

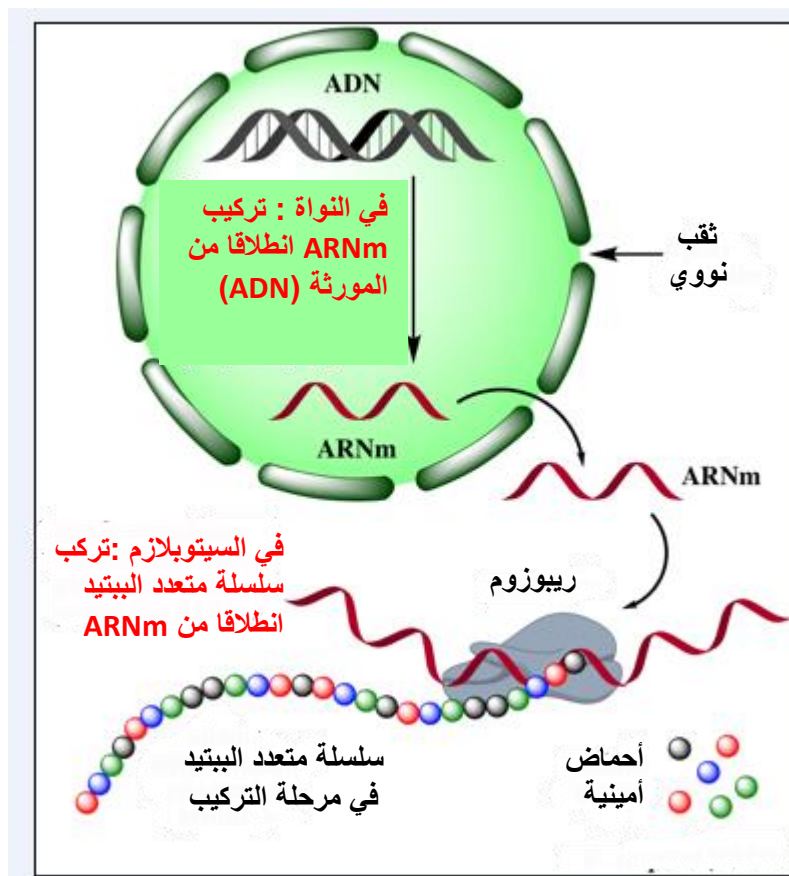
اعداد

الأستاذ : بوالريش أحمد

متقن القل

## النشاط 1: تذكير بالمكتسبات

- ✓ تركب الخلية أنماطا مختلفة من البروتينات المتخصصة وظيفيا، يخضع هذا التركيب لمعلومات وراثية موجودة على مستوى المورثات.
- ✓ يُترجم التعبير المورثي على المستوى الجزيء، بتركيب بروتين مصدر النمط الظاهري للفرد على مختلف المستويات: العضوية، الخلية و الجزيئي.
- ✓ يتموضع الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين (ADN) في النواة.
- ✓ يعتبر الـADN دعامة الصفات الوراثية.
- ✓ تكون الصفات الوراثية على شكل مورثات في جزيئة الـADN.
- ✓ المورثة عبارة عن تتالي محدد من النيكليوتيدات.



