النسخ Transcription

راحل عملية النسخ:

١- الابتداء Initiation:

يتعرّف إنزيم الـ RNA بوليميراز على تتابعات البروموتر ويرتبط بها لتبد

ملية النسخ.

تتدخل عدة بروتينات في تسهيل ارتباط إنزيم الـ RNA بوليميراز بالبروموتر

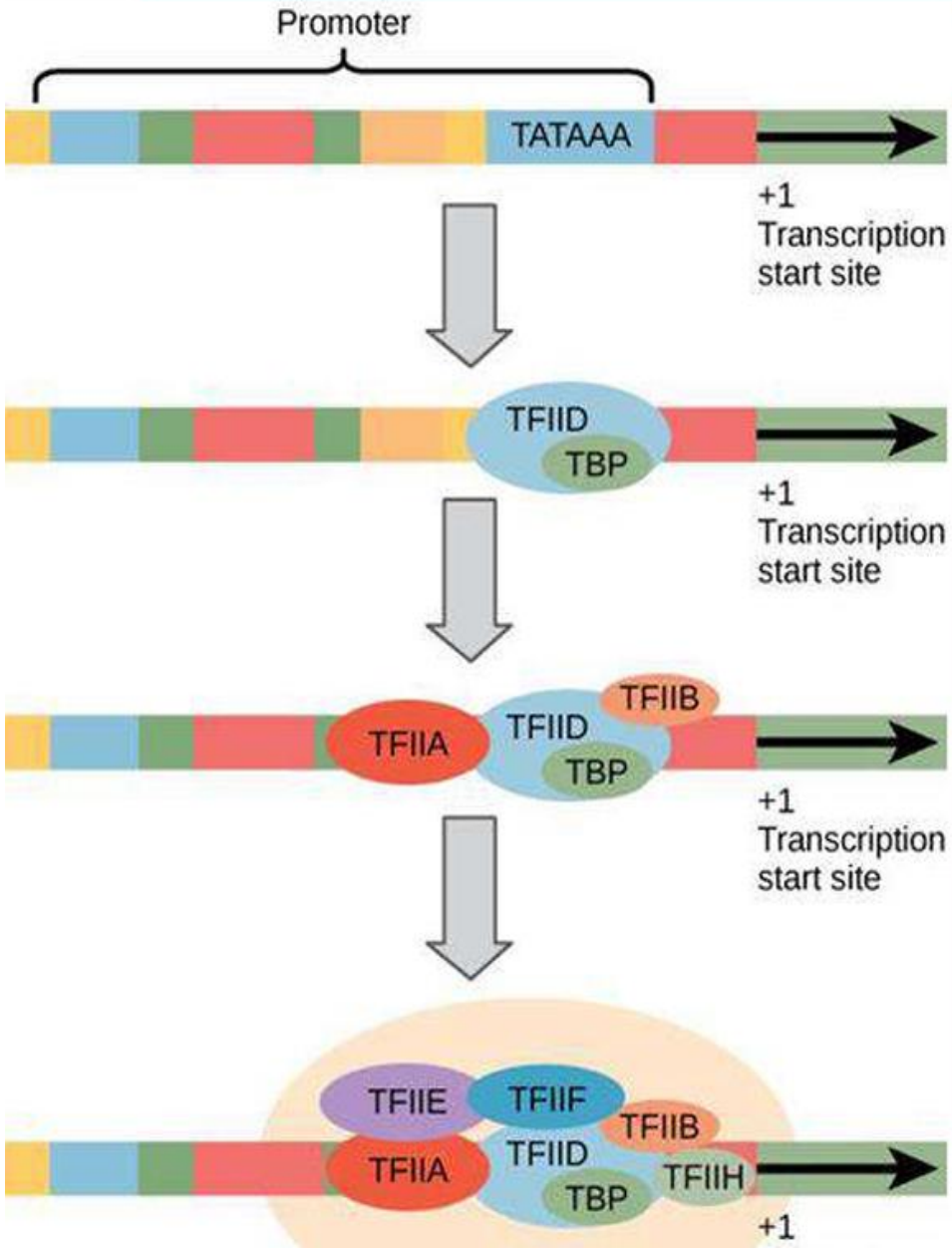
طلق عليها **عوامل النسخ Transcription factors**.

بعد عملية الاتصال بالبروموتر promoter site، فإنّ إنزيم الـ RNA

plymeras يبدأ ببناء mRNA بإضافة النيكليوتيدات الحرة ابتداءً مو

نيوكليوتيد الأول في الجين أو المورثة (رقم +1).

Transcription النسخ



عوامل النسخ:

هي بروتينات ترتبط بتتابعات محددة على البروموتر، تنظم نسخ الجين عن طريق التنشيط (تعزيز ارتباط إنزيم RNA polymerase بمنطقة البروموتر) أو الكبح (منع إنزيم RNA polymerase من الارتباط بمنطقة البروموتر) بحيث تمنع أو تسمح بنسخ الجين.

النسخ Transcription

مراحل عملية النسخ:

2- الاستطالة Elongation:

- بعد عملية الاتصال بالبروموتر promoter site، فإنّ إنزيم RNA polymerase يبدأ ببناء mRNA بإضافة النيوكليوتيدات الحرّة، منتقلاً على طول خيط الـ DNA القالب حتى يصل إلى موقع النهاية Termination site.

النسخ Transcription

مراحل عملية النسخ:

3- النهاية Termination:

✓ عندما يصل إنزيم الـ RNA بوليميراز إلى موقع النهاية Termination site، فإنه يتعرّف على تتابعات معينة تشير إلى نهاية الجين، يتوقف حينها عن إضافة النيكليوتيدات، ثم ينفصل عن الـ DNA كاملاً، وذلك لأن الروابط الهيدروجينية بين خيطي الـ DNA أكثر ثباتاً من الروابط الهيدروجينية بين كل من الـ DNA و الـ RNA.

