

ماذا تعلم عن..

موسوعة للأطفال تغطي مجالات المعرفة
البشرية المختلفة بأسلوب شائق

٢٦



الشفرة الوراثية

بقلم
الدكتور منير على الجنزوري

الطبعة الثانية



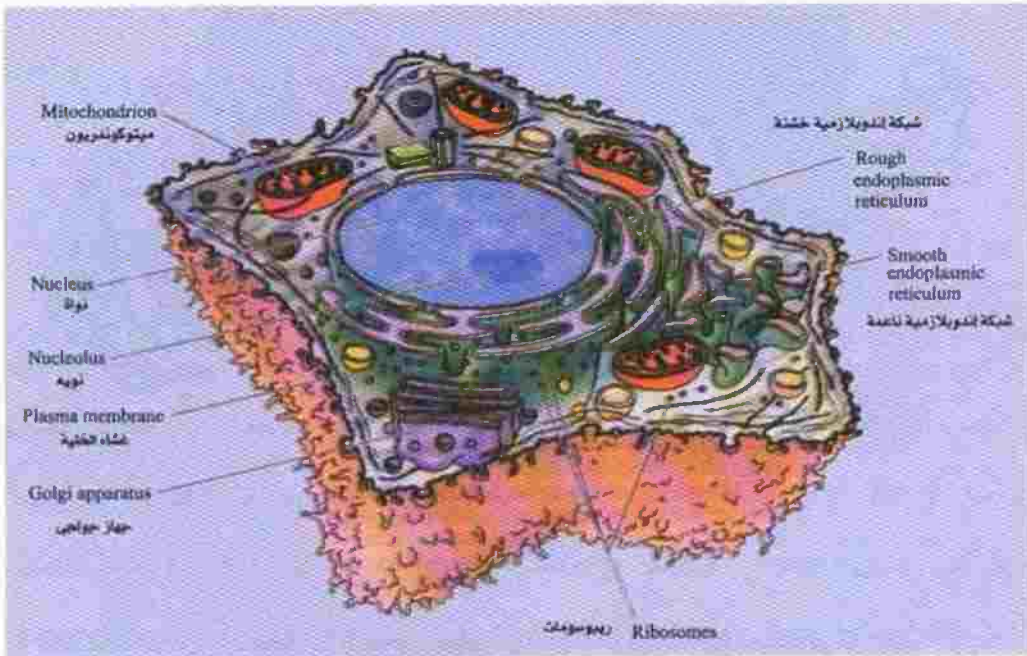
تصميم الغلاف : منال بدران

تنفيذ المتن والغلاف
بالمركز الالكتروني
دار المعارف

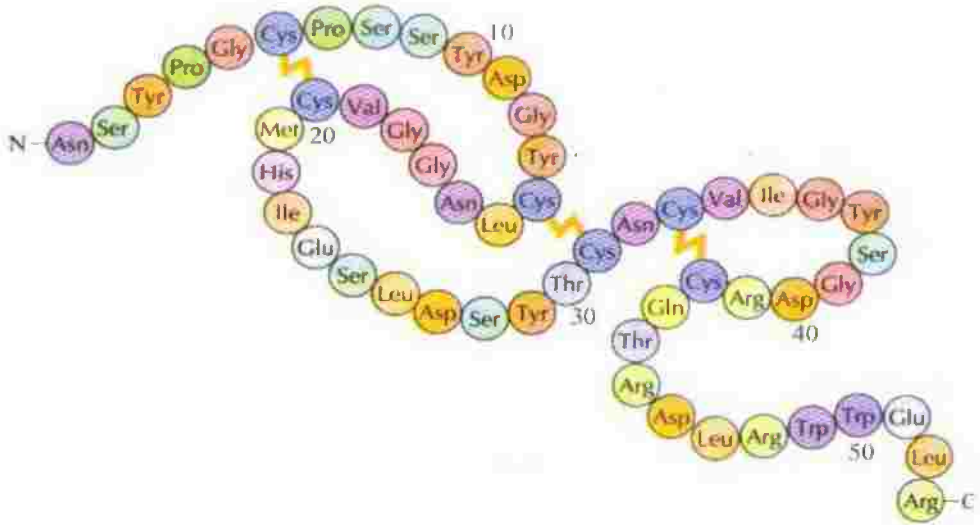
الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة - ج . م . ع
هاتف : ٥٧٧٧٠٧٧ - فاكس : ٥٧٤٤٩٩٩ E-mail: maaref@idsc.net.eg
إعداد الماكيت : أماني والى

البناء الخلوي:

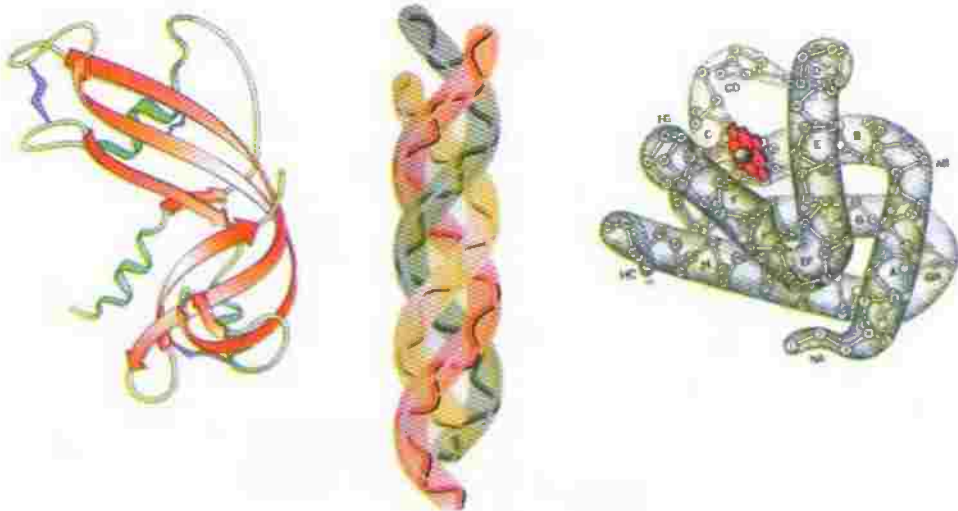
يتكون جسم الكائن الحي عادةً من عددٍ كبيرٍ من الخلايا، وتحتوي الخلية على تراكيب هامة مثل النواة، وكذلك على تراكيب غشائية مثل الشبكة الإندوبلازمية وجهاز جولجي فضلاً على حبيبات صغيرة تعرف باسم ريبوسومات (شكل ١). ومن الناحية الكيميائية تعتبر المواد البروتينية من أهم مكونات الخلية، وتحكم المادة الوراثية في بناء الطرز المختلفة من البروتينات. وتتكون المادة البروتينية عادةً من سلاسل، وتتكون كل سلسلة من وحدات بنائية تعرف باسم الأحماض الأمينية (شكل ٢). ويعرف في أجسام الكائنات الحية عَشْرُونَ طرازاً من الأحماض الأمينية. وتعتمد خصائص أي مادة بروتينية على طرز الأحماض الأمينية الداخلة في تركيبها وعلى ترتيب هذه الأحماض داخل المادة البروتينية، وكذلك على التشكيل الذي تأخذه هذه السلاسل حيث إنها عادةً ما تلتف وتثنى وفق نظم معينة (شكل ٣).



