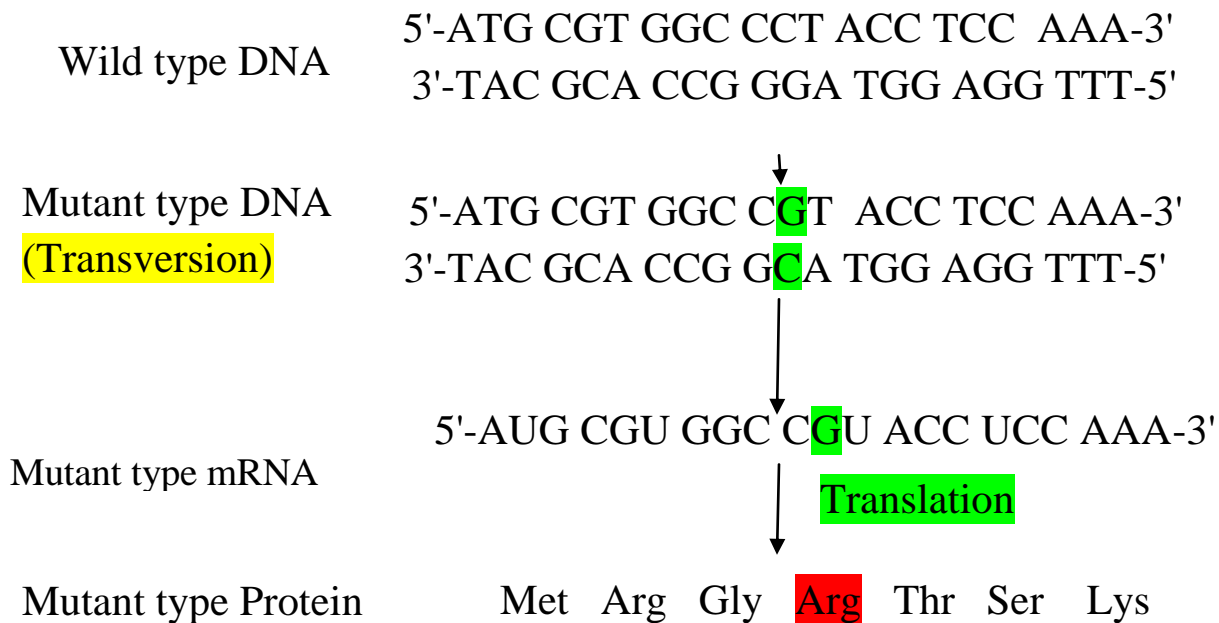
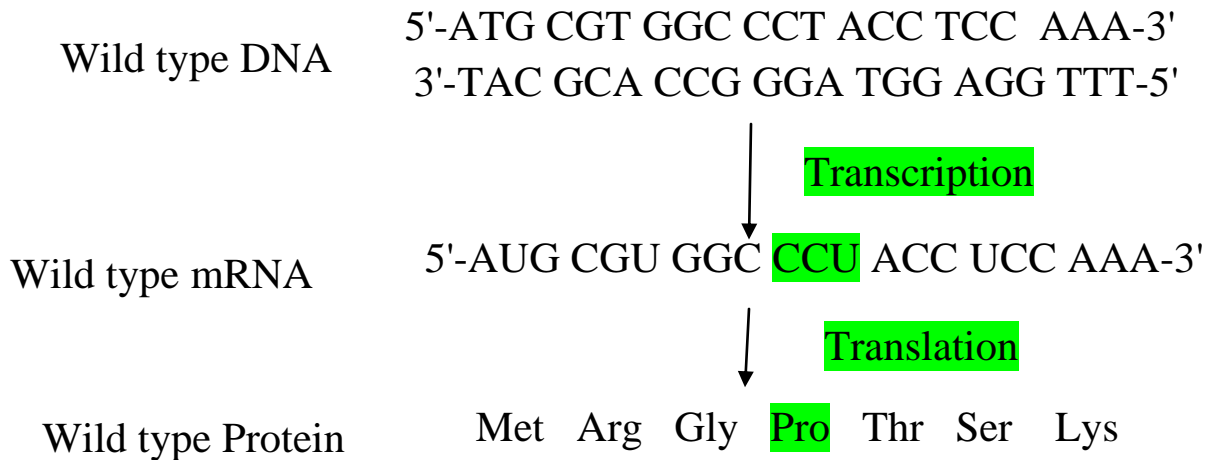
Transcription

Mutant type mRNA  
 5'-AUG CGU GGC CCU ACC UCC UAA-3'

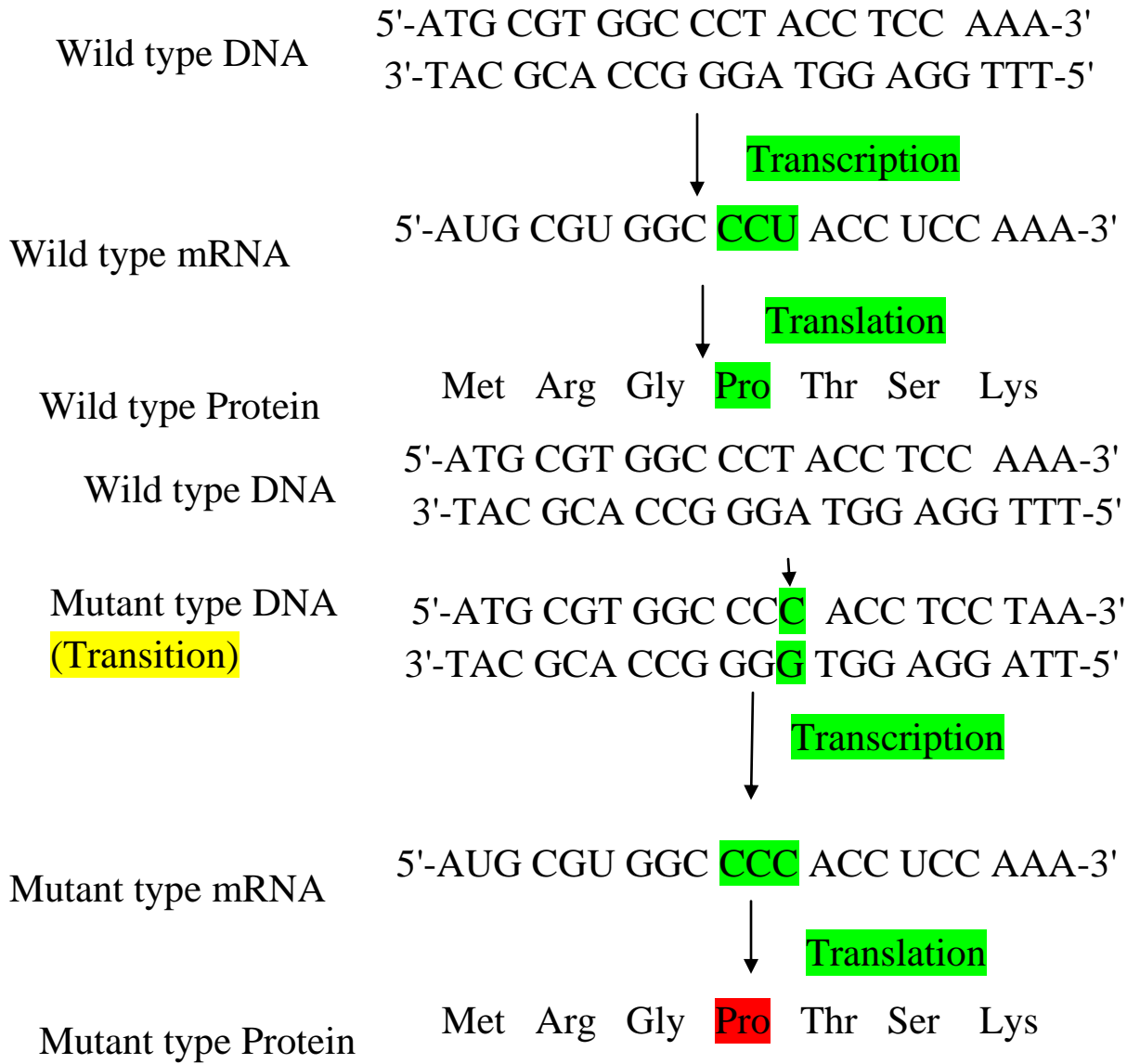
Translation

Mutant type Protein    Met Arg Gly Pro Thr Ser **STOP**

✓ الطفرات النقطية خاطئة التحسس Missense: وتنتج عندما يحدث استبدال لقاعدة ضمن شفره تشفر الى حامض اميني مختلف تماما عن الأصلي:



✓ الطفرات النقطية الصامتة **Silent**: وتنتج عندما يحدث استبدال لقاعدة ضمن شفره تشفر الى نفس الحامض الاميني الأصلي:



٢- طفرة إزاحة الإطار (Frameshift Mutation): وتشمل الحذف Delete او الاضافة Insert لقاعدة نروجينية او اكثر وسميت بهذا الاسم لأنها تغير في شكل كل التسلسلات التي تليها وكما موضح في المثال التالي:

THE **B**IGCATATETHERAT  
 THE BIG CAT ATE THE RAT  
 THEIGCATATETHERAT  
 THE IGC ATA TET HER AT

لدينا الجملة  
 بعد تقسيمها لثلاثيات تصبح كالتالي  
 عند حذف حرف تصبح الجملة  
 بعد تقسيمها لثلاثيات تصبح كالتالي

Wild type DNA

5'-ATG CGT GGC CCT ACC TCC AAA-3'  
 3'-TAC GCA CCG GGA TGG AGG TTT-5'

↓ **Transcription**

Wild type mRNA

5'-AUG CGU GGC **CCU** ACC

↓ **Translation**

Wild type Protein

Met Arg Gly **Pro** Thr Ser Lys

↓ **Insert A**

Wild type DNA

5'-ATG CGT GGC CCT ACC TCC AAA-3'  
 3'-TAC GCA CCG GGA TGG AGG TTT-5'

Mutant type DNA  
**(Transition)**

5'-ATG CGA TGG CCC CAC CTC CTA A-3'  
 3'-TAC GCT ACC GGG GTG GAG GAT T-5'

↓ **Transcription**

Mutant type mRNA

5'-AUG CGA UGG **CCC** CAC CUC CUA **A**-3'

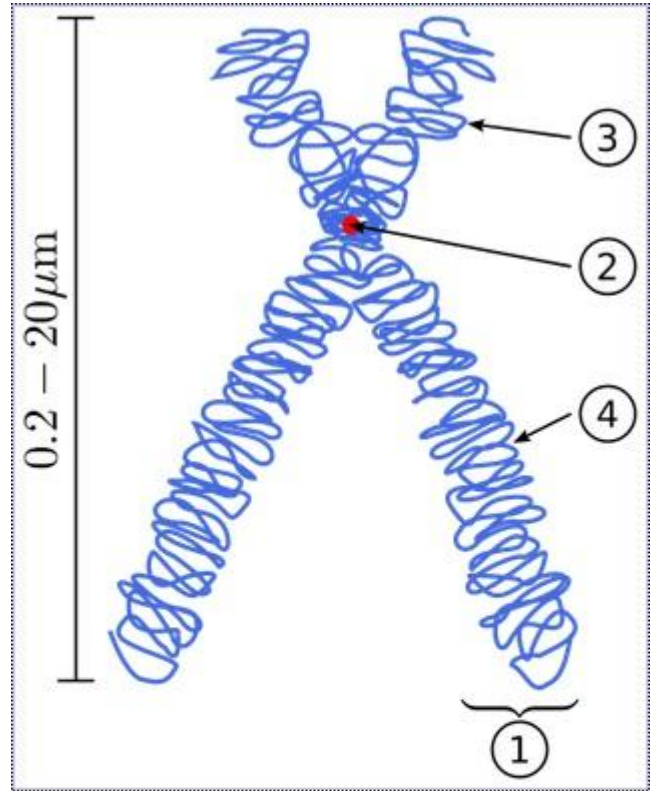
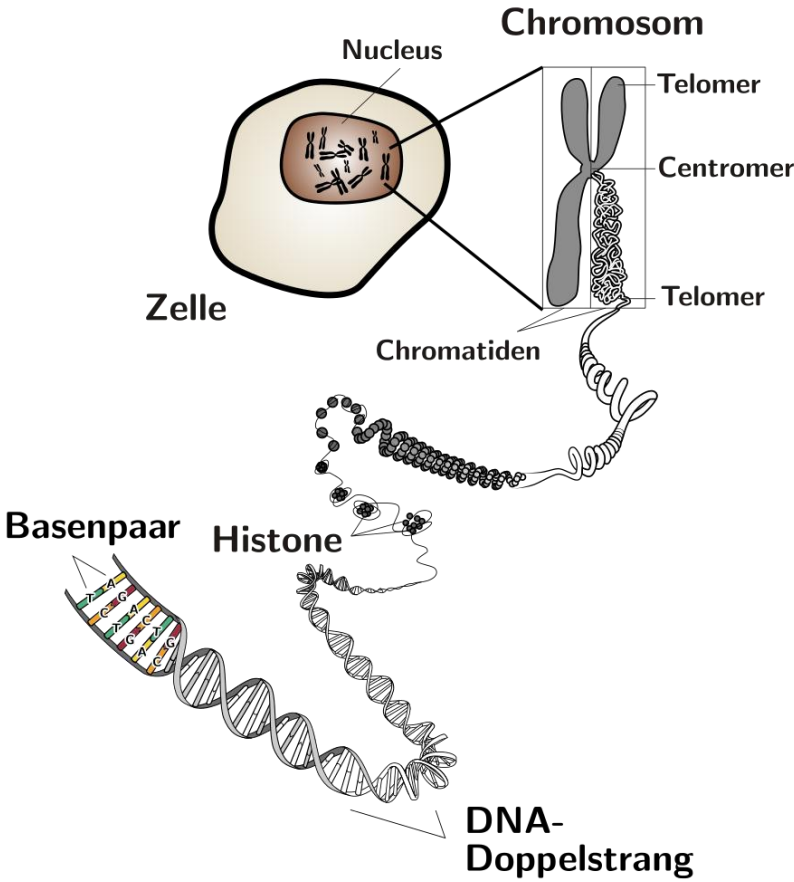
↓ **Translation**

Mutant type Protein

Met Arg Trp Pro His Leu Leu

## الكروموسوم Chromosome

الكروموسوم أو الصبغي (بالإنجليزية: Chromosome) حزمة منظمة البناء والترتيب يتكون معظمها من حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين في الكائنات الحية، تقع في نواة الخلية وهي عادة لا توجد من تلقاء نفسها، وإنما معقدة مع العديد من البروتينات الهيكلية تسمى هستون. وتحتوي الخلايا الحية لجميع الكائنات من نبات وحيوان على عدد معين من الكروموسومات الخاصة بكل نوع منها. فهي تحمل المورثات التي تنقل صفات الآباء إلى الأبناء، وينطبق ذلك على النبات والحيوان بما فيها وحيدات الخلايا. يتكون تركيب الكروموسوم من جينات وهو يحمل بذلك الصفات الوراثية. وهو يتكون من حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين وبروتينات كثيرة، وهذا التركيب المكون من DNA والبروتينات يسمى أيضا كروماتين.