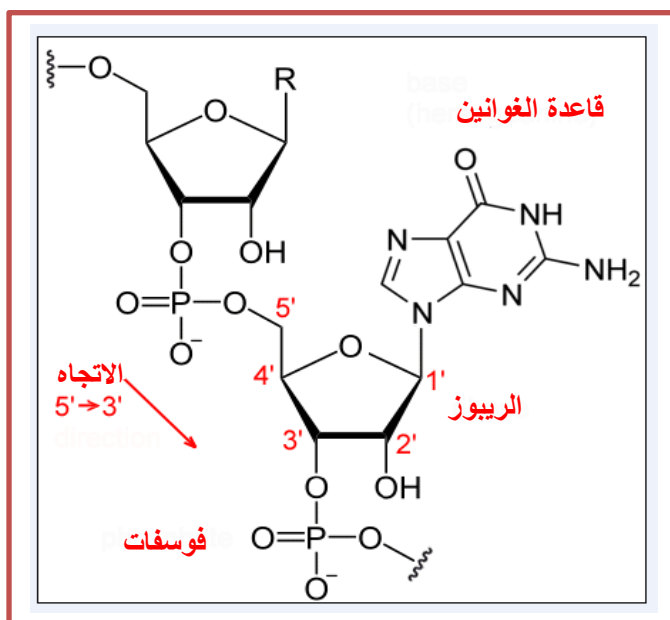
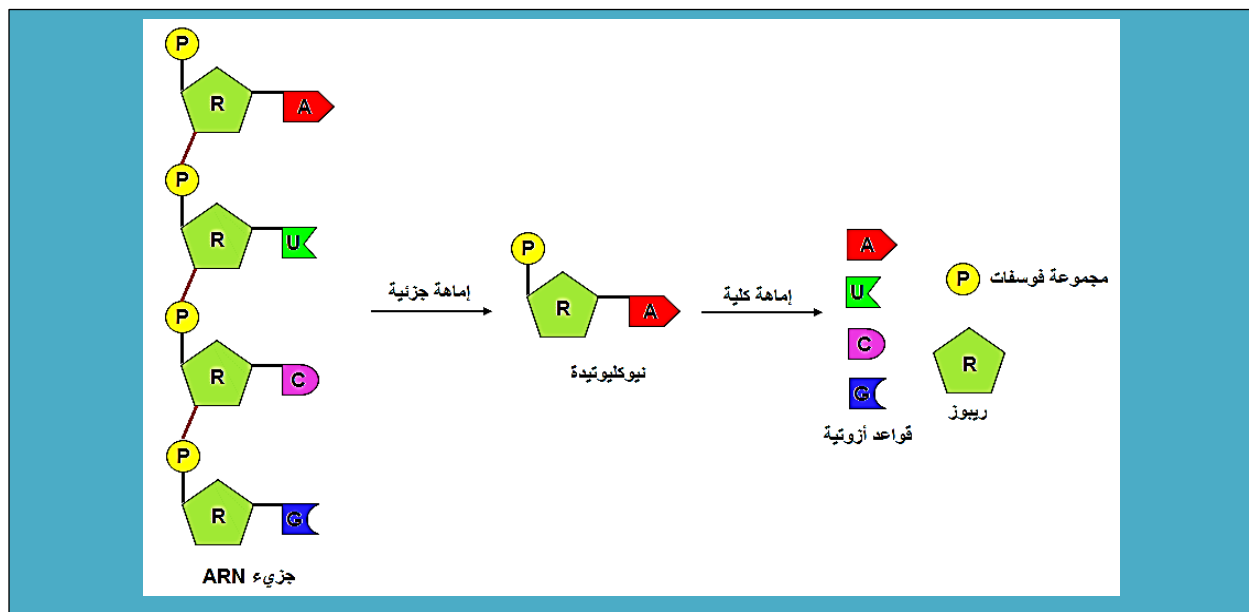
رسم تخطيطي مبسط يوضح مراحل التعبير المورثي عند حقيقيات النوى

## النشاط 2 : مقرر تركيب البروتين

- ✓ يتم تركيب البروتين عند حقيقيات النوى في هيولى الخلايا انطلاقا من الأحماض الأمينية الناتجة عن الهضم.
- ✓ يؤمن انتقال المعلومة الوراثية من النواة إلى مواقع تركيب البروتينات، نمط آخر من الأحماض النووية يدعى الحمض الريبى النووي الرسول (ARNm).

### المكونات الكيميائية لجزيء الـ ARN

- ✓ الحمض الريبى النووي (ARNm) عبارة عن جزيئة قصيرة، تتكون من خيط مفرد واحد، متشكل من:
  - ❖ تتالى نيكليوتيدات ريبية تختلف عن بعضها حسب القواعد الأزوتية الداخلة في تركيبها (الأدينين، الغوانين، السيتوزين، اليوراسيل). ترتبط النيكليوتيدات مع بعضها البعض بروابط إستر فوسفاتية،
  - ❖ النكليوتيد أربي هو النكليوتيد الذي يدخل في بناءه الريبوز:سكر خماسي الكربون.
  - ❖ اليوراسيل قاعدة أزوتية مميزة للأحماض الريبية النووية.