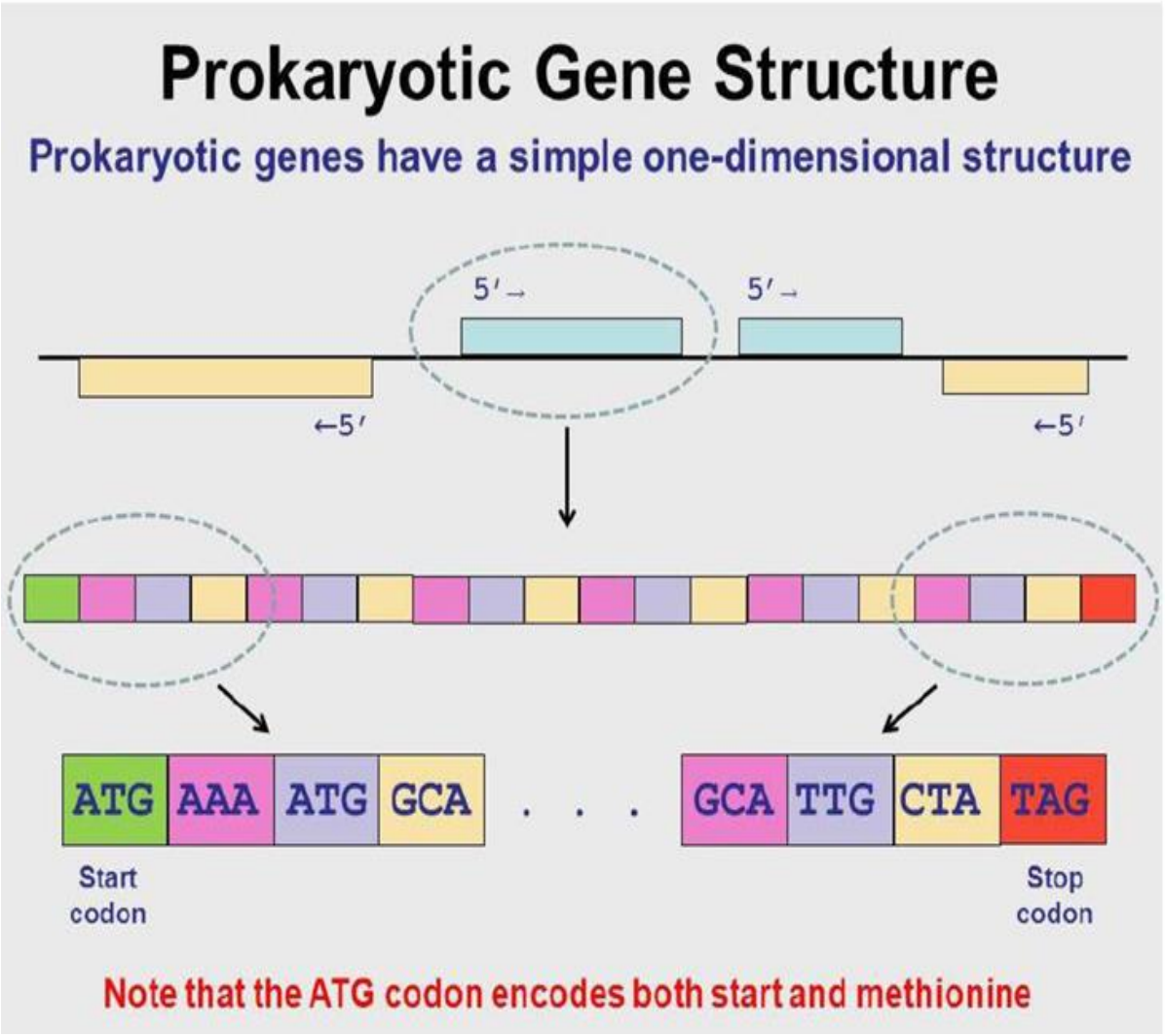
✓ تتابعات نهاية الجين معروفة لدى أغلب الكائنات وتسمى كودونات أو شيفرات التوقف أو النهاية Codon stop وهي أحد التتابعات التالية : TAA, TAG, TGA.

تركيب الجين أو المورثة

الجين أو المورثة: هي قطعة من الـ DNA تحدد صفة من صفات الكائن الحي وبالتالي هي الوحدة الأساسية لتوريث صفة واحدة (كطول الساق، شكل ولون البذور، لون الجلد والقزحية وفصائل الدم عند الإنسان....).

هناك اختلافات في تركيب الجين بين بدائيات وحقيقيات النوى :

تركيب الجين أو المورثة في بدائيات النوى

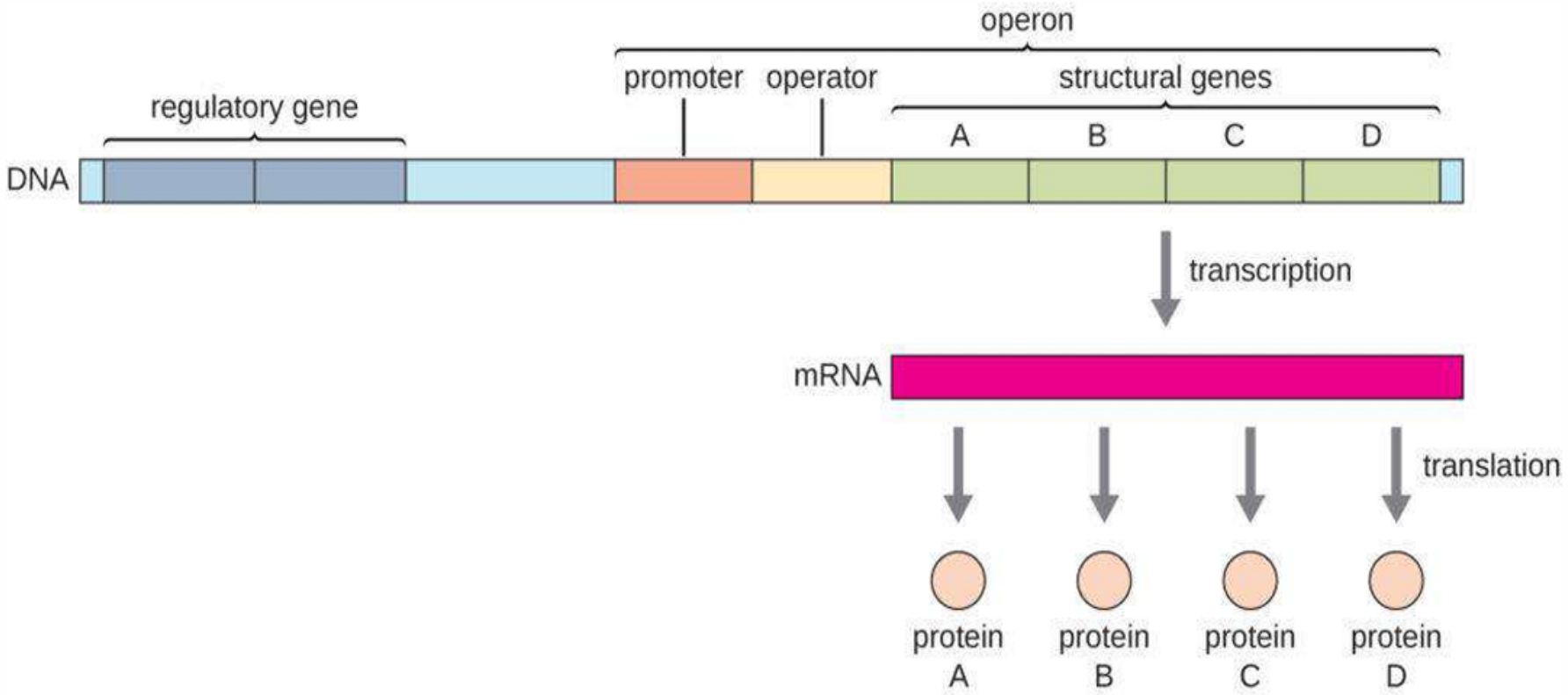


1- أول ثلاث نيوكليوتيدات في الجين تسمى كودون البدء و تكون ATG.