- مخطط للكروموسوم (الصبغي) وفيه يظهر
- (1) الكروماتيد
  - (2) قطعة مركزية (centromere)
  - (3) الذراع القصير للكروماتيد
  - (4) والذراع الطويل للكروماتيد



يمتلك الإنسان ٤٦ كروموسوما (كروموسوم) في كل خلية جسدية مرتبة على شكل ٢٣ زوجا وكل زوج يتصل ببعضها عند نقطة قرب المركز تسمى الجسيم المركزي (centromere) في كل زوج من الكروموسومات يطلق عادة تسمية كروماتيد على القضيب الواحد الذي يتصل مع القضيب الآخر في الزوج، وللسهولة اعتدنا على استعمال مصطلح الكروموسوم لوصف الكروماتيدين المتحدين.

كل كروماتيد يترتب بشكل حلزوني ويحمل في طياته عشرات الآلاف من الجينات (جمع جين) حيث يحمل كل كروموسوم في طياته ما يقارب ٦٠,٠٠٠ إلى ١٠٠,٠٠٠ جين وكل جين لها موقع خاص بها على التركيب الحلزوني للكروماتيد مشابه بالضبط لموقع نفس المورثة على الكروماتيد المقابل. كل جين بدورها تتألف من سلسلة من النيوكليوتيدات وتطلق عليها اسم الأليل هذا الأليل يتحد مع أليل آخر في الكروماتيد المقابل، فعلى ذلك تتكون كل مورثة في حقيقة الأمر من أليلين، أليل تم وراثته من الأب وأليل تم وراثته من الأم، ويحدث ذلك عند اندماج الحيوان المنوي ببويضة الأم.

إذا كان الأليلان متشابهين تشابها تاما في تسلسل النيوكليوتيدات فيطلق على هذه الحالة متماثل الجينات Homozygote وإذا كان الأليلان مختلفين في تسلسل النيوكليوتيدات فيطلق على هذه الحالة مختلف الجينات Heterozygote.

يتركب الكروموسوم من حمض نووي رايبوزي منقوص الأكسجين يحاط هذا الأخير بنوع من البروتينات يدعى الهستونات.

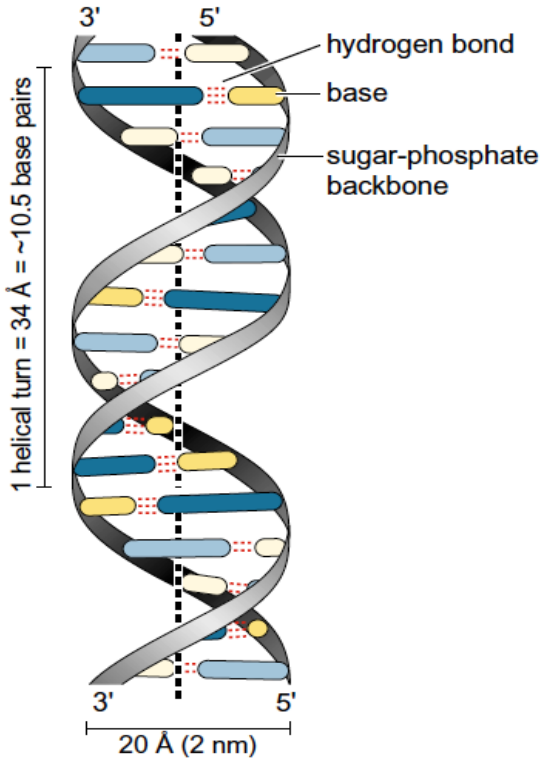
**تركيب وخصائص الأحماض النووية**

**تركيب الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين DNA**

تم عزل الـ DNA من الخلايا القيقحية WBCs لأول مره من قبل الطبيب السويسري Friedrich Meischer عام ١٨٦٩ والذي اسماه بـ Nuclein لكنه لم يعرف على انه المادة الوراثية .

يتركب الـDNA من النيوكليوتيدات ويكون ثنائي الشريط Double Strand ويسمى dsDNA (ماعدا بعض الفيروسات يكون في بعض الأحيان بشكل شريط منفرد Single strand ويسمى ssDNA) ومن مميزات جزيئة DNA :

Double helix : إن أول من اكتشف تركيب الـDNA بشكل Double helix هما العالمين واتسن وكرك عام ١٩٥٣ (James Watson and Francis Crick) والذين حصلوا فيما بعد على جائزة نوبل في الطب والفلسفة عام ١٩٦٢ لأجل هذا الاكتشاف . تم الحصول على هذه النتائج من خلال التجارب التي أجريت على DNA باستخدام الأشعة السينية حيث تم الاستدلال على هذا التركيب من خلال قراءة انحراف الأشعة السينية



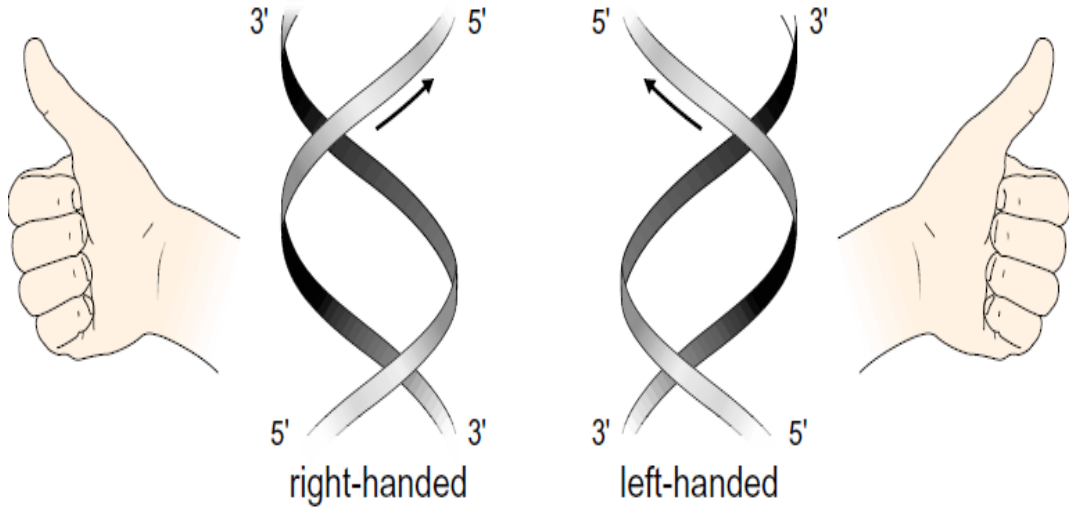
5'-3' direction : ويقصد به ان شريط DNA ينى بالاتجاه 5'-3' حيث تمثل 5' موقع ذرة الكربون لسكر الريبوز منقوص الاوكسجين التي ترتبط بها مجموعة الفوسفات بينما 3' موقع ذرة الكربون لسكر الريبوز منقوص الاوكسجين التي تضاف عندها نيوكليوتيده جديده وهذا يعني ان DNA ينى بالاتجاه 5'-3'!

Anti parallel : التضاد ويقصد بها إن شريطي جزيئة DNA يلتفان حول بعضهما البعض باتجاهين متعاكسين .

قطر جزيئة DNA هو ٢٠ انكستروم في حين ان اللفه الواحده طولها ٣٤ انكستروم

تتكون اللفه الواحده من DNA من 10.5 زوج قاعدي وبذلك يكون طول القاعده الواحده او الزوج القاعدي حوالي 3.3 انكستروم .

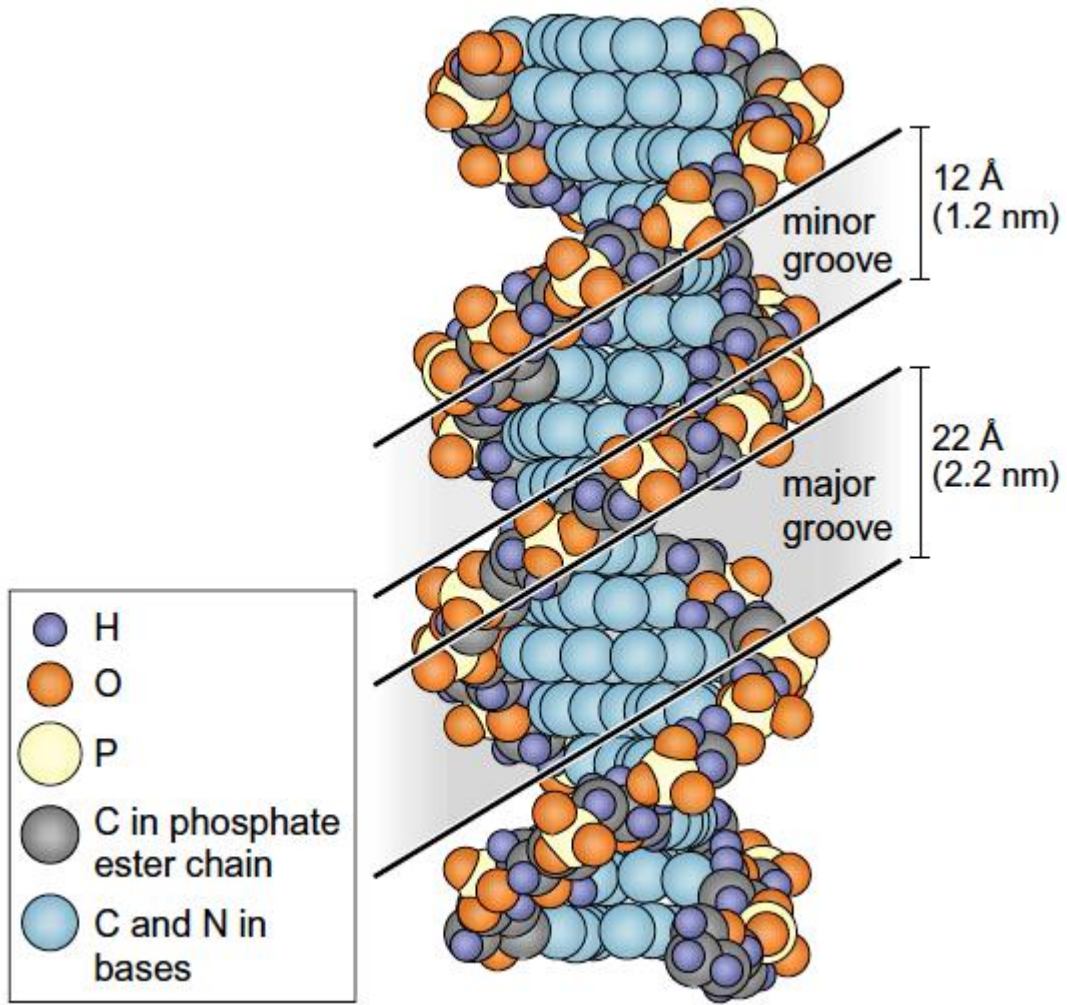
وزن الزوج القاعدي هو ٦٦٠ دالتون يكون اتجاه اللفه اما لليمين وتسمى right handed كما في جزيئة الدنا نوع A-form DNA و B-form DNA او لليساار وتسمى left handed كما في جزيئة الدنا نوع Z-form DNA.



Inter and intra strand bonds: هنالك نوعين من الأواصر في جزيئة DNA المزدوجة وهي الاصره الهايدروجينية ما بين نيوكليوتيدات شريطي DNA الاصره ثنائية الفوسفات التساهميه التي تربط بين نيوكليوتيدات الشريط الواحد وكما موضح ادناه

الأخدود الأساسي Major groove والأخدود الثانوي Minor groove : تتكون هذه الأخاديد نتيجة للشكل المزدوج المتضاد Anti parallel double helix لجزيئة الدنا وللتركيب الفراغي للقواعد النتروجينية. وتكون هذه الأخاديد غير متساوية بالحجم. أن كل زوج قاعدي يلتوي او ينحرف عن مسار الزوج القاعدي الذي يسبقه بحوالي ٣٦ درجة وبالتالي يصبح من السهل علينا معرفة عدد الأزواج القاعديه في اللفه الواحده من خلال معرفة ان اللفه الواحده تعني التواء او استداره بمقدار ٣٦٠ درجة وبلتالي هنالك تقريبا عشرة ازواج قاعديه في اللفه الواحده.