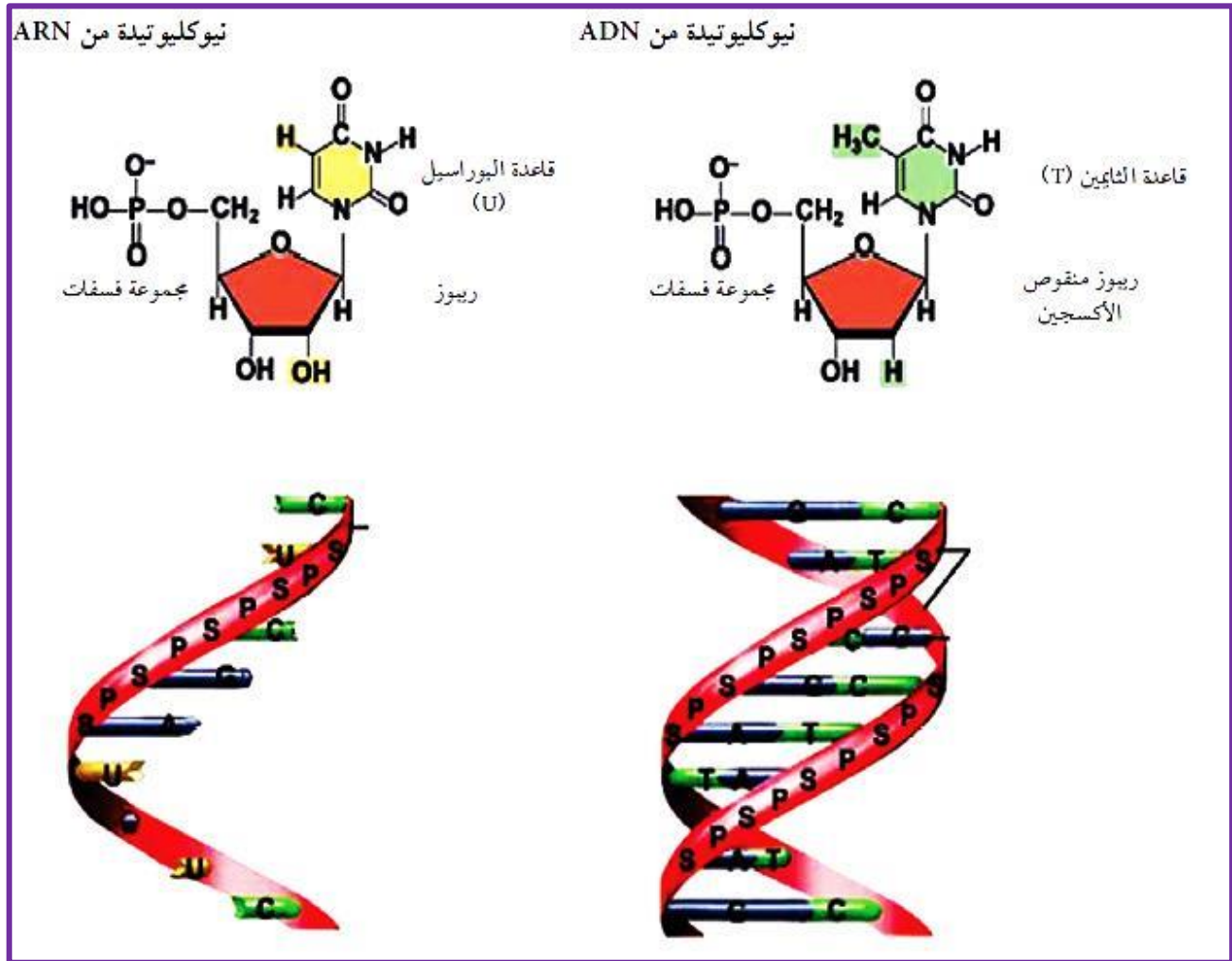


كيفية ارتباط النيكليوتيدات مع بعضها في سلسلة الـ ARN بروابط إستر فوسفاتية

### النشاط 3 : استنتاج المعلومات الوراثية الموجودة على مستوى الـ ADN

يلعب الـ ARNm دور الوسيط الكيميائي بين النواة و الهيولى، فهو يعمل على نقل المعلومة الوراثية من الـ ADN في النواة إلى مستوى الهيولى مما يطرح التساؤل التالي:  
**كيف يتم بناء هذا الوسيط أي كيف يمكن له أن يكون وسيطا بين المعلومة الوراثية الموجودة في جزيئة ADN و البروتين ؟**

