مدونة المناهج السعودية

https://eduschool40.blog

الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

المحاضره 4
التعبير الجينى: الجزء الثاني (الترجمه)

اختبر معلوماتك عن النسخ: تدريب

- لديك قالب من DNA بالتتابع التالي:

5’ CCG ATG GCT GCA GGT CCA TAA 3’

3’ GGC TAC CGA CGT CCA GGT ATT 5’

- ماهو ناتج النسخ من هذا القالب إذا تم النسخ من الخيط الاسفل؟

التعبير الجينى :الترجمة

- **الترجمة Translation**

✓ هى عملية ترجمة **الشفرات الوراثية** المحمولة على الحامض النووى الريبوزى المرسال (mRNA) الى **سلاسل عديدة البيبتيدات** Polypeptides

✓ تتم الترجمة من لغة الأحماض النووية المكونة من 4 حروف (4 نيوكليوتيدات (A,G,C,T or U) الى لغة البروتينات التى تتكون من 20 حرف (20 حامض امينى)

✓ تتم هذه العملية على جسيمات تسمى **الريبوسومات** Ribosomes

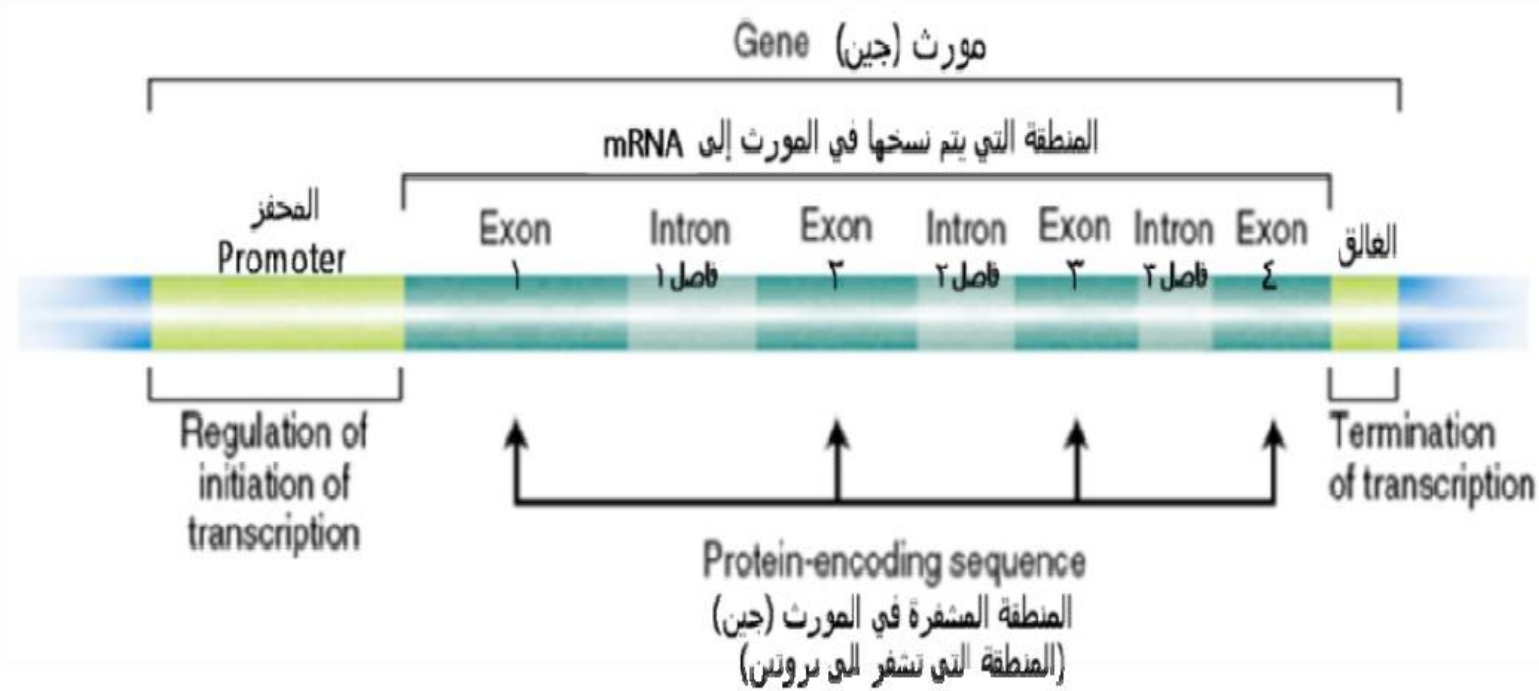
التعبير الجينى : الترجمة (تابع)

- **<u>فى الكائنات حقيقية النواة :</u>**
- يحتوى التتابع النيوكليوتيدى للحامض النووى المرسال mRNA على **مناطق مشفرة تسمى Exons** ومناطق **غير مشفرة** تسمى Introns (فواصل او دواخل) تترتب بطريقة متوالية ويتم ازالتها قبل دخول جزىء mRNA للترجمة.
- **<u>تعديل الـ mRNA ما بعد النسخ فى</u>**

1. **اضافة ذيل عديد الأدنين Poly A tail على الطرف ` 3**
2. **اضافة قبعه الجوانين Cap على الطرف ` 5**
3. **ازالة الانترونات**

