

بسم الله الرحمن الرحيم

التعبير الجيني Gene Expression

الاستنساخ والترجمة

Transcription & Translation

Part I

محاضرات علم الوراثة - Genetics المرحلة الثالثة - قسم علوم الحياة

أ.م.د. حسنه عامر مهوس

قسم علوم الحياة - كلية تربية القرنة - جامعة البصرة

أهداف المحاضرة Objective

ان يكون الطالب قادرا على :

- تعريف التعبير الجيني Gene Expression و الاستنساخ Transcription وبعض المصطلحات الخاصة بالموضوع Polycistronic, m RNA processing , Transcription(factors, Operon).
- التعرف على مكونات الجين .
- يميز بين تركيب جين بدائية النواة و حقيقية النواة.
- يعدد مراحل الاستنساخ ويوضحها .
- يقارن بين بدائية النواة و حقيقية النواة من ناحية عملية الاستنساخ .

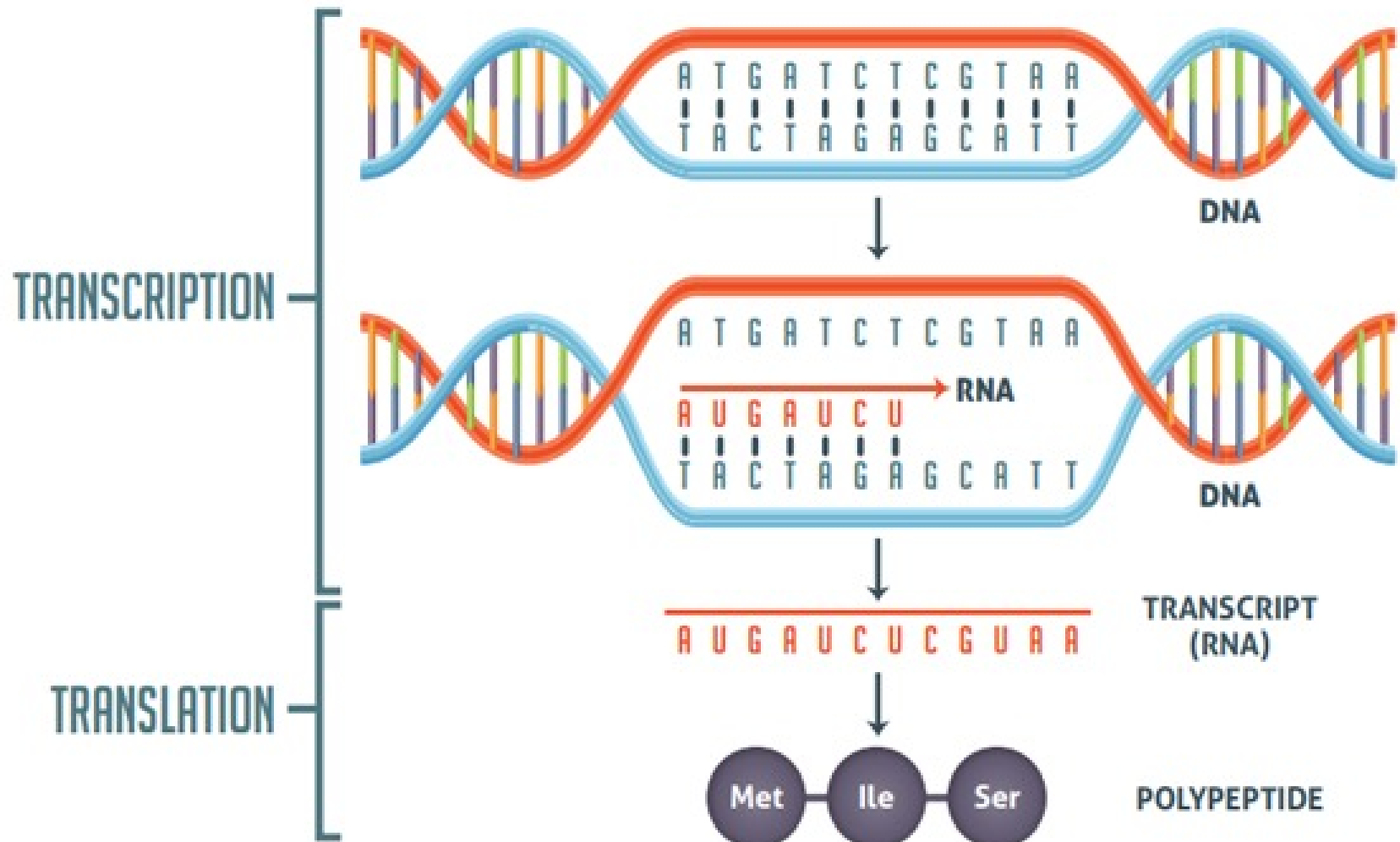
التعبير الجيني Gene Expression

تقوم الخلايا بفعاليتها المختلفة عن طريق التعبير عن المحتوى الوراثي الموجود في شريط ال DNA الخاص بها وتحويله الى بروتينات تساهم في قيام الخلايا بهذه الفعاليات من خلال ما يسمى بعملية التعبير الجيني Gene Expression.

يتضمن التعبير الجيني مرحلتين هما :

- **الاستنساخ Transcription**: تحويل المعلومات الموجودة والمشفرة في شريط ال DNA في النواة الى شريط RNA الرسول mRNA الذي ينتقل الى السايثوبلازم.
- **الترجمة Translation**: هي تحويل الشفرات المنقولة عن طريق ال mRNA الى عدد من الاحماض الامينية المرتبطة مع بعضها لتشكيل بروتين Protein او اجزاء منه , في الرايبوسوم وبمساعدة ال tRNA الناقل.