(شكل ١) : الخلية كما تبدو بالمجهر الإلكتروني



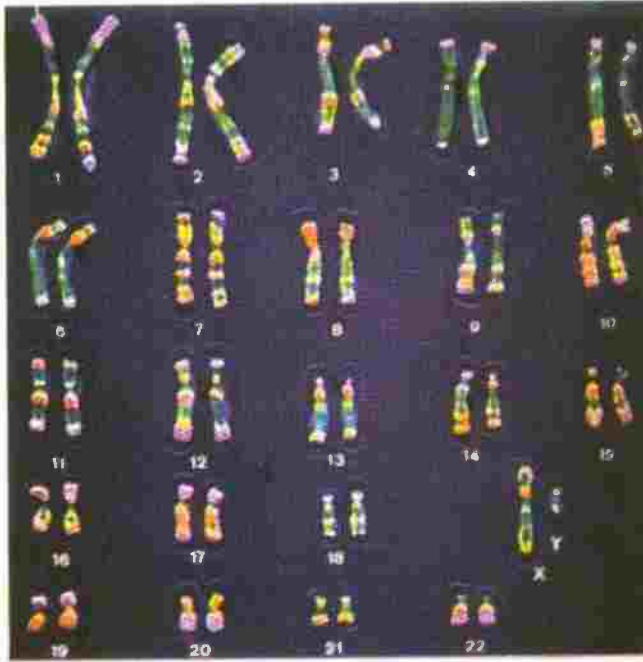
(شكل ٢) : سلسلة من الأحماض الأمينية تكوّن مادة بروتينية.



(شكل ٣) : تتجسّم سلاسل الأحماض الأمينية في أشكال ذات أنماط محددة تختلف في طرز البروتينات المختلفة - وتتكون المادة البروتينية عادةً من عدد من السلاسل ترتبط معاً.

المادة الوراثية:

توجد المادة الوراثية داخل نواة الخلية. وتورث المادة الوراثية من جيل إلى جيل عن طريق الخلايا التناسلية التي يتكون منها الجنين. ويلاحظ أنه عندما تقوم الخلية بعملية الانقسام تتشكل المادة الوراثية بها على هيئة أجسام عَصَوِيَّة محددة العدد والشكل لكل كائن حي، وتعرف هذه الأجسام باسم «كروموسومات» (شكل ٤).



(شكل ٤) : صورة لكروموسومات إحدى خلايا الإنسان بعد صبغتها وترتيب صورها وفق نظام خاص. لاحظ أن الكروموسومات موجودة في أزواج متشابهة.

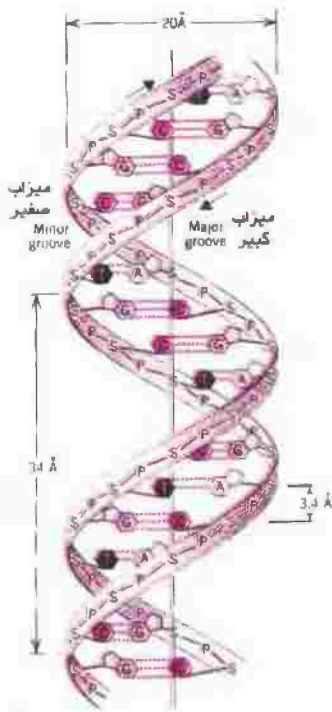
ومن المهم أن ندرك أن المادة الأساسية في بناء الكروموسوم هي حمض يعرف باسم "DNA" أو «الدنا». وتعتبر جزيئات هذا الحمض هي المادة الوراثية. ويتركب جزيء حمض "DNA" من سلسلتين من المركبات الكيميائية حيث تلتف السلسلتان حول بعضهما على شكل حلزونين أي «حلزون مزدوج»، وترتبط السلسلتان معًا.

ما هو تركيبُ جُزىءِ المادةِ الوراثيةِ "DNA"؟

تتكونُ كلُّ سلسلةٍ من جُزىءِ "DNA" من جزيئاتٍ أصغرٍ يطلقُ على كلِّ منها اسم «دى أوكسى نيوكليوتيد». ويتميزُ تركيبُ كلِّ واحدٍ من هذه الجزيئات الصغيرة باحتوائه على مركبٍ كيميائيٍ يطلقُ عليه اسم «قاعدة نيتروجينية» وتوجدُ القواعدُ النيتروجينية على أربعة طرز هي:

ثايمين	ويرمزُ له بالحرف (T)
أدينين	ويرمزُ له بالحرف (A)
سيتوسين	ويرمزُ له بالحرف (C)
جوانين	ويرمزُ له بالحرف (G)

وتترتبُ هذه الجزيئاتُ فى كلِّ شريطٍ وفق ترتيبٍ خاصٍّ يميزُ هذا الشريطَ، وقد لوحِظَ أنه حينما توجدُ على أحدِ الشريطينِ القاعدة (T) فإنها ترتبطُ على الشريطِ الآخرِ بالقاعدة (A)، وحينما توجدُ على أحدِ الشريطينِ القاعدة (C)، فإنها ترتبطُ على الشريطِ الآخرِ بالقاعدة (G). وسرَى بَعْدَ قليلٍ أنَّ ترتيبَ هذه القواعدِ النيتروجينية على شريطى جُزىءِ "DNA" لهُ درجةٌ كبيرةٌ من الأهمية. ومن الواضحِ أنَّ شريطى جُزىءِ "DNA" يرتبطانِ معًا عن طريقِ هذه القواعدِ النيتروجينية. (شكل ٥).