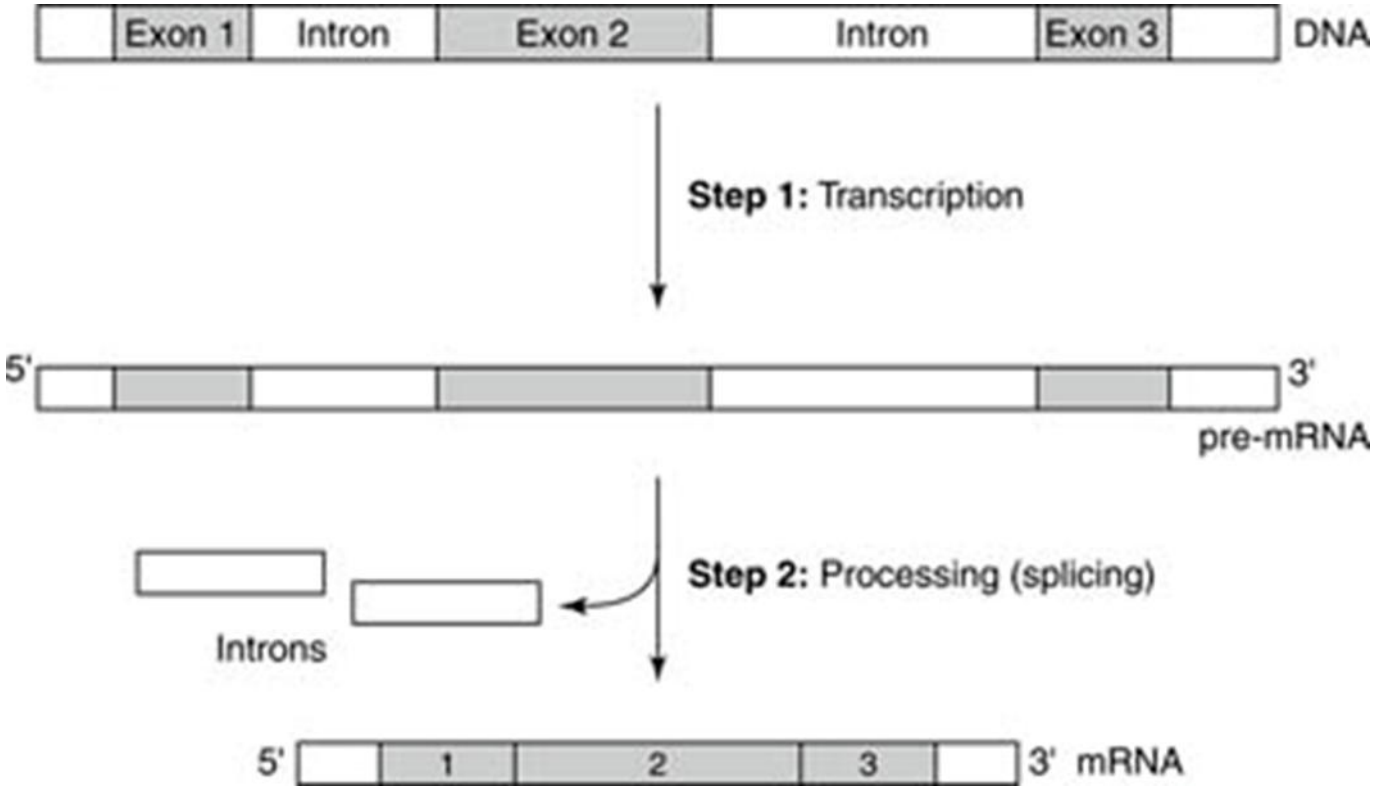
- الجين الواحد يكون له محفز وكذلك غالق خاص به بحيث يحمل جزىء mRNA المنسوخ معلومات هذا الجين فقط ويسمى فى هذه الحالة "**monocistronic mRNA**"

تركيب الجين في حقيقيات النواة



خطوات ازالة الانترونات (splicing)

- تتم ازالة الانترونات من الحامض النووي المرسال الأولي (pre-mRNA) بعد انتهاء عملية النسخ و قبل بدء مرحلة الترجمة.



التعبير الجينى : الترجمة (تابع)

- **<u>فى الكائنات بدائية النواة:</u>**

1. المنطقة المشفرة فى الجين تكون **مستمرة** (أى كأنها Exon واحد).
2. لايوجد **انترونات** تفصل بين اجزاء الجين الواحد.
3. لايضاف أى من poly A tail او Cap عند نهايات جزىء mRNA .
4. قد تشترك العديد من الجينات فى محفز واحد وغالق واحد ويتم نسخ هذه الجينات الى جزىء mRNA واحد يحمل معلومات اكثر من جين و يعرف هذا المرسال باسم **Polycistronic mRNA**