الاستنساخ Transcription والترجمة Translation



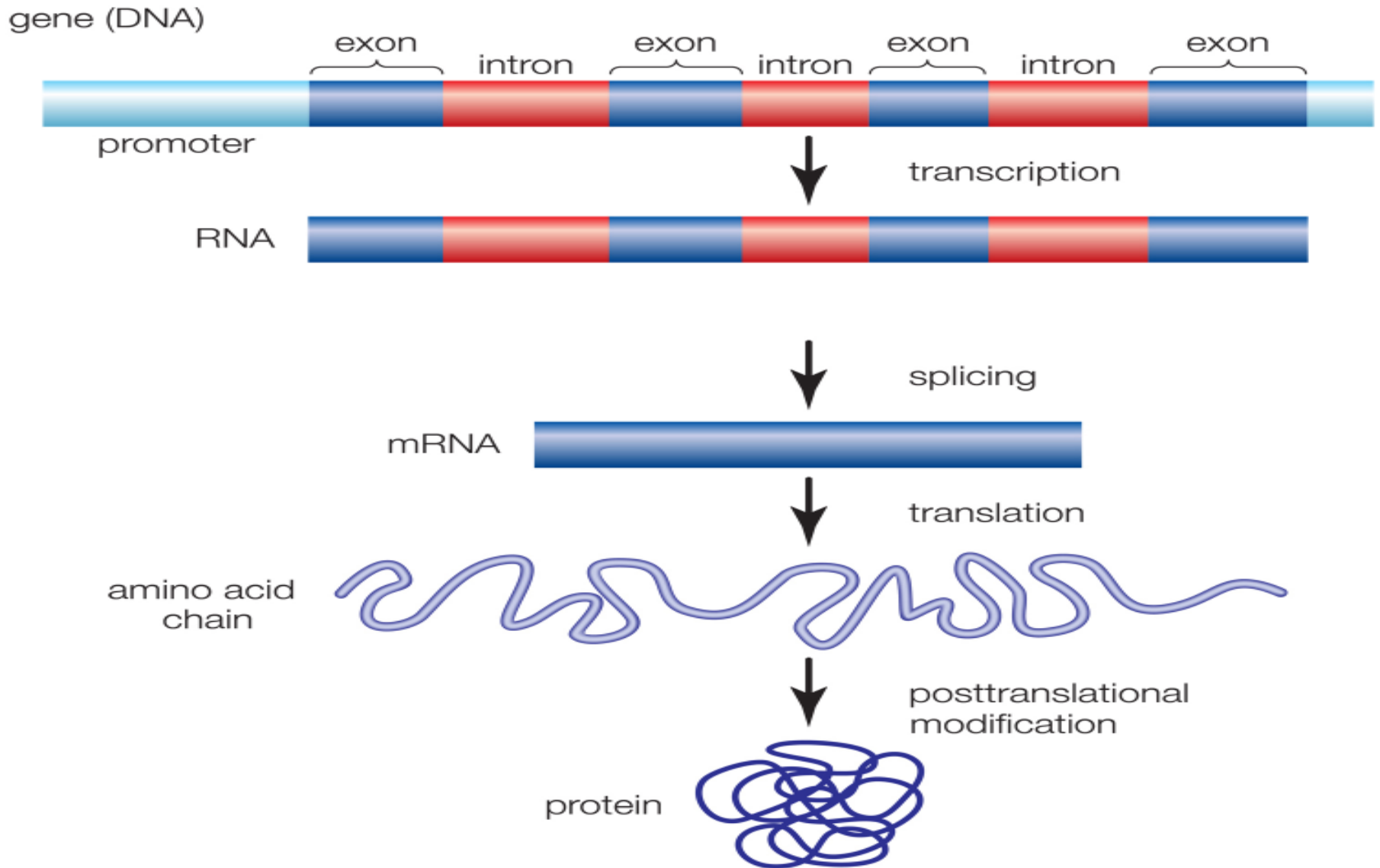
الاستنساخ Transcription

- هو عملية صنع نسخة RNA (بهیئة mRNA) من قطعة من شريط ال DNA تمثل جینا او أكثر (او حتى جزءا من جین) وتحويل الشفرات الموجودة في ال DNA الى شفرات لتوجيه بناء بروتین.
- تحدث عملية الاستنساخ في الكائنات حقيقية النواة **Euokaryotes** في منطقة النواة , أما في الكائنات بدائية النواة **Prokaryotes** فإنها تحدث في السائتوبلازم .

تشرح الجين Gene Anatomy

- الجين **gene** هو قطعة من ال DNA تشفر لعدد من الأحماض الامينية.
- يشغل الجين موقعا محددًا على الكروموسوم يسمى **locus**.
- يتكون الجين في حقيقية النواة من مناطق مشفرة **Coding** تسمى **Exon** ومناطق غير مشفرة **non coding** تسمى **Intron** , ويتم تبادل هذه المناطق بالتوالي .
- كل جين يبدأ وينتهي بأكسون **Exon**.
- في بدائية النواة, يتكون الجين من اكسونات فقط , لا توجد مناطق غير مشفرة.
- يتضمن الجين أيضا تتابعات تسبق الجين تمثل مناطق تنظيم الاستنساخ .
- لكل جين بالكائنات حقيقية النواة منطقة تنظيمية خاصة به ويطلق عليه **Monocistronic** , في بدائية النواة تشترك عدة جينات تساهم بروتيناتها بمسار ايزي مشترك بمنطقة تنظيمية واحدة ويطلق عليها **polycistronic** وتمثل هذه الوحدة تركيبا وظيفيا يسمى **الابرون** **Operon**.

تشرح الجين Gene Anatomy



تركيب الجين في بدائية النواة



Prokaryotic gene structure

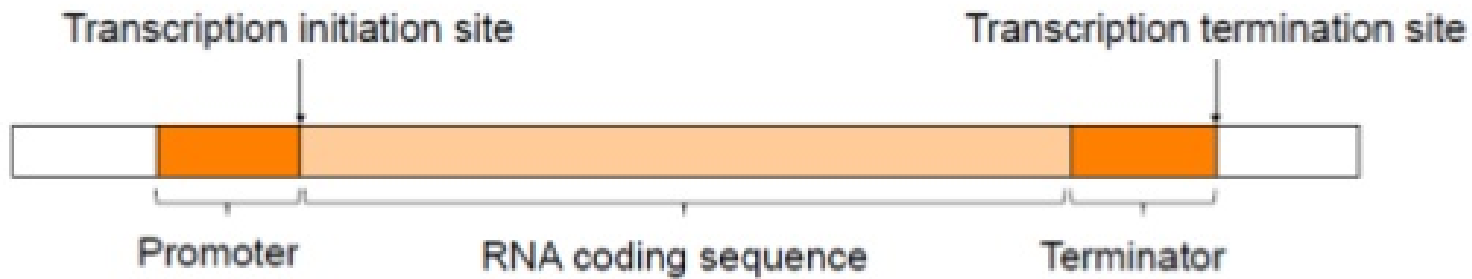
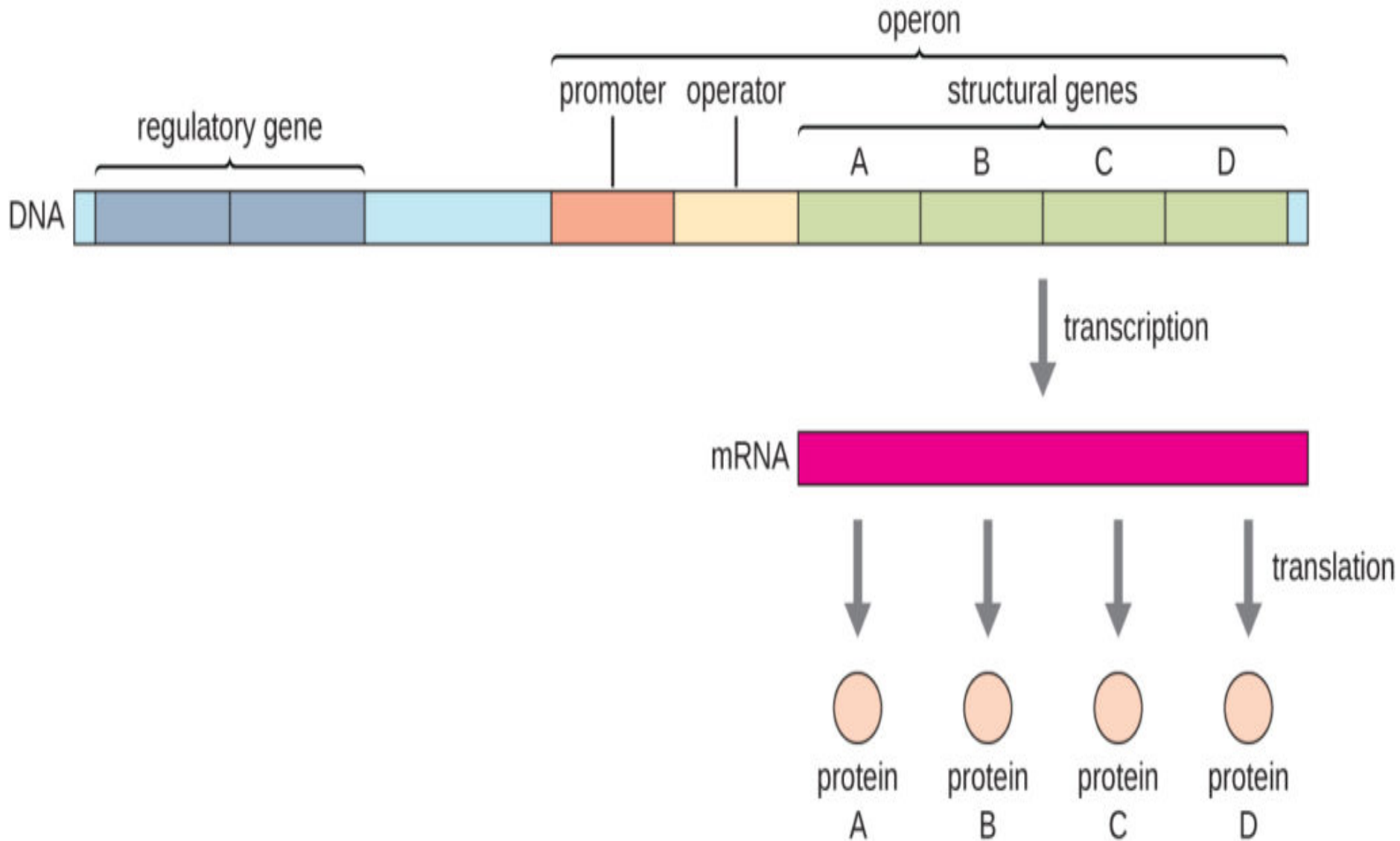