التركيب الأولى والثانوي للـ DNA: يتكون التركيب الأولي من الشريط المنفرد الذي يتألف من سلسلة من النيوكليوتيدات التي تبنى بالاتجاه 5'-3' وتمتاز بوجود أصره تساهمية فقط



(Phosphodiester bond) اما التركيب الثانوي فيتألف من شريطي الدنا التي تمتاز بأنها Anti parallel double helix وتحتوي على الاصره الهيدروجينية التساهميه في تركيبها.

التركيب الأولى والثانوي للـ DNA: يتكون التركيب الأولي من الشريط المنفرد الذي يتألف من سلسلة من النيوكليوتيدات التي تبنى بالاتجاه 5'-3' وتمتاز بوجود أصره تساهمية فقط (Phosphodiester bond) اما التركيب الثانوي فيتألف من شريطي الدنا التي تمتاز بأنها Anti parallel double helix وتحتوي على الاصره الهيدروجينية التساهميه في تركيبها.

يسمى الشريط ذو الاتجاه 5'-3' بـ sense اما ذو الاتجاه 3'-5' فيسمى بـ anti sense.

يمكن فك ارتباط (denaturation) الشريط المزدوج للـ DNA بتعريضها لما يلي:

High temperature (about 95 °C)

High PH solution

High salt concentration

### تركيب الحامض النووي الرايبوزي RNA

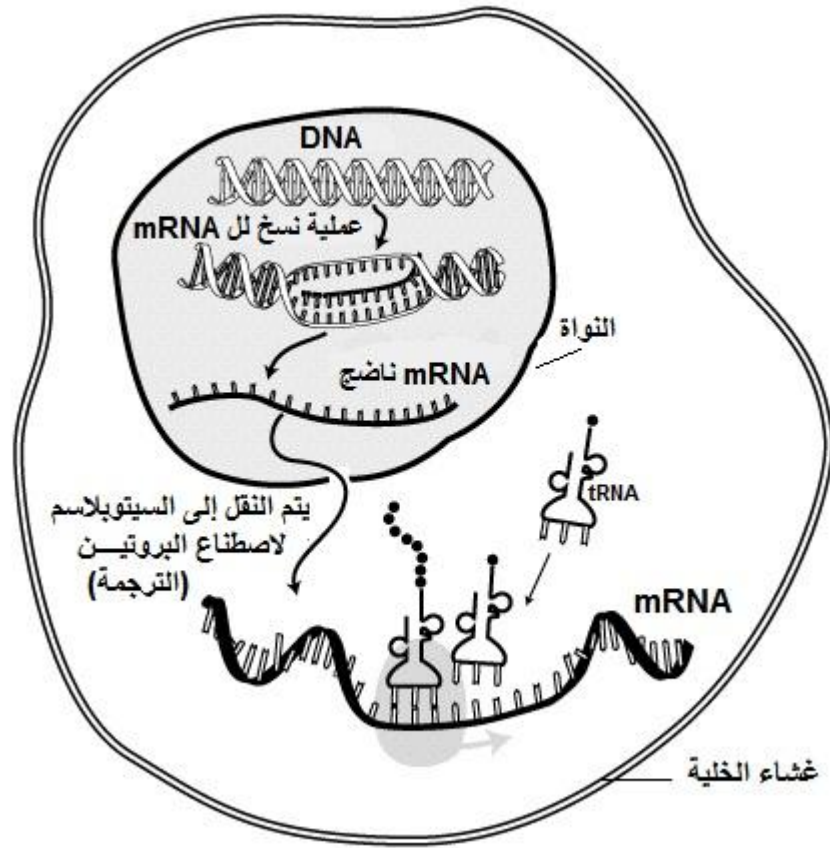
يشابه في تركيبه للـDNA مع بعض الاستثناءات وكما يلي:

#### الفرق بين RNA و DNA

الحمض النووي RNA	الحمض النووي DNA
يتكون من سكر رايبوزي غير منقوص الأكسجين	يتكون من سكر رايبوزي منقوص الأكسجين
يحتوي على القاعدة النيتروجينية اليوراسيل	يحتوي على القاعدة النيتروجينية الثايمين
يتكون من شريط مفرد	يتكون من شريط مزدوج

### وظيفة الحمض النووي الريبوزي RAN

تحتوي الخلية على مجموعة متنوعة من جزيئات الحمض النووي الريبوزي المسؤولة عن وظائف عديدة، منها: العمل كشيفرة وسيطة تتم عن طريقها ترجمة الجينات إلى بروتينات (آر إن إيه المرسال)، ناقل للاحماض الأمينية إلى الريبوسومات لتشكيل البروتينات (آر إن إيه النقال)، كمكون أساسي في بنية الريبوسوم (آر إن إيه ريبوسومي)، كمنظم للتعبير الجيني (آر إن إيه ميكروي)، و الكثير من الوظائف و الأنواع الأخرى



توجد ثلاث أنواع من الحمض النووي RNA داخل الخلايا وهي:

mRNA أو RNA الرسول، ويقوم بنقل الشيفرة الوراثية من الجينات في النواة إلى الريبوسومات ، ليتم تصنيع البروتينات المختلفة داخل السيتوبلازم.

tRNA أو RNA الناقل، ويقوم بنقل الأحماض الامينية في العصارة الخلوية (زيتوسول) إلى الريبوسومات لاستخدامها في عملية بناء البروتينات.

rRNA أو الريبوسومي، يستخدم في إنتاج الريبوسومات في النوية داخل نواة الخلية.

الـ RNA الرسول

تتكون جزيئات الـ RNA الرسول من خيوط طويلة معلقة في سيتوبلازم الخلية ، و هي تتكون عادة من عدة مئات إلى عدة آلاف من النوويدات على هيئة خيوط غير مزدوجة . و

تحتوي على رموز النويدات في خيوط غير مزدوجة . و تحتوي على رموز codons  
تكميلية كاملة للثلاثيات الرمزية للجين ..

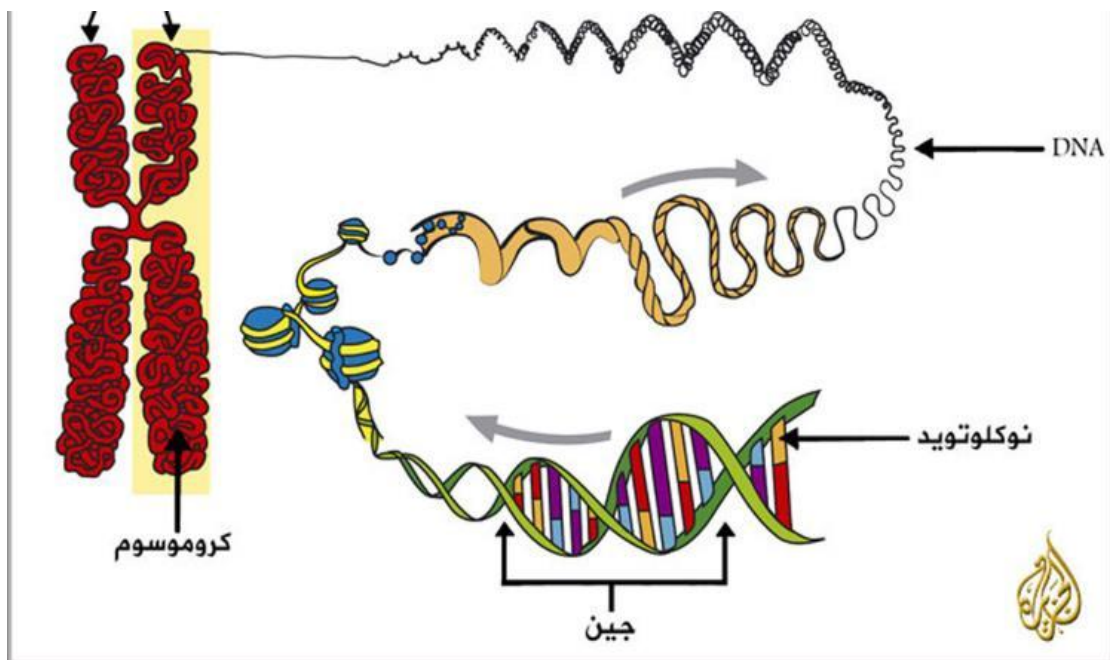
### الـ RNA الناقل

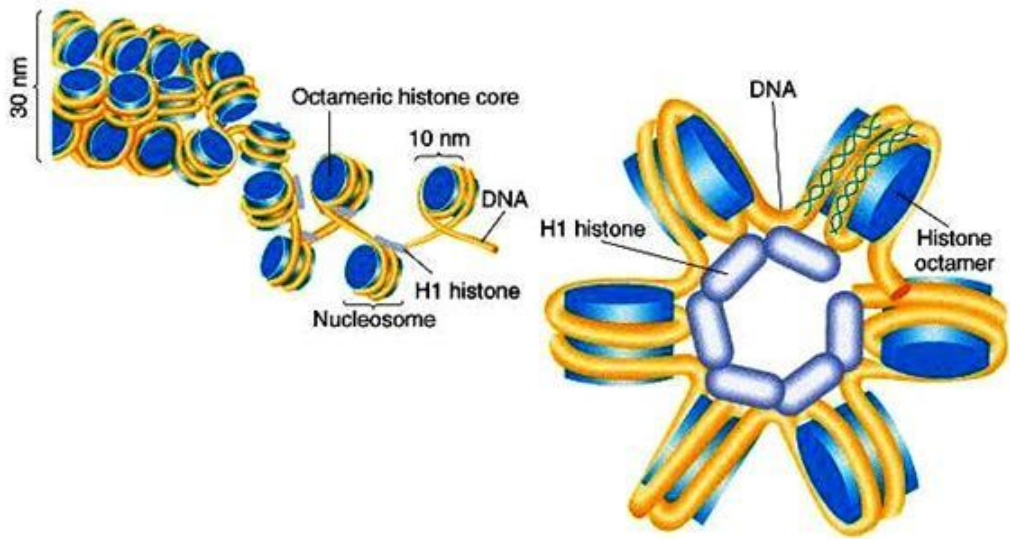
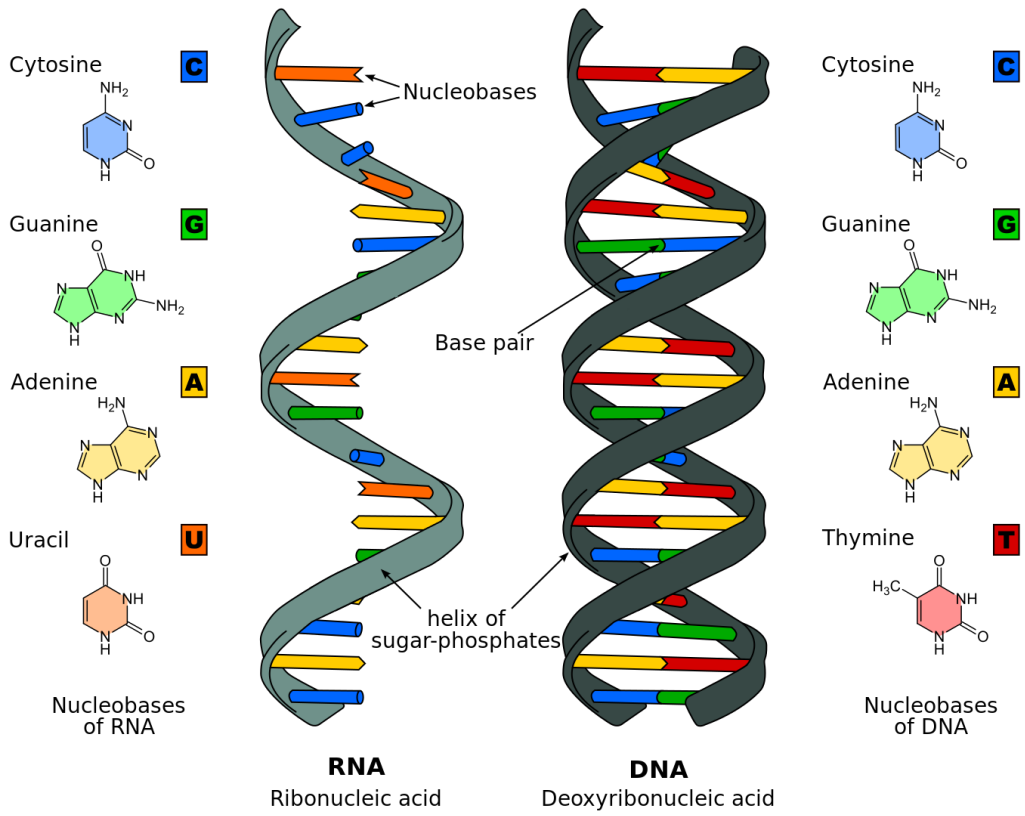
يسمى النوع الآخر من الـ RNA الذي يقوم بدور مهم في تركيب البروتين الـ RNA الناقل  
transfer RNA لأنه ينقل جزيئات الحمض الأميني إلى جزيئات البروتين عند تكوينها . و  
هناك أنواع عديدة مختلفة من الـ RNA الناقل و لكن كل نوع منه يتحد نوعياً بواحد فقط من  
الأحماض الأمينية العشرين التي تضمن في البروتينات . ثم يعمل الـ RNA الناقل كحامل  
carrier ينقل نوعه المعين من الحمض الأميني إلى الريبوسومات حيث يكون البروتين . و  
يتعرف كل نوع خاص من الـ RNA الناقل في الريبوسومات على رمز خاص على الـ  
RNA الرسول ؛ و بهذا يوصل الحمض الأميني المناسب إلى موضعه المناسب في سلسلة  
جزيء البروتين الذي يتكون حديثاً . و الـ RNA الناقل الذي يحوي تقريباً ٨٠ نوويداً فقط  
هو مجرد جزيء صغير إذا ما قورن بالـ RNA الرسول . و هو سلسلة مطوية من  
النويدات ذات مظهر شبيه بورقة البرسيم . و يوجد في إحدى نهايتي الجزيء دائماً الحمض  
النوي أدنيليك ، و بهذا يتصل الحمض الأميني المنقول و يلتصق بمجموعة الهيدروكسيل في  
ريبوز حمض الأدنيليك . و يولد هذا الالتصاق إنزيمياً نوعياً معيناً لكل نوع من أنواع الـ  
RNA الرسول . كما يعين هذا الإنزيم نوع الحمض الأميني الذي سيلتصق بكل نوع مناسب  
من أنواع الـ RNA الناقل. و لما كانت وظيفة الـ RNA الناقل هي لصق حمض أميني  
معين بسلسلة بروتين في دور التكوين يصبح من الضروري أن يكون لكل نوع من أنواع الـ  
RNA الناقل نوعية خاصة برموز خاص في الـ RNA الرسول . و الرمز النوعي في الـ  
RNA الناقل الذي يتمكن من التعرف على رمز معين هو أيضاً مكون من قواعد نووية ثلاثية  
تسمى مقابلة الرمز anticodon . و تقع هذه في وسط جزيء الـ RNA الناقل تقريباً . و  
تتحد أثناء تكوين جزيء البروتين قواعد مقابلات الرمز بصورة رخوة بواسطة رابطة  
الهيدروجين مع قواعد الـ RNA الرسول . و بهذه الطريقة تصطف الأحماض الأمينية  
المناسبة واحداً بعد الآخر على طول سلسلة الـ RNA الرسول مولدة بذلك نسقاً مناسباً من  
الأحماض الأمينية في جزيء البروتين .