الشفرة الوراثية

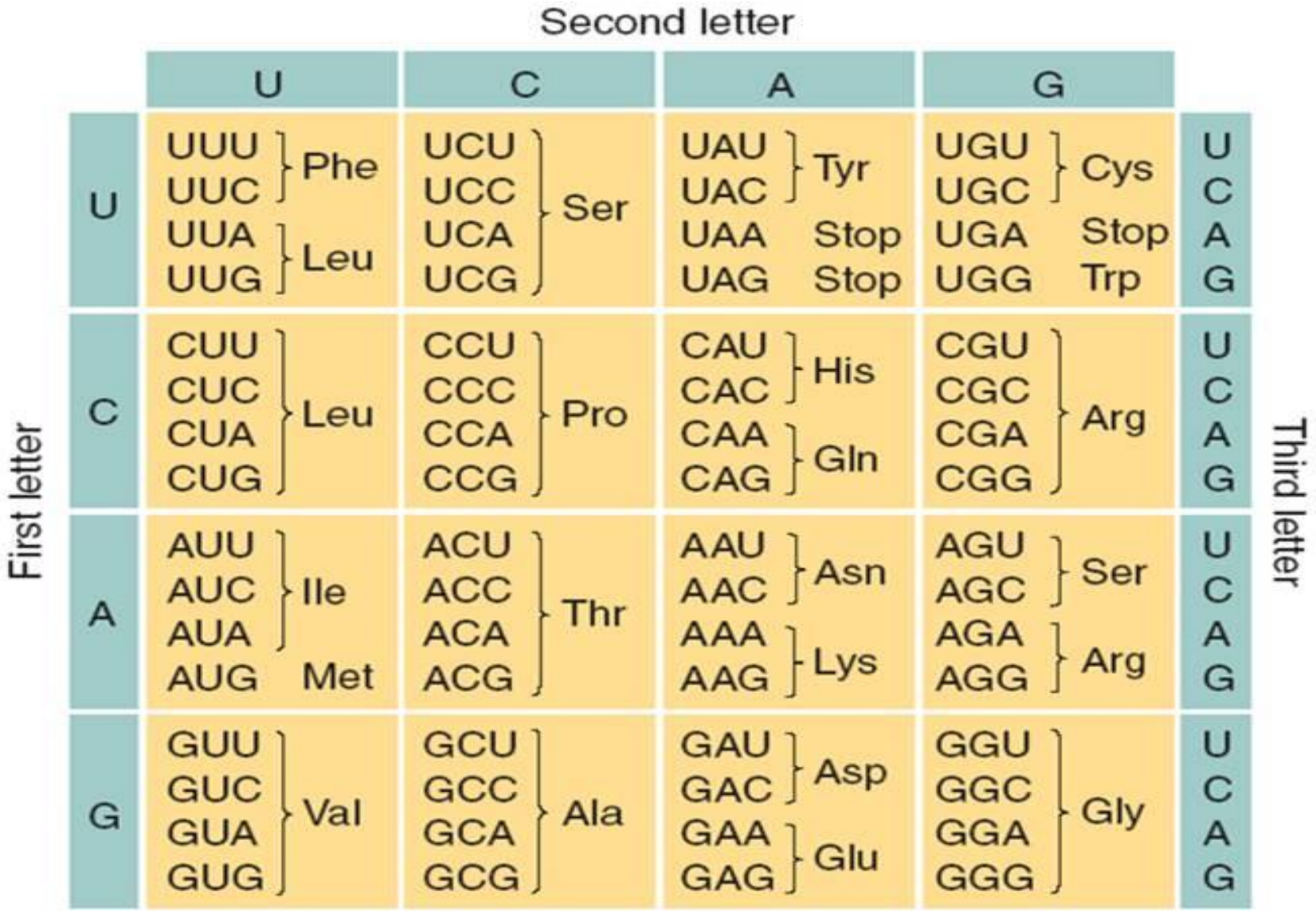
- مناطق الجين التى **يتم نسخها الى mRNA ثم يتم ترجمتها**، تترجم تتابعاتها النيوكليوتيديه فى **ثلاثيات حيث تمثل كل ثلاثة نيوكليوتيدات** **شفرة وراثية** (codon) تترجم الى حامض أمينى معين داخل السلسلة المتعددة البيبتيدات.
- توجه الشفرات الوراثية (الكودونات) **الأحماض الأمينيه الى الاتحاد لتكوين بروتينات** من خلال عمليه الترجمة .
- لأن هناك **4 حروف** هى القواعد النيوكليوتيديه فان حصيله التوليفات المختلفه بين النيوكليوتيدات الأربعه تساوى **4 مرفوعه الى الأس 3 (64 = 4^3)** وهذا العدد اكبر بكثير من المطلوب للتشفير الى **20 حامض أمينى**. وذلك لأنه **فيما عدا المثيونين والتريبتوفان** فان كل الأحماض الأمينيه يكون لها أكثر من شفرة.

الشفرة الوراثية (تابع)

- **<u>توزع الشفرات كما يلى:</u>**

1. **شفرة بداية الترجمة (AUG) start codon** – وهى موجوده فى معظم الجينات وتشفر للحامض الأمينى الميثيونين
2. **شفرات توقف الترجمة stop codons** و عددها ثلاثة **(UAA,UAG, UGA)** وهى لاتعنى أى حامض أمينى.
3. **60 شفره** تترجم الى الأحماض الأمينيه العشرون فيما عدا الميثيونين.

الشفره الوراثيه



تركيب الحامض النووى المرسال
mRNA

<u>فى كلا الكائنات بدائية النواة وحقيقية النواة يوجد 3 مناطق أساسيه على mRNA</u>:

1. **المقدمة – The 5' untranslated region (5′ UTR)**

- ✓ تقع فى المسافه مابين القبعه Cap ' 5 وشفرة بدايه الترجمة AUG (start) codon
- ✓ يوجد فى هذه المسافة معلومات هامه لارتباط الريبوسوم مع الحامض الريبوزى المرسال ويتعرف من خلالها على شفرة البداية.

2. **التتابعات المشفرة Coding sequence (CDS)**

- ✓ مناطق الجين التى تم نسخها الى mRNA وتترجم تتابعاتها النيوكليوتيدية فى ثلاثيات (الشفرة الوراثية) الى الأحماض الأمينيه داخل السلسلة البيبتيدية لتكوين البروتين .

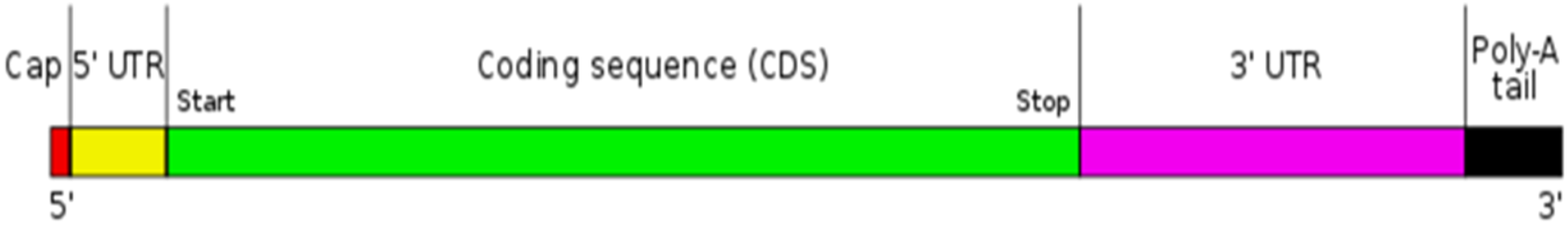
تركيب الحامض النووى المرسال mRNA (تابع)

3. **The 3' untranslated region (3’ UTR)- المؤخرة**

✓ توجد هذه المنطقة على mRNA بعد شفرة انهاء الترجمة فى الطرف 3’

✓ لايتم ترجمتها الى بروتين.

