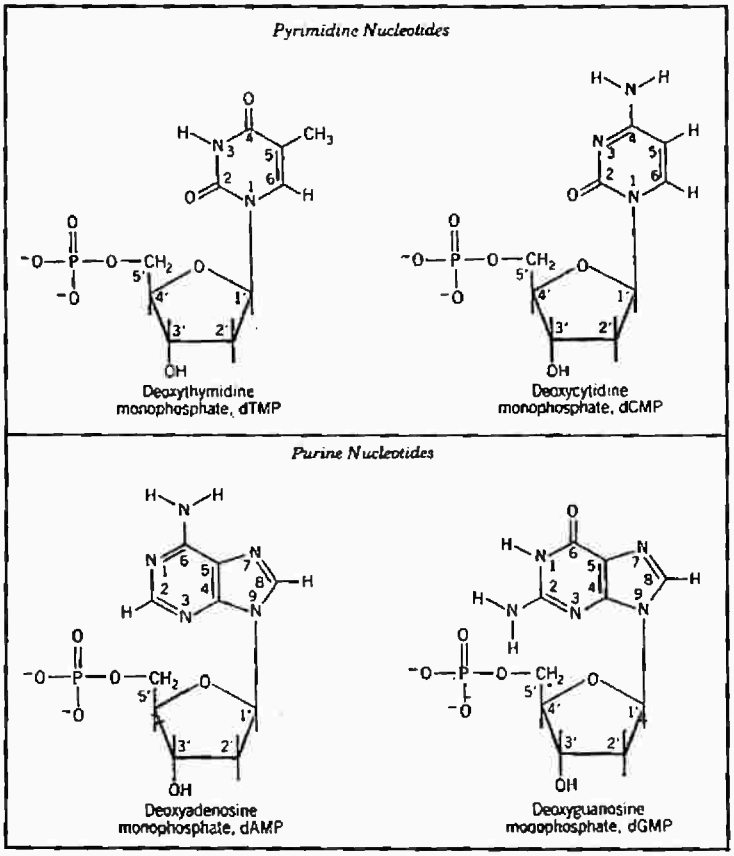
# الفصل الأول

## أسماء ومسميات فى العلوم البيولوجية

للعلوم البيولوجية معارف أساسية ومصطلحات يستخدمها العاملون فى مجالها. وفيما يلى عرض لبعض هذه المعارف والمصطلحات الأساسية التى لها علاقة بموضوع هذا الكتاب.

**الأحماض النووية Nucleic Acids هما حمضان:**

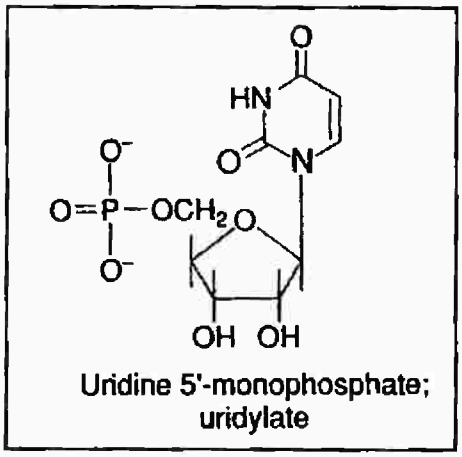
- حمض الدى أوكسى ريبونيوكليك Deoxyribonucleic Acid (DNA). ويتكون الجزىء من سلسلتين من المركبات، وتلتف السلسلتان حول بعضهما البعض. والوحدة البنائية هنا يطلق عليها اسم دى أوكسى ريبونيوكليوتيد Deoxyribonucleotide . وتتكون الوحدة البنائية لحمض DNA، من سكر ريبوز منزوع منه ذرة أوكسيجين، ويرتبط به من ناحية قاعدة نيتروجينية، ومن ناحية أخرى مجموعة فوسفات (شكل ٥).




شكل (٥): الوحدات البنائية الأربع التى تكون شريطى جزىء DNA. تتكون كل وحدة من جزىء سكر خماسى يرتبط عند ذرة الكربون رقم(١) بقاعدة نيتروجينية كما يرتبط عند ذرة الكربون رقم (٥) بمجموعة فوسفات. لاحظ أن قاعدتين نيتروجينيتين أحاديتين الحلقة، وأن القاعدتين الأخرتين ثنائيتا الحلقة.