## الـ RNA الريبوسومي

النوع الثالث من RNA الخلية هو الـ RNA الريبوسومي ribosomal RNA الذي يكون حوالي ٦٠% من ريبوسومات الخلية تقريباً ، و يتكون القسم الباقي منها من البروتين الذي يحوي حوالي ٧٥ نوعاً مختلفاً من البروتينات البنيوية و الإنزيمية الضرورية لإنتاج جزيئات البروتين. و الريبوسومات هي البنيات الفيزيائية في سيتوبلازم الخلية ، و التي تتولد عليها جزيئات البروتين و لكنها تعمل دائماً بالترافق مع نوعي الـ RNA الآخرين ، فينقل الـ RNA النقل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات لتضمينها ضمن حزيئات البروتين المولد بينما يوفر الـ RNA الرسول المعلومات الضرورية لترتيب نسق الأحماض الأمينية بترتيب مناسب لكل نوع معين من أنواع البروتينات المولدة . و تتكون ريبوسومات الخلايا المنواة من وحدتين ثانويتين ، و هما الوحدة الثانوية الصغيرة و هي تحوي جزيء واحد من الـ RNA و ٣٣ بروتيناً ، و الوحدة الثانوية الكبيرة و هي تحوي ٣ جزيئات RNA و أكثر من ٤٠ بروتيناً . و بالرغم من أن كيفية آلية صنع البروتين في الريبوسومات محدودة المعرفة ، إلا أنه من المعروف أن الـ RNA الرسول و الـ RNA الناقل يتحدان أولاً مع الوحدة الثانوية الصغيرة ، و تجهز بعد ذلك الوحدة الثانوية الكبيرة معظم الإنزيمات التي تعزز الارتباط الببتيدي بين الأحماض الأمينية المتتالية ؛ و لهذا فإن الريبوسوم يعمل كمصنع يتم فيه تصنيع جزيئات البروتين .





## الجينات (Genes)

هي الوحدات الأساسية للوراثة في الكائنات الحية. فضمن هذه المورثات يتم تشفير المعلومات المهمة لتكوين أعضاء الجنين والوظائف العضوية الحيوية له. تتواجد المورثات عادة ضمن المادة الوراثية التي تمثلها الدنا (DNA) أو في بعض الحالات النادرة في الرنا . (RNA) بالتالي فإن هذه المورثات هي التي تحدد تشكيل وتطور وسلوكيات هذه الكائن. والفوارق الجسدية وبعض الفوارق النفسية بين الأفراد تعزى لفوارق في المورثات التي تحملها هذه الأفراد.

المورثة هي قطعة من إحدى سلسلتي الدنا تحتل موضعاً معيناً على هذه السلسلة . وتحدد المورثة بعدد النوكليوتيدات الداخلة في تركيبها ونوعها وترتيبها، وهي قابلة للتغير نتيجة الطفرات التي قد تحدث فيها.

تنتقل المادة الوراثية من جيل لآخر، خلال عملية التكاثر، بحيث يكتسب كل فرد جديد نصف مورثاته من أحد والديه والنصف الآخر من الوالد الآخر. في بعض الحالات يمكن للمادة الوراثية أن تنتقل بين أفراد غير أقرباء بعمليات مختلفة أو عن طريق الفيروسات.

تتحكم الجينات في الوراثة من الوالدين إلى الأبناء ، كما تتحكم أيضاً في تكاثر الخلايا و في وظائفها اليومية المستمرة . و تحكم الجينات وظائف الخلية بتحديد المواد التي تركيبها في داخل الخلية ، فأية بنيات و أية إنزيمات و أية مواد كيميائية ستولد فيها. بشكل أساسي، تحوي المورثات المعلومات الأساسية لبناء البروتينات والإنزيمات والمواد الحيوية اللازمة لبناء أعضاء الجسم ، وإنتاج المواد (البروتينات والإنزيمات) في الأعضاء المختلفة لتقوم بوظائفها.

يستخدمها الحيوان للقيام بعمليات ايض منظمة يحدث كثير من التفاعلات الانزيمية المتسلسلة في الاماكن المحددة في الخلية مثال على ذلك دور كريس التي حصل في الميتوكوندريا في خلايا حقيقية النوى. ان نشوء المسارات الكيموحيوية في الخلايا الاولية كان من جزئيات غنية بالطاقة اقاتت عليها من البيئة، ان التفاعلات الانزيمية الاولية كانت بسيطة اي تفاعل من خطوة واحدة اما الحيوانات الراقية فقد كُنات مساراتها وتفاعلاتها اكثر تطورا واكثر تعقيدا اذ كانت بخطوات معقدة لحين الوصول الى الناتج النهائي.

كثيرا ما يحدث خلط بين مصطلح الجينات والكروموسومات والمادة الوراثية "دي أن أي" (DNA)، حتى إن المرء قد يتيه بينها ولا

يفرق بين مسؤولياتها وآثارها، أو ربما يظن خاطئاً أنها مسميات لشيء واحد، ولكنها ليست كذلك.

ويمكن فهم هذه المصطلحات والتقريب بينها إذا نظرنا إليها عبر منظور الطبقات من الجزيء الأصغر إلى الأكبر، أي سنتخيل البنيان الوراثي كطابق يعلو بعضها بعضاً، ولنبدأ بأولها وأصغرها حجماً:

### الطابق الأول: النوكليوتيد

الطوب الصغير الذي يبني منه جزيء "دي أن أي". فهو مونومير، وعند ارتباطه بمونوميرات أخرى يكوّن البوليمر الذي هو دي أن أي. ويتكون النوكليوتيد من:

قاعدة نيتروجينية.

سكر خماسي.

مجموعة فوسفات واحدة على الأقل.

وفي جسم الإنسان توجد خمسة أنواع من النوكليوتيدات، وهي "أدينين" و"سايتوسين" و"غوانين" و"ثايمين" و"يوراسيل". وترتبط هذ المونوميرات المفردة مع بعضها في صورة شريط لولبي مزدوج يشبه شكل درج المنارة اللولبي لتشكل "دي أن أي".

### الطابق الثاني: "دي أن أي"

الحمض النووي الريبوزي المنقوص الأكسجين، وهو بوليمر يتكون من ارتباط النوكليوتيدات. وهو يأخذ شكل سلم لولبي مزدوج مكون من شريطين، ويشكل الكروموسومات التي تحمل الخصائص الخلقية والجسمية للإنسان.

### الطابق الثالث: الجينات "الموروثات"

مقاطع أو أجزاء قصيرة من شريط "دي أن أي"، وكل مقطع يكون مسؤولاً عن توارث صفة معينة. فمثلاً هناك مقطع يحمل لون الشعر، وآخر مخزن عليه الطول. ويقوم الجين بإخبار الخلية ببناء بروتينات معينة للقيام بوظيفتها. وتوجد في كل خلية من جسم الإنسان قرابة 30 ألف جين.

### الطابق الرابع: الكروموسومات

شرائط منظمة من "دي أن أي" بالإضافة لجزئيات أخرى، إذ إن "دي أن أي" يترتب بطريقة معينة ليشكل الكروموسوم. ويوجد في خلايا الإنسان الجسمية 46 كروموسوماً، 44 تسمى الكروموسومات الجسمية، وكروموسومان جنسيان أي يحددان جنس الشخص.

أما الخلايا الجنسية، وهي الحيوانات المنوية لدى الرجل والبويضات لدى الأنثى، فتحتوي على 23 كروموسوماً فقط، وعند حدوث تلقيح

ولكن كيف يتم ترميز الأحماض الأمينية المكونة للبروتين على جزيء الحمض النووي اللولبي DNA ؟  
يتم ذلك من خلال الوحدات المكونة للحمض النووي DNA والتي تعرف باسم النيوكليوتيدات ، بحيث تمثل كل ثلاثة نيوكليوتيدات حمض أميني وتتكون كل نيوكليوتيدة من قاعدة نيتروجينية (سكر خماسي الكربون) ومجموعة فوسفاتية وترتبط النيوكليوتيدات وقواعدها النيتروجينية بروابط هيدروجينية.  
ويعود تاريخ اكتشاف الشفرة الوراثية لعدة محطات بارزة على النحو التالي :

عام 1953:

بدأت الجهود الجدية لفهم كيف يتم ترميز البروتينات بعد اكتشاف بنية الحمض النووي من قبل العلم الأمريكي "جيمس واتسون" والإنجليزي "فرانسيس" عام ، 1953 ولكن هذا الأمر لم يكشف كل أسرار البيولوجيا الجزيئية ، ولكن نجح الثنائي في رؤية ارتباط القواعد النيوكليوتيدية مع بعضها البعض في أزواج من الأدينين مع الثايمين و الجوانين مع السيتوزين .

وحتى عام 1953 لم تتعدى الاكتشافات مرحلة تعيين ترتيب الأحماض الأمينية بالبروتين أما تشفير البروتين أو ترتيب القواعد النيوكليوتيدية لم يظهر علي الساحة بعد.  
عام 1961:

في عام 1961 تم اكتشاف "التعبير الجيني" وهو طريقة تشفير البروتين ، حيث نتجت هذه التجربة عن اكتشاف أن الحمض الأميني الواحد بالشفرة الوراثية يُمثل بثلاثة قواعد من الحمض النووي وتم إجراء هذه التجربة من قبل كل من "فرانسيس كريك" ، "برينر سيدني" ، "بارنيت ليزلي" و "آر جي. واتس- توبين" .

في نفس العام ، 1961، تمكن العالم "مارشال نيرينبيرج" من إلقاء الضوء لأول مرة علي طبيعة الكود ، في تجربة أجريت بالمعاهد الوطنية للصحة ، حيث أن كل ثلاثة نيوكليوتيدات تعرف باسم "الكودون" تترجم حمض أميني بعينه ، فعلى سبيل المثال الكودون UUU يترجم الحمض الأميني فنيل الأئين (phenylalanine).

تلت هذه التجربة مجموعة من التجارب أجريت بمعمل "سيفيرو أوتشوا" (Severo Ochoa's laboratory) التي بينت التشفير الجيني لعدد من الأحماض الأمينية ، مثل البولي - سيتوزين (AAAAA ...) ، وهو ما يعرف بتسلسل الحمض الأميني البولي أدنين بالحمض النووي الريبي RNA.

البويضة تندمج الكروموسومات فيصبح العدد لدى الخلية الوليدة التي ستكون الجنين 46 كروموسوما مما يحقق هدفين:  
الحفاظ على ثبات كمية المادة الوراثية لدى الإنسان، فحدوث تغييرات في عدد الكروموسومات يؤدي إلى مشاكل خطيرة وقد يؤدي إلى الموت، ولك أن تتخيل ماذا سيحدث لو أدت كل عملية تزواج إلى مضاعفة عدد الكروموسومات لدى المولود، وهذا يعني أنه بعد جيلين سيصبح عدد الكروموسومات مثلا 184، مما يعني انقراض الجنس البشري بالتأكيد.

حصول الطفل على صفات وراثية من كلا الأبوين، مثل الطول ولون الشعر والقدرات العقلية.