✓ تحتوى على تتابعات منظمه لعمليات **تعديل مابعد النسخ** (post-transcriptional modifications) لجزىء mRNA



الجزيئات اللازمة لبناء البروتين

1. **mRNA الحامض النووى الريبوزى المرسال**

✓ يحمل نسخة من المعلومات الوراثية على DNA فى صورة شفرات ثلاثية (triplet codons)

2. **tRNA الحامض النووى الريبوزى الناقل**

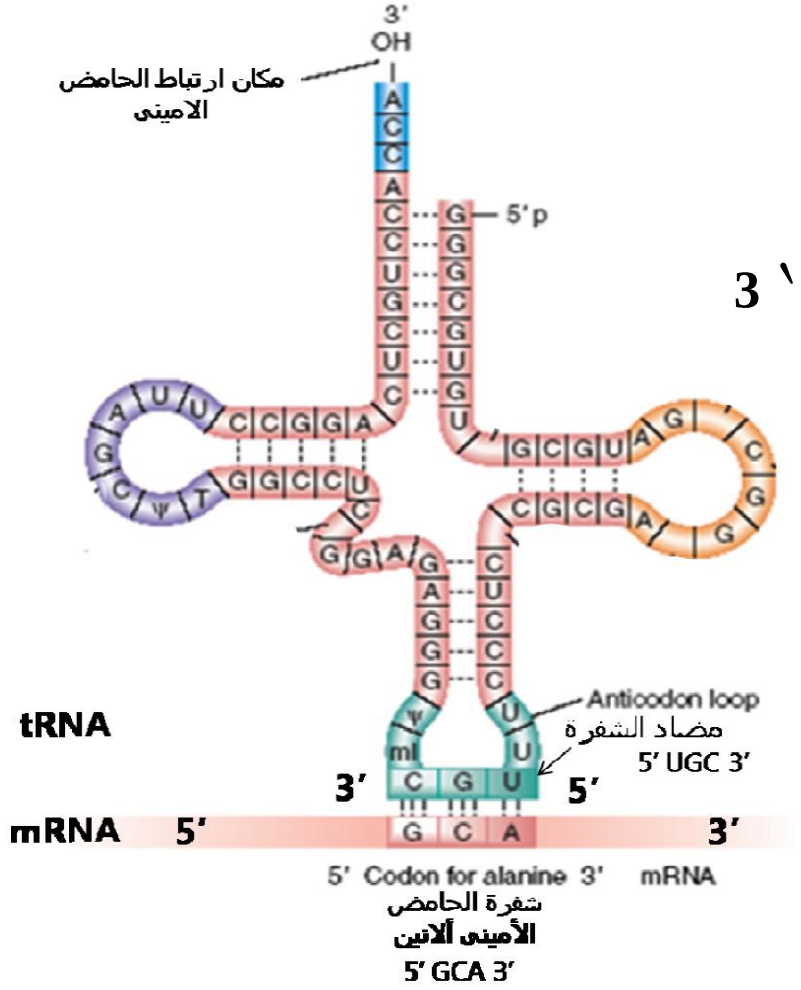
✓ يقوم الحامض النووي الناقل (tRNA) الذى يحتوي على مضاد الشفرة (**Anticodon**) المكمل لتتابعات الشفرة على mRNA (**codon**) ، بحمل الحامض الأمينى الصحيح الى مكانه فى سلسلة البيبتيدات المتكونة حسب توالى الشفرات على جزىء الحامض الريبوزى المرسال mRNA حيث أن **شريطى المرسال والناقل لهما اتجاهين متعاكسين** .

✓ **يمثل الوسيط فى عملية الترجمة حيث يتعرف على كلا اللغتين (يرتبط بالشفرة من ناحية ويرتبط بالحامض الأمينى المناسب من ناحية أخرى)**

✓ لكل حامض أمينى حامض نووى ريبوزى ناقل خاص به.

تركيب جزئ الـ tRNA

- تركيب جزئ الـ (tRNA) يوضح التكامل بين مضاد الشفرة على الحامض النووى الناقل (tRNA) وبين الشفرة على الحامض النووى المرسال (mRNA)



المواقع الهامة لجزئ (tRNA):

1. منطقة مضاد الشفرة (Anticodon)
2. منطقة ارتباط الحامض الاميني عند الطرف ` 3

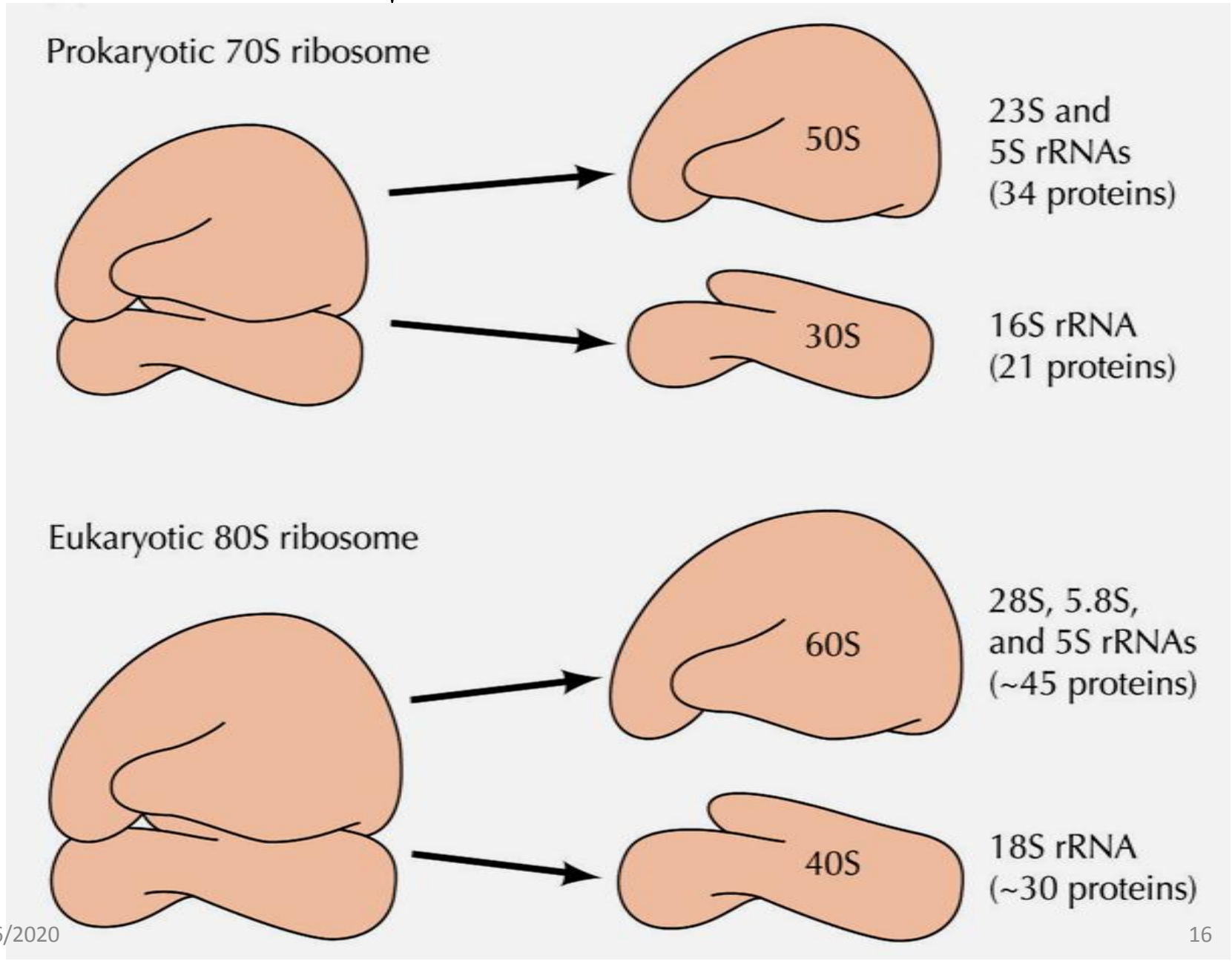
الجزيئات اللازمه لبناء البروتين (تابع)