(شكل ٥) : جُزىءِ حمضِ "DNA" هو المكون الرئيسى لمادة الكروموسوم. يتكونُ الجُزىءِ من شريطينِ يلتقيانِ حولَ بعضهما، لاحظُ أن القواعد النيتروجينية الواقعة على شريطٍ ترتبطُ بالقواعد على الشريطِ المقابلِ، وأنَّ جانبي الجُزىءِ يتكوَّنانِ من جزيئاتِ السكر (S) والفوسفات (P).

كيف يتحكم حمض "DNA" في تخليق البروتينات ؟

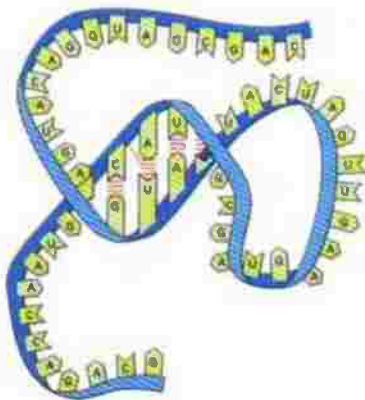
لا يقوم حمض "DNA" بهذه الوظيفة بصورة مباشرة، ولكنه يقوم بتخليق حمض آخر يعرف باسم «حمض ريبيونوكليك» أو اختصاراً «رن أ» أو «رنا» وبالإنجليزية "RNA". ووفقاً لبناء حمض "RNA" يتم تخليق البروتينات اللازمة لكل من البناء الخلوي والنشاط الخلوي.

تركيب حمض "RNA":

يتكون حمض "RNA" من سلسلة واحدة من وحدات بنائية تعرف باسم «ريبيونوكليوتيدات». ويتميز تركيب كل واحد من هذه الريبيونوكليوتيدات باحتوائه على قاعدة نيتروجينية. وتوجد القواعد النيتروجينية في شريط حمض "RNA" على أربعة طرز هي :-

يوراسيل	ويرمز له بالحرف (U)
أدينين	ويرمز له بالحرف (A)
سيتوسين	ويرمز له بالحرف (C)
جوانين	ويرمز له بالحرف (G)

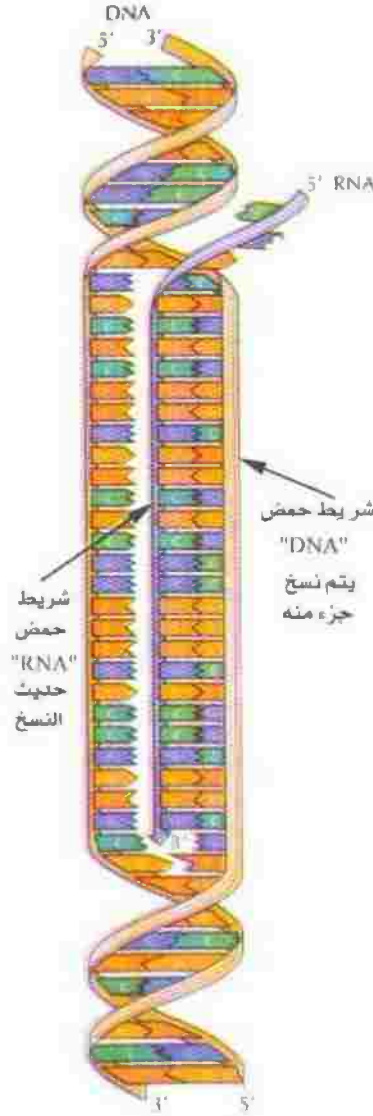
ونلاحظ هنا أن القواعد النيتروجينية في جزيء "DNA" هي نفسها القواعد النيتروجينية في جزيء "RNA" فيما عدا أن الثايمين لا يوجد في حمض "RNA"، كما أن اليوراسيل لا يوجد في حمض "DNA". وقد ترتبط ريبيونوكليوتيدات الشريط الواحد من حمض "RNA" معاً إذا ما التف الشريط حول نفسه (شكل ٦).



(شكل ٦) : جزيء "RNA" يتكون من شريط واحد قد يلتف حول نفسه في بعض مواقعه. لاحظ وجود القاعدة النيتروجينية (U) وعدم وجود القاعدة النيتروجينية (T).

كيف يقوم حمض "DNA" بتخليق حمض "RNA" ؟

يتخلق شريط حمض "RNA" أمام أحد شريطي «حمض "DNA"». وبمعنى آخر فإن ترتيب الريبونوكليوتيدات في شريط حمض "RNA" يتحكم فيه ترتيب الـ أوكسي نيوكلوتيدات في شريط حمض "DNA" الذي يتم أمامه تخليق حمض "RNA" (شكل ٧).



(شكل ٧) : رسم يوضح نسخ جزء من أحد شريطي حمض "DNA" إلى شريط حمض "RNA"

وبلاحظ أنه عندما توجد القاعدة النيتروجينية (T) في شريط "DNA" توضع القاعدة (A) في شريط "RNA" أمامها، ولكن عندما توجد القاعدة النيتروجينية (A) في شريط "DNA" توضع القاعدة النيتروجينية (U) في شريط حمض "RNA".

في أي أجزاء الخلية يتم تخليق حمض "RNA" ؟

يتم تخليق حمض "RNA" في نواة الخلية، وتسمى هذه العملية «نسخ». ثم يخرج حمض "RNA" المخلّق من النواة إلى السيتوبلازم ليقوم بوظيفته.

