الجولة الرابعة:

«مع حل مشكلة الشفرة والقيام بفكها، وفك جزىء الدنا، واكتشاف مسببات لتلف الدنا»:

س: بعدما تقدم من كشف للكثير من أسرار المادة الوراثية أصبح ما يشغل ذهن العلماء هو: تُرى ما هو التتابع الخاص من القواعد الأربعة الذى يحدد بالفعل كل حامض أمينى؟

والإجابة: هى أن جهود الباحثين والعلماء المستمرة والمتواصلة أثمرت لنا الكثير من الاكتشافات نذكر منها:

١ـ طور العالم «فرانسيس كريك»، فرضية ما يسمى الجزيئات الملتئمة (المكيفة) adapter، التى تعمل كمتوسطات، ونشر فى عام ١٩٥٦م مجموعة من القواعد التى يمكن لهذه المتوسطات أن تعمل وفقاً لها. وكان كود «كريك» عديم الفواصل commaless : والكودونات تكون عديمة الدلالة من حيث الفعالية، غير مرئية فيما يتعلق بالملتئمات.

٢ـ فى عام ١٩٦١م [فى مراجع أخرى نذكر أنه فى (صيف ١٩٦٠م)] شهد أول اختراق، حيث قام أو توصل «مارشال نيرنبرج وجوهان ماتشاى». (ومراجع أخرى تذكر أن اسمه «هاينزيغ ماتاى» العالمان الشابان بالمعاهد القومية للصحة ـ قاما بأول اختراق، ولقد تم فك شفرة «كلمة» من كلمات الشفرة الوراثية، بوسيلة بسيطة هى صنع جديلة اصطناعية من الرنا كل قواعدها من صنف واحد فقط بمعنى (صنع قطعة رنا باستخدام يوراسيل نقى ورمزه «ى» ـ المكافئ لحرف «ث» فى دنا)، وضعا هذه الجديلة كمرسال فى محلول مجهز بالأحماض الأمينية، وبالريبوزومات والمواد الكيماوية البيولوجية وغيرها من المكونات الخلوية اللازمة، وتمكنت الريبوسومات من صنع سلسلة بروتينية بأن خاطت معاً العديد من جزيئات (أحماض أمينية) ـ من صنف واحد لا أكثر هى جزيئات الحمض الأمينى فينيل آلانين، وبالتالى أمكن اختراق سر أول كلمة فى الشفرة: ذلك أن «ي ي ي» تعنى «فينيل آلانين».

وعلى مدى الستين الست التالية، بيّنت تتابعات المرسال الاصطناعى الطريق لتحديد القاموس الكامل للشفرة الوراثية.

وبحلول عام ١٩٦٥م أصبحت الشفرة كلها معروفة ـ وتذكر مراجع أخرى أنه قد تم هذا الإنجاز فى عام ١٩٦٦م وليس عام ١٩٦٥م عن تمكُّن الثلاثة: «Kharana» و «أوكسو Ocho» و «نيرنبرج Nirenberg» من فك الشفرة الوراثية (ويبدو أنه استكمال لما حدث عام ١٩٦١م حتى تم على أيديهم تحديد القاموس الكامل للشفرة الوراثية) ولقد بدأ العصر الحديث للوراثيات بهذا الإنجاز، وأصبحت إنجازات النجاح الرائدة فى الستينات بمرور الوقت عمليات روتينية فى التسعينات.

مثال:

يُحدِّدُ الحمض الأمينى بثلاث من القواعد فى ترتيب معين على طول جديلة الحمض النووى، ويسمى هذا الثلاثى باسم «كودون». فعلى سبيل المثال فإن القواعد الثلاث: ثايمين ـ سيتوزين ـ جوانين (س س ج) تُشفر إلى الحامض الأمينى [برولين] بينما تُترجم نفس هذه القواعد بالترتيب العكسى (ج س س) على الرنا المرسال وتدفع الريبوزوم إلى إضافة الحامض الأمينى [الألانين]. وللشفرة الوراثية ٦٤ كودونا (أىّ من القواعد الأربع فى الموقع الأول، وفى الثانى، وفى الثالث) والكثير من الحشو. ثمة ثلاثية من الكودونات لا تحدد أى حامض أمينى، وإنما تستخدم كإشارات توقف، تُفيد نهاية السلسلة (وقد تظهر لها أهمية أكثر من هذا فى المستقبل).

والجدير بالذكر أن الحموض الأمينية العشرين تختلف من حمض لآخر بجميع أنواع الخصائص: من الحجم إلى الشكل إلى الشحنة الكهربائية.

جولة خاطفة:

للقرن الحادى والعشرين واكتشاف خطأ الاعتقاد بأن الشفرة شمولية Universal بنسبة ١٠٠٪ .