#### 1 – مقارنة بين الـ ADN والـ ARN

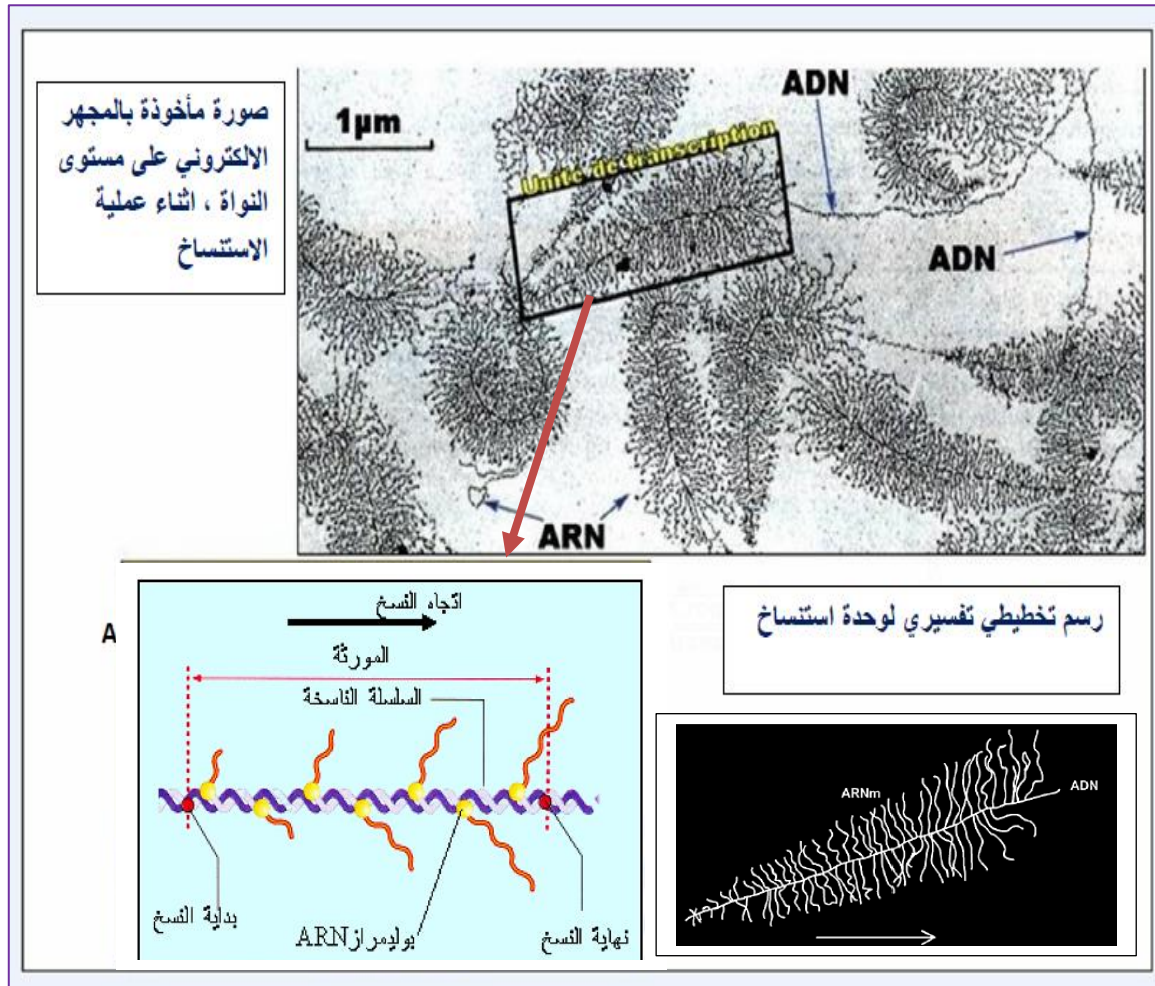


ARN	ADN
حمض نووي ريبوي (نيكليوتيدات ريبية)	حمض نووي ريبوي منقوص الأكسجين (يتكون من نيكليوتيدات ريبية منقوصة الأكسجين)
يتكون من سلسلة واحدة	يتكون من سلسلتين
القواعد الازوتية (G, C, A, U)	القواعد الازوتية (G, C, A, T)
سكر ريبوز R	سكر ريبوز منقوص الأكسجين D
يتكون في النواة ويتواجد في سيتوبلازم الخلية	يتواجد في النواة فقط (حقيقيات النواة)
غير ثابت كيميائيا	ثابت كيميائيا
يوجد لفترة قصيرة	موجود دائما في الخلية