وما هي وظيفة حمض "RNA" التي يؤديها وهو في السيتوبلازم ؟

إن حمض "RNA" هو الذي يحدّد تسلسل الأحماض الأمينية في البروتين المراد تخليقه، ويتم ذلك في «السيتوبلازم»، وتسمى هذه العملية «ترجمة» لأن بها يتم الحصول على تسلسل من الأحماض الأمينية وفق تسلسل من طراز آخر هو تسلسل القواعد النيتروجينية في حمض "RNA".

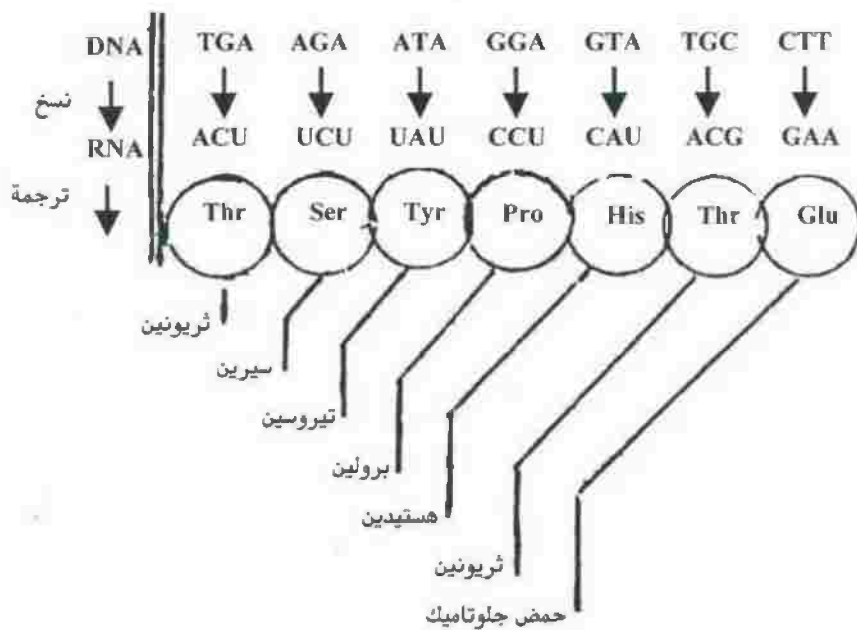
وما هي أهمية البروتينات؟

للبروتينات أهمية «عظيمة» في الخلية حيث إن بعضها قد يكون بروتينات تركيبية يعتمد عليها بناء جسم الكائن الحي، وقد يكون بعضها إنزيمات تتحكم في تفاعلات بناء البروتينات والدهون والكربوهيدرات في الخلية. ومن هنا فإن لجزيء "RNA" دوراً عظيماً في تحديد البناء الخلوي وكذا في أنشطة ووظائف هذه الخلايا.

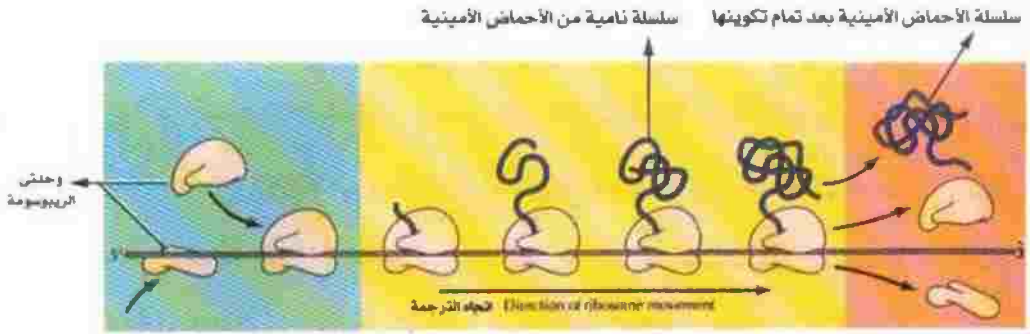
كيف يحدّد حمض "RNA" تسلسل الأحماض الأمينية في البروتين ؟

إن تسلسل القواعد النيتروجينية في حمض "RNA" هو الذي يحدّد تسلسل الأحماض الأمينية. وفي واقع الأمر فإن كل ثلاث قواعد نيتروجينية متجاورة في

شريط حمض "RNA" تكون ما يسمى شفرة وراثية، وهذه الشفرة تدل على «حمض أميني» معين. وبمعنى آخر فإن ترتيب ثلاثيات القواعد النيتروجينية على شريط حمض "RNA" هو الذي يحدد ترتيب الأحماض الأمينية المراد ربطها معاً في سلسلة، فمثلاً الثلاثية "ACU" في حمض "RNA" تعني انضمام الحمض الأميني «ثريونين» إلى السلسلة المراد تخليقها في نفس موقع ترتيب هذه الثلاثية في حمض "RNA". كذلك فإن الثلاثية "UCU" في حمض "RNA" تعني انضمام الحمض الأميني «سيرين» إلى السلسلة أمام هذه الثلاثية، كذلك فإن ثلاثية القواعد النيتروجينية "UAU" في حمض "RNA" تعني انضمام الحمض الأميني «تيروسين» إلى سلسلة الأحماض الأمينية.. وهكذا (شكلي ٨، ٩). وعلى هذا يمكن القول بأن الشفرات الوراثية (الثلاثيات) الواقعة على جُزء حمض "RNA" هي التي تتحكم في خصائص البروتين.



(شكل ٨) : الصف العلوي يوضح تتابع الـ دي أوكسي نيوكليوتيدات في جُزء «DNA». الصف الأوسط يوضح نسخ شريط «DNA» إلى شريط «RNA» يحمل الشفرات الوراثية. الصف السفلي يوضح ترجمة كل شفرة إلى حمض أميني.



(شكل ٩) : إحدى الريبوسومات تقوم بترجمة حمض "RNA" إلى سلسلة من الأحماض الأمينية. لاحظ أن وحدة الريبوسوم يرتبطان معا عند يسار الرسم للقيام بعملية الترجمة ثم ينفصلان عن بعضهما عند يمين الرسم بعد انتهاء عملية الترجمة. لاحظ استقالة سلسلة الأحماض الأمينية مع اتجاه السهم.