2- آخر ثلاث نيكليوتيدات في الجين تسمى كودون الإيقاف ودائماً تكون أحد ثلاثة تتابعات GCA, TTG, CTA, TAG.

تركيب الجين أو المورثة في بدائيات النوى

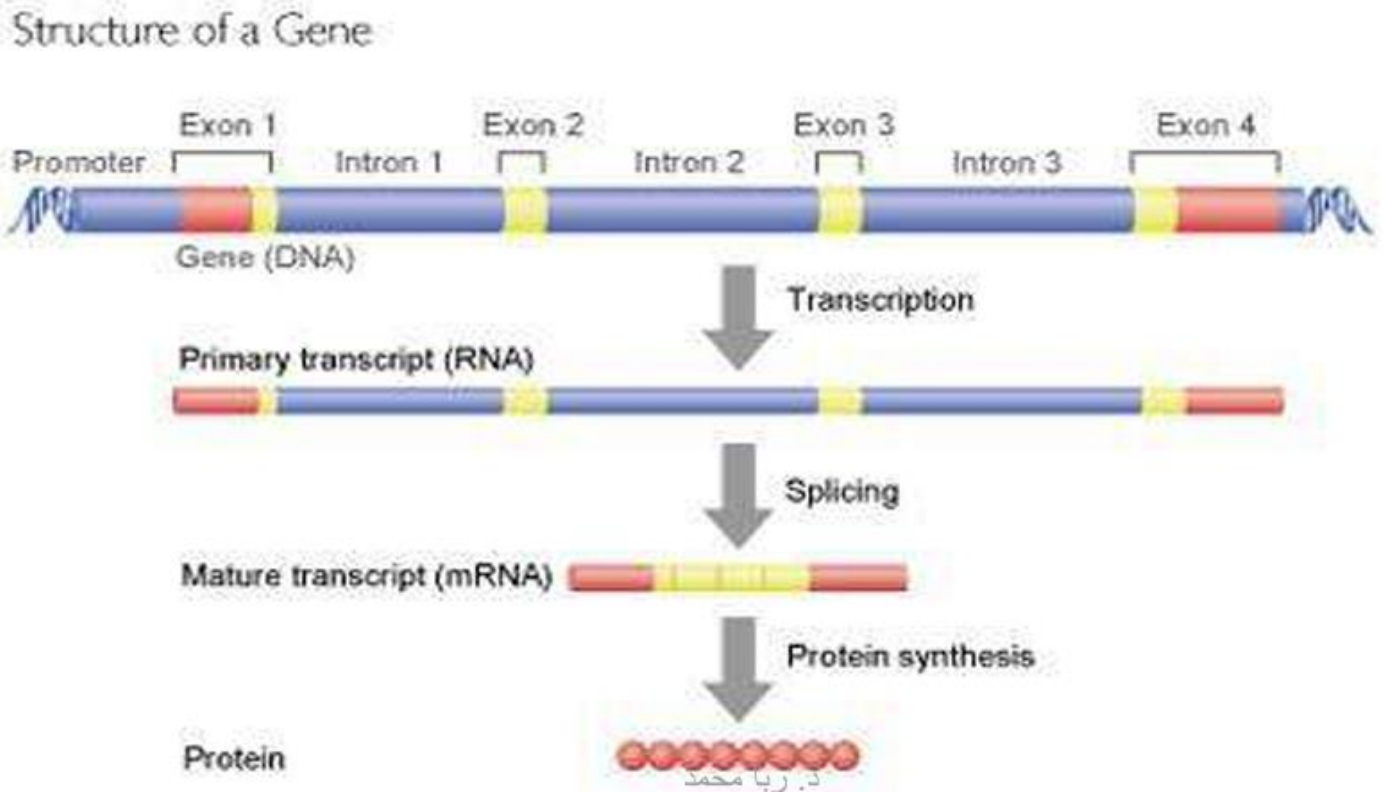
3- وجود المورثات ضمن المشغّل Operon: هو تسلسل نيوكليوتيدي لعدة جينات متجاورة تؤدي وظيفة حيوية مشتركة تشترك بوجود محفّز ومشغل واحد. وجود مشغلات في حقيقيات النوى لايزال قيد الدراسة.



تركيب الجين أو المورثة في حقيقيات النوى

1- منطقة البروموتر Promoter وتوجد قبل بداية الجين من الطرف 5'.

2- يتركب الجين من مناطق مشفّرة تسمى الإكسونات Exons تتخللها مناطق غير مشفّرة تسمى الانترونات Introns ويبدأ الجين وينتهي دائما بمنطقة إكسون Exon.