Figure 2: Prokaryotic gene structure

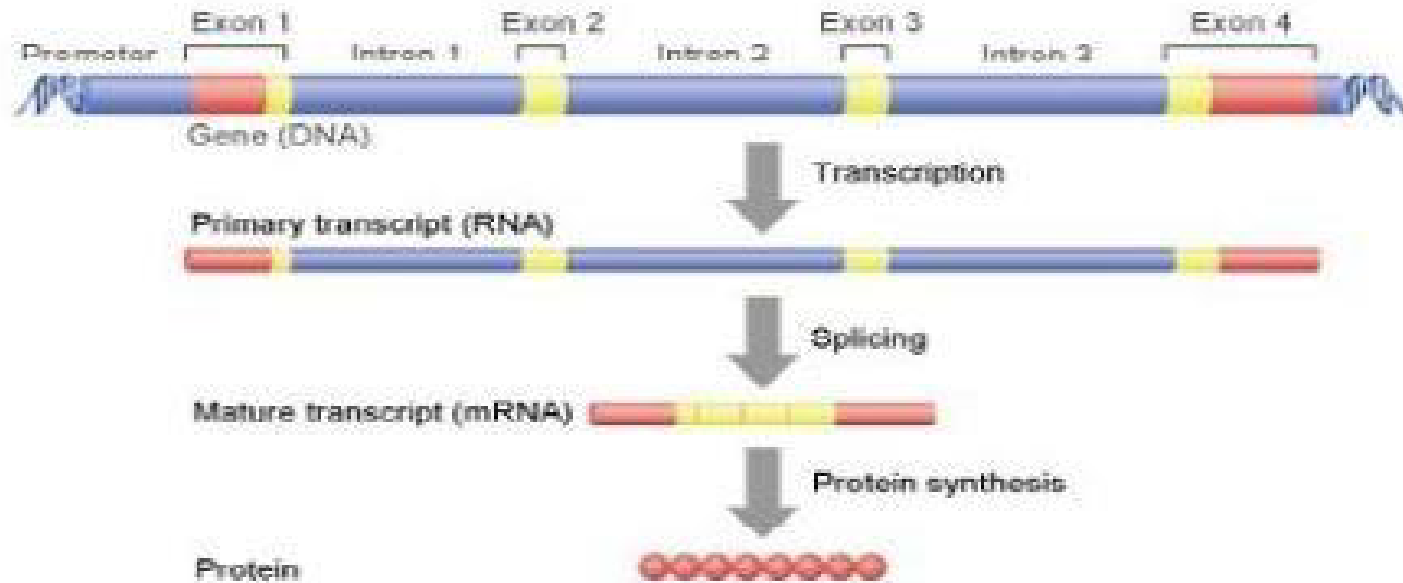
الأوبيرون Operon في بدائية النواة



تركيب الجين في حقيقتة النواة

- 1- منطقة البروموتر Promoter وتوجد قبل بداية الجين من الطرف 5
- 2- يتركب الجين من مناطق مشفرة تسمى الاكسونات Exons تتخللها مناطق غير مشفرة تسمى الإنترونات Introns ويبدأ الجين وينتهي دائماً بمنطقة إكسون

Structure of a Gene



متطلبات الاستنساخ

- يتطلب النسخ وجود عدد من المكونات :
- انزيم بناء ال RNA وهو RNA Polymerase
- الرايبونيوكلتيدات الاربع A,U,C,G
- خيط مفرد السلسلة من شريط ال DNA ليكون كقالب لبناء شريط ال RNA المتمم
Complementary.
- تكون منطقة البروموتور حرة ليتسنى لإنزيم RNA Polymerase الارتباط بها وبناء ال mRNA.

الاستنساخ Transcription

- يبدأ الاستنساخ لجين معين دائماً بشفرة الابتداء **start** (**DNA TAC**) **codon** والتي تقابلها **AUG** بال **mRNA** الخاصة بالحامض الأميني الميثيونين **Met**.
- يسمى شريط **DNA** الذي يتم استنساخ **mRNA** منه (الشريط المتمم) بالشريط الحساس **sense** والذي يقابله (الذي لم يستنسخ) بالشريط غير الحساس **antisense**.
- ينتهي استنساخ الجين عند المنطقة التي تحتوي على إحدى شفرات الانتهاء (**TAA, TGA**) **stop codon** (**TAG**).

النسخ Transcription

• بناء جزيء RNA على قالب الـ DNA

- تم إكتشاف الأنزيم المسؤول عن بناء جزيء RNA وهو أنزيم بلمرة الـ RNA Polymerase والذي يعمل على ربط الريبونيوكلئوتيدات ببعضها من خلال تكوين رابطة $5', 3'$ فوسفو داي استر بينها
- وهذا الأنزيم لا يمكن أن يعمل إلا في وجود قالب من الـ DNA في صورة سلسلة مفردة
- ويتم اختيار سلسلة واحدة دائما من الـ DNA للعمل كقالب للبناء
- ويكون اتجاه البناء دائما $5' \rightarrow 3'$
- لا يتطلب انزيم بناء الـ RNA وجود بادئ

النسخ Transcription

• دور البروموتر promoter في عملية النسخ:

- تبدأ عملية النسخ عندما يتحد انزيم بلمرة الـ RNA بالـ DNA في موقع يطلق عليه البروموتر promoter site وهو تتابعات نيوكليوتيدية تسبق الجين.
- البروموتر يكون حراً فقط عندما تكون الخلية بحاجة للجين، وعندما لا تحتاج الخلية للجين فإن منطقة البروموتر تكون مرتبطة ببروتينات معينة تمنع عملية النسخ، وهذه إحدى آليات التحكم في تعبير الجين.