● حمض الريبوتيوكليك Ribonucleic Acid (RNA) . ويتكون الجزىء من سلسلة واحدة من المركبات، والوحدة البنائية هنا يطلق عليها اسم (ريبونيوكايوتيد Ribonucleotide).

وتتكون الوحدة البنائية لحمض RNA من سكر ريبوز يرتبط به من ناحية قاعدة نيتروجينية، ومن ناحية أخرى مجموعة فوسفات. (شكل ٦).




**شكل (٦): الوحدة البنائية المحتوية على القاعدة النيتروجينية (يوراسيل) توجد فى حمض RNA ولا توجد فى حمض DNA. وفى مقابل ذلك لا توجد الوحدة البنائية المحتوية على القاعدة النيتروجينية (ثايمين) فى حمض RNA.**

## المادة الوراثية:

المادة الوراثية فى الكائنات هى حمض (DNA)، فيما عدا بعض الفيروسات فنجد المادة الوراثية فيها هى حمض (RNA).

## القواعد النيتروجينية The Nitrogenous bases (شكل ٧)

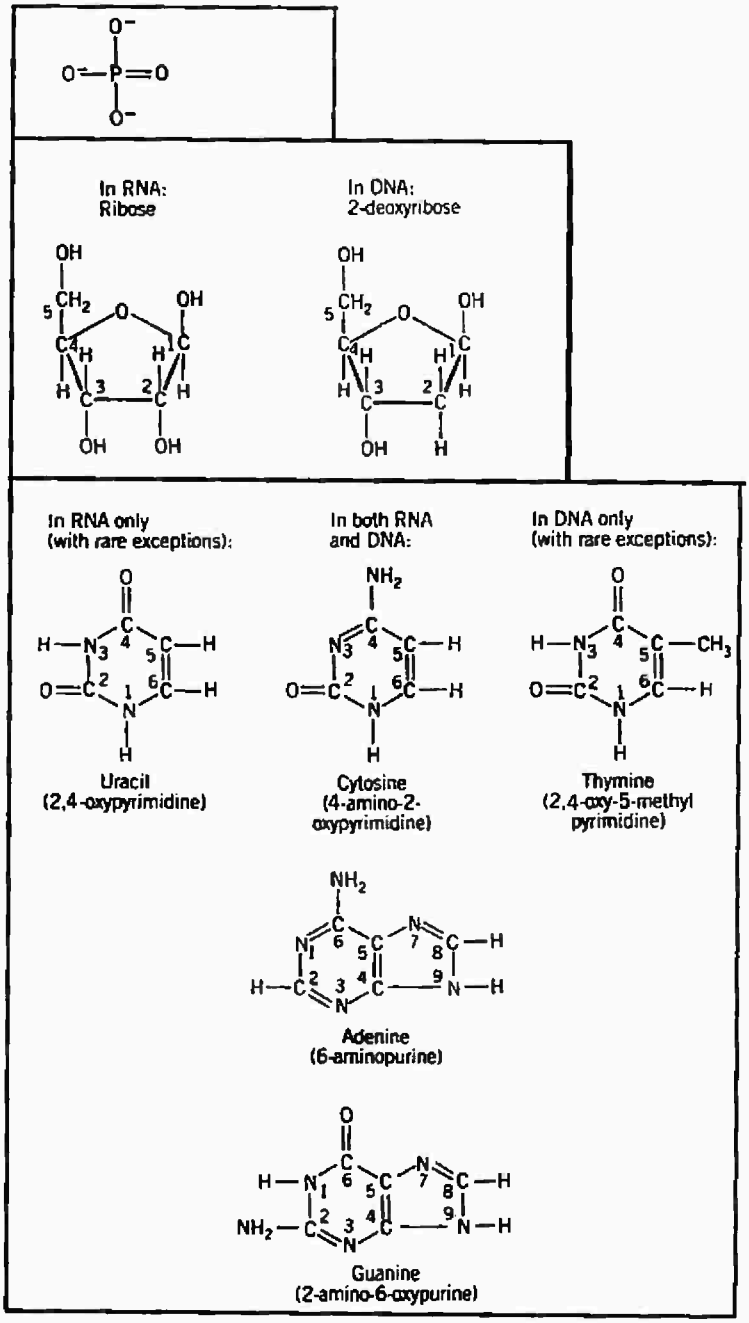
تدخل القواعد النيتروجينية الآتية فى تركيب الوحدات البنائية لحمض DNA:

أدنين Adenine (A)

ثايمين Thymine (T)

سيتوسين Cytosine (C)

جوانين Guanine (G)




شكل (٧): المكونات الأساسية لحمضى RNA و DNA.

وعلى هذا يكون لدينا أربعة طرز من الدى أوكسى ريبونيوكليوتيدات. وفى شريطى الجزيئات اللذين يلتفا حول بعضهما البعض لتكوين جزىء (DNA) ترتبط القاعدة النيتروجينية (A) على شريط بالقاعدة النيتروجينية (T) على الشريط الآخر، كما ترتبط القاعدة النيتروجينية (C) على شريط بالقاعدة النيتروجينية (G) على الشريط الآخر.

أما فى حمض (RNA) فإن القواعد النيتروجينية التى تدخل فى تركيب وحداته البنائية هى:

أدنين Adenine (A)

يوراسيل Uracil (U)

سيتوسين Cytosine ©

جوانين Guanine (G)

وعلى هذا فإن لدينا أربعة طرز من الريبونيوكليوتيدات. ويلاحظ أن كلا من الثيمين والسيتوسين واليوارسيل أحادى الحلقة ويطلق عليها اسم بيريميدينات Pyrimidines. أما الأدنين والجوانين فكل منهما ثنائى الحلقة وينتميان إلى مجموعة البيورينات Purines.

## الجينوم Genome

هو ترتيب الوحدات البنائية التى تكون المادة الوراثية للكائن. فالجينوم يتكون من آلاف وملايين من الدى أوكسى ريبونيوكليوتيدات أو الريبونيوكليوتيدات، وفيه يختلف تتابع الطرز الأربعة من هذه الجزيئات من كائن لآخر، ويكون الجينوم مجموعة الجينات التى تتحكم فى صفات كل كائن.

## الجين:

يعتبر عالم النبات الدنمركى (ولهلم جوهانسن) Wilhelm Johannsen أول من أطلق كلمة (جين gene) التى اشتقت منها كلمة (genetics) أى علم الوراثة. والأصل فى الكلمة هو المقطع (gen) الذى يعنى فى اليونانية (ينمو إلى) to grow into. وعلى ذلك فعلم الوراثة لا يعنى فقط بالوسائل التى تنتقل بها الصفات من جيل إلى جيل، ولكن أيضا بالآلية التى تعمل بها وحدات مادة الوراثة لتحكم ظهور الصفات.

والجين هو جزء من المادة الوراثية مسئول عن التحكم فى صفة معينة من صفات الكائن الحى. وقد قدر أن الإنسان يتحكم فى صفاته حوالى (٣٨) ألف جين. وإذا حدث خلل فى أحد

الجينات استتبع ذلك حدوث حالة مرضية. وإذا كان هذا الخلل فى الخلايا التناسلية فإنه يورث إلى الأبناء. وتشكل الأمراض الناشئة عن خلل الجينات تحديا أمام الأطباء، حيث إنها تستعصى على العلاج.

### النيوكليوسيد Nuncleoside

هو المركب الناتج عن اتحاد قاعدة نيتروجينية مع سكر الريبوز، فهو يختلف عن النيوكليوتيد فى عدم احتوائه على الفوسفات.

### الفيروسات:

لا تعتبر الفيروسات خلايا لأنها لا تتكون من مادة (البروتوبلازم)، كما أنها لا تتنفس. ويتراوح قطر أو طول الفيروس بين ١٠ - ٣٠٠ نانومتر، وهى تتخذ أشكالا مختلفة (شكل ٨ ملون). ولا يقوم الفيروس بأى نشاط حيوى طالما أنه خارج الخلايا - ولكن يمكنه التكاثر داخل الخلايا. وتسبب الفيروسات أمراضا خطيرة للإنسان وللحيوان وللنبات. ويطلق على الفيروس الذى يصيب البكتيريا اسم (بكتيريوفاج) Bacteriophage. وتتراوح أطوال الفيروسات بين ٠,٠٢ - ٠,٢ ميكرومتر.