✓ نظرا لوجود تكامل بين البنييتين ( إحدى سلاسل الـ ADN و الـ ARNm ) ، فهذه السلسلة من الـ ADN هي بمثابة القالب للـ ARNm أي أنها تستنسخ منها.



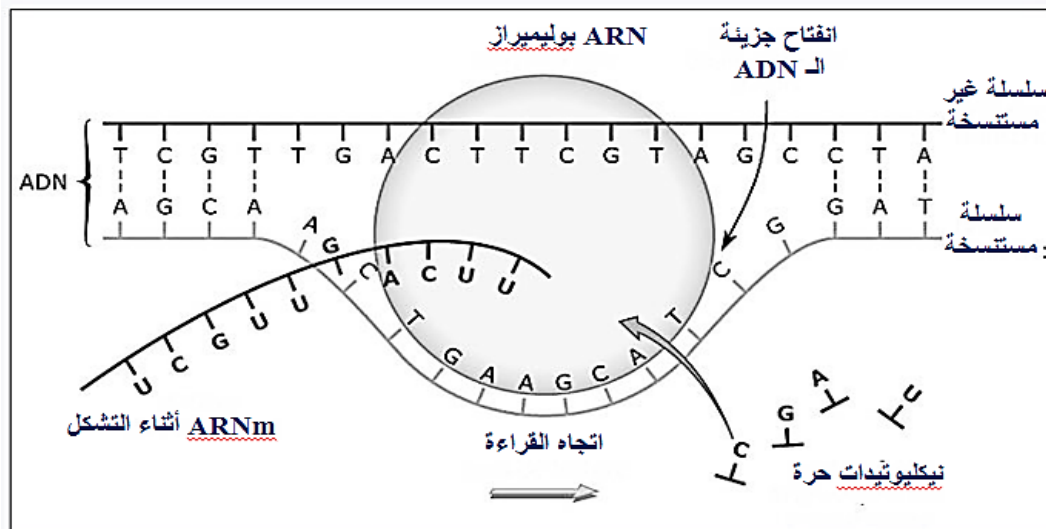
## 2 - استنساخ المعلومة الوراثية :