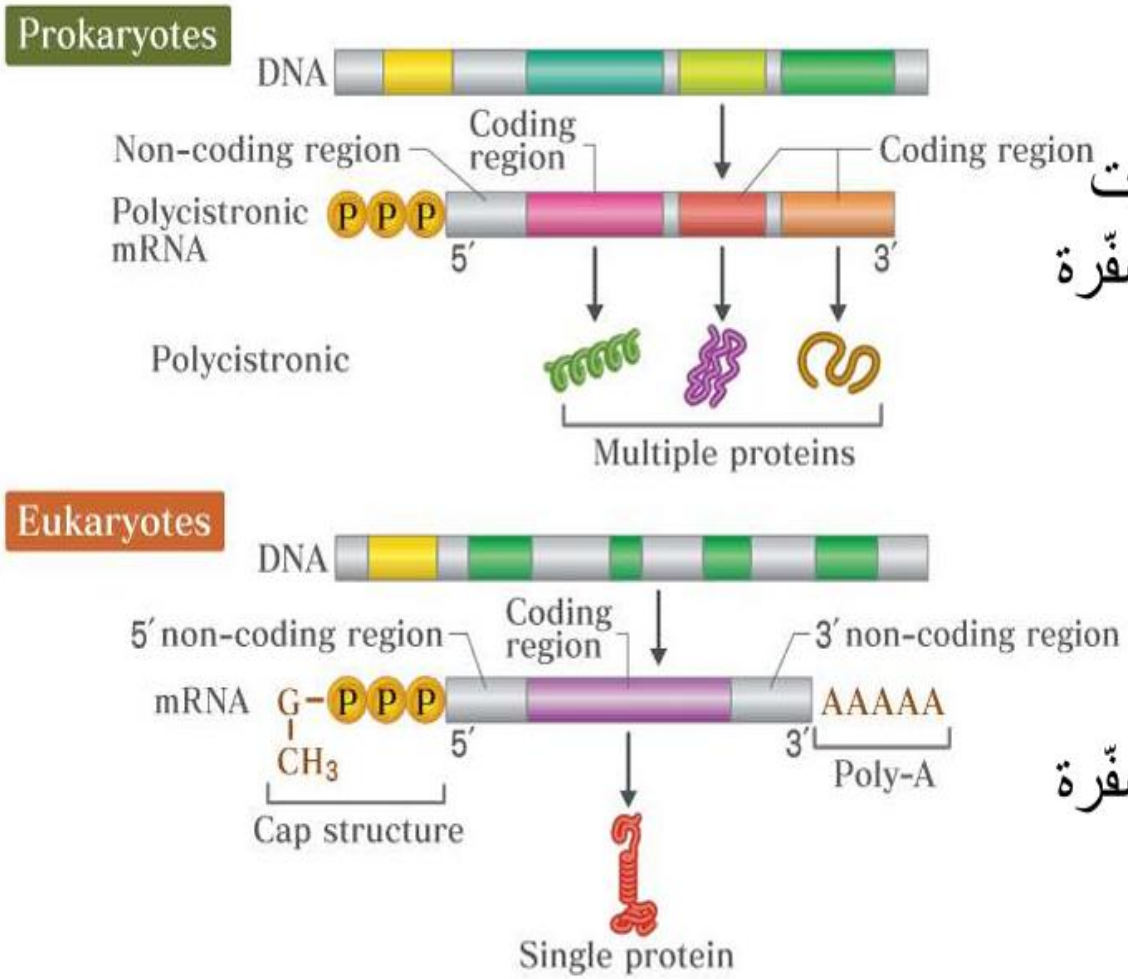


تركيب الجين أو المورثة في حقيقيات النوى

3- أول ثلاث نيوكليوتيدات في الجين تسمى كودون البدء ودائماً تكون ATG.

4- آخر ثلاث نيكليوتيدات في الجين تسمى كودون الإيقاف ودائماً تكون أحد ثلاثة تتابعات TAG, TAA, TGA.

الفرق بين mRNA في بدائيات وحقيقيات النوى



بدائية النواة Prokaryotes :

1- يشفر mRNA الواحد لعدة بروتينات

2- لا يحتوي مناطق غير مشفّرة Introns.

حقيقية النواة Eukaryotes:

1- يشفّر mRNA لبروتين واحد فقط.

2- يحتوي مناطق تتابعات غير مشفّرة Introns و أخرى مشفّرة Exons.

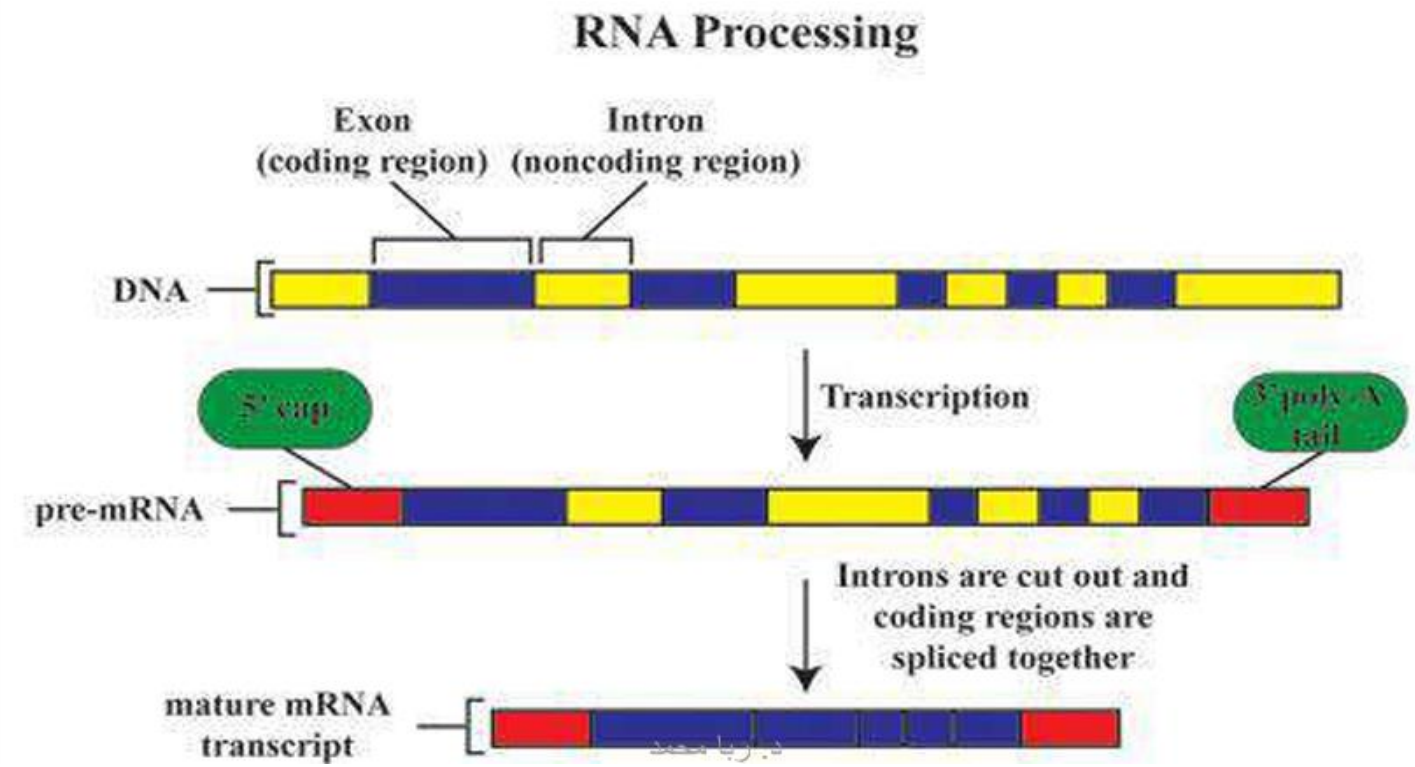
تجهيز الـ mRNA في حقيقيات النوى للترجمة

يمر mRNA بعدة تعديلات حتى يصبح جاهزاً للترجمة ويخرج من النواة ومن أهم هذه التعديلات:

1- إزالة التتابعات غير المشفّرة introns.