وتفتقد الفيروسات للجينات الضرورية للتضاعف والتكاثر. وعندما يغزو الفيروس خلية ما فإنه يستخدم الآلية البيوكيميائية بالخلية فى بناء المركبات اللازمة لإنتاج أجيال من هذا الفيروس.

ويعرف طرازين من الفيروسات هما:

- فيروسات الحمض النووى DNA، وتعرف باسم Adenoviruses.
- فيروسات الحمض النووى RNA، وتعرف باسم Retroviruses.

ويرجع الفضل إلى العالم الأمريكى (هوارد تمن) Howard M. Temin من خلال أبحاثه فى الفترة من ١٩٦٤ - ١٩٧٠ فى إيضاح أن فيروسات الحمض النووى RNA تحتوى على إنزيم عرف باسم إنزيم النسخ العكسى reverse transcriptase الذى يقوم بنسخ RNA الفيروسى إلى DNA يرتبط بالمادة الوراثية للخلية التى غزاها الفيروس ليكون ما عرف باسم provirus. وتتم ترجمة هذا الأخير ليعطى حمض RNA تتم ترجمته إلى البروتين اللازم لتغليف المادة الوراثية لأجيال جديدة من الفيروس.

وتحتوى فيروسات الحمض النووى الريبوزى على ثلاثة جينات تؤمن له القدرة على التضاعف، وهذه الجينات هى:

gag: يحمل شفرات لإنتاج البروتينات التركيبية.

pol: يحمل شفرات إنزيم النسخ العكسى.

env: يحمل شفرات الغلاف الجليكوبروتينى للفيروس.

كما تحوى بعض الفيروسات جينا رابعا يسبب تحول transformation للخلايا المزروعة فى الأطباق الزجاجية *in vitro* ويسبب سرطانا لخلايا الجسم *in vivo* ، ويعرف هذا الجين باسم oncogene.

ويوضح الجدول المرفق بعض طرز الفيروسات فى كل من هاتين المجموعتين وحجم الجينوم فيها.

**حجم الجينوم فى بعض الفيروسات الحيوانية**

| الفيـــروس | حجم الجينوم<br>مقدرا بالمئات من أزواج القواعد |
|---|---|
| RNA Viruses | |
| Poliovirus | 7 – 8 |
| Rubella virus | 12 |
| Yellow fever virus | 10 |
| Measles virus | 16 – 20 |
| Influenza virus | 14 |
| Human immunodeficiency virus | 9 |
| DNA Viruses | |
| Hepatitis B virus | 3.2 |
| Human papillomavirus | 5 – 8 |
| Adenovirus | 36 |
| Herpes simlex virus | 120 – 200 |
| Vaccina virus | 130 - 280 |

### الكائنات أوليات النواة Prokaryotes

هى كائنات حية لا تحتوى خلاياها على أنوية، فالمادة الوراثية لها توجد على شكل جزىء من حمض DNA دون أن تتشكل على هيئة جسم محدد، وتعتبر هذه الكائنات بدائية، وتشمل هذه المجموعة البكتيريا وبعض طرز الطحالب.

### الكائنات حقيقيات النواة Eukaryotes

تحتوى الخلية فى هذه الكائنات على نواة لها شكل محدد، والنواة لها غلاف من غشاءين وتحتوى على حمض DNA مرتبطا بمواد بروتينية.