3. الريبوسومات Ribosomes:

- ✓ هى مواقع بناء البروتين التى توجد فى السيتوبلازم
- ✓ تتكون الريبوسومات من الحامض النووى الريبوسومي (rRNA) والبروتينات الريبوسومية (r proteins)
- ✓ يتكون كل ريبوسوم من وحدتين- الوحدة الصغرى (small subunit) والوحدة الكبرى (large subunit)
- ✓ **يوجد على الوحده الكبرى ثلاثه مواقع:**

1. **الموقع A (Aminoacyl site)** - مكان دخول الحامض النووي tRNA المنشط والمحمل بالحامض الأمينى.
2. **الموقع P (peptide site)** - مكان البيبتيدة المتنامية
3. **الموقع E (Exit site)-** مكان خروج الحامض النووي الناقل tRNA.

تركيب الريبوسوم



الجزيئات اللازمه لبناء البروتين (تابع)

4. **الأحماض الأمينية (Amino acids)**

- ✓ الوحدة البنائية (التركيبية) للسلسلة البيبتيدية أو البروتين
- ✓ يوجد فى سيتوبلازم الخلايا 20 نوعا من الأحماض الأمينية في صورة (Amino acid pool)
- ✓ ترتبط الأحماض الأمينيه فى السلسلة البيبتيدية للبروتين بناء على تتابع الشفرات على mRNA.

5. **الانزيمات Enzymes:**

- ✓ يوجد عدد من الانزيمات المسئولة عن عملية الترجمة أهمها هو انزيم **Aminoacyl-tRNA synthetase**

الإعداد للترجمة

- **<u>قبل بداية الترجمة يتم اولا مايلى:</u>**

1. **انتقال mRNA الى السيتوبلازم-**

✓ بعد الانتهاء من النسخ ينتقل mRNA الى السيتوبلازم خلال الثقوب النووية

2. **تنشيط الأحماض الأمينية-**

✓توجد الأحماض الأمينيه فى السيتوبلازم فى صوره غير نشطة

✓ لذلك قبل الارتباط بالحامض النووي الناقل لابد من تنشيطها

✓يقوم بتلك المهمه انزيم **Aminoacyl synthetase** فى وجود الادينوزين ثلاثى الفوسفات **ATP** و أيون الماغنسيوم Mg^{2+} الموجب (الكاتيون).

الاعداد للترجمه تابع

3. ارتباط الأحماض الأمينية المنشطة بالحامض النووي الناقل

- ✓ ترتبط الأحماض الأمينية المنشطة بالطرف 3 من الناقل tRNA مكونه المعقد amino-acyl-tRNA complex
- ✓ يوجد بالخلية أكثر من 20 انزيم وجزىء tRNA مما يجعل كل حامض أمينى يرتبط بالمعقد الخاص به (amino-acyl-tRNA) ويوصف tRNA فى هذه الحاله بانه chained tRNA
- ✓ يعمل chained tRNA كجزىء محول (**Adaptor molecule**) لفك الشفرات الوراثيه على **mRNA** حتى يصل الى شفرة توقف الترجمة.