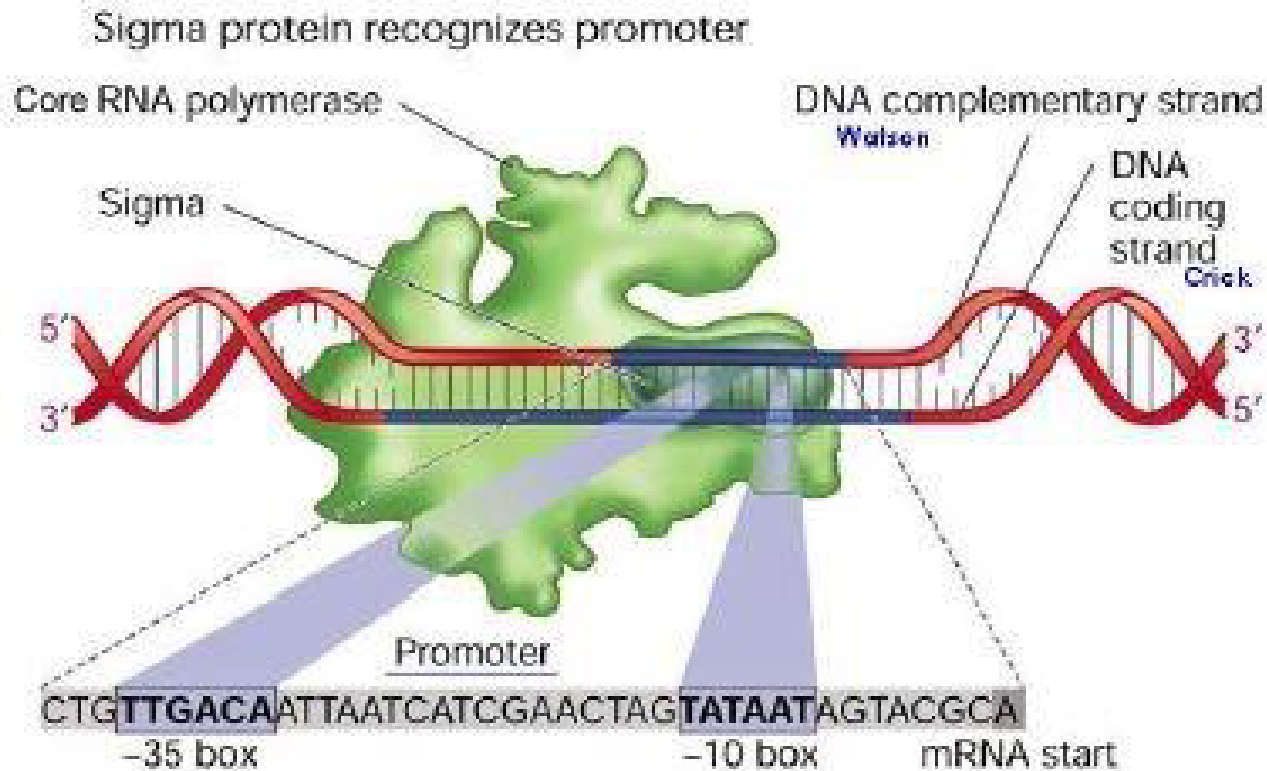
النسخ Transcription

• دور البروموتر promoter في عملية النسخ:

- يحتوي البروموتر على تتابعات نيوكليوتيدية ثابتة ومحفوظة لكل الكائنات مثل:
 - 1- تتابع TATAAT التي تقع على بعد 10 نيوكليوتيدات قبل بداية الجين (-10)
 - 2- تتابع TTGACA التي تقع على بعد 35 نيوكليوتيدة قبل بداية الجين (-35)
- يتعرف انزيم بناء الـ RNA على هذه التتابعات ويرتبط بها لتبدأ عملية النسخ

النسخ Transcription

- دور البروموتر promoter في عملية النسخ:



النسخ Transcription

(a) Strong *E. coli* promoters

tyr tRNA	TCTCAACGTAACACTT	TACAGCGGGC	•	CGTCATTTGATATGATGC	•	GCCCCGCTTCCCGATAAGGG
rm D1	GATCAAAAAAATACTT	TGTGCAAAAAA	•	TTGGGATCCCTATAAATGCGCCTCCG	•	TTGAGACGACAACG
rm X1	ATGCATTTTTCCGCTT	TGTCTTCCTGA	•	GCCGACTCCCTATAAATGCGCCTCCA	•	TCGACACGGCGGAT
rm (DXE) ₂	CCTGAAATTCAGGGT	TGACTCTGAAA	•	GAGGAAAGCGTAAATAC	•	GCCACCTCGCGACAGTGAGC
rm E1	CTGCAATTTTTCTATT	TGCGGCCTGCG	•	GAGAACTCCCTATAAATGCGCCTCCA	•	TCGACACGGCGGAT
rm A1	TTTTAAATTTCTCT	TTGTGAGGCCGG	•	AATAACTCCCTATAAATGCGCCACCA	•	CTGACACGGAACAA
rm A2	GCAAAAATAAATGC	TTGACTCTGTAG	•	CGGGAAGGCGTATATGC	•	ACACCCCGCGCCGCTGAGAA
λ PR	TAACACCGTGCGTG	TTGACTATTTTA	•	CCTCTGGCGGTGATAATGG	•	TTGCATGTACTAAGGAGGT
λ FL	TATCTCTGGCGGTG	TTGACATAAATA	•	CCACTGGCGGTGATACTGA	•	GCACATCAGCAGGACGCAC
T7 A3	GTGAAACAAAACGG	TTGACAACATGA	•	AGTAAACACGGTACGATGT	•	ACCACATGAAACGACAGTGA
T7 A1	TATCAAAAAGAGTA	TTGACTTAAAGT	•	CTAACCTATAGGATACTTA	•	CAGCCAATCGAGAGGGACACG
T7 A2	ACGAAAAACAGGTA	TTGACAACATGAAGTAACATGCAGTAAGATAC	•	AAATCGCTAGGTAACACTAG	•	
fd VIII	GATACAAATCTCCG	TTGTACTTTGTT	•	TCGCGCTTGGTATAATCG	•	CTGGGGGTCAAAGATGAGTG
		-35		-10		+1 

TTGACA (-35)

TATAAT (-10)

+1 بداية الجين

مقارنة بين منطقة البروموتر في عدة جينات

عملية النسخ

خطوات عملية النسخ Transcription steps

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 على الـ DNA ويستقر عند أول نيوكليوتيدة في الجين

3- يبدأ الإنزيم بإضافة الريبونيوكليو تيدات المكملة لتتابع النيوكليوتيدات في جزئ الـ DNA (طبقاً لقاعدة تزاوج القواعد) ويربط ما بينها بروابط 5', 3' فوسفو داي استر متجهاً في اتجاه البناء 3' → 5' ومكوناً بذلك جزئ RNA الرسول (mRNA)

عملية النسخ

خطوات عملية النسخ Transcription steps

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

5- mRNA الناتج من عملية النسخ يسمى mRNA الأولى **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 الريبوسوم حيث تتم هناك عملية الترجمة.