كم شفرة يمكن أن تكونها القواعد النيتروجينية الأربع؟

إن القواعد النيتروجينية الأربع يمكنها أن تترتب في مجموعات ثلاثية يتكون كل منها من ثلاث قواعد تترتب في تنوعات مختلفة، مثال ذلك الحروف ح ع ل ب : إذا أخذنا منها الثلاثة حروف ح ل ب مثلا فإنه يمكن ترتيبها على عدة صور هي :

علب - بلع - لعب - بعل - عبل - لبع

وإذا أخذنا من هذه الحروف الأربعة الحروف الثلاثة ح ل ب فإنه يمكن الحصول على توليفات ثلاثية أخرى مثل :

حلب - بلح - حبل .. وغير ذلك.

وعلى هذا النمط فإن الأربع قواعد "UACG" التي تدخل في جزيء "RNA" يمكنها أن تكون ٦٤ توليفة مختلفة من الثلاثيات، وتسمى كل ثلاثية هنا باسم شفرة وراثية - كما سبق القول - لأنها تدل على أحد الأحماض الأمينية. وطريقة حساب عدد التوليفات هي أن نكتب الرقم الدال على عدد القواعد النيتروجينية (وهو هنا ٤) ونرفعه إلى القوة «الأس» الدال على العدد الثابت

للحروف المستخدمة في كل توليفة من هذه التوليفات (وهو هنا ٣) أي (٤) = $4 \times 4 \times 4 = 64$. وقد وجد العلماء أن الكثير من الأحماض الأمينية لها أكثر من شفرة واحدة، فمثلاً الأرجنين له ست شفرات، الألانين له أربع شفرات، الأيزوليوسين له ثلاث شفرات، الليسين له شفتين. وهناك حمضين لكل منهما شفرة واحدة هما الميثيونين، التربتوفان. وإذا جمعنا عدد التوليفات الثلاثية التي تدل على العشرين حمض أميني لوجدناها ٦١ توليفة. ومعنى ذلك أن هناك ثلاث توليفات لا يدل أي منها على أي من الأحماض الأمينية، وهذه التوليفات (غير الدالة) هي: UAA - UAG - UGA (أنظر جدول الشفرات الوراثية). ويرجع الفضل في إيجاد طريقة للكشف عن الشفرات الوراثية إلى العلماء «مارشال نيرنبرج»، و«كوران» و«هولي». وقد حصل الثلاثة معاً على جائزة نوبل في عام ١٩٦٨ تقديراً لذلك.

كيف يتم تخليق البروتينات ؟

يتم ذلك بأن تترتب سلسلة من الأحماض الأمينية وفق ترتيب الشفرات الثلاثية في حمض "RNA". وترتبط الأحماض الأمينية مع بعضها البعض وفقاً لهذا الترتيب، ويتحكم طول جزيء حمض "RNA" المراد ترجمته في طول سلسلة الأحماض الأمينية الناتجة. ويعتقد العلماء أن تسلسل الأحماض الأمينية، يتحكم بدوره في الشكل ثلاثي الأبعاد الذي ستأخذه هذه السلسلة، وكذلك في نمط ارتباطها مع السلاسل الأخرى لتشكيل المادة البروتينية (شكلي ٢، ٣)، ومن هنا تتضح أهمية طرز الشفرات الوراثية ونمط ترتيبها في جزيء "RNA"، حيث إن ذلك يحدد خصائص البروتين الناتج.

جدول الشفرات الوراثية

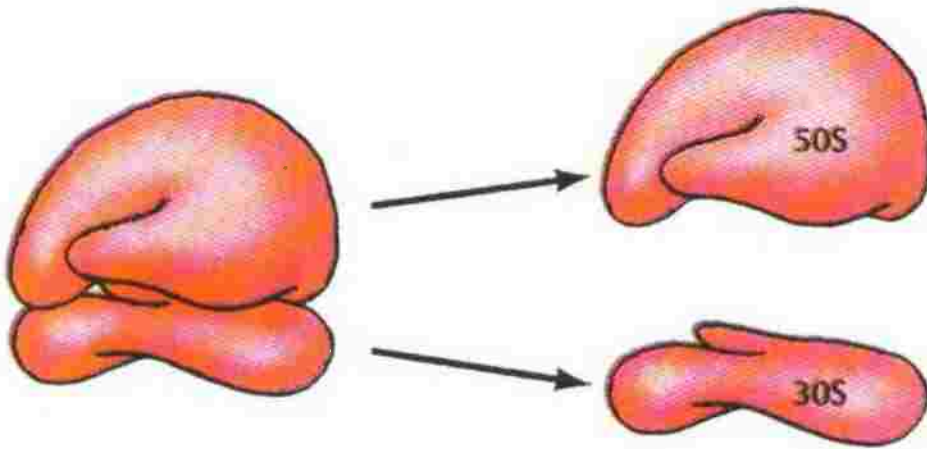
الشفرات الوراثية لكل حمض أميني						رمز الحمض	الحمض الأميني
GCA	GCU	GCC	GCG			Ala	آلانين
CGA	CGG	AGA	AGG	CGC	CGU	Arg	أرجنين
AAU	AAC					Asn	أسبرجين
GAU	GAC					Asp	حمض أسبرتيك
UGU	UGC					Cys	سستين
GAA	GAG					Glu	حمض جلوتاميك
CAA	CAG					Gln	جلوتامين
GGU	GGC	GGA	GGG			Gly	جليسين
CAU	CAC					His	هستيدين
AUU	AUC	AUA				Ile	أيزوليوسين
UAA	UUG	CUU	CUC	CUA	CUG	Leu	ليوسين
AAA	AAG					Lys	ليسين
AUG						Met	مثنونين
UUU	UUC					Phe	فينيل آلانين
CCU	CCC	CCA	CCG			Pro	برولين
UCU	UCC	UCA	UCG	AGU	AGC	Ser	سيرين
ACU	ACC	ACA	ACG			Thr	ثريونين
UGG						Trp	تربتوفان
UAU	UAC					Tyr	تيروسين
GUU	GUC	GUA	GUG			Val	فالين
UAA	UAG	UGA				تتابعات الإيقاف (غير داله)	

ومن المهم أن ندرك أن هذا التسلسل يختلف في البروتينات المتنوعة التي تخلقها خلايا الجسم مثل بروتينات بلازما وهيموجلوبين الدم، وبروتينات العضلات، وبروتينات الإنزيمات والبروتينات الداخلة في تركيب معظم الهرمونات، فلكل من هذه البروتينات تسلسل معين من الأحماض الأمينية يميزه.