مراحل الترجمة

- **تشمل الخطوات الأساسية للترجمة وبناء البروتين مايلى:**

1- بداية الترجمة initiation

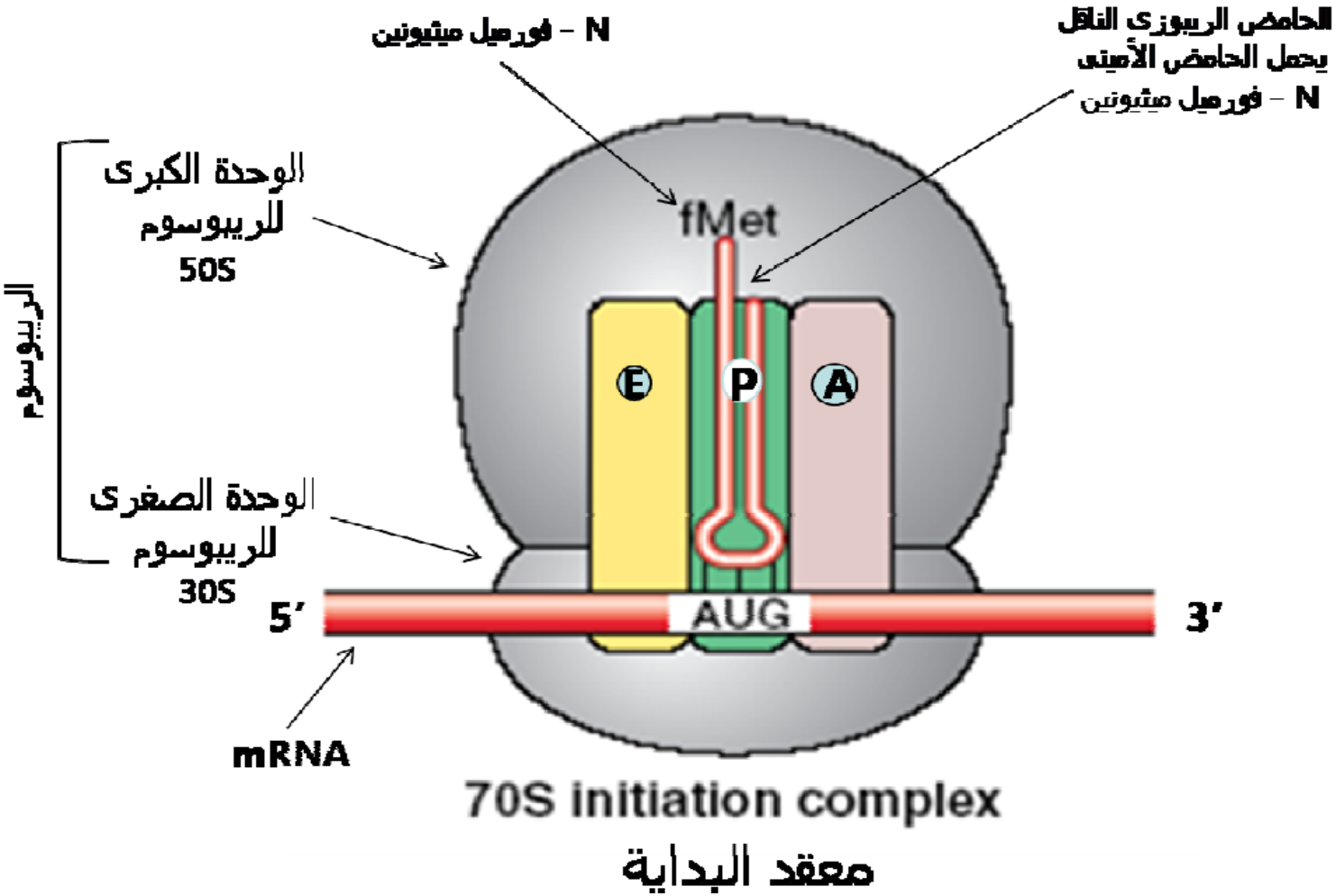
2- الاستطالة Elongation

3- الانهاء Termination

مراحل الترجمة

أولا: بداية الترجمة Initiation

- تبدأ مرحلة بداية الترجمة **فى الكائنات بدائية النواة** بتكوين **معقد البداية (70S initiation complex)** الذى يتألف من:
  - الريبوسوم (الوحدة الصغرى 30S والوحدة الكبرى 50S)
  - الحامض النووي الريبوزي المرسال mRNA
  - الحامض النووي الريبوزي الناقل (tRNA) الذى يحمل الحامض الأمينى N- فورميل ميثيونين
- توجد الثلاثيه AUG (شفرة البداية) بالقرب من الموقع P- (peptidyl site) مما يجعل tRNA الذى يحمل الحامض الأمينى المثيونين يرتبط بالموقع P مباشرة.
- يتحرك الريبوسوم بمسافة كودون (ثلاثيه واحدة) مما يجعل الثلاثيه التالية second codon أقرب الى الموقع A من الريبوسوم


N – فورميل ميثونين
الحامض الريبوزى الناقل
يحمل الحامض الأمينى
N – فورميل ميثونين
الوحدة الكبرى
للريبوسوم
50S
الريبوسوم
الوحدة الصغرى
للريبوسوم
30S
fMet
E
P
A
5′
AUG
3′
mRNA
70S initiation complex
معقد البداية

مراحل الترجمة (تابع)

- **ثانيا: مرحلة الاستطالة Elongation**

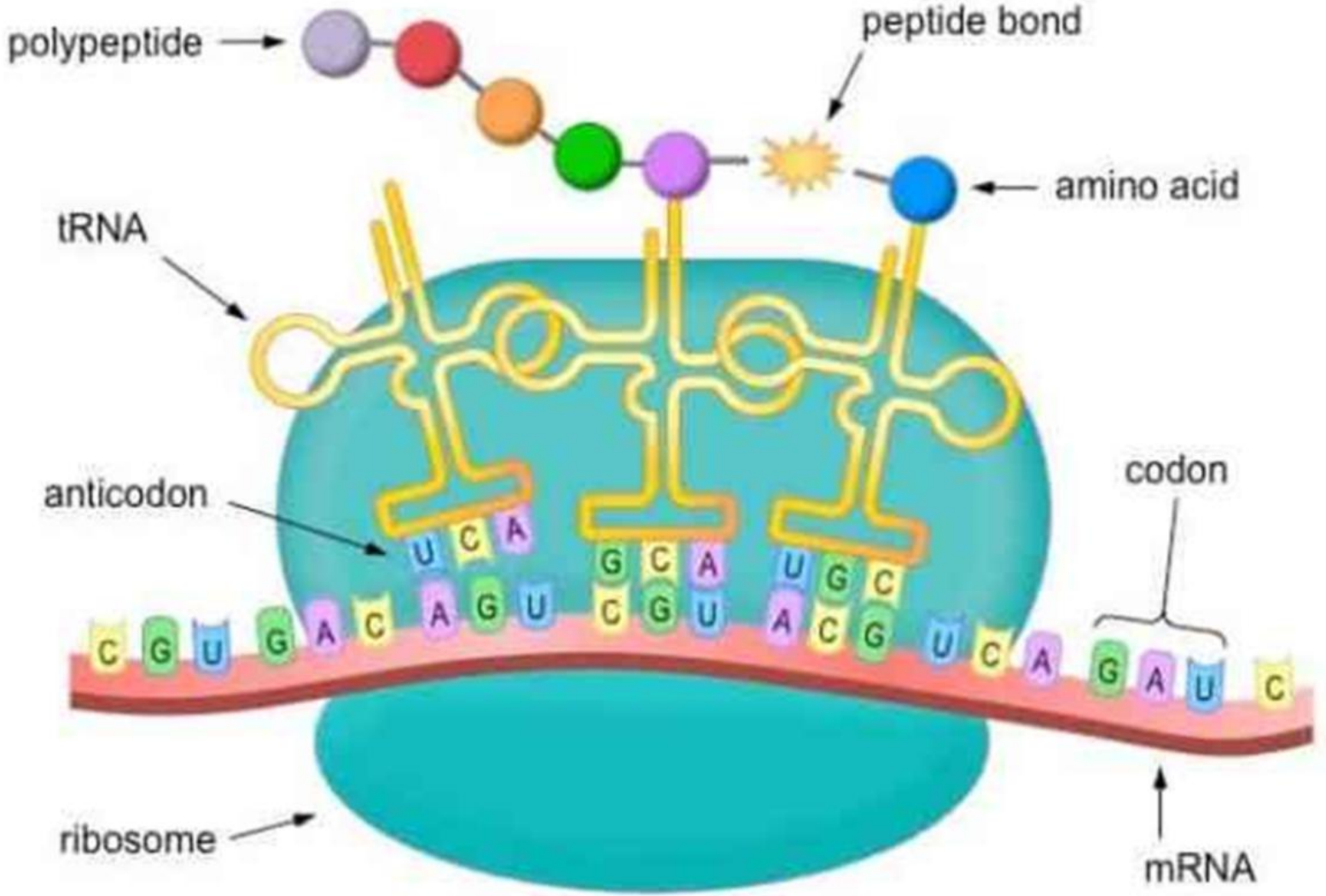
1. يدخل الحامض النووي **tRNA التالي** والمحمل بالحامض الأمينى الى **الموقع A** بجوار الحامض النووي **tRNA الأول** المحمل **بالحامض الأمينى ميثونين**
2. يصبح هناك حامضين امينواسيل - tRNA فى الموقعين A , P فى الريبوسوم وبالتالى يتكون بين الأحماض الأمينية الأول والثانى **رابطة بيبتيدية بفعل الانزيم peptidyl transferase** وهو مكون ريبوسومي له نشاط انزيمى.
3. فى نفس الوقت يحدث كسر **للرابطة الاستيرية** بين الحامض الأمينى الأول (N-فورميل ميثونين) وبين الطرف ` **3** على الناقل الخاص به.