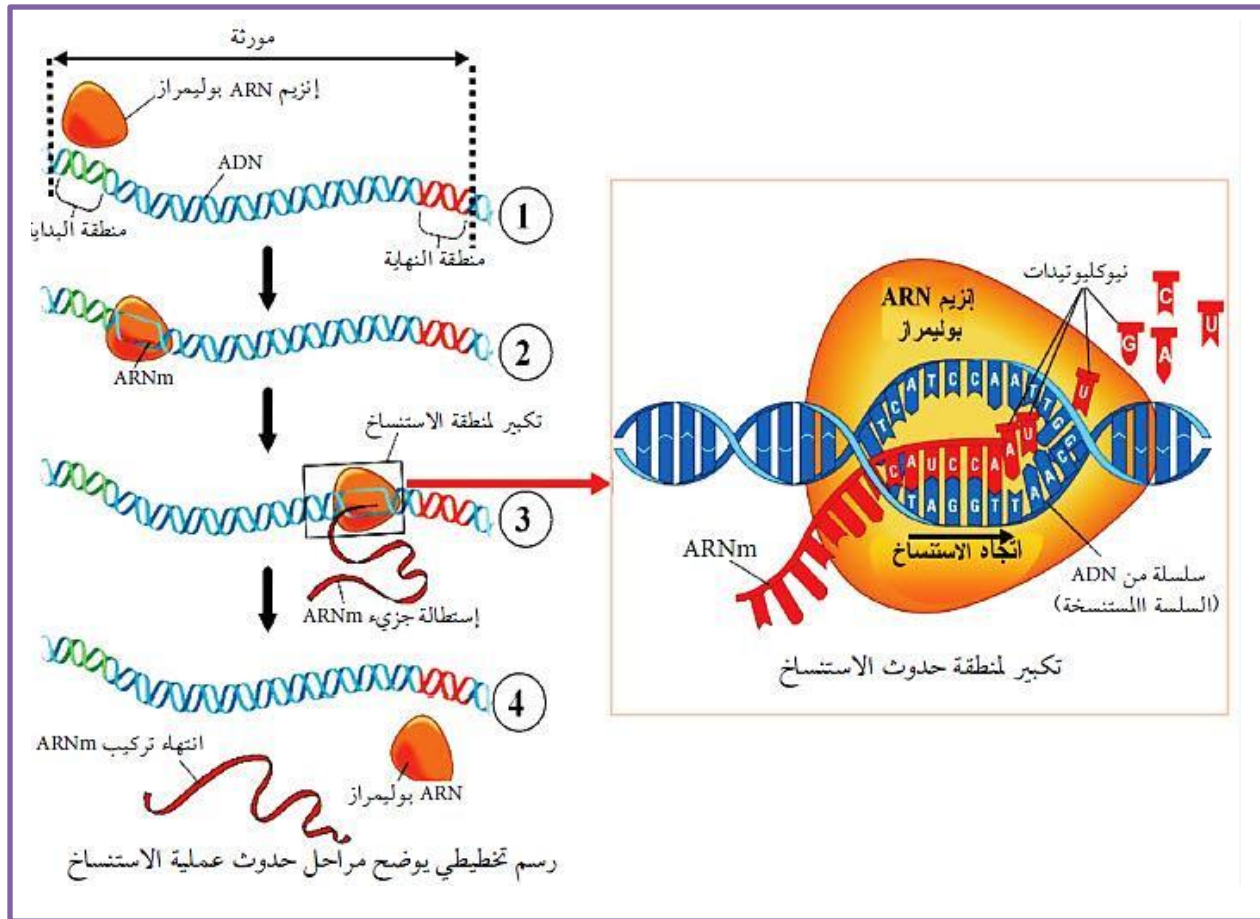
- ✓ تظهر الصورة عددا كبيرا من سلاسل ARNm تخرج من الـ ADN على طول امتداد المورثة.
- ✓ كل سلسلة من هذه السلاسل هي نسخة من مورثة، يتم نسخها أثناء تركيب البروتين.
- ✓ عملية استنساخ الـ ARNm من ADN يتطلب تدخل إنزيم نوعي هو ARN بوليمراز (إنزيم بلمرة ARN).
- ✓ اتجاه الاستنساخ يتم من بداية المورثة اتجاه نهاية المورثة، حيث سلسلة الـ ARN الناتجة يزداد طولها كلما اتجهنا نحو نهاية المورثة.

## 3- تفاصيل حول حدوث عملية الاستنساخ

## رسم تخطيطي لآلية تركيب الـ ARNm (الاستطالة)



تمثل الوثيقة التالية بعض تفاصيل حدوث عملية الاستنساخ



أ - العناصر الضرورية لحدوث عملية الاستنساخ :

- ✓ المورثة (المعلومات الوراثية الأصلية على جزيئة ADN).
- ✓ إنزيم ARN بوليمراز.
- ✓ 4 أنواع من النيوكليوتيدات الداخلة في تركيب الـ ARN.
- ✓ طاقة (ATP)

ب - دور انزيم ARN بوليمراز (انزيم بلمرة ARN)

هو عبارة عن معقد انزيمي (بروتين كبير ذو بنية رابعة) يتمثل دوره في :

- ❖ يتعرف انزيم ARN بوليمراز على بداية المورثة المسؤولة عن انطلاق تركيب ARNm ويلتصق بها.
- ❖ يعمل انزيم ARN بوليمراز على إزالة الالتفاف الحلزوني لجزيئة ADN بتكسير الروابط الكيميائية (الهيدروجينية) بين القواعد الأزوتية.
- ❖ يعمل انزيم ARN بوليمراز على ربط (بلمرة) نيوكليوتيدات ARNm .
- ❖ يتعرف انزيم ARN بوليمراز على نهاية المورثة (نهاية الاستنساخ) , فيتوقف عن ربط النيوكليوتيدات وتستعيد جزيئة ADN حالتها الأصلية.