### الطابق الخامس: أزواج الكروموسومات

ينتظم كل كروموسومين في الخلية في زوج، وهذا يعني أن الخلية لديها 46 كروموسوما مرتبين في 23 زوجا. 22 زوجا من الكروموسومات الجسمية، وزوج واحد من الجنسية والذي يكون مكونا من كروموسوم X وآخر Y لدى الذكر ويكتب XY، ومرتبيا من كروموسومين X لدى الأنثى ويكتب XX.

ولذلك فعندما تسمع مصطلح الجينات في المرة القادمة نريد أن تسند ظهرك للخلف وتجيب بكل ثقة: الجينات هي بنات "دي أن أي"، وهي تقع في الطابق الثالث متوسطة بنايتنا الوراثية، وهي أجزاء قصيرة من شريط الحمض النووي تخزن عليها معلومات وراثية محددة.

### الشفرة الوراثية: (Gene Code)

لشفرة الوراثية هي مجموعة القواعد النيتروجينية ، التي من خلالها تترجم الخلايا الحية المعلومات المشفرة في المادة الوراثية (المتتمثلة في تسلسلات الحمض النووي DNA والحمض الريبي النووي mRNA) لبناء البروتينات .

يتكون البروتين من وحدات من الأحماض الامينية وتمثل البروتينات الجهات العاملة بالخلية إذ أن بعضها عوامل محفزة للتمثيل الغذائي وبعضها يدخل في الهيكل الخلوي وبعضها وظائف هيكلية مثل الأكتين والميوسين في العضلات ويمكنك التعرف على المزيد من المعلومات الوراثية الطريفة من خلال الفيديو المرفق.

عودة إلى الشفرة الوراثية التي تحمل مفتاح الترتيب الصحيح للأحماض الامينية المكونة لبروتين معين حيث يقوم بوظيفة محددة ، وباختلاف ترتيب الأحماض الأمينية يختلف نوع البروتين الناتج وبالتالي تختلف وظيفته.

وبالرغم من ذلك تنظيم الاستنساخ في حقيقية وبدائية النواة يحدث من خلال ارتباط بروتينات مع تسلسل معين على شريط الدنا ينتج اما زياده او نقصان في معدل الاستنساخ. وهناك ميكانيكيه خاصه في حقيقيه النواة وهو الاستنساخ المتخصص بنوع الخلايا وهذا يتحقق من خلال المعالجة الاختيارية او البديلة alternative processing لشريط mRNA الاولي غير الناضج وتكوين اشطره مختلفه من الرنا الرسولي وبالتالي ترجمته الى بروتينات مختلفه متعلقه بوظيفه تلك الخلية.

### تنظيم عملية استنساخ mRNA في بدائية النواة

تحدث عملية تنظيم التعبير الجيني في البكتريا من خلال تنظيم عملية بدأ الاستنساخ ومثال على ذلك هو السيطرة الموجبة والسالبة

لمشغل نظام الاكتوز lac operon في بكتريا E.coli

#### A- مفهوم المشغل operon concept

يوجد هذا النظام في بدائية النواة فقط ، وهو مجموعه من الجينات التركيبية structural genes بالإضافة الى منطقة منظمه regulator region تنظم عمل تلك الجينات. الجينات التركيبية تشفر لبروتينات او انزيمات خاصه بوظيفه ابيضه معينه . يكون موقع المنطقة المنظمة في اعلى تلك الجينات وتكون هي المسيطره على عملية التعبير الجيني.

#### B- مشغل نظام الاكتوز lac operon

يتألف هذا النظام من ثلاث جينات تركيبية وهي Z,Y,A هذه الجينات تشفر لمجموعه من الانزيمات الضرورية في ايض الاكتوز وهي حسب التسلسل  $\beta$ -galactosidase, permease, (transacetylase) .

لبروتين يدعى بالكابح repressor الذي بدوره يرتبط مع تسلسل معين من القواعد النروجينية على شريط الدنا والذي يدعى بالمدير operator والذي يكون موقعه مجاور للجينات التركيبية . اما انزيم بلمرة الرنا RNA polymerase الذي يشرع في عملية الاستنساخ يرتبط بالمثير . promoter

#### C- التنظيم السالب لمشغل الاكتوز negative regulation of the lac operon

وهذا يتضمن حالتين : الحالة الاولي، في حالة غياب سكر الاكتوز في الوسط ، يرتبط بروتين الكابح بالمدير operator ويمنع ارتباط انزيم بلمرة الرنا بالمثير promoter لعمل شريط الرنا الرسولي . اما الحالة الثانية، هي وجود سكر الاكتوز وفيه يتحول

عام 1964:

قام كل من "مارشال نيرينبيرج" و " فيليب ليدر" و " هار جوبيند خورانا" بتعريف بقية الشفرة الجينية ، وحصلوا على جائزة نوبل في الطب عام 1968 تقديرا لعملهم .

وتختلف نيوكليوتيدات RNA عن نيوكليوتيدات DNA بأنها تحوي حلقة ريبوز و يوراسيل، في حين تحوي نيوكليوتيدات DNA علي ريبوز منقوص الأكسجين وثايمين وتتلخص وظيفة جزيئات الحمض النووي النووي في كونها المسئولة عن ترجمة المعلومات الوراثية في DNA.

### التعبير الجيني (Gene expression)

ويستخدم أيضاً مصطلح: تعبير بروتيني (protein expression) هو العملية التي يتم من خلالها تحويل المعلومات من الجينات في تركيب منتج الجينات الوظيفية. هذه المنتجات غالباً ما تكون البروتينات، ولكن في غير البروتين الترميز الجينات مثل الحمض النووي الريبي الريبي الريباسي (الرنا الريباسي)، ونقل الحمض النووي الريبي (الحمض الريبي النووي النقال) أو آر أن إيه نووي صغير (snRNA) الجينات الصغيرة، والمنتج هو الحمض النووي الريبي. تستخدم عملية التعبير الجيني المعروف من قبل نواحي جميع الحياة - حقيقيات النوى (بما في ذلك الكائنات متعددة الخلايا)، بدائيات النوى (البكتيريا والعتيقة)، والتي تستخدمها الفيروسات - لتوليد الآلات الجزيئات للحياة. قد يكون منظم عدة خطوات في عملية التعبير الجيني، بما في ذلك النسخ، و الربط الحمض النووي الريبي، والترجمة، وتعديل آخر متعددة من البروتين. تنظيم الجينات سيمنهم من السيطرة على الخلية التركيب والوظيفة، وتعد أساسا لل تمايز الخلايا، التشكل والتنوع والقدرة على التكيف من أي كائن. تنظيم الجينات قد تكون أيضاً بمثابة الركيزة للتغيير التطوري، منذ السيطرة على توقيت والموقع، وكمية من التعبير الجيني يمكن أن يكون لها تأثير عميق على وظائف (الإجراءات) من الجينات في خلية أو في كائن متعدد الخلايا. تنظيم التعبير الجيني هو سمة اساسيه في حفظ التكامل الوظيفي للخلية. وعملية التنظيم هذه تحدث بطرق مختلفة منها تنظيم موجب و اخر تنظيم سالب.

في بدائية النواة غالبا ما يحدث التنظيم عند بدء استنساخ mRNA. اما في حقيقيه النواة استنساخ mRNA يكون اكثر تعقيدا وعليه توجد اكثر من ميكانيكيه لعملية التنظيم.

في حقيقية النواة هناك عوامل استنساخ (transcription factors) تساهم في تكوين معقد البدء من خلال ارتباطها بالمثير والذي يسمح بارتباط انزيم بلمرة الرنا RNA polymerase II، ولكن هناك عوامل استنساخ متخصصة (Specific transcription factors) لها القدرة على الارتباط بتسلسلات منظمه على شريط الدنا تدعى Enhancer او Silencer والتي تعمل على تحوير في تكوين معقد البدء وهكذا تنظم معدل الاستنساخ.

#### A-عوامل الاستنساخ (Transcription factors)

وهي بروتينات ترتبط بتسلسلات منظمه على شريط الدنا (regulatory sequence)، بالإضافة الى امكانية ارتباطها بأنزيم بلمرة الرنا وبعوامل استنساخ اخرى . تملك على الاقل حقلين للارتباط binding domains احدهما يدعى "حقل الارتباط بالدنا DNA-binding domain" والآخر يدعى "حقل التنشيط Activator domain"

#### B-تسلسلات Enhancer and Silencer

وهي تسلسلات معينه من القواعد النروجينية على شريط الدنا ترتبط بها عوامل الاستنساخ الخاصة والتي من خلالها يتم تنظيم عملية الاستنساخ . Enhancer تعمل على زيادة معدل الاستنساخ ويكون اما في اعلى ١5 او اسفل ١3 المثير . اما تسلسل Silencer يعمل على تثبيط الاستنساخ

#### 2- المعالجة الاختيارية لشريط mRNA

ان نسخة الرنا الرسولي الاولي primary mRNA في حقيقية النواة يعاني عدد من التحويرات لغرض تكوين شريط رنا رسولي ناضج . احد هذه التحويرات وجود القبة cap على النهاية ١5 وكذلك وجود تسلسل AAUAAA كمؤشر على عملية الحذف الحاصلة على النهاية ١3 وايضا القاعدة النروجينية الادنين لتكوين poly adenosine tail.

ان المعالجة المتغيرة لتلك المؤشرات في تكوين اشربة mRNA ناضجة يسمح بتكوين اشربة mRNA مختلفة من نفس الجين المنسوخ ومن ثم ترجمة تلك النسخ الى بروتينات مختلفة ، مثال على ذلك الخلايا البينية stromal cell الواقعة بين جريبات الغده الدرقية تحتوي على رنا رسولي يحمل معلومات وراثيه تشفر لهرمون ال calcitonin المنظم لتركيز الكالسيوم في الدم وايضا يحمل معلومات وراثية مشفره لل CGRP بروتين ينظم تكوين المستقبلات

الاكتوز الى 1,6 allolactose الذي يرتبط بالكابح ويمنع ارتباطه بالمدير . حينها يتم استنساخ الجينات التركيبية بواسطة انزيم بلمرة الرنا.

#### D-التنظيم الموجب لمشغل نظام الاكتوز positive regulation of the lac operon

عندما يكون هناك تركيز كافي من سكري الاكتوز او الكلوكوز في الوسط لا تكون هناك حاجة لتشغيل النظام اما في حالة وجود تركيز واطئ من سكر الكلوكوز يتم تنشيط المشغل من خلال الميكانيكية التالية:

1- يرتبط cAMP مع بروتين يدعى CAP لتكوين معقد

2- يرتبط المعقد اعلاه مع المثير promoter الذي يحفز انزيم بلمرة الرنا على الارتباط بالمثير

3- استنساخ الجينات التركيبية بواسطة انزيم بلمرة الرنا .

#### E-مشغل نظام التربتوفان Tryptophan operon

يحتوي اوبرون التربتوفان على خمس جينات تركيبية (Trp A, Trp B, Trp C, Trp D, Trp E) تشترك هذه الجينات الخمس في انتاج ثلاث انزيمات تحول مركب ال chorismate الى تربتوفان . يقع المثير في promoter اعلى التركيبية الجينات، يقع الجين التنظيمي Trp R المشفر لبروتين الكابح repressor على مسافة بعيدة عن المدير . ويتم تنظيم التعبير الجيني في هذا المشغل من خلال الميكانيكية التالية: اولاً في حالة غياب التربتوفان ، يكون الكابح غير فعال وبذلك يرتبط انزيم بلمرة الرنا بموقع المثير مستنساخ الجينات التركيبية والتي يتم ترجمتها الى انزيمات تحول ال chorismate الى تربتوفان . حاله الثانيه وهي وجود التربتوفان في الوسط ، عندها يرتبط التربتوفان بالكابح وينشطه وبذلك يرتبط بالامدير operator وبذلك يتوقف الاستنساخ.

#### تنظيم عملية استنساخ mRNA في حقيقية النواة

تكون عملية تنظيم التعبير الجيني في حقيقية النواة اكثر تعقيدا مما عليه في بدائية النواة وتشمل

1- تنظيم عملية بدأ الاستنساخ

2- المعالجة الاختيارية او البديلة

3- تنظيم عملية بدأ الترجمة

#### 1- تنظيم عملية بدأ الاستنساخ Regulation of the initiation of transcription

الحسية في الخلايا البينية تزال المعلومات الوراثية المشفرة لتلك المستقبلات وترجمته الى هرمون الكالستونين ، في حين في الخلايا العصبية يتم ازالة المعلومات الوراثية المشفرة لهرمون الكالسيبتونين وترجمته الى CGRP

### 3- تنظيم عملية بدأ الترجمة Regulation of the initiation of translation

الاية ترجمة المعلومات الوراثية الى بروتين تنظم من خلال السيطرة على عملية بدء الترجمة والمسؤول عنها بروتينات منظمه لها القدرة على الارتباط بتسلسلات معينه على شريط mRNA مثال على ذلك بروتين يدعى IR- binding protein التي ترتبط بتسلسلات IR (5') الموجودة على Ferretin mRNA وتمنع من تكوين بروتين ferretin ، اما في حالة ارتفاع تركيز الحديد يرتبط الحديد مع IR- binding protein ويغير من هيئته ويصبح غير قادر على الارتباط بتسلسل IR وبذلك يتم ترجمة الرنا الرسولي الى بروتين Ferretin.

ويحدث التنظيم ايضا من خلال السيطرة على ثبوتية شريط mRNA وعدم تحلله مما يؤدي الى زيادة معدل تصنيع البروتين ، فهناك تسلسلات موجوده بالقرب من النهاية 3 تقلل من ثبوتيته ، وبالمقابل توجد بروتينات تعمل ضد تلك التسلسلات وبالتالي يزداد معدل صنع البروتين.