مراحل الترجمه

- **مرحله الاستطالة (تابع)**

4. بذلك يصبح الحامض الأميني الأول مرتبطا من طرفه الكربوكسيلى (Co) مع الحامض الأميني الثاني المحمول على الناقل الخاص به فى الموقع A بينما يكون الحامض الناقل فى الموقع P خاليا (متحررا) من الحامض الأميني.
5. يتحرك الريبوسوم مسافة كودون واحدة فيخرج الحامض الناقل الفارغ (المتحرر) الموجود فى الموقع P ويحل محله الحامض الناقل الموجود فى الموقع A بما عليه من أحماض أمينية ويصبح الموقع A خاليا ويمكنه استقبال حامض أمينو أسيل tRNA جديد. تعرف حركه الريبوسوم لمسافه كودون جديدة بعملية **الانتقال (Translocation)**
6. تستمر عملية الاستطالة حتى تدخل إحدى شفرات التوقف (stop codon) فى الموقع A

مرحله الإستطاله



مراحل الترجمة (تابع)

- **ثالثا: مرحلة انهاء الترجمة Termination**

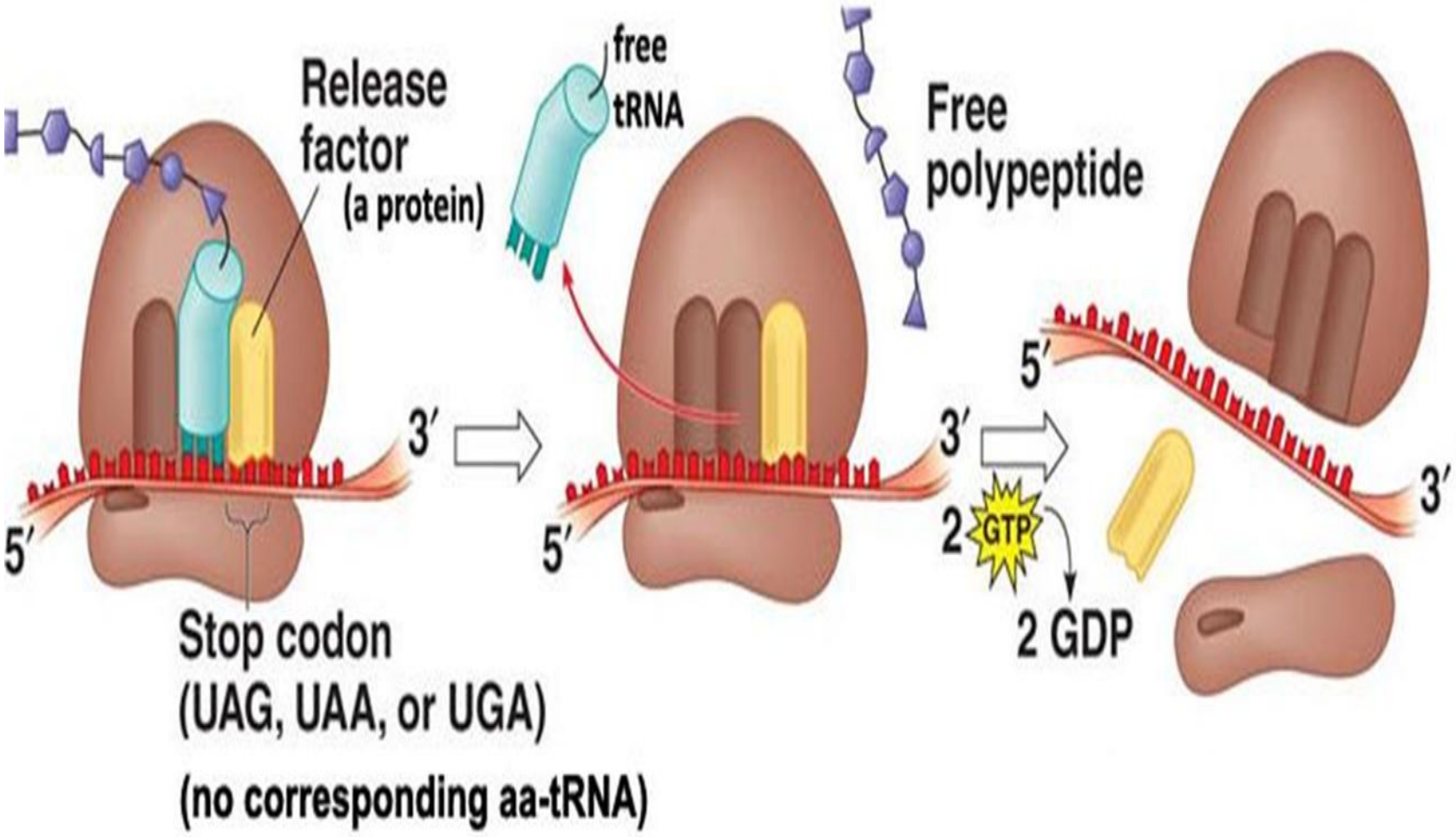
✓ تنتهى الترجمة عندما يصل الريبوسوم الى نهاية الحامض النووى mRNA فى الطرف 3’ حيث اشاره التوقف.