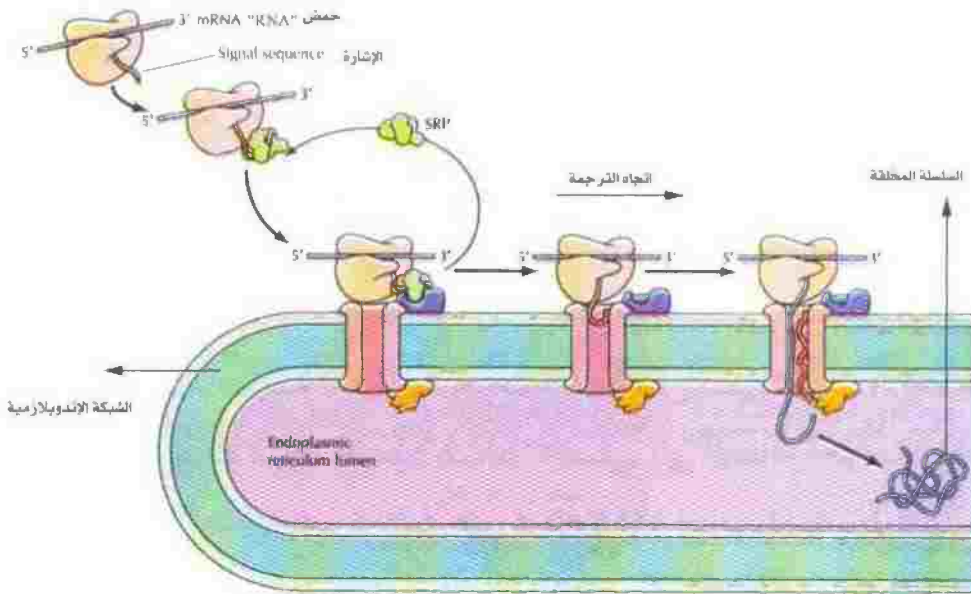
ولكن ما هي التراكيب الخلوية التي تتولى عملية ترجمة الشفرات الوراثية على جزيء "RNA" إلى سلسلة من الأحماض الأمينية؟

تقوم الريبوسومات بعملية ترجمة حمض "RNA" إلى سلسلة من الأحماض الأمينية. والريبوسومات عبارة عن حبيبات صغيرة توجد بأعداد كبيرة في أرضية السيتوبلازم، وكذلك أحياناً على السطح الخارجى لأغشية الشبكة الإندوبلازمية (شكل ١). وتتكون الريبوسومة من حبيبتين، إحداهما أكبر من الأخرى (شكل ٩، ١٠). وعند بداية الترجمة ترتبط الريبوسومة بطرف جزيء حمض "RNA". ويلاحظ أنه إذا ظهر تتابع معين من الأحماض الأمينية عند بداية الترجمة فإن هذا التتابع يعتبر إشارة تعنى أن البروتين المراد تخليقه يحتاج إلى معاملات خاصة إضافية في الشبكة الإندوبلازمية ثم في جهاز «جولجى». أما إذا لم تظهر هذه الإشارة فإن ذلك يعنى أن البروتين الذى سيُخلق لن يمر خلال هذه المعاملات. وفي الحالة الأولى فإن الريبوسومة تتجه إلى سطح الشبكة الإندوبلازمية لتقوم بتوجيه سلسلة الأحماض الأمينية - التى تقوم بتخليقها - إلى داخل تجويف الشبكة الإندوبلازمية (شكل ١١) لضمان تحقيق هذه المعاملات الإضافية، وفي مرحلة تالية تتجه هذه الإفرازات الأولية إلى جهاز «جولجى» الذى يضيف

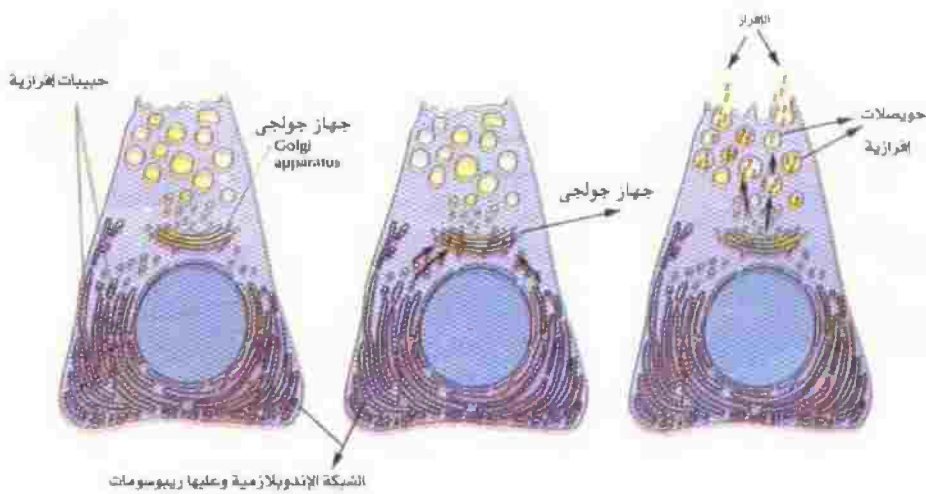
إليها بعض المكونات الكيميائية الأخرى (شكل ١٢). أمّا إذا لم توجد هذه الإشارة على سلسلة الأحماض الأمينية عند بداية تخليقها فإن الترجمة تتم في أرضية السيتوبلازم دون تدخل الشبكة الإندوبلازمية أو جهاز «جولجي». ومن الجدير بالذكر أن البروتينات المخلقة في الحالة الأولى يكون لها أدوارٌ وظيفيةٌ غير تلك التي للبروتينات المخلقة بالطريقة الثانية. ومن هنا تبدو أهمية الإشارة الواقعة على سلسلة الأحماض الأمينية عند بداية تخليقها. ويرجع الفضل في لفت الأنظار إلى أهمية وجود أو عدم وجود هذه الإشارة إلى العالم «جونتر بلوبل» الذي حصل على جائزة نوبل في عام ١٩٩٩ تقديراً لبحوثه في هذا الصدد.