### تسمية الكائنات الحية Nomenclature

بالإضافة إلى الاسم الدارج للكائن الحى، فإن هناك تسمية علمية له تتكون من لفظتين، أولهما هى اسم الجنس الذى يتبعه، والثانى هو اسم النوع. وتكتب الكلمتين بحوف إيتالية Italics أى مائلة – وإذا تعذر ذلك فيكتب تحت كل كلمة منهما خط، ويراعى أن تكتب الحروف كلها صغيرة Small فيما عدا الحرف الأول من اسم الجنس فيكتب كبيرا Capital. وباعتبار الإنسان أحد الكائنات الحية، فإنه أعطى الاسم العلمى *Homo sapiens*. ويلاحظ عدم اشتراك طرازين من الأحياء فى اسم النوع، ولكن يمكن أن ينتمى نوعان أو أكثر إلى جنس واحد. فمثلا يعرف من الفئران mice النوعان:

*mus musculus* - *Mus caroli*

ويعرف من الجرذان Rats النوعان:

*Rattus rattus* - *Rattus norvegicus*

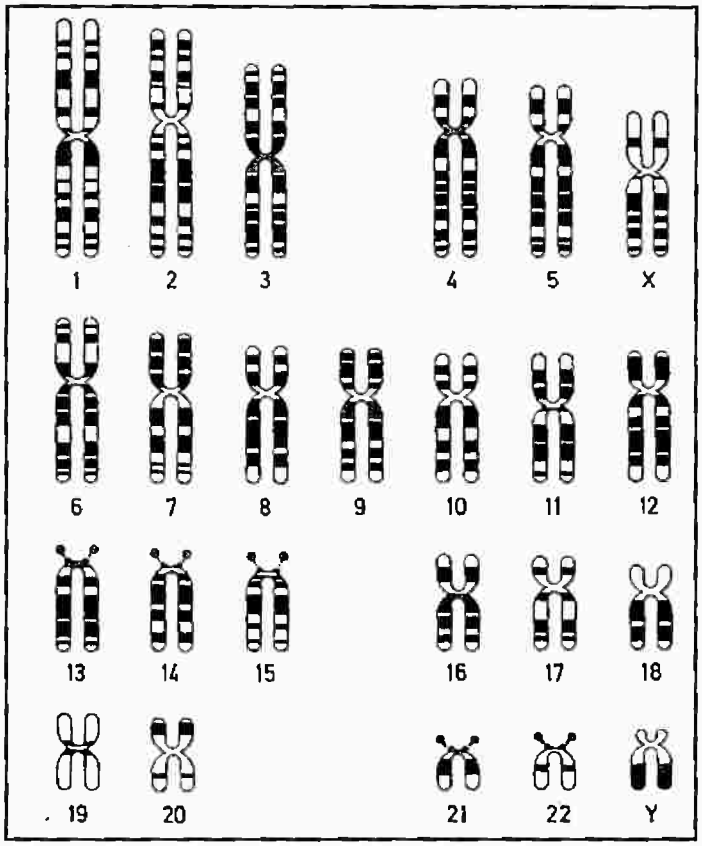
ومن المفترض أن يلى كتابة اسم الجنس والنوع كتابة اسم الباحث الذى أعطى هذه التسمية والسنة التى اعتمدت فيها التسمية إلا أن ذلك لا يراعى دائما.

### الكروموسومات The Chromosomes

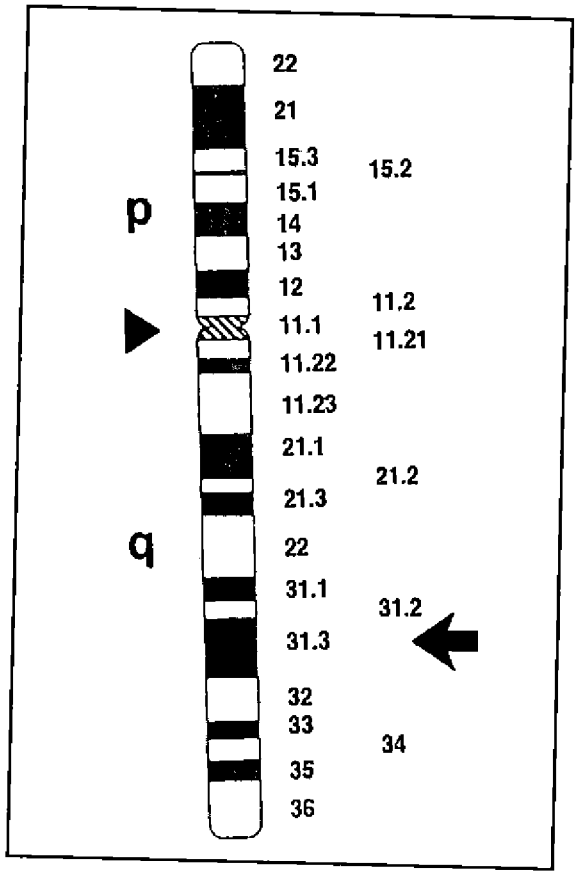
توجد المادة الوراثية فى خلايا الكائنات حقيقيات النواة على هيئة أجسام عصوية الشكل تعرف باسم (الكروموسومات) (شكل ٩). وفى الواقع فإن كل كروموسوم تتكون مادته من الحمض النووى DNA مرتبطا بطراز من البروتينات يعرف باسم هستونات. ولا تظهر الكروموسومات إلا أثناء عملية الانقسام الخلوى. وفى بداية الانقسام الخلوى يبدو كل كروموسوم مكونا من جزأين عصوييى الشكل يعرف كل منهما باسم (كروماتيد). ويرتبط