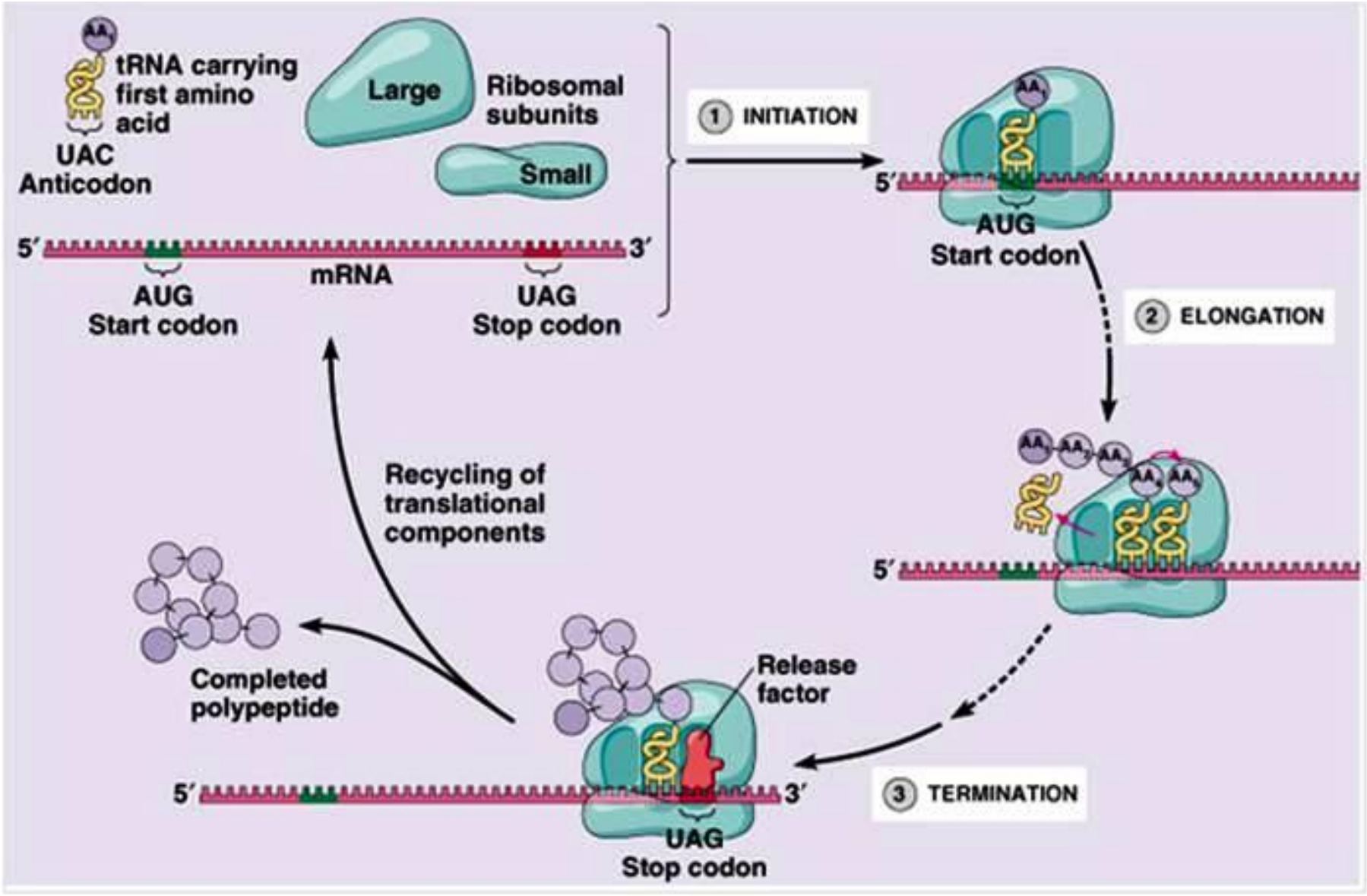
✓ عند وجود أحد شفرات التوقف (UAA, UGA, and UAG) تدخل عوامل التحرر او التفكك (**Release factors RF**)

✓ يتفكك الريبوسوم الى الوحدة الصغرى 30S والوحدة الكبرى 50S

✓ يتحرر كلا من الحامض الريبوزي المرسال mRNA والسلسلة عديدة الببيتيدات polypeptide الناتجة

مرحلة انهاء الترجمة (تابع)





ملخص لمراحل الترجمة الثلاث: البداية (Initiation)، الاستطالة (Elongation) و الإنهاء (Termination) كما بلاحظ وجود شفرة البداية (AUG) و شفرة الانهاء (UAG).

الخلاصه

- **<u>مصطلحات يجب معرفتها:</u>**

✓ **الشفرة codon-** تتابع نيوكليوتيدى مكون من 3 قواعد نيتروجينية على الحامض النووي ويشفر لحامض أمينى معين.

✓ **الحامض الأميني Amino acid** – الوحدة البنائية للبروتينات ويوجد 20 نوعا من الأحماض الأمينية فى الخلية.

✓ **السلسلة البيبتيدية polypeptide**– سلسلة من الأحماض الأمينية ترتبط معا بروابط بيبتيدية.

✓ **الريبوسوم Ribosome-** تركيب خلوي تتمثل وظيفته فى أنه **موقع لبناء البروتين.**