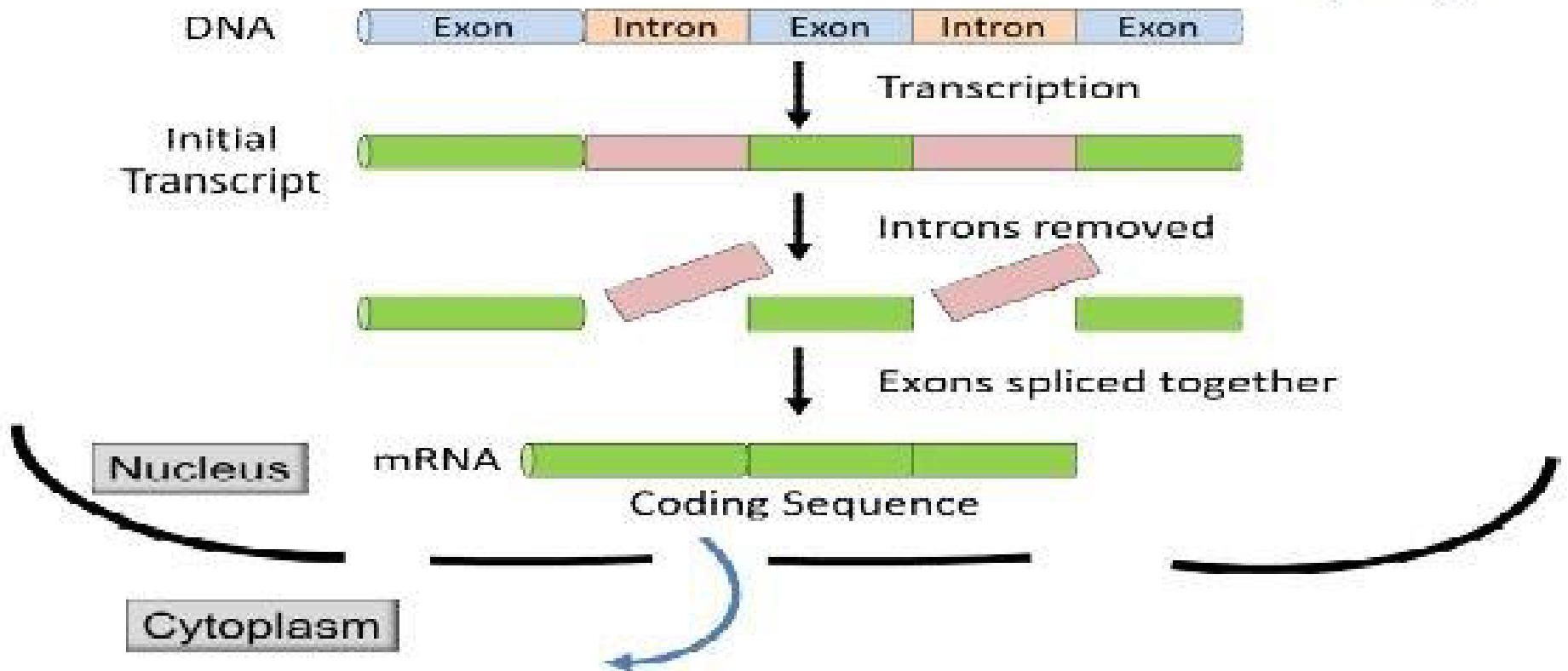
RNA processing

تجهيز الـ mRNA في حقيقية النواة

1- إزالة التتابعات غير المشفرة introns

تزال المناطق غير المشفرة (الإنترونات) عن طريق قطع أطرافها التي تتميز بتتابعات معينة ثم يعاد التحام المناطق المشفرة (الإكسونات) في عملية تسمى الظفر أو

Splicing

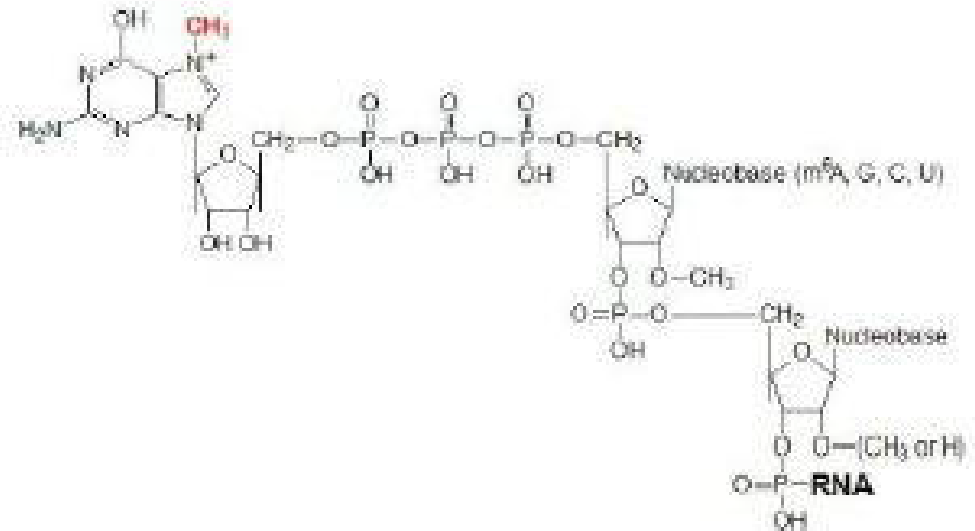
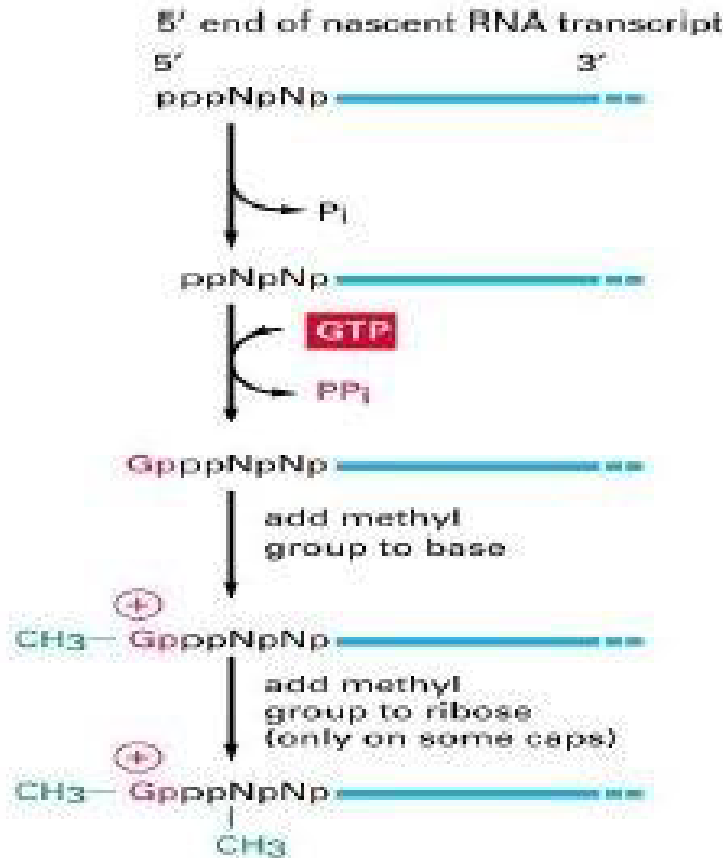