كان الاعتقاد السائد بين العلماء لفترة طويلة هو أن الشفرة الوراثية شمولية Universal بمعنى أنها تتماثل فى الكائنات المميزة وغير المميزة النوى ... فشفرة

ثلاثية ما تقوم بتخليق نفس الحمض الأمينى فى مدى واسع من الكائنات الحية ولذا فإننا نجد (حسب الاعتقاد السابق) أن التتابع النوتيدى فى كودون ما والذى يوجه حمضًا أمينياً معينًا كبروتين البكتيريوفاج هو نفس التتابع النوتيدى الذى يوجه ذات الحمض الأمينى فى بروتين الإنسان.

لكن الدراسات والأبحاث الحديثة أوضحت أن هناك على الأقل ستة عشر كائناً حيًّا من صفيف متنوع لسلالات (تطورية) مختلفة، تنحرف عن كود الطبيعة المعيارى (أى عن مبدأ شمولية الشفرة)؛ فيما يتعلق بمعانى الحموض الأمينية التى تعينها ... بمعنى أن العلماء يدركون الآن أنه يوجد على الأقل «١٦» تفاوتًا موزعًا عبر صفيف array متنوع من السلالات التطورية، تُعين فيها معان مختلف لكودونات مُحددة .. ولكن النظام الأساسى واحد: تُترجم الكودونات الثلاثية النكليوتيدات إلى حموض أمينية.

أمثلة:

١ـ تترجم أنواع كثيرة من الطحلب الأخضر Acetabularia الكودونين المعياريين لإنهاء الانتساخ "UAG" و "UAA" إلى الحمض الأمينى كليسين.

٢ـ فى معظم الكائنات الحية تقرأ الكودون "CUG" فى الرنا ليعنى الحمض الأمينى (لوسين) ـ [أى أن كودون الرنا: "CUG" يعنى معيارياً الحمض الأمينى لوسين]؛ إلا أنه اكتُشف أن أنواعاً كثيرة من فطور المبيضات [فطر الكانديدا Candida] تترجم كودون الرنا نفسه (CUG) إلى الحمض الأمينى (سيرين).

٣ـ أيضاً نجد أنه بالإضافة إلى أن للميتوكوندريات جينومها الخاص .. فإنه لها نظام كودونى خاص بها فمثلاً: يكود الحمض الأمينى [تريونين] فى جينوم ميتوكوندرات خميرة الخبازين (الفطرية السكرية الجعوية) بأربعة كودونات من أصل ستة تكود فى الحالة السوية فى بقية الكائنات الحية الحمض الأمينى (لوسين).

٤ـ صار من المألوف أن تُؤخذ الجينة موضع اهتمام الباحثين... كجينة من جينات السرطان البشرى مثلاً وتغرز فى كائن حى ما ـ مثل بكتيريا الإيشيريشيا كولاى E..coli ـ حيث يتم تركيب واستخلاص البروتين الذى تكوده الجينة ولكن

قد يحدث أن يخفق الكائن الحى كلياً فى التعبير عن الجينة، أو أنه ينتج كمية من البروتين أقل مما هو متوقع، أو حتى نسخة مغايرة بعض الشىء للبروتين الذى تنتجه الجينة فى الإنسان ومع أن هذه المشكلة قد تسبب فوضى شديدة فى الأبحاث البيولوچية. إلا أن الباحثين الآن يدركون أن الإخفاق إنما ينشأ أحياناً لأن الكائن الحى يبدى أفضليات مختلفة فيما يتعلق بالكودونات المترادفة. فمثلاً، يشتمل الكود المعيارى على ستة كودونات للحمض الأمينى أرجنين arginine، وتنزع الجينات البشرية إلى محاباة الكودونين AGA و AGG. بيد أن بكتيريا Ecoli لا تستعمل إلا فى حالات نادرة جداً الكودون AGA، حتى أنها غالباً ما تخطئ فى ترجمته. إن المعرفة لهذه الاختلافات ولهذه الأفضليات ستمكن من تصميم نسخ محورة عن الجينة البشرية لابد أن تعمل واحدة منها بثوقية لدى نقلها من كائن حى إلى آخر.

إن هناك أسئلة كثيرة تدور الآن بين الباحثين يبحثون لها عن إجابة منها: لماذا يوجد عشرون حمضًا أمينيًا معياريًا فقط؟ لماذا عُين لبعض الحموض الأمينية ستة كودونات، فى حين عُين لحموض أمينية أخرى كودون واحد أو كودونان؟ هل لهذا الطراز علاقة ما بتخفيض الأخطاء إلى الحد الأدنى؟ لقد ثبت أن حل الكود لم يشكل سوى بداية فَهْم معناه:

سبحان الله ﴿وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلاَّ قَلِيلاً﴾ (الإسراء ٨٥)

اكتشاف مسببات تلف الدنا:

كانت للعالم «دروس آمس» فى كاليفورنيا فى ستينات القرن العشرين العديد من الأبحاث، والتى نذكر من نتائجها أنه قد توصل إلى أن الكثير من الكيماويات والإشعاعات التى تسبب السرطان، مثل قار الفحم وأشعة إكس، فيها صفة مشتركة واحدة خطيرة، فهى تتلف شريط الدنا الوراثى تلفاً شديداً. وهكذا ألمح (آمس) إلى الاحتمال بأن يكون السرطان مرضاً چينياً.