2- إضافة الكاب على الطرف 5 لـ mRNA.

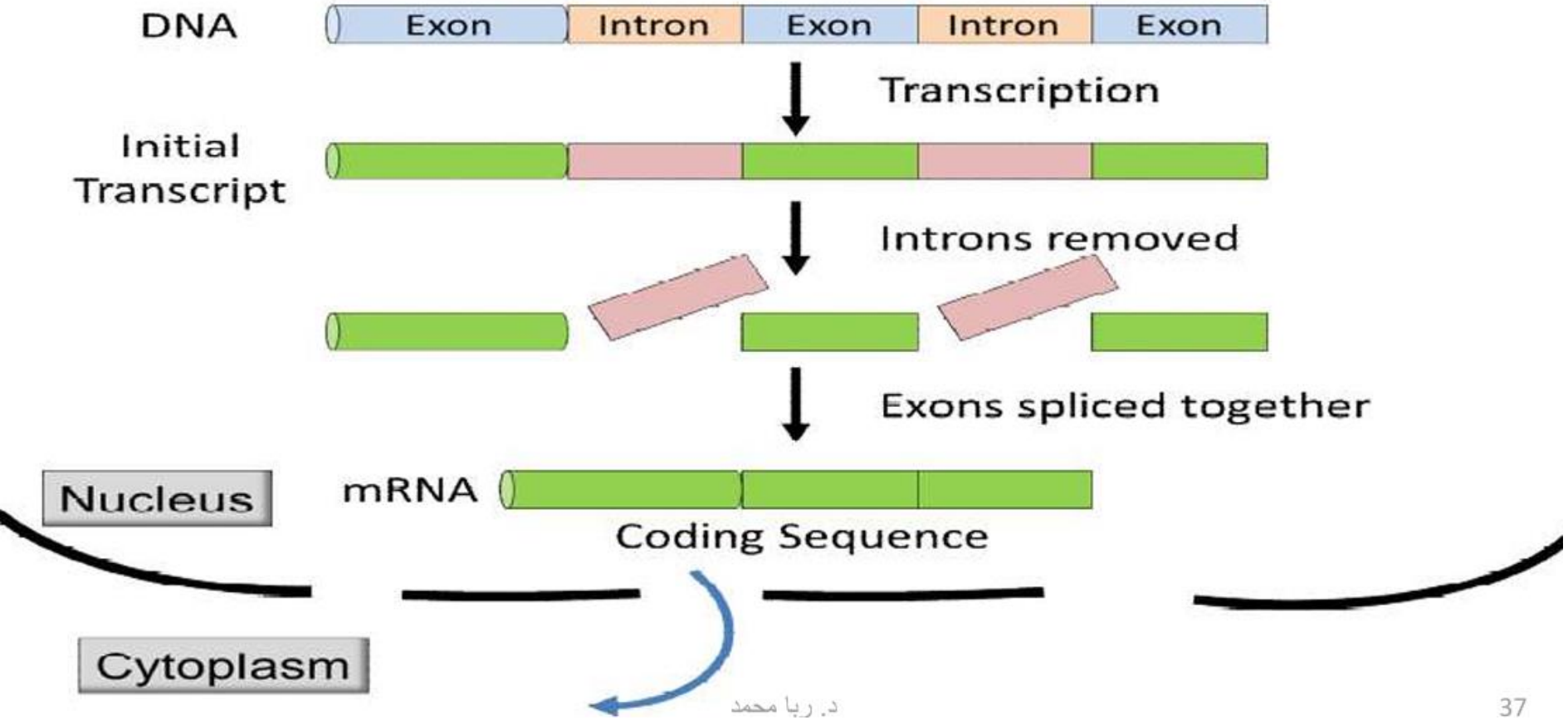
3- إضافة ذيل عديد الأدنين للطرف 3 لـ mRNA.



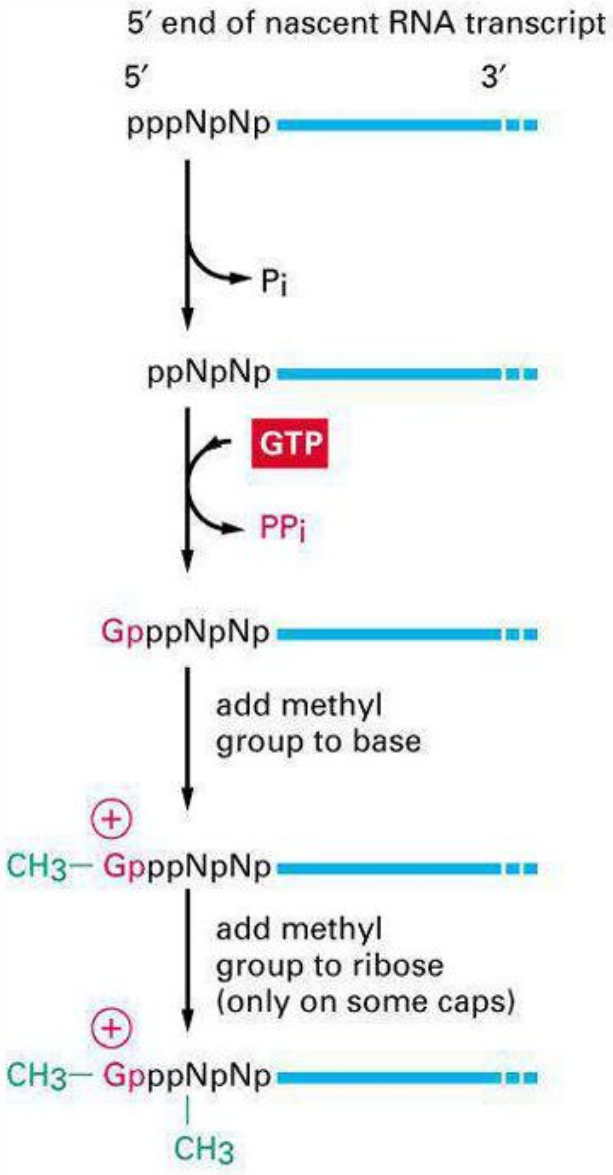
تجهيز الـ mRNA في حقيقيات النوى للترجمة

1- إزالة التتابعات غير المشفّرة introns:

تزال المناطق غير المشفّرة (الأنترونات) عن طريق قطع أطرافها التي تتميز بتتابعات معينة ثم يعاد التحام المناطق المشفّرة (الإكسونات) في عملية تسمّى الظفر أو Splicing.