RNA processing

تجهيز الـ mRNA في حقيقيّة النواة

2- إضافة الكاب على الطرف 5 لـ mRNA

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

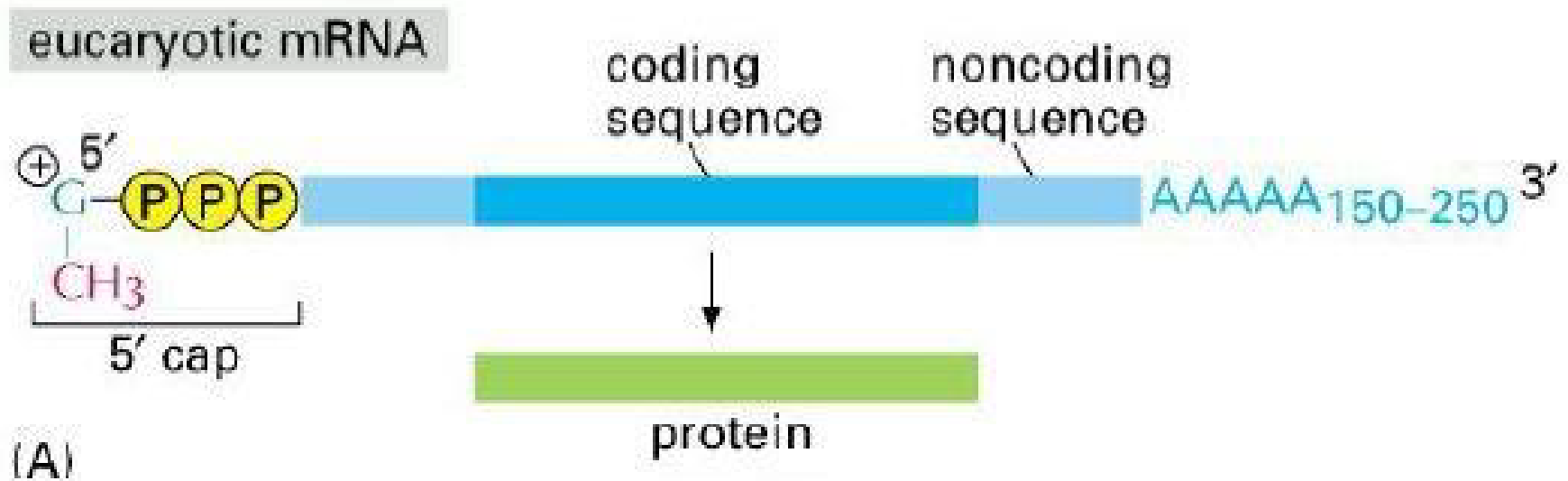


RNA processing

تجهيز الـ mRNA في حقيقيّة النواة

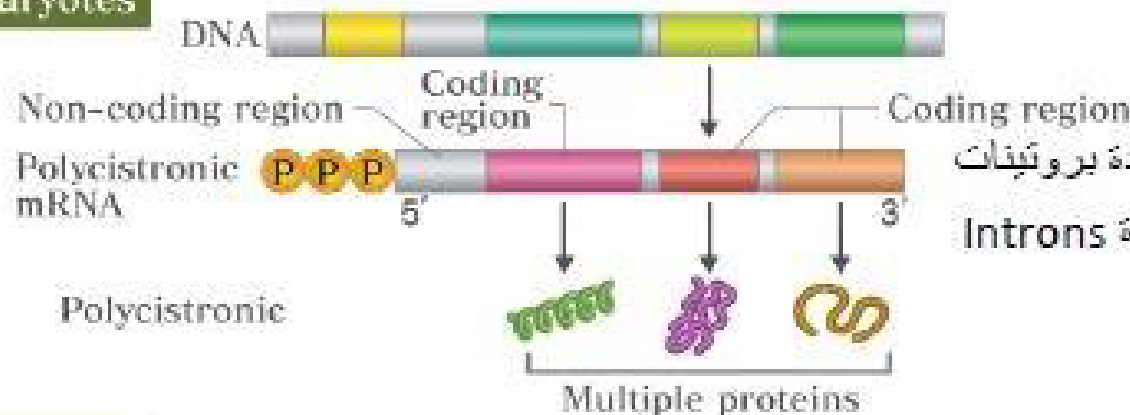
3- إضافة ذيل عديد الأدينين للطرف 3 لـ mRNA

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



الفرق بين mRNA في بدائية النواة وحقيقية النواة

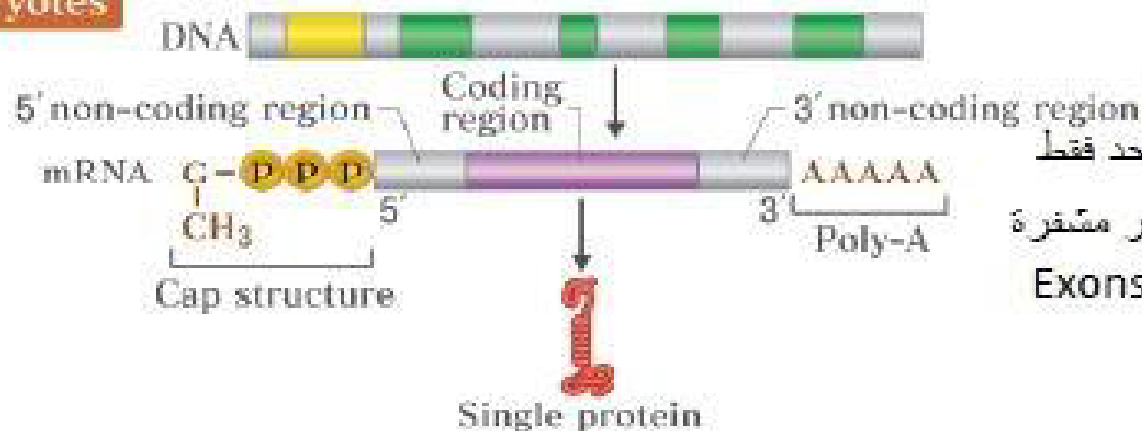
Prokaryotes



بدائية النواة Prokaryotes

- 1- يشفّر mRNA الواحد في لعدة بروتينات
- 2- لا يحتوي مناطق غير مشفرة Introns

Eukaryotes



حقيقة النواة Eukaryotes

- 1- يشفّر mRNA لبروتين واحد فقط
- 2- يحتوي مناطق تتابعات غير مشفرة Introns وأخرى مشفرة Exons

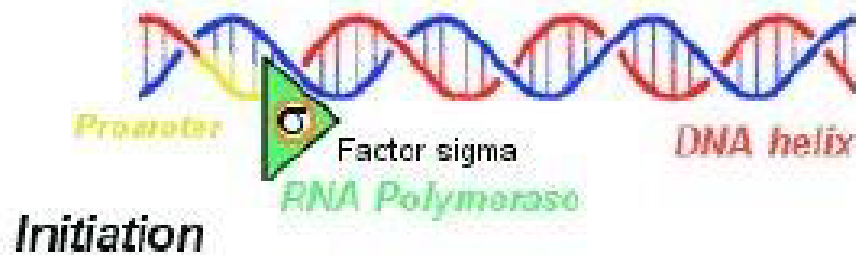
النسخ Transcription

مراحل عملية النسخ:

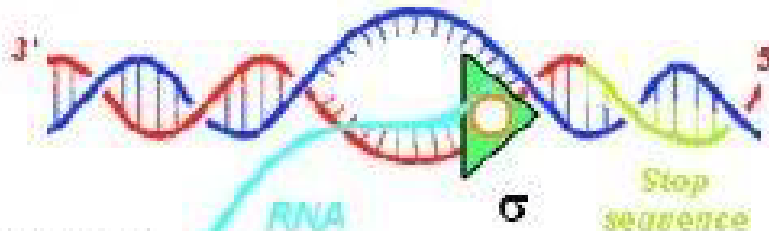
1- الإبتداء Initiation

2- الاستطالة Elongation

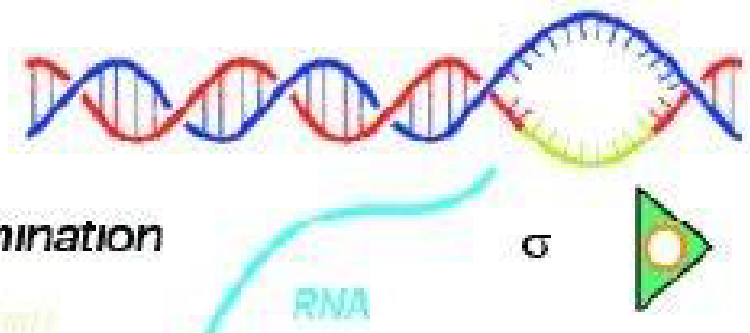
3- النهاية Termination



Elongation



Termination



النسخ Transcription

مراحل عملية النسخ:

1- الإبتداء Initiation

- يتعرف انزيم بناء الـ RNA على تتابعات البروموتر ويرتبط بها لتبدأ عملية النسخ

- تتدخل عدة بروتينات في تسهيل ارتباط انزيم بناء الـ RNA بالبروموتر

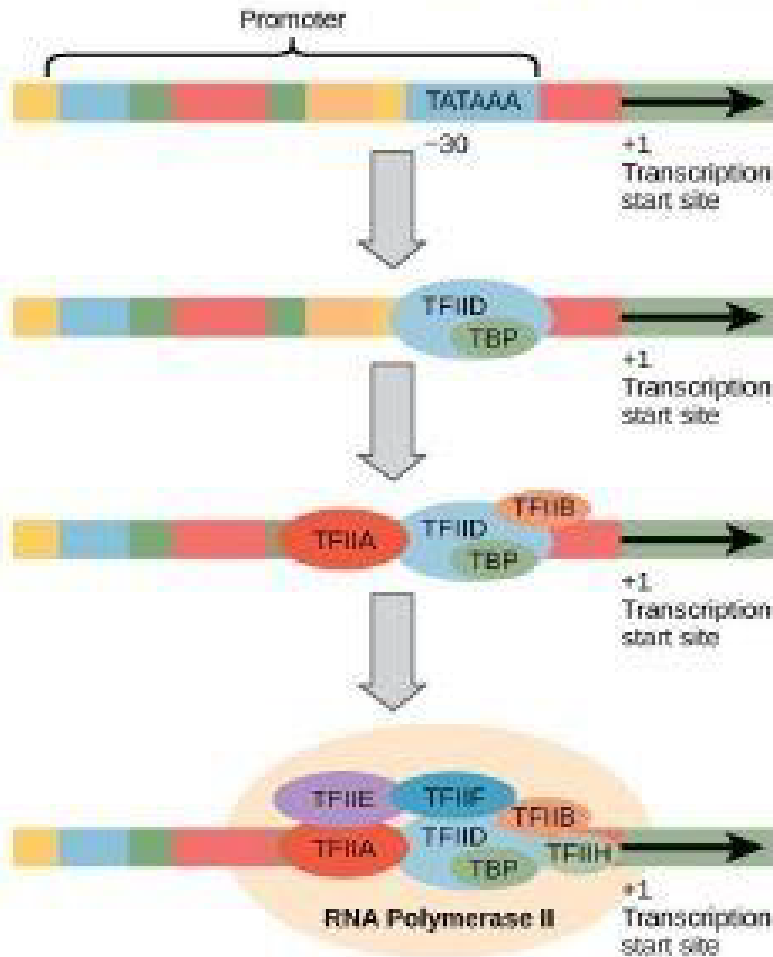
تسمى عوامل النسخ Transcription factors

- بعيد عملية الاتصال بالبروموتر promoter site، فإن انزيم RNA

polymerase يبدأ ببناء mRNA بإضافة النيوكليوتيدات الحرة ابتداءً

من النيوكليوتيدة الأولى في الجين (رقم +1)

عوامل النسخ Transcription Factor



عوامل النسخ:

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

النسخ Transcription

مراحل عملية النسخ:

2- الاستطالة Elongation

بعيد عملية الاتصال بالبروموتر promoter site، فإن انزيم RNA polymerase يبدأ ببناء mRNA بإضافة النيوكليوتيدات الحرة، منتقلاً على طول خيط الـ DNA القالب حتى يصل إلى مكان النهاية termination site.