### 3- الاستنساخ الحيواني: ولعل شهرة المنتج المسمى بالنعجة

دوللى أعطت خلفية جيدة عن مثل هذا الموضوع مع أن تطبيقاته أكثر تعقيداً وصعوبة. الإستنساخ هو صنع نسخة مطابقة وراثياً للفرد ويستخدم هذا المصطلح عادةً للإشارة إلى الإستنساخ البشري الإصطناعي وهو إستنساخ خلايا وأنسجة بشرية، فهو لا يشير إلى التوائم المتطابقة والتي تعتبر وسيلة شائعة لإنتاج نسخ بشرية و تُعد أخلاقيات الإستنساخ مسألة مثيرة للجدل، ويعتبر للإستنساخ العلاجي و الإستنساخ التكاثري من أكثر أنواع الإستنساخ البشري مناقشة، والإستنساخ العلاجي هو إستنساخ خلايا من شخص بالغ و إستخدامها كعلاج وطعم و من الطرق الشائعة للإستنساخ العلاجي: النقل النووي للخلايا الجسدية و مؤخراً تخليق خلايا جذعية محفزة و الإستنساخ التكاثري هو صنع جسد مستنسخ كاملاً بدلاً من إستنساخ خلايا أو أنسجة محددة فقط.

#### رابعاً : التحوير الوراثي Transformation

في السابق كان التحوير الوراثي ضمن نفس النوع والجنس أحياناً من خلال التزاوج والتلقيح • أما الآن فالتحوير الوراثي يحدث بنقل الجينات من نوع إلى آخر أو بتحوير جينات نفس النوع ومن تطبيقاته:-

- 1- إنتاج الأدوية واللقاحات.
- 2- علاج بعض الأمراض الجينية.
- 3- زيادة الإنتاج الزراعي وتقليل التكلفة.
- 4- زيادة قيمة المحتوى الغذائي في الطعام.

#### خامساً : هندسة البروتينات Protein Engineering

تعتمد هذه التقنية على مفهوم التحوير الوراثي من أجل إنتاج بروتينات محددة أو بروتينات جديدة لها استخدامات مفيدة مثل الإنزيمات والمحفزات الحيوية Biocatalysts.

#### سادساً : تقنية الهجين Hybrid Technology

على الرغم من أن التقنيات السابقة تعتمد على الكائن الحي فقط، إلا أنها فتحت آفاقاً علمية جديدة من خلال إستخدام المادة الوراثية وقدرتها على التعرف والإلتصاق بالجزء المكمل أو المشابه لها، وذلك بربطها بالعلوم والمعارف الأخرى لتعطي تطبيقات مفيدة مثل:-

### تطبيقات التقنيات الحيوية

يمكن اعتبار كل تقنية من التقنيات الحيوية هي بدورها مجموعة التقانات ولذا يشاع حالياً استخدام تعبير التقنيات الحيوية بدلاً من التقنية الحيوية، وفيما يلي عرض لأهم التقنيات في التطبيقات الحيوية.

#### أولاً : الأجسام المضادة وحيدة النسيلة:

تستخدم فيها خلايا الجهاز المناعي والتي تبني الأجسام المضادة والتي تتميز بالقدرة التخصصية العالية جداً وبالتالي يمكن تحديد واكتشاف العناصر الحيوية بدقة ولو كانت بكميات ضئيلة جداً ومن تطبيقاتها تحديد وكشف الملوثات البيئية وكذلك الكشف على الكائنات الدقيقة الضارة في الغذاء.

#### ثانياً : تقنية زراعة الأنسجة Tissue Culture Technology

وهي زراعة الخلايا في أوعية زراعية تحت الظروف المعقمة وذلك في معامل خاصة بزراعة الأنسجة in vitro ومن تطبيقاتها:-

- 1- استخدام الخلايا الثديية في الكشف على كفاءة الأدوية بدلاً من الحيوانات مما يعكس الأمان والدقة.
- 2- العلاج الخلوي.
- 3- إنتاج العقاقير النباتية من الخلايا مباشرة بدلاً من النباتات.
- 4- إكثار وتضاعف الأنسجة النباتية في المعمل.

#### ثالثاً : الاستنساخ Cloning

إنتاج أعداد ونماذج متطابقة وراثياً من الجزيئات والخلايا والحيوانات والنباتات وهي على ثلاثة أنواع:-

- 1- الاستنساخ الجزيئي: وهو أساس علم البيولوجيا الجزيئية وهو من أهم تقنيات الهندسة الوراثية التي تستهدف التطوير والإنتاج كما أن جميع التطبيقات الخاصة بإعادة توليف المادة الوراثية من البحث الأساسى إلى الإنتاج الدوائي تعتمد على هذه التقنية الحديثة.
- 2- الإستنساخ الخلوي: وهو بدوره مهم ومكمل لسابقه خاصة في أبحاث الأجسام المضادة وحيدة النسيلة، ومن تطبيقاته:
  - A- إكثار النباتات بزراعة الأنسجة المحورة وراثياً والأخرى غير المحورة.
  - B- إنتاج الأدوية من الخلايا البشرية.

## مخرجات التقنية الحيوية Biotechnology

### :Outputs

عند الحديث عن مخرجات التقنيات الحيوية لابد الإشارة أن كثيراً من الباحثين والعلميين يخلطون بين مخرجاتها الحالية الفعلية والمخرجات المتوقعة مستقبلاً من خلال التقارير العلمية والنشر العلمي مما جعل هناك خلطاً ولبساً أساء إلى هذا العلم في بعض الأحيان كما حدث عندما تمت تجربة استنساخ النعجة دوللي. هنا التطرق إلى أبرز المخرجات الحالية والمتوقعة من التقنيات الحيوية مصنفة حسب مجالات تطبيقاتها:

### أولاً : مخرجات الرعاية الصحية Health Care:

خلال المدة القصيرة المنصرمة على بداية الإنتاج للأدوية بالتقنيات الحيوية تم إنتاج أكثر من 117 دواء ولقاح استفاد منه أكثر من 250 مليون إنسان من مختلف شعوب العالم؛ وأن ما يعادل 75 % من هذه الأدوية تم إقراره من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية في السبعة أعوام الماضية ، كما أن هناك ما يقارب 350 دواء ولقاح جديد في مرحلة الاختبار تمهيداً لإقراره ويتوقع أن تساهم هذه الأدوية الجديدة في علاج 200 مرض كما تساهم التقنيات الحيوية في إجراء مئات الفحوص الطبية وتشخيص الأمراض بطريقة سريعة ودقيقة تحمي المجتمعات من تبعاتها المعدية والخطيرة كالإيدز وفيما يلي سرد لأهم مجالات المخرجات الطبية للتقنية الحيوية:-

- علاج بعض الأمراض ( مثل السرطان ).
- إنتاج اللقاحات والتطعيمات.
- التشخيص.
- العلاج الجيني.
- أبحاث الخلايا الجذعية.
- البروتينات والجينات.

### ثانياً : الاستخدامات الزراعية Agriculture Applications :

يسوق حالياً العديد من المواد الغذائية المحورة وراثياً باستخدام التقنيات الحيوية مثل البابايا والذرة والفول السوداني والبطاطس وقد كان لها دور في تقليل استخدام المبيدات الحشرية إضافة إلى زيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية ومن المخرجات في المجال الزراعي:-

- إنتاج الغذاء كالأغذية المحورة وراثياً.
- التهجين بين الأجناس الحيوانية.
- المبيدات الحيوية.
- الحد من استخدام مبيدات الحشائش.

1- الكواشف الحيوية Biosensors: تربط هذه التقنية علم الأحياء بالإلكترونيات الدقيقة Microelectronics من خلال ربط خلايا أو مضادات حيوية بموصلات ناقلة Transducer وهي تقنية ترصد عوامل بتركيزات دقيقة جداً وتحول الإشارة الحيوية الخاصة بإرتباط المادة المطلوبة إلى إشارة رقمية تعكس الكمية الموجودة ومن تطبيقاتها أيضاً:

- قياس المحتوى الغذائي وجودته وسلامته.
- مساعدة الأطباء لقياس مكونات محددة في الدم وبشكل مباشر.
- قياس الملوثات البيئية.

2- هندسة الأنسجة Tissue Engineering: تربط هذه التقنية بين علم الخلية وعلم المواد لإنتاج أنسجة صناعية في المعامل مع دعوماتها ومن الأمثلة الناجحة لهذه التقنية بناء الجلد والغضاريف.

3- رقائق المادة الوراثية: وهي تزاوج بين صناعة شبه الموصلات والجينات مما يمكن من تحليل عشرات الآلاف من الجينات في رقاقة واحدة لا تتجاوز مساحتها السنتمتر المربع ومن تطبيقاتها:

- الكشف على الطفرات في مورثات معينة.
- قياس نشاط المورثات.
- تحديد الجينات الهامة لإنتاج المحاصيل.
- دراسة التسلسل البنائي للمادة الوراثية.

4- المعلومات الحيوية Bioinformatics: تربط هذه التقنية بين الحاسب الآلي وبرامجه بالمادة الوراثية خاصة التحليل الإحصائي، الرسم البياني، المحاكاة وقواعد البيانات والتي لها الفائدة الكبيرة في تحليل الكم الهائل من المعلومات المستقاة من المادة الوراثية ومن تطبيقاتها:

- رسم الخرائط الوراثية وتحديد مواقع وعدد الجينات في كل خارطة.
- تحديد شكل وبناء البروتينات.
- محاكاة طريقة ترابط وعمل البروتينات.
- اكتشاف أسباب ومواقع العلل الوراثية وتصميم العلاج المناسب.

في العديد من المجالات، ولاسيما الرعاية الصحية والزراعة وقد تم تعريف التقنية الحيوية الحيوانية بأنها مجموعة من التقنيات التي من خلالها يتم تعديل الكائنات الحية لصالح البشر والحيوانات الأخرى.

#### - تحسين السلالات.

هناك طريقتان لتحسين السلالات الحيوانية الأولى عن طريق التحسين الوراثي بالطرق التقليدية مثل الانتخاب في الحيوانات علي أساس القيمة التربوية وخاصة علي أساس الكفاءة التناسلية فمن من المعروف ان وراثة الصفات التناسلية منخفضة حيث وراثة حالة الجسم في ابقار اللبن هي اعلي بكثير من وراثة الصفات التناسلية ولكن معامل الاختلاف في سمات الخصوبة كبيرة نسبيا. ولذلك فان الانتخاب الوراثي لتحسين الخصوبة أمر ممكن. ولذلك كانت خطط التربية السابقة التي لم تراعى ادماج سمات الخصوبة في تربية قيم للثيران اعطت نتائج ايجابية. وعلي ذلك ينبغي اختيار مؤشرات الخصوبة المناسبة في برامج التربية المستقبلية حتي تؤدي الي زيادة الخصوبة.

أما الطريق الثانية لتحسين السلالات فبواسطة ايجاد التقوق الوراثي بوسائل التكنولوجيا الحيوية مثل تكنولوجيا التعديل الوراثي لتكوين افراد ذات تراكيب وراثية مطلوبة لتكوين قطعان النواة ثم يتم استخدام طرق اخرى من التكنولوجيا الحيوية مثل التلقيح الاصطناعي، والحفظ بالتبريد وبرامج نقل الاجنة والاستتساخ لنشر هذه التراكيب الوراثية الممتازة بأوسع نطاق ممكن.

#### -المحورة وراثيا

التحور أو التعديل الوراثي هي واحدة من تقنيات التكنولوجيا الحيوية التي تعتمد علي دمج مجال علم الوراثة والبيولوجيا الجزيئية والاستتساخ الحيواني. والتحور الوراثي يشمل دمج شظية الحمض النووي الأجنبية الحاملة للصفة المراد ادخالها في جينوم الكائنات الحية، بطريقة تضمن زراعتها في نفس المكان في تسلسل الحمض الاميني المستقبل. ولضمان توريث هذه الصفة (أو الصفات) يتم إتباع تقنية نقل الاجنة وزراعتها في الامهات المستقبلية لإنتاج افراد حاملة للصفات أو الوظائف الجديدة وتستخدم تكنولوجيا التعديل الوراثي الآن في الابقار والخنزير والخراف والماعز والدجاج والسماك. وتقنيات نشر النماذج المعدلة وراثيا تمثل واحدة من التكنولوجيات الحيوية الواعدة للاستعمال التجاري. ومن امثلة الحيوانات المعدلة وراثيا انتاج نعاج وابقار يحتوي لبنها علي بعض

- الحماية الطبيعية للحيوان ومنتجاتها.

- المنتجات المساعدة في التصنيع الغذائي.

#### ثالثا : الاستخدامات البيئية Environmental Applications

تستخدم بعض التقنيات الحيوية لتخليص البيئة من الملوثات العالقة بها والمفيد في الموضوع أن الكائنات المحورة المستخدمة لهذا الغرض يمكن أن تترك للعيش بشكل طبيعي في البيئة خاصة أماكن الملوثات وتقوم بدورها دون عناء يذكر أو تكلفة إضافية ومن الأمثلة على ذلك تخليص الجازولين من مادة Methyl tertiary butyl ether ( MTBE ) باستخدام البكتيريا.