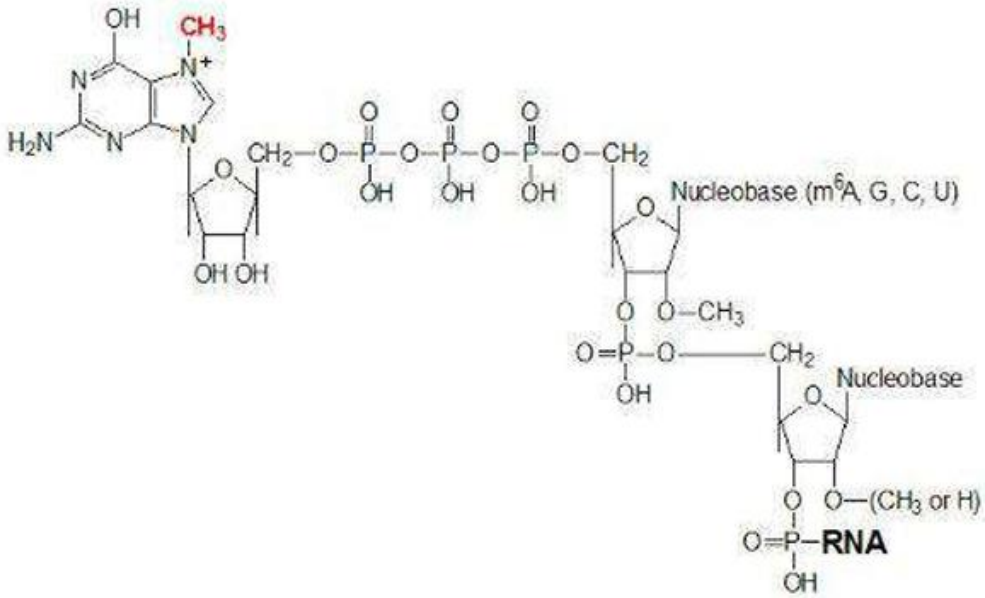


تجهيز الـ mRNA في حقيقيات النوى للترجمة



2- إضافة الكاب على الطرف 5 لـ mRNA:

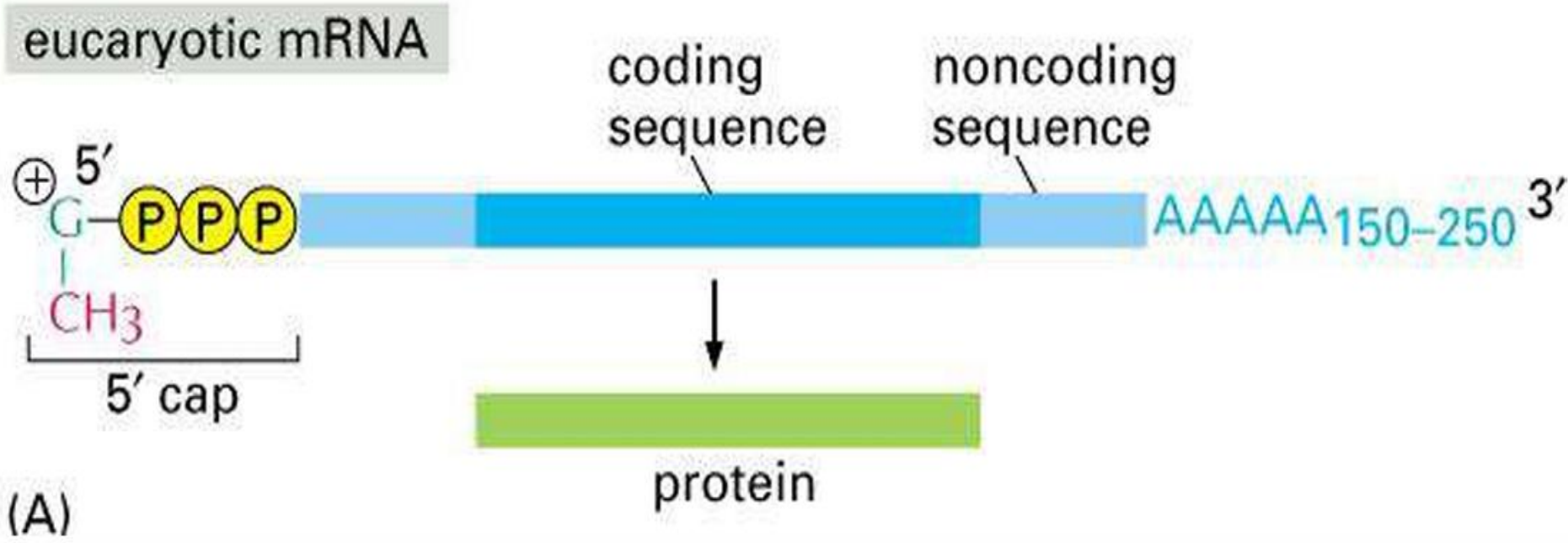
الكاب عبارة عن نيوكليوتيد الجوانين ثلاثية الفوسفات مضافاً لها مجموعة ميثيل CH3 تضاف للطرف 5 من mRNA أثناء تجهيز RNA الأولي.



تجهيز الـ mRNA في حقيقيات النوى للترجمة

3- إضافة ذيل عديد الأدنين للطرف 3 لـ mRNA:

يضاف للطرف 3 من mRNA عدد غير محدد من نيوكليوتيدات الأدنين أثناء تجهيز mRNA يسمى ذيل عديد الأدنين Poly A tail.



خطوات عملية النسخ في حقيقيات النوى

يمكن تلخيص الخطوات التي تتم بها عملية النسخ كالتالي:

1- تنفصل سلسلتي الـ DNA المزدوجة إلى سلاسل مفردة في منطقة الجين المطلوب نسخه.

2- يرتبط أنزيم بلمرة الـ RNA بمنطقة البروموتر (المحفّز) على الـ DNA ويستقر عند أول نيوكليوتيد في الجين.