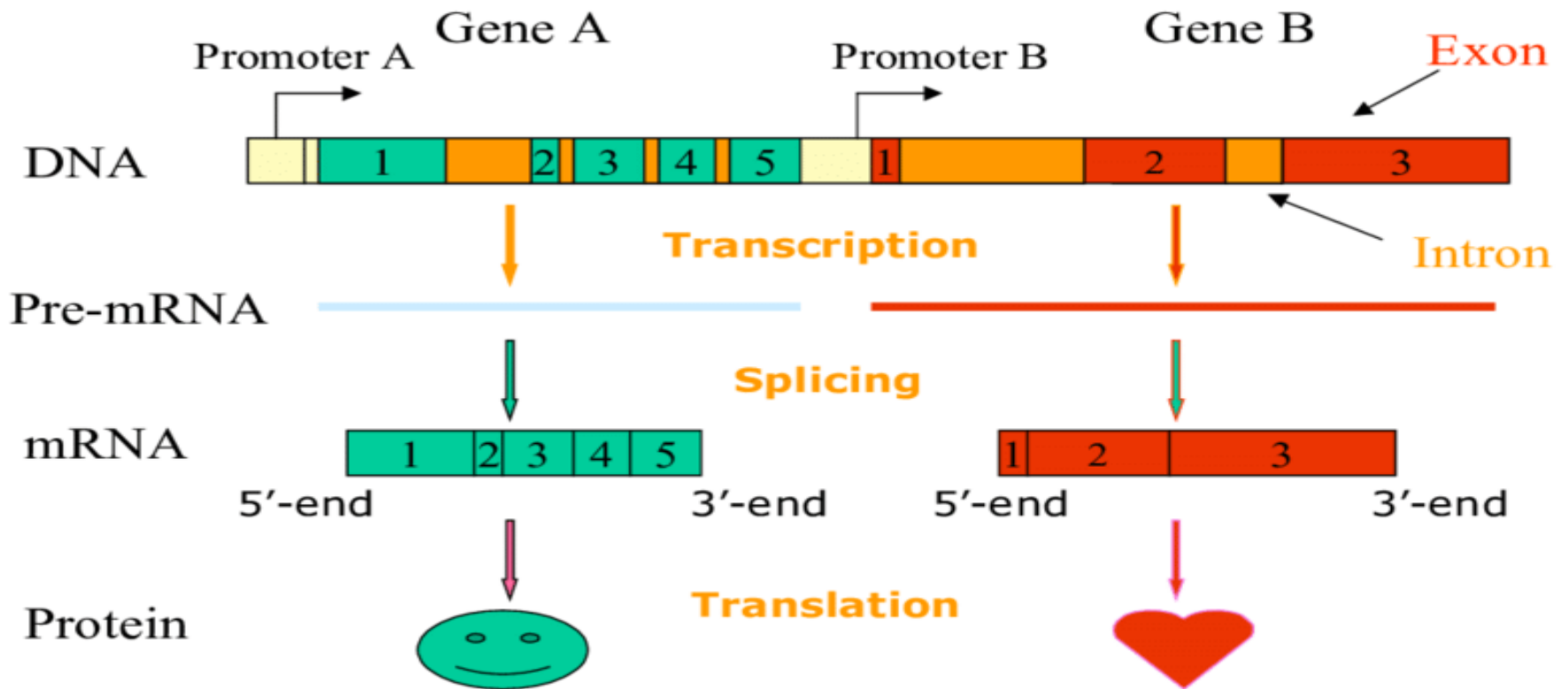
النسخ Transcription

مراحل عملية النسخ:

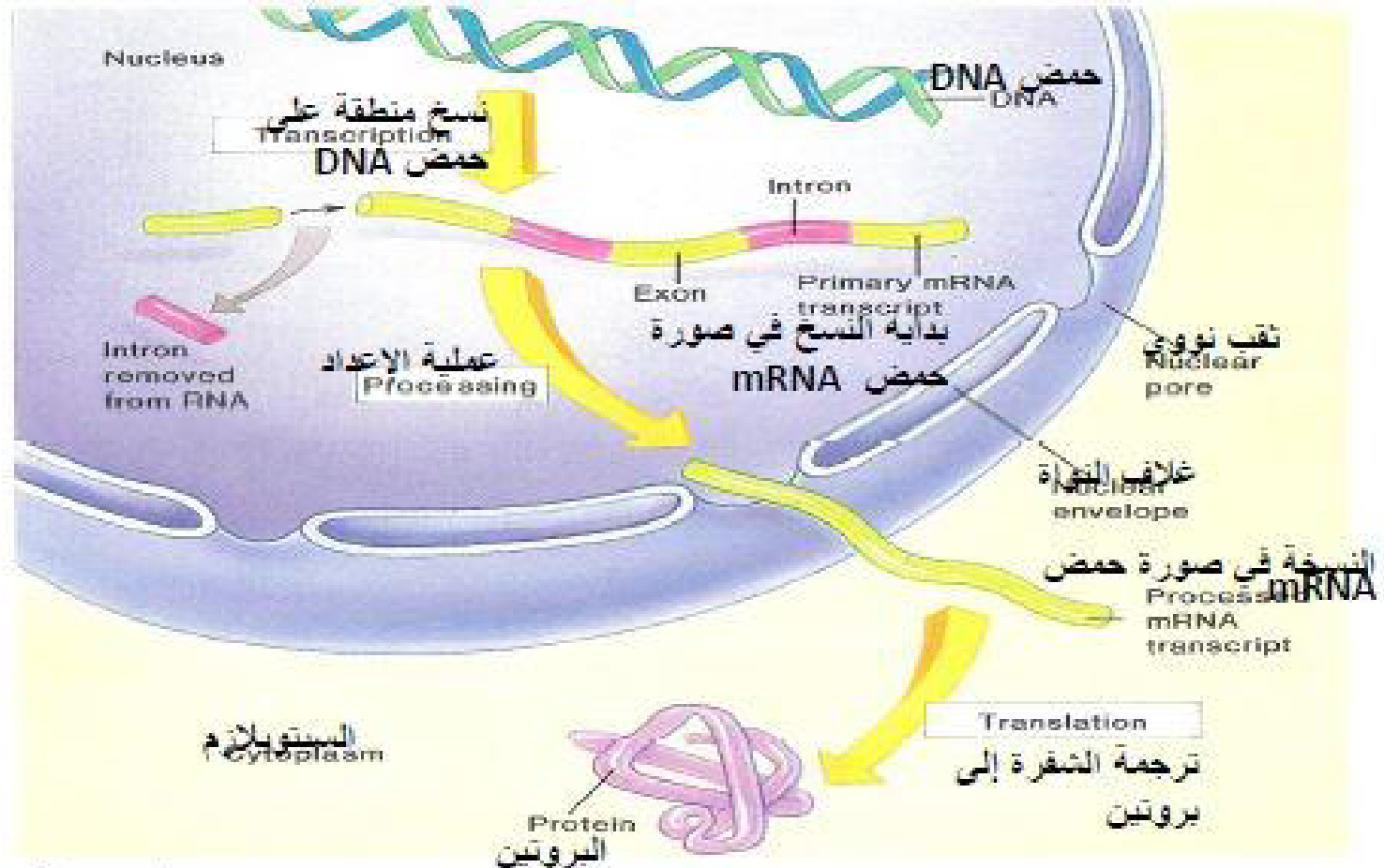
3- النهاية Termination

- عندما يصل انزيم بناء RNA إلى مكان النهاية termination site، فإنه يتعرف على تتابعات معينة تشير لنهاية الجين، يتوقف حينها عن إضافة النيوكليوتيدات، وينفصل عن الـ DNA كاملاً، وذلك لأن الروابط الهيدروجينية بين خيطي الـ DNA أكثر ثباتاً عن الروابط الهيدروجينية بين كل من DNA و RNA.
- تتابعات نهاية الجين معروفة لدى أغلب الكائنات وتسمى كودونات الانتهاء وهي أحد التتابعات الثلاثة: TAA, TAG, TGA

مراحل التعبير الجيني



التعبير الجيني من الـ DNA الى البروتين



Gene Processing
Figure 13.14

الخلاصة

- **الاستنساخ Transcription** هي عملية صنع mRNA من الـ DNA.
- **mRNA ← DNA**
- **الترجمة Translation** تحويل المعلومات الوراثية الموجودة في mRNA إلى ناتج بروتيني .
- **mRNA ← بروتين**
- mRNA يشفر لتصنيع بروتين ويترجم بمساعدة tRNA و rRNA , يتم البناء في الرايبوسومات Ribosome
- كلا من عمليتي الاستنساخ والترجمة تسمى بالتعبير الجيني **Gene Expression**.

أسئلة اختبارية (واجب)

- ماذا نعني بالمصطلحات: **Gene Expression**
Transcription , Polycistronic, m RNA processing , Transcription factors, Operon
- قارن بين بدائية وحقيقية النواة من حيث : تركيب الجين , عملية الاستنساخ .
- ماذا نعني بالبروموتور , أين يقع , وما هي أهميته ؟
- ما هي احتياجات إنزيم بناء ال **RNA polymerase**
- **وضح بالرسم تركيب m RNA في بدائية وحقيقية النواة .**

شكرا لكم