الكروماتيدان معا عند موقع يسمى سنترومير. وعادة توجد الكروموسومات فى أزواج متشابهة حيث إن نصف عدد الكروموسومات مصدرها الأب والنصف الآخر مصدرها الأم.

شكل (٩ أ): بعض كروموسومات الإنسان كما تبدو بالمجهر الالكترونى الماسح.




شكل (٩ ب): صورة لكروموسومات الإنسان بعد صباغتها بطريقة خاصة تظهر شرائط على الكروموسومات. تم ترتيب الكروموسومات. الصورة تشمل كروموسوم واحدا فقط من كل زوج. الكروموسوم Y يعنى أن الخلية تخص ذكرا.




شكل (٩ جـ): الكروموسوم رقم(٧). الزراع القصير (p)، الزارع الطويل (q). المثلث يشير إلى منطقة النسترومير بين الزراعين. السهم يشير إلى الموقع 31.3 على الزراع الطويل (q) للكروموسوم رقم 7 أى q 7) (31.3 الذى يحدد موقع جين التليف الحوصلى.

وتحمل الكروموسومات الصفات الموروثة من الأبوين، وذلك على هيئة تتابعات كيميائية تعرف باسم (جينات). وبصفة عامة فإن للصفة الواحدة جينين، أحدهما مصدره الأب، والآخر مصدره الأم. وعلى سبيل المثال فإن صفة الاستطالة فى نبات البازلاء لها جينان أحدهما للطول ويرمز له (L) والآخر للقصر ويرمز له (l). وفى نبات البازلاء يسود جين الطول على جين القصر، فإذا ورث النبات الجينين (LL) من الأبوين كان النبات طويلا ويوصف بأنه (نقى) فى هذه الصفة. وإذا ورث النبات الجينين (Ll) من الأبوين كان النبات طويلا ويوصف بأنه خليط فى هذه الصفة. وإذا ورث النبات الجينين (ll) من الأبوين كان النبات قصيراً. وفى جميع الحالات يوصف الجينان المسئولان عن الصفة بأن كل منهما (مقابل) allele للآخر.

ومن الناحية الشكلية قد يقسم السنتيرومير الكروموسوم إلى ذراعين متساويين أو غير متساويين فى الطول.

ويمكن صباغة الكروموسومات بحيث تبدو مخططة عرضيا فيما يعرف باسم الصباغة الشريطية banding (شكل ٩ ب ، ج) حيث يكون عدد الشرائط وسمكها فى كل كروموسوم ثابتا فى المرحلة الانقسامية المعينة وباستخدام صبغ معين. وقد اتفق العلماء على تقسيم كل ذراع من ذراعى الكروموسوم إلى مناطق regions حيث تحتوى كل منطقة على عدد من الشرائط bands، على أن يبدأ ترقيم المناطق والشرائط من عند السنترومير. ويرمز للزراع القصير للكروموسوم بالحرف (p) وللذراع الطويل بالحرف (q). وفى الكروموسومات متساوية الذراعين يتم التمييز بين الذراع (p) والذراع (q) عن طريق نظام الصباغة الشريطية الذى يميز كل ذراع. وتساعد الصباغة الشريطية فى كشف أى زيادة أو نقص فى الكروموسوم والتى تحدث فى بعض الحالات المرضية.