3- يبتدئ الإنزيم بإضافة الريبونيكلوتيدات المكملة لتتابع النيوكليوتيدات في جزيء الـ DNA (طبقاً لقاعدة تزاوج القواعد) ويربط فيما بينها روابط فوسفات ثنائية الاستر متجهاً في البناء من 5’ باتجاه 3’ ومكوناً بذلك جزيء RNA الرسول (mRNA).

خطوات عملية النسخ في حقيقيات النوى

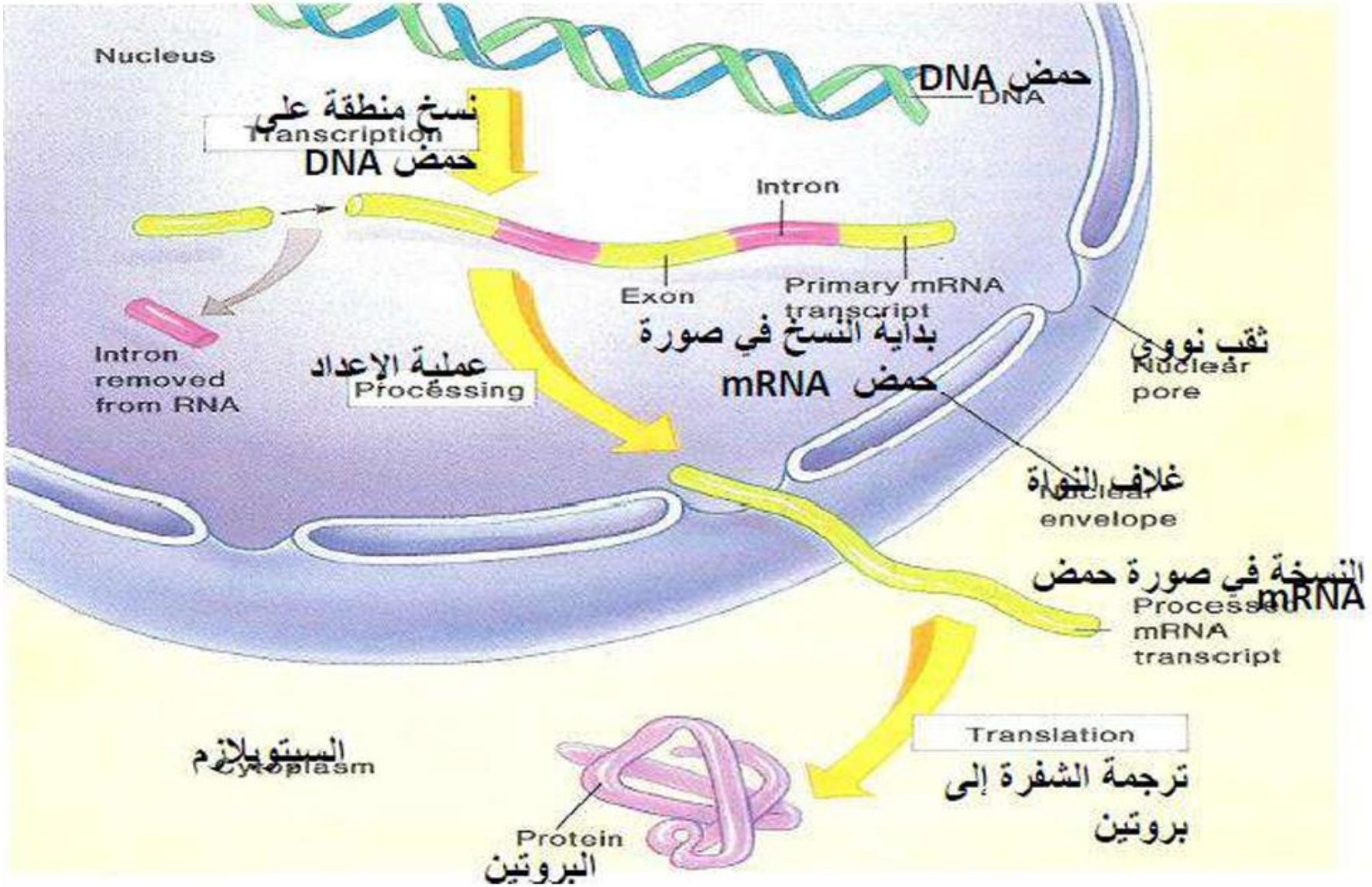
يمكن تلخيص الخطوات التي تتم بها عملية النسخ كالتالي:

4- عندما يصل الإنزيم إلى آخر نيوكليوتيد في الجين يتوقف البناء عند تتابعات خاصة تسمى منطقة الإنهاء termination site وينفصل عن جزيء الـ DNA.

5- mRNA الناتج من عملية النسخ يسمّى mRNA الأولي Pre mRNA، ويدخل بعد ذلك في عملية تجهيز وتحضير للترجمة تسمى RNA processing.

6- يترك mRNA الناضج (mature mRNA) النواة ويخرج إلى السيتوبلازم متجهاً إلى الرايبوزوم حيث تتم هناك عملية الترجمة.

خطوات عملية النسخ Transcription steps



الشيفرة الوراثية Genetic code

- ثبت أنّ تتابع القواعد في جزيء DNA هو الذي يحدد تتابع الأحماض الأمينية في البروتين، الذي يمثل الناتج النهائي لتعبير الجين.

DNA

ACCGTGCTTACGGGGTACATA
TGGCACGAATGCCCCATGTAT

RNA

ACC GUG CUU ACG GGG UAC AUA

Protein

T V L T G Y I

الشيفرة الوراثية Genetic code

❑ الشيفرة الثلاثية Triplet code:

• توجد أربعة أنواع من القواعد النيتروجينية فقط في جزيء DNA وهي التي تحدد الأحماض الأمينية العشرين في البروتين، لذا كان من الضروري أن يكون هناك توافيق وتباديل لهذه القواعد الأربع لكي يتسنى لها أن تفي بالتشفير لتلك الأحماض الأمينية.

• وفي الحقيقة فإنّ بناء البروتين يحتاج إلى أكثر من عشرين شيفرة إذا أخذنا بعين الاعتبار كودونات الابتداء والإيقاف.

الشيفرة الوراثية Genetic code

❑ الشيفرة الثلاثية Triplet code:

• يسمى تتابع القواعد في جزيء mRNA المقابل لحامض أميني معين بالكودون Codon لهذا الحامض الأميني في حين تسمى تتابعات إشارة البدء بكودونات الابتداء start codon و تتابعات إشارة الإنهاء بكودون الإيقاف stop Codon ويطلق على مجموع هذه الكودونات بالشيفرة الوراثية Genetic code.