#### رابعا : صحة الحيوان Animal Health:

تستخدم التقنية الحيوية لإنتاج عقاقير وأدوية مناسبة لعلاج الحيوانات خاصة المستخدمة كموارد غذائية للشعوب، كذلك المساهمة في التقليل من استخدام الادوية والحد منها واستخدام التربية الحيوية او ما يسمى بالأمن الحيوي في حقول الحيوان، او انتاج حيوانات ذات قدرة على مقاومة الامراض وخاصة الفيروسات مثل الارانب والاسماك والابقار، كذلك المعالجة الجينية للحيوانات لزيادة سرعة نموها بتزويدها بالجين الخاص بهرمون النمو السريع النمو مما يجعلها حيوانات سريعة النمو وكذلك زيادة قدرتها على انتاج اللحم وتحسين خواصه كما في التطور الحاصل في فروج اللحم وزيادة ادرار الحليب كما في الابقار او انتاج اغنام ذات صوف عالي الجودة وتقسيم جنين الماشية للحصول على توائم لزيادة مستوى الانتاج.

#### خامسا: الاستخدامات أخرى:

تجاوزت تطبيقات التقنيات الحيوية المجالات الرئيسية السابقة

المشار إلى المجالات أخرى نذكر منها التالي:-

- الزراعة المائية Aquaculture
- البصمة الوراثية Finger printing
- الفحوصات الجنائية Crimes detection
- إثبات الأبوة Fatherhood examination
- علم الإنسان Anthropology
- الأسلحة البيولوجية Biological weapons

### التكنولوجيا الحيوية وتطبيقاتها في المجال

#### الحيواني

تكنولوجيا الحيوية هو مصطلح حديث نسبيا يصف مجموعة من المعارف الحديثة والتطبيقات والتقنيات الحديثة التي ادت الي التقدم

1. اجراء عملية مضاعفة التوبيض بالمعاملة الهرمونية وفي توقيتات معينة للاناث المعطية لتنتج عدد اكبر من البويضات.  
2. اجراء عملية التلقيح الطبيعي لهذه الاناث المعطية لإخصاب البويضات داخل الرحم أو تجميع البويضات لأخصابها معمليا بسائل منوي مجمع من ذكر ممتاز وراثيا.  
3. يتم تجميع هذه الاجنة في حالة الاخصاب داخل الرحم أو الاخصاب المعملي ثم تنقل هذه الاجنة وتزرع في ارحام الامهات المستقبلية بطرق مختلفة واتباع تقنية نقل الاجنة في قطعان ماشية اللبن يمكن للأنتى الممتازة وراثيا ان تنقل تركيبها الوراثي لاكثر من 25 مولودا خلال حياتها الانتاجية بدلا من العدد البسيط الذي لا يتجاوز من 4 - 5 مواليد في حالة عدم تطبيق هذه التقنية بالإضافة الي أن تقنية نقل الأجنة تتيح فرصة أكبر للتحسين الوراثي للقطعان وتكثيف خطوط تربية الماشية لإنتاج وافر من اللبن واللحم.

#### ثانيا- تقنية تجميد الأجنة:

يمكن تجميد الأجنة المتحصل عليها بالطريقة السابقة واستخدامها لفترة طويلة ونقلها من بلد لآخر مما يجعل برامج التربية مرنة بدرجة اكبر كثيرا مما كانت عليه قبل ذلك وتعتبر هذه الطريقة من الناحية الاقتصادية افضل وسيلة لجعل السلالات الممتازة وراثيا متاحة للدول النامية التي ليست لديها القدرة المالية للحصول علي هذه السلالات بغير طريقة نقل الأجنة.

#### ثالثا- تقسيم الأجنة:

في تقدم آخر يمكن الآن مضاعفة عدد الأجنة التي تم الحصول عليها من الأمهات الممتازة وراثيا بتقنية تقسيم الأجنة وتتم عملية تقسيم الأجنة بعد جمعها فاليوم السادس الي اليوم الثامن وبأدوات جراحية ميكروسكوبية يتم شطر الجنين الي جزئين أو أربعة علي الأكثر بطريقة لا تؤثر علي حيويتها ثم بعد ذلك تتم زراعتها مرة أخرى في أرحام أمهات بديلة ليتواصل النمو الجنيني وينتج مواليد متشابهة تماما ويطلق عليها الأجنة المتطابقة.

#### رابعا- استنساخ الأجنة:

في تطور اخر أصبح من الممكن الآن استنساخ جنين واحد الي ثمانية أو ستة عشر جنينا باستخدام تقنية نقل النواة "وهو الجزء الذي يحمل التركيب الوراثي للفرد" ويمكن تلخيص طريقة إجراء هذه التقنية في الخطوات التالية:

المركبات الدوائية المفيدة للانسان ونتاج بكتيريا منتجة للانسولين البشري ونتاج ثيران واسماك عالية في انتاج اللحم وغيرها.

#### -التلقيح الاصطناعي

يمارس التلقيح الاصطناعي علي نطاق واسع في مجال تربية حيوانات المزرعة وقد يستخدم في التلقيح الاصطناعي السائل المنوي الطازج أو المجمد بعد إذابة العبوة المجمدة مباشرة قبل الاستعمال وهناك طرق مختلفة للجمع والتخفيف والحفظ ويمكن تخزين السائل المنوي المجمد الي اجل غير مسمي، واستخدام التلقيح الاصطناعي يتيح نشر تراكيب وراثية مرغوبة من عدد قليل من الاصناف علي مجموعة كبيرة من الابقار مما كان الاثر الاكبر في برامج التحسين الوراثي لحيوانات المزرعة في العالم حيث ان التلقيح الاصطناعي يتيح انتاج حوالي 100 الف عجل من الطلوق الواحد في حين ان عدد العجول في التلقيح الطبيعي لا يتعدى 100 عجل فقط.

بالفعل طريقة التلقيح الاصطناعي تتيح نشر التركيب الوراثي الذي يحمله الذكر فقط في حين ان الأنثى لا تورث تركيبها الوراثي الا لحوالي 4 - 5 مواليد فقط طوال حياتها الانتاجية ومن الملاحظ ان الماشية تنتج حوالي 50 بويضة خلال حياتها الانتاجية علي الرغم من ان العجلة مثلا تولد وعلي كل مبيض حوالي 75 الف خلية جنسية يمكن ان تكون بويضات وهذا العدد يقل الي حوالي 21 الف خلية عند عمر 3 سنوات ويصل هذا العدد الي حوالي 2000 خلية عند نهاية الحياة الانتاجية للماشية.

#### -نقل الاجنة

-نقل الاجنة هو نتيجة مباشرة للتفكير في وسيلة للاستفادة من تلك الاعداد الكبيرة من البويضات في نشر التركيب الوراثي للام ولقد ادت الثورة العلمية في النصف الثاني من القرن العشرين الي تقدم كبير في اساليب التناسل بالمفهوم الجديد مما ادي الي توسيع وتبسيط طرق تربية افراد السلالات الممتازة من الماشية وتتحصر هذه الاساليب في الآتي:

#### أولا- تقنية نقل الاجنة:

وفيها يتم استخدام الاناث ذات التركيب الوراثي الضعيف كأمهات بديلة "مستقبله" لتربية اجنة مجمعة من اناث ممتازة وراثيا "معطية" ويطلق علي هذه الطريقة تقنية نقل الاجنة وتتلخص خطواتها كالآتي:

2. يتم وضع هذه النواة داخل بويضة حديثة الاخصاب ومنزوعة النواة بنفس طريقة التقنيات السابقة وجعلها تستقبل النواة الجديدة وذلك بوضعها تحت تأثير نبضات كهربائية بسيطة لإحداث تغيرات كيميائية تؤدي لبداية الانقسام .

3. يتم زرع هذه البويضة الحاملة لنواة جديدة برحم أم جديدة لاستكمال الحمل و عند الولادة يكون المولود نسخة طبق الأصل من الحيوان الذي أخذنا منه الخلية الجسدية ويتضح مما سبق ان التقدم العلمي في مجال استخدام التكنولوجيا الحيوية في التناسل يخطو خطوات واسعة يوما بعد يوم بهدف الوصول الي أقصر وقت الي زيادة الحيوانات الممتازة وراثيا لضمان الحصول منها علي أقصى انتاجية ممكنة بأقل أعداد من الحيوانات مقارنة بالوسائل التقليدية المستخدمة في التحسين الوراثي كالانتخاب الوراثي الذي يحتاج لعدة عقود للوصول لمثل تلك الحيوانات الممتازة وراثيا.

1. يقوم أحد الفنيين بفصل خلايا جنين "مكون من 8 الي 61 خلية" بواسطة أدوات جراحية ميكروسكوبية لتصبح كل خلية من الجنين خلية منفصلة ثم يتم نزع نواة كل خلية باستخدام وحدة المعالجة الميكروسكوبية للأجنة.

2. يتم وضع كل نواة من هذه الأنوية داخل بويضة حديثة الاخصاب منزوعة النواة بالطريقة السابقة.

3. بعد أن أصبحت البويضات حديثة الاخصاب محتوية علي أنوية الخلايا الجنينية يتم زرعها في أرحام الأمهات البديلة واحدة أو اثنتين في كل أم تتواصل نموها لتنتج أفرادا متطابقة وراثيا وبذلك يصبح من الممكن نسخ الحيوانات الممتازة وراثيا مما يعطي أعدادا كبيرة من هذه الحيوانات تطابق وراثيا ولها قدرات عالية في الانتاج الحيواني.

#### خامسا- الإنتاج المكثف من جنين واحد:

وهي تطوير للتقنية السابقة حيث توجد نوعية من خلايا الجنين وهي الخلايا التي تحتفظ بقدرتها علي الانقسام ولكنها لا تتميز وتسمى خلايا الأصل وتوجد في الكتلة الداخلية لخلايا الجنين في المرحلة المبكرة من النمو الجيني فاذا أخذت هذه الخلايا ووضعت في بيئة وظروف مناسبة تسمح بتكاثرها فإنها تمدنا بمصدر لا ينضب من الأنوية التي نستخدمها في استنساخ الأجنة ومن الناحية العملية ليست هناك حدود لعدد الحيوانات التي يمكن الحصول عليها باتباع هذه التقنية وتتميز هذه التقنية بأن كل الأفراد الناتجة تكون متطابقة وراثيا أي متشابهة تماما وتحمل نفس التركيب الوراثي للجنين الذي أخذنا خلايا الأصل منه.

#### سادسا- الاستنساخ الجسدي:

حيث أن التقنيات السابقة تعتمد علي استخدام الأجنة التي يتكون تركيبها الوراثي من التركيب الوراثي من الأب والأم تكون الأفراد الناتجة حاملة لتركيبها معا مما جعل العلماء يبحثون عن طريقة لتطوير هذه التقنيات للحصول علي أفراد تحمل نفس التركيب الوراثي لفرد واحد يحمل تركيبا وراثيا معيان نريد نشره لأفراد جديدة وقد تحقق لهم ذلك في تسعينيات القرن الماضي "استنساخ النعجة دولي" ودون الخوض في تفاصيل هذه التقنية الحديثة ولكنه يمكن تلخيصها في الخطوات الآتية :

1. أخذ نواة من خلية جسدية من الحيوان المراد استنساخه وقد أخذت من ضرع النعجة الأم التي استنسخ منها النعجة دولي بعد اعادة برمجتها لتعمل كخلية جنينية قادرة علي التكاثر .

## التكنولوجيا الحيوية وتطبيقاتها في المجال

### الحيواني

تكنولوجيا الحيوية هو مصطلح حديث نسبيا يصف مجموعة من المعارف الحديثة والتطبيقات والتقنيات الحديثة التي ادت الي التقدم في العديد من المجالات، ولاسيما الرعاية الصحية والزراعة وقد تم تعريف التقنية الحيوية الحيوانية بأنها مجموعة من التقنيات التي من خلالها يتم تعديل الكائنات الحية لصالح البشر والحيوانات الأخرى.

#### - تحسين السلالات.

هناك طريقتان لتحسين السلالات الحيوانية الأول عن طريق التحسين الوراثي بالطرق التقليدية مثل الانتخاب في الحيوانات علي أساس القيمة التربوية وخاصة علي أساس الكفاءة التناسلية فمن من المعروف ان وراثه الصفات التناسلية منخفضة حيث وراثه حالة الجسم في ابقار اللبن هي اعلي بكثير من وراثه الصفات التناسلية ولكن معامل الاختلاف في سمات الخصوبة كبيرة نسبيا. ولذلك فان الانتخاب الوراثي لتحسين الخصوبة أمر ممكن. ولذلك كانت خطط التربية السابقة التي لم تراعى ادماج سمات الخصوبة في تربية قيم للثيران اعطت نتائج ايجابية. وعلي ذلك ينبغي اختيار مؤشرات الخصوبة المناسبة في برامج التربية المستقبلية حتي تؤدي الي زيادة الخصوبة.

أما الطريق الثانية لتحسين السلالات فبواسطة ايجاد التفوق الوراثي بوسائل التكنولوجيا الحيوية مثل تكنولوجيا التعديل الوراثي لتكوين افراد ذات تراكيب وراثية مطلوبة لتكوين قطعان النواة ثم يتم استخدام طرق اخرى من التكنولوجيا الحيوية مثل التلقيح الاصطناعي، والحفظ بالتبريد وبرامج نقل الاجنة والاستنساخ لنشر هذه التراكيب الوراثية الممتازة بأوسع نطاق ممكن.