وتتخذ الكروموسومات فى كل نوع من الكائنات الحية عددا ثابتا وأشكالا محددة.

ويوضح الجدول التالى حجم الجينوم وأعداد الكروموسومات فى المجموعة الكروموسومية النصفية فى عدد من الكائنات الحية:

| Organism | Genome Size (Mb) | Chromosome Number |
|---|---|---|
| Yeast *(Saccharomyces cerevisiae)* | 14 | 16 |
| Slime mold *(Dictyostelium)* | 70 | 7 |
| *Arabidopsis thaliana* | 70 | 5 |
| Corn | 5,000 | 10 |
| Onion | 15,000 | 8 |
| Lily | 50,000 | 12 |
| Nematode *(Caenorhabditis elegans)* | 100 | 6 |
| Fruit fly (*Drosophila*) | 165 | 4 |
| Toad (*Xenopus laevis*) | 3,000 | 18 |
| Lungfish | 50,000 | 17 |
| Chicken | 1,200 | 39 |
| Mouse | 3,000 | 20 |
| Cow | 3,000 | 30 |
| Dog | 3,000 | 39 |
| Human | 3,000 | 23 |

- Both genome size and chromosome number are for haphoid cells.
Mb = millions of base pairs.

## الطفرة

هو تغير فجائى فى المادة الوراثية، قد ينتج عنها تغير فى صفة (أو أكثر) من صفات الكائن الحى. وقد تظهر الطفرة تلقائيا، ولكن يمكن إحداث طفرات تحت تأثير مؤثرات فيزيائية مثل الإشعاع أو مؤثرات كيميائية مثل غاز الخردل mustard gas والكافين والفورمالدهيد.

وكان أول من اكتشف حدوث الطفرات هو العالم الأمريكى توماس مورجان Thomas H. Morgan فى عام ١٩١٠، وذلك فى حشرة الدروسوفلا، وحصل على جائزة نوبل عام ١٩٣٣. وقد أمكن للعالم الأمريكى موللر H.I. Muller إحداث طفرات فى حشرة الدروسوفلا باستخدام أشعة إكس وحصل على جائزة نوبل فى عام ١٩٤٦.

## إصلاح الحمض النووىDNA : DNA repair

يحدث خلل فى بناء الحمض النووى DNA تلقائيا أو تحت تأثير بعض المواد الكيميائية أو الإشعاع مثل الأشعة فوق البنفسجية. وتقوم الخلايا عادة بإصلاح نسبة كبيرة من هذا الخلل بصورة تلقائية.

## البكتيريا Bacteria (شكل ١٠ ملون)

هى كائنات حية دقيقة وحيدة الخلية لها جدار جامد يحيط بها، وهى لا ترى إلاّ بالمجهر. وتتراوح أقطار معظمها ما بين ٠,٥ - ٢٠ ميكرومتر. وتأخذ البكتيريا أشكالا متعددة، فقد تكون كروية Coccus أو عصوية Bacillus أو لولبية Spirochete أو خيطية Filamentous. وتتبع البكتيريا مجموعة أوليات النواة Prokaryotes.

## البلازميدات The Plasmids

هى حلقات صغيرة من حمض DNA توجد فى منطقة السيتوبلازم فى البكتيريا والخميرة، وهى غير معلومة الوظيفة، وفقد البكتيريا لما بها من بلازميدات لا يؤثر عليها. وتتكاثر البلازميدات تلقائيا بغض النظر عن الخلية ذاتها.

## الخلية The Cell (شكل ١١ ملون)

هى وحدة بناء أجسام الكائنات الحية. وهناك الكثير من الكائنات الحية التى تتركب أجسامها من خلية واحدة كالبكتيريا والحيوانات الأولية مثل الأميبا والبرامسيوم والبلازموديام. ويتراوح حجم الخلية فى جسم الإنسان بين ٢٠٠ ميكرومتر مكعب، ١٥,٠٠٠ ميكرومتر مكعب، وذلك فيما عدا بعض الخلايا العصبية التى تتميز بكبر أحجامها عن ذلك القدر. ويبلغ قطر أصغر الخلايا