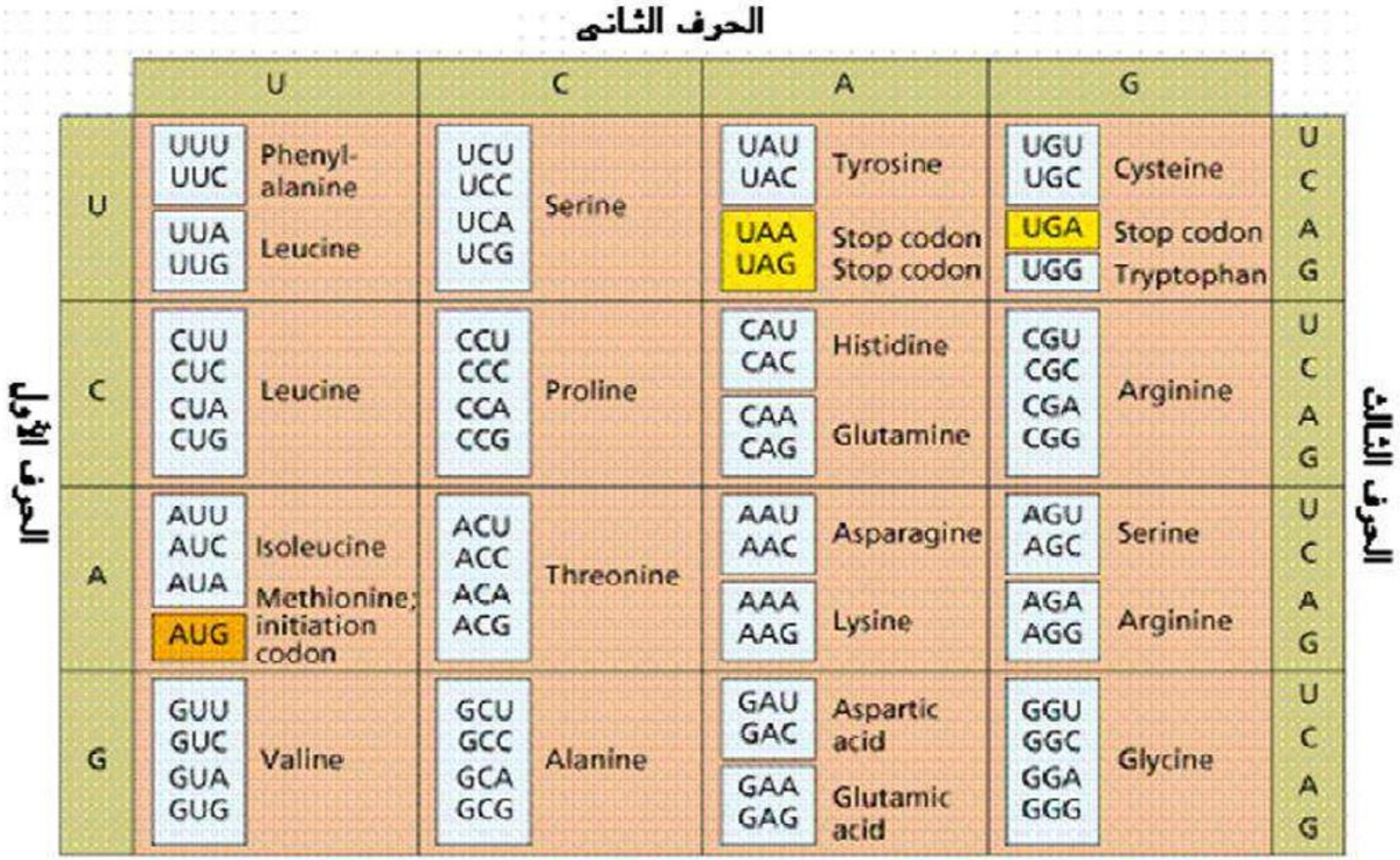
الشيفرة الوراثية Genetic code

❑ الشيفرة الثلاثية Triplet code:

• أجريت دراسات عديدة لمعرفة حقيقة الشيفرة الوراثية وتم التوصل لأدلة تثبت ثلاثية الشيفرة أي أن لكل حامض أميني في البروتين كودون مكوّن من ثلاث قواعد، حيث تعطي جميع الاحتمالات لترتيب القواعد الأربع في شيفرة ثلاثية 64 كودون كالتالي: $64=4^3$

•وبالفعل تمّ استنباط 61 كودون محدد لأحماض أمينية نوعية، في حين أنّ الكودونات الثلاث البقية تشفّر لإنهاء أو وقف بناء سلسلة البروتين.

الشيفرة الوراثية Genetic code



جدول الكودونات الـ64 والأحماض الأمينية المرادفة لها

الشيفرة الوراثية Genetic code

الخواص الرئيسية للشيفرة الوراثية:

1- الشيفرة الوراثية ثلاثية: أي أن ثلاثة نيوكليوتيدات متتالية تختص بحمض أميني واحد,

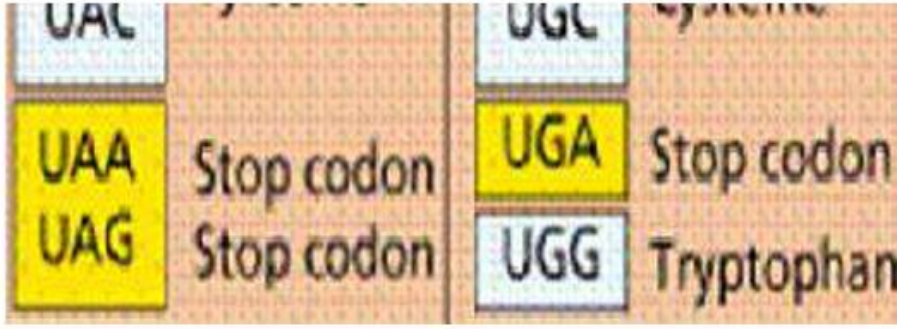
2- الشيفرة الوراثية تقرأ بصورة مستمرة بلا فواصل أو تداخل.

3- الشيفرة ترادفية المعنى (يوجد أكثر من كودون ثلاثي للحمض الأميني الواحد).

الشيفرة الوراثية Genetic code

الخواص الرئيسية للشيفرة الوراثية:

- يختص 61 كودون بالعشرين حمض أميني المعروفة.
- يشفّر الكودون AUG للميثايونين وتعطي إشارة البدء لعملية النسخ.
- تعطي الكودونات UAG، UAA، UGA إشارة إنهاء عملية الترجمة.



Genetic code الشيفرة الوراثية