#### -المحورة وراثيا

التحور أو التعديل الوراثي هي واحدة من تقنيات التكنولوجيا الحيوية التي تعتمد علي دمج مجال علم الوراثة والبيولوجيا الجزيئية والاستنساخ الحيواني. والتحور الوراثي يشمل دمج شظية الحمض النووي الأجنبية الحاملة للصفة المراد ادخالها في جينوم الكائنات الحية، بطريقة تضمن زراعتها في نفس المكان في تسلسل الحمض الاميني المستقبل. ولضمان توريث هذه الصفة (أو الصفات) يتم إتباع تقنية نقل الاجنة وزراعتها في الامهات المستقبلية لإنتاج افراد حاملة للصفات أو الوظائف الجديدة وتستخدم تكنولوجيا التعديل الوراثي الآن في الابقار والخنازير والخراف والماعز والدجاج

والسمك. وتقنيات نشر النماذج المعدلة وراثيا تمثل واحدة من التكنولوجيا الحيوية الواعدة للاستعمال التجاري. ومن امثلة الحيوانات المعدلة وراثيا انتاج نعاج وابقار يحتوي لبنها علي بعض المركبات الدوائية المفيدة للانسان وانتاج بكتيريا منتجة للانسولين البشري وانتاج ثيران واسماك عالية في انتاج اللحم وغيرها.

#### -التلقيح الاصطناعي

يمارس التلقيح الاصطناعي علي نطاق واسع في مجال تربية حيوانات المزرعة وقد يستخدم في التلقيح الاصطناعي السائل المنوي الطازج أو المجمد بعد إذابة العبوة المجمدة مباشرة قبل الاستعمال وهناك طرق مختلفة للجمع والتخفيف والحفظ ويمكن تخزين السائل المنوي المجمد الي اجل غير مسمي، واستخدام التلقيح الاصطناعي يتيح نشر تراكيب وراثية مرغوبة من عدد قليل من الاصناف على مجموعة كبيرة من الابقار مما كان الاثر الاكبر في برامج التحسين الوراثي لحيوانات المزرعة في العالم حيث ان التلقيح الاصطناعي يتيح انتاج حوالي 100 الف عجل من الطلوقه الواحد في حين ان عدد العجول في التلقيح الطبيعي لا يتعدى 100 عجل فقط.

بالفعل طريقة التلقيح الاصطناعي تتيح نشر التركيب الوراثي الذي يحمله الذكر فقط في حين ان الأنثى لا تورث تركيبها الوراثي الا لحوالي 4 - 5 مواليد فقط طوال حياتها الانتاجية ومن الملاحظ ان الماشية تنتج حوالي 50 بويضة خلال حياتها الانتاجية علي الرغم من ان العجلة مثلا تولد وعلي كل مبيض حوالي 75 الف خلية جنسية يمكن ان تكون بويضات وهذا العدد يقل الي حوالي 21 الف خلية عند عمر 3 سنوات ويصل هذا العدد الي حوالي 2000 خلية عند نهاية الحياة الانتاجية للماشية.

#### -نقل الاجنة

نقل الاجنة هو نتيجة مباشرة للتفكير في وسيلة للاستفادة من تلك الاعداد الكبيرة من البويضات في نشر التركيب الوراثي للام ولقد ادت الثورة العلمية في النصف الثاني من القرن العشرين الي تقدم كبير في اساليب التناسل بالمفهوم الجديد مما ادي الي توسيع وتبسيط طرق تربية افراد السلالات الممتازة من الماشية وتتحصر هذه الاساليب في الآتي:

#### أولاً- تقنية نقل الاجنة:

وفيها يتم استخدام الاناث ذات التركيب الوراثي الضعيف كأمهات بديلة "مستقبله" لتربية اجنة مجمعة من اناث ممتازة وراثيا "معطية"



1. أخذ نواة من خلية جسدية من الحيوان المراد استنساخه وقد أخذت من ضرع النعجة الأم التي استنسخ منها النعجة دولي بعد اعادة برمجتها لتعمل كخلية جنينية قادرة علي التكاثر .
2. يتم وضع هذه النواة داخل بويضة حديثة الاخصاب ومنزوعة النواة بنفس طريقة التقنيات السابقة وجعلها تستقبل النواة الجديدة وذلك بوضعها تحت تأثير نبضات كهربائية بسيطة لإحداث تغيرات كيميائية تؤدي لبداية الانقسام .
3. يتم زرع هذه البويضة الحاملة لنواة جديدة برحم أم جديدة لاستكمال الحمل و عند الولادة يكون المولود نسخة طبق الأصل من الحيوان الذي أخذنا منه الخلية الجسدية ويتضح مما سبق ان التقدم العلمي في مجال استخدام التكنولوجيا الحيوية في التناسل يخطو خطوات واسعة يوما بعد يوم بهدف الوصول الي أقصر وقت الي زيادة الحيوانات الممتازة وراثيا لضمان الحصول منها علي أفصي انتاجية ممكنة بأقل أعداد من الحيوانات مقارنة بالوسائل التقليدية المستخدمة في التحسين الوراثي كالاختاب الوراثي الذي يحتاج لعدة عقود للوصول لمثل تلك الحيوانات الممتازة وراثيا.



**العوامل المساعدة البيولوجية:**

ينظم التفاعل الكيميائي داخل الكائنات الحية من خلال التحكم في المواقع التي تعمل عليها العوامل المساعدة، فالحياة ذاتها يمكن وصفها بانها تحت تأثير تنظيم العوامل المساعدة وتسمى هذه العوامل المساعدة بالانزيمات ومعظمها هي بروتينية ولكن هناك جزء منها هي عبارة عن جزيئات من RNA.

فالانزيمات في الواقع هي نوع من أنواع البروتينات التي تعمل على القيام بعملية كيميائية أو تسريعها في داخل الجسم دون أن تدخل هذه الانزيمات في العملية بنفسها إذ إنها تقوم بالارتباط بالمواد التي تدخل في هذا التفاعل، ويقوم مبدأ عمل الانزيمات على خفض الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل أو ما يعرف بطاقة التنشيط، وتحتاج الانزيمات في العادة إلى ظروف معينة كي تقوم بالمساهمة في التفاعلات الكيميائية كدرجة الحرارة المناسبة ودرجة الحموضة والتي تختلف من أنزيم إلى آخر. ومن الممكن أن تعمل الانزيمات على تنشيط العمليات الكيميائية وتسريعها وحدها بوجود درجة الحرارة والحموضة المناسبين إلا أنها في الغالب تحتاج إلى عوامل أخرى لتساعدها على القيام بتسريع وتنشيط العمليات الكيميائية وتكون هذه العوامل في العادة عبارة عن مواد غير بروتينية بعكس الانزيمات. ويتم تصنيف الانزيمات إلى عدد من الأصناف بحسب المواد التي يقوم الأنزيم بالتأثير عليها وعلى تفاعلاتها الحيوية فهناك الانزيمات المحللة والتي تقوم على الارتباط بالتفاعلات التي يتم فيها تحليل المواد المعقدة عن طريق كسر الروابط بين جزيئاتها وتحليلها إلى مواد بسيطة كالانزيمات المحللة للكربوهيدرات التي تعمل على تحليل السكريات إلى أشكال أبس قابلة للامتصاص من خلايا الجسم كالكلوكوز، وهناك أيضاً الانزيمات المحللة للبروتينات التي تعمل على المساعدة في تكسير الروابط بين جزيئات البروتينات خلال عملية الهضم. وهناك أيضاً مجموعة أخرى من الانزيمات كالانزيمات المفسفرة والتي تعمل على فسفرة أي تقوم بتكسير الروابط في جزيئات بعض المواد كالسكريات العديدة وتتسبب روابط جديدة بينها وبين الفسفور، أما النوع الآخر من أنواع الانزيمات فهي الانزيمات التي تساعد في عمليات الأكسدة والاختزال فهناك انزيمات تعمل على نزع ذرات الهيدروجين من المواد والانزيمات التي تقوم باستخدام الأوكسجين الموجود في الهواء الجوي للقيام بعملية أكسدة المواد، ايضا هناك ما يسمى بالانزيمات الهاضمة

تلعب الانزيمات الهاضمة دوراً محورياً في عملية هضم الطعام في الجسم، إذ تقوم بتنفيذ التفاعلات الكيميائية اللازمة لعمليات الهضم المختلفة ومن هذه الانزيمات:

1. أنزيم أميليز (Amylase): يعمل على تحفيز عملية هضم وتحويل الكربوهيدرات إلى سكريات. يتواجد هذا الأنزيم في الغدد اللعابية والبنكرياس والأمعاء الدقيقة، ويؤثر نقص هذا الأنزيم على الصحة ككل، لا على عمليات الهضم فحسب، لأنه مسؤول أيضاً عن تحليل خلايا الدم البيضاء الميتة، وعدم تحللها قد يؤدي إلى نشأة تورمات.
2. أنزيم بروتيز (Protease): وهو مسؤول عن تحليل البروتينات وتحويلها إلى أحماض أمينية ( Amino Acid). يتركز أنزيم بروتيز في المعدة والبنكرياس والأمعاء الدقيقة. إن أي نقص في هذا الأنزيم قد يتسبب بعدة مشاكل في الجسم مثل: القلق وقلة النوم، والتهاب المفاصل وهشاشة العظام نتيجة نقص كمية الكالسيوم في الدم. ولأن أنزيم بروتيز يعمل على التخلص من بعض أنواع البكتيريا والفيروسات في الدم، فقد يؤدي نقصه كذلك إلى الالتهابات وانخفاض كفاءة جهاز المناعة في الجسم.
3. أنزيم ليباز (Lipase): وظيفة هذا الأنزيم الرئيسية هي تحليل الدهون، وتحفيز عملية تحويلها إلى أحماض دهنية في البنكرياس والأمعاء الدقيقة. إن أي نقص في هذا النوع من الانزيمات له تأثيرات سلبية على صحة الجسم، مثل: ارتفاع نسبة الكوليسترول والدهون الثلاثية، مواجهة صعوبة في إنقاص الوزن، الإصابة بمرض السكري، تخلص خلايا الجسم من الفضلات أو امتصاصها للغذاء بصعوبة وبعد عناء، وقد يعاني الإنسان أيضاً من تشنج العضلات خصوصاً في منطقة الأكتاف بسبب نقص الكالسيوم في الدم.
4. أنزيم بابين (Papain): وهو أنزيم مسؤول عن تحفيز عملية تحليل البروتينات الموجودة باللحوم. يساعد هذا الأنزيم على معالجة مشاكل الهضم والغازات، والتخلص من الأنسجة الميتة والضارة في الجسم.

### 1- درجة الحرارة:

يزداد نشاط الأنزيم بزيادة درجة الحرارة إلى حد معين إذ إن درجة الحرارة تعمل على زيادة حركة الجزيئات وبالتالي زيادة سرعة التفاعل.

درجة الحرارة المثلى: هي الدرجة التي يكون عندها النشاط الأنزيمي أعلى ما يمكن .

علل: يهبط النشاط الأنزيمي بعد درجة الحرارة 40 م° إن ارتفاع درجة الحرارة عن 40 مئوي يؤدي إلى حدوث تغيرات كيميائية في تركيب الأنزيم وهذا يؤدي إلى تغيير في شكل الموقع النشط منه وبالتالي فقدانه لقدرته على العمل.

2- الرقم الهيدروجيني pH: يتأثر النشاط الأنزيمي بالرقم الهيدروجيني بطريقة مشابهة لتأثير درجة الحرارة ، فكل أنزيم رقم هيدروجيني يعمل عنده بصورة مثلى.

3- تركيز الأنزيم: تزداد سرعة التفاعل بزيادة تركيز الأنزيم (علاقة طردية)

5. أنزيم اللاكتيز (Lactase): وظيفة هذا النوع من الانزيمات هي تحليل وهضم اللاكتوز المتواجد في سكر الحليب. ويؤثر نقصه على الإنسان عند الكبر، فقد يسبب نقصه صعوبة في هضم هذا النوع من السكريات، في حالة يطلق عليها عدم تحمل اللاكتوز ( Lactose Intolerant).

6. أنزيم بروميلين (Bromelain): وهو من الانزيمات المضادة للالتهاب، ويساهم في منع حدوث التهاب المفاصل.

### اليه عمل الانزيم

يعمل الأنزيم على تقليل طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل بحيث يحدث عند درجة حرارة الخلية .

طاقة تنشيط التفاعل : الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لبدء التفاعل. كيف يقلل الانزيم طاقة تنشيط التفاعل ؟ يقلل الأنزيم طاقة تنشيط التفاعل بواسطة ارتباطه بالمواد المتفاعلة عند الموقع النشط للإنزيم وهذا الارتباط يقرب بين المواد المتفاعلة، وتحدث التفاعلات بينها.

### فرضيات تفسر آلية عمل الأنزيم

(A) فرضية القفل والمفتاح: كل مادة متفاعلة يجب أن يكون لها شكل خاص يوافق ويتم الجزء النشط من الأنزيم المتحد معه . ملاحظة : شكل الأنزيم ثابت. شكل الموقع النشط ثابت . الموقع النشط : جزء تركيبى صغير من الأنزيم ، يتميز بقدرته على تنشيط التفاعل.

(B) فرضية التلائم المستحث: يرتبط الأنزيم بالمادة المتفاعلة ويكون موقع نشط يتلائم شكله مع المادة المتفاعلة وقت الارتباط به.

ملاحظة : شكل الأنزيم قد يتغير، شكل الموقع النشط متغير

### العوامل المؤثرة في نشاط الأنزيم

يتأثر نشاط الأنزيمات بعوامل عدة منها:

1- درجة الحرارة.

2- الرقم الهيدروجيني.

3- تركيز الأنزيم.