الحيوانيـة حوالى ٤ ميكرومـتر، ويبلـغ عـدد خلايـا جسم الإنسـان (١٠)[١٤] خليـة. ولا تـرى الخلايا إلاّ باسـتخدام المجهـر وذلـك فيمـا عـدا بعـض طـرز النباتـات وبويضـات الحيوانـات. وتحاط الخلية بغشاء يطلق عليه اسم غشاء البـلازما plasma membrane ، وتتكون المادة الحيـة للخليـة مـن مـادة البروتوبلازم protoplasm الـذى يتميز فـى حقيقيـات النـواة إلى سـيتوبلازم cytoplasm فـى المنطقـة خـارج النـواة، ونيوكليوبـلازم nucleoplasm يكـون النـواة. ويشـاهد فـى السيتوبلازم بعض التراكيب مثل الشبكة الإندوبلازميـة Endoplasmic reticulum والريبوسـومات والميتوكوندريا والليزوسومات والسـنتريولات والهيكـل الخلوى. وتحتوى الميتوكوندريا على الحمض النووى DNA.

### الريبوسومات Ribosomes

هى حبيبات توجد فى سيتوبلازم الخلية، ولا ترى إلاّ بالميكروسـكوب الإلكـترونى، وتلعـب الريبوسـومات دورًا هامًا فى عملية تخليق البروتينات التى تقوم بها الخلية. وتتكون الريبوسـومة من حمض RNA الريبوسومى (r-RNA) وبروتينات. ومن الناحية الشكلية تتكون الريبوسومة من وحيدة صغيرة ووحيدة كبيرة large and small subunits.

### الدالتون Dalton (Da) (d)

الدالتون هو وزن ذرة الهيدروجين الذى يبلغ ١,٦٦ × (١٠)$^{-٢٤}$ من الجرام. والهيدروجين هـو أخف العناصر، وقد اعتبر وزن ذرته وحدة تقاس بها أوزان جزيئات المواد. ويرجع اسـم وحـدة الوزن هذه إلى عالم الكيمياء البريطانى (جون دالتون) John Dalton (١٧٦٦ – ١٨٤٤).

### الأحماض الأمينية Amino Acids

هى الوحدات البنائية التى تتكون منها البروتينـات، وعنـد ارتبـاط مجموعـة مـن الأحمـاض الأمينية معا يطلق على السلسلة الناتجة اسم عديـد البيتيـد Polypeptide. ويعـرف فـى الجسـم عشرون من الأحماض الأمينية يرمـز لكـل منـها إمـا بثلاثـة حـروف أو بحـرف واحـد. وبعـض الأحماض الأمينية كاره للماء Hydrophobic (مشار إليها * فى القائمة)، وبعضها الآخر محـب للماء Hydrophilic.

| THE AMNO ACIDS | | |
|---|---|---|
| الحمض الأمينى | رمز الحمض بثلاثة أحرف | رمز الحمض بحرف واحد |
| Alanine* | Ala | A |
| Arginine | Arg | R |
| Asparagine | Asn | N |
| Aspartic acid | Asp | D |
| Cysteine | Cys | C |
| Glutamic acid | Glu | E |
| Glutamine | Gln | Q |
| Glycine | Gly | G |
| Histidine | His | H |
| Isoleucine* | Ile | I |
| Leucinc* | Leu | L |
| Lysine | Lys | K |
| Methionine* | Met | M |
| Phenylalanine* | Phe | F |
| Proline* | Pro | P |
| Serine | Ser | S |
| Threonine | Thr | T |
| Tryptophan | Trp | W |
| Tyrosine* | Tyr | Y |
| Valine* | Val | V |

ويعتمد تسلسل الأحماض الأمينية فى سلسلة عديد البيتيد على ترتيب الشفرات الوراثية فى جزىء حمض m-RNA، وهذا يعتمد بدوره على تسلسل القواعد النيتروجينية فى الجزء المعنى من المادة الوراثية (DNA). فإذا حدث اضطراب فى هذا التسلسل فإن البروتين المخلق تبعا لذلك سيختلف من البروتين الطبيعى مما يؤدى إلى مشاكل صحية خطيرة.