(شكل ١٠) : رسم يوضح أن الريبوسومة في أقصى اليسار تتكون من جزأين.



(شكل ١١): في أقصى الركن الأيسر العلوى تقوم ريبوسومة بترجمة "RNA"، وتظهر إشارة عند بداية الترجمة تدل على وجوب إطلاق سلسلة الأحماض الأمينية المزمع تخليقها إلى داخل الشبكة الإندوبلازمية كما يظهر في أقصى يمين الرسم.



(شكل ١٢): مراحل قيام الخلية بالإفراز. في أقصى اليسار يظهر الإفراز على هيئة حبيبات عند الشبكة الإندوبلازمية. في الرسم الأوسط يظهر الإفراز في جهاز «جولجي». في الرسم الأيمن الحويصلات الإفرازية تُلقى بالإفراز إلى خارج الخلية.

وَمِنْ الْجَدِيرِ بِالذِّكْرِ أَنَّ قَطْرَ الرِّبُوسُومِهُ يَبْلُغُ مِنْ ١٨ - ٢٢ نَانُومِتِر (النَّانُومِتِر وَحْدَةُ أَطْوَالٍ تَبْلُغُ وَاحِدَ عَلَى أَلْفِ مِلْيُونٍ مِنَ الْمِتِر).

على أى أساس يعتمدُ تنوعُ البروتيناتِ التي تخلقها الخلاياُ المختلفةُ ؟

يحتوى حمضُ "DNA" فى نواةِ الخليةِ الجسديةِ الواحدةِ فى الإنسانِ على أكثرَ مِنْ ٣ بليونٍ مِنْ أَزْوَاجِ الْقَوَاعِدِ النِّيْتْرُوجِينِيَّةِ. وَمِنْ الْمَهْمِ جَدًّا أَنْ نَدْرِكَ أَنَّهُ حَسَبَ أَحْتِيَاجَاتِ الْخَلِيَّةِ وَطَبِيعَةِ وَظَائِفِهَا يَتِمُّ (نَسْخُ) الْجُزْءِ الْمَطْلُوبِ فَقَطْ مِنْ حَمَضِ "DNA" إِلَى حَمَضِ "RNA" لِيَحْمِلَ الشِّفْرَاتِ ذَاتِ الْعِلَاقَةِ بِالْمَرْكَبِ الْمَطْلُوبِ تَخْلِيْقِهِ - حَيْثُ إِنَّ "RNA" النَّاتِجَ سَتَتِمُّ (تَرْجُمَتُهُ) إِلَى سَلْسَلَةِ «الْأَحْمَاضِ الْأَمِينِيَّةِ» الَّتِي تَكُونُ «الْبُرُوتِينَ». وَعَادَةً تَتَعَطَّلُ بَعْضُ أَجْزَاءِ الْمَادَةِ الْوَرَاثِيَّةِ "DNA" فِي طَرَازٍ مُعَيَّنٍ مِنَ الْخَلَايَا لِأَنَّهَا لَا تَمَثِّلُ نَشَاطًا تَقُومُ بِهِ هَذِهِ الْخَلِيَّةُ، بَيْنَمَا تَكُونُ بَعْضُ هَذِهِ الْأَجْزَاءِ ضَرُورِيَّةً فِي طَرَازٍ آخَرَ مِنَ الْخَلَايَا فَيَتِمُّ نَسْخُهَا ثُمَّ تَرْجُمَتُهَا. وَهَذَا يُفَسِّرُ لَنَا حَقِيقَةَ أَنَّ خَلَايَا الْمَعْدَةِ مِثْلًا تَكُونُ إِنْزِيمَ الْبَيْسِينَ، بَيْنَمَا خَلَايَا مَعِيَّةٍ فِي الْبَنْكَرِيَّاسِ تَكُونُ هَرْمُونُ الْإِنْسُولِينَ، بَيْنَمَا الْخَلَايَا الْكَأْسِيَّةُ فِي الْأَمْعَاءِ تَفَرِّزُ الْمَخَاطَ.

وما فائدةُ التوليفاتِ الثلاثِ التي لا تدلُّ على أىٍّ مِنْ الْأَحْمَاضِ الْأَمِينِيَّةِ ؟

إِذَا وَصَلَتْ عَمَلِيَّةُ تَرْجُمَةِ شَرِيْطِ "RNA" إِلَى أَىٍّ مِنْ هَذِهِ التَّوْلِيْفَاتِ الثَّلَاثِ فَهَذَا يَعْنِي تَوَقُّفَ التَّرْجُمَةِ عِنْدَ الشِّفْرَةِ السَّابِقَةِ لِهَذِهِ التَّوْلِيْفَةِ الَّتِي لَا دَلَالَةَ لَهَا. أَىُّ أَنَّ التَّرْجُمَةَ تَتِمُّ لِشِفْرَةٍ تَلُوْ شِفْرَةٍ تَلُوْ شِفْرَةٍ حَتَّى نَصِلَ إِلَى إِحْدَى التَّوْلِيْفَاتِ غَيْرِ الدَّالَّةِ، فَيَصْبَحُ هَذَا إِيْذَانًا بِأَنَّ سَلْسَلَةَ الْأَحْمَاضِ الْأَمِينِيَّةِ الْمَطْلُوبَةِ قَدْ تَمَّ الْحَصُولُ عَلَيْهَا، تَمَامًا كَمَا تَسِيرُ سَيَارَةُ الرِّكَابِ مِنْ مَحْطَّةٍ إِلَى مَحْطَّةٍ ثُمَّ تَقِفُ عِنْدَ مَحْطَّةِ النِّهَايَةِ.

وما هُوَ الجينُ ؟

الجينُ هُوَ جزءٌ مِنْ جُزْءِ "DNA" الذى تحملُ تتابعاتِ القواعدِ النيتروجينية فيه معلومةً كاملةً، حيثُ يتمُّ نسخُ هذا الجزءِ إلى جُزْءِ حمضِ "RNA" تتمُّ ترجمته إلى سلسلةٍ معيَّنةٍ من الأحماضِ الأمينية تعملُ كبروتينٍ محددِ الوظيفة. وهكذا ندركُ أنه فى كلِ خلية نجدُ جيناتٍ تعملُ وأخرى لا تعملُ وذلكَ على حَسَبِ طبيعةِ كلِ خليةٍ. ويعتقدُ العلماءُ أنَّ عددَ الجيناتِ فى الإنسانِ يبلغُ حَوالى ٣٨ ألفَ جينٍ.

هلُ تتمُّ عمليةُ بناءِ حمضِ "DNA" أثناءَ مضاعفَتِهِ بصورةٍ سليمةٍ دَائِماً ؟

يتمُّ معظمُ عمليةِ بناءِ "DNA" بصورةٍ سوِّيةٍ، ولكن للأسفِ قد يحدثُ تغيُّرٌ فى أحدِ القواعدِ النيتروجينية المكونة لجُزْءِ "DNA" أو تغيُّرٌ فى جُزْءٍ مِنْ هذا الجزءِ، وبالتالى فإنَّ هذا الجزءَ الذى أصابه العطبُ مِنْ جُزْءِ "DNA" سَيُنسخُ عَنْهُ "RNA" غيرُ سليمٍ، بمعنى أنَّه سَيحتوى على شفراتٍ تختلفُ عن الشفراتِ الأصلية، وسيترتبُ عَلَى ذلكَ أنَّ عمليةَ ترجمةِ شريطِ "RNA" سينتجُ عنها مركبٌ مخالفٌ للبروتينِ المطلوبِ، ممَّا يتسبَّبُ فى ظهورِ حالةٍ مرضيةٍ.

وهكذا ترتبطُ الشفراتُ الوراثيةُ أَشدَّ الارتباطِ بكثيرٍ منَ أمورِ الصحةِ والمرضِ فى أجسامِنَا وأجسامِ نسلِنَا مِنْ بعدِنَا.

وكيفَ حصلَ العلماءُ على كلِّ هَذِهِ المعلوماتِ ؟

لقد تمَّ لهمُ الحصولُ على كلِّ هَذِهِ المعلوماتِ عن طريقِ المعاملِ المزوَّدةِ بالأجهزةِ والأدواتِ الحديثةِ. كما أنَّ هؤلاءِ العلماءَ قد أحسنَ إعدادُهُمُ العُلْمى مما مكنَهُمُ مِنَ التوصلِ إلى هَذِهِ الاكتشافاتِ.

المراجع

1 = Alberts, B. *et al* (1994) : Molecular Biology of the Cell

New York & London – Garland Publishing, Inc.

2 = Cooper, G. M. (1997) : The Cell

Washington, D. C. – ASM Press - Massachusetts - Sinauer Associates, Inc.

3 = Darnell, J. *et al* (1990) : Molecular Cell Biology

New York

W. H. Freeman and Company

4 = DeBusk, A. Gib (1968) : Molecular Genetics

New York, London

The Macmillan Company

5 = Karp, G. (1996) : Cell and Molecular Biology

New York – John Wiley & Sons

6 = Sheeler, P. and Bianchi, D. E. (1983) : Cell Biology

New York

John Wiley & Sons

٢٠٠٥/٨٤٤٩	رقم الإيداع
ISBN 977-02-6802-X	الترقيم الدولي

٧/٢٠٠٥/١٧

طبع بمطابع دار المعارف (ج. م. ع.)



ماذا تعلم عن..

صدر منها :

- ١ - سر المنقار الأحمر .
- ٢ - الثعلب الطائر .
- ٣ - أسرار مدينة الشمع .
- ٤ - مغامرة جبال المنجنيز .
- ٥ - النملة التي أكلت الأسد .
- ٦ - كيف نشأت لغة الإنسان .
- ٧ - اللسان العجيب .
- ٨ - مترو الأنفاق .
- ٩ - الغراب الطائر الذكي .
- ١٠ - الطفل العبقري .
- ١١ - أجمل عش في العالم .
- ١٢ - كيف تنام الحيوانات .
- ١٣ - الحياة في أعماق البحار .
- ١٤ - النباتات المريضة .
- ١٥ - النباتات الذكية .
- ١٦ - لغة الحيوان .
- ١٧ - طيور لا تطير .
- ١٨ - الطاقة الشمسية .
- ١٩ - طاقة الرياح .
- ٢٠ - الغدد الصماء .
- ٢١ - الأصداف .
- ٢٢ - زراعة مياه المحيط .
- ٢٣ - وجود حياة في الفضاء .
- ٢٤ - الأمومة في عالم الحيوان .
- ٢٥ - رحلة العائلة المقدسة .
- ٢٦ - الشفرة الوراثية .
- ٢٧ - الهندسة الوراثية في عالم الحيوان .
- ٢٨ - الآلات الكهربائية .
- ٢٩ - طوابع البريد .
- ٣٠ - حياة الأفيال .
- ٣١ - التنكر والاختفاء في عالم الكائنات الحية .
- ٣٢ - الأغذية المعدلة وراثيا .
- ٣٣ - أسرار الكائنات المضيئة .
- ٣٤ - مساجد القاهرة .
- ٣٥ - كنائس واديرة مصر .
- ٣٦ - تاج الجوامع (جامع عمرو بن العاص) .
- ٣٧ - سميرة موسى (زهرة مصرية) .
- ٣٨ - الترانزستور .
- ٣٩ - الزواج في عالم الحشرات .
- ٤٠ - أسلحة الدفاع والهجوم عند الحيوان .



دار المعارف

٢٣٢٥٢٩/٠١