جـ - مراحل حدوث عملية الاستنساخ :

تمر عملية الاستنساخ بالخطوات التالية :

**الانطلاق :**

❖ يرتبط انزيم ARNm بوليميراز بمنطقة بداية المورثة و يقوم بفتح سلسلتي الـ ADN بعد كسر الروابط الهيدروجينية ثم قراءة تتابع القواعد الأزوتية على إحدى سلسلتي الـ ADN وربط النيوكليوتيدات الموافقة لها لتركيب سلسلة من ARN

**الإستطالة :**

❖ ينتقل الإنزيم على طول سلسلة الـ ADN لتستمر القراءة بنفس الآلية و تتطاول سلسلة الـ ARN.

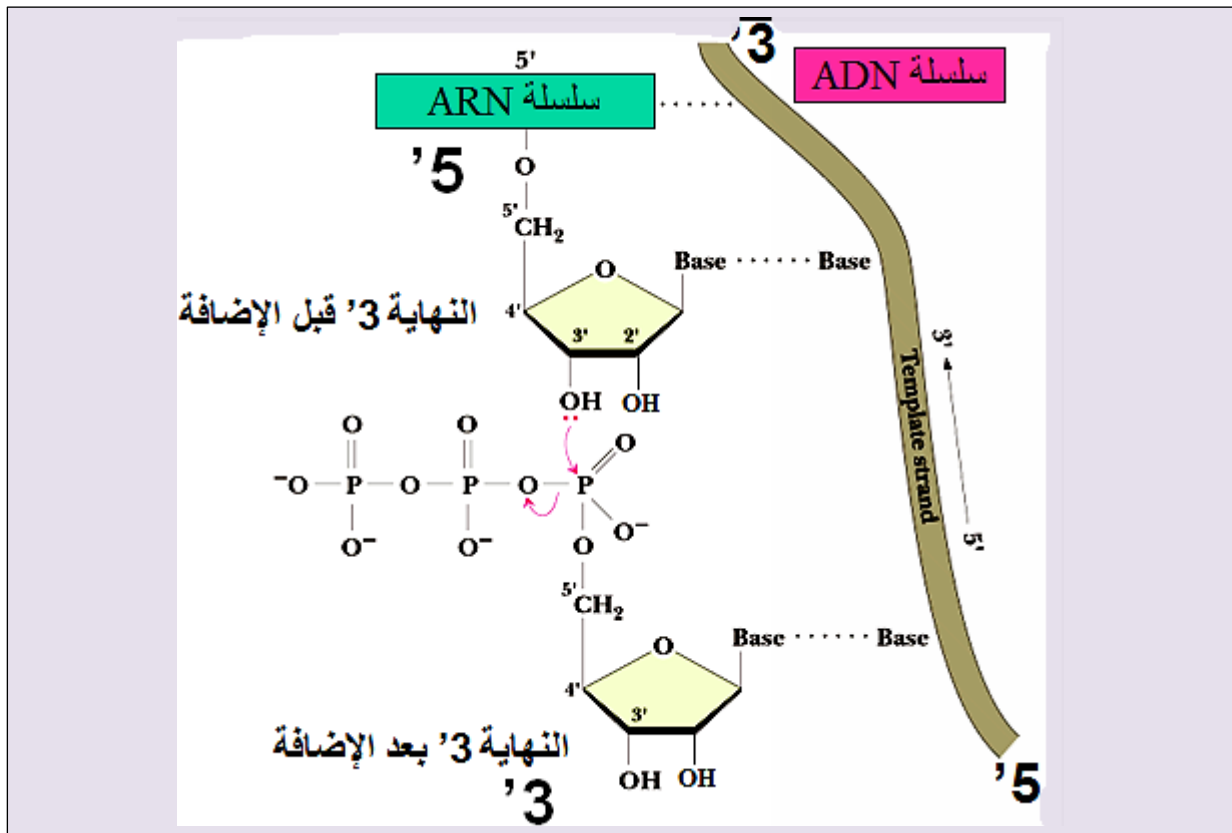
**النهاية :**

❖ عند وصول الإنزيم إلى نهاية المورثة تتوقف إستطالة الـ ARN الذي ينفصل عن الـ ADN و ينفصل الإنزيم و تلتحم سلسلتي الـ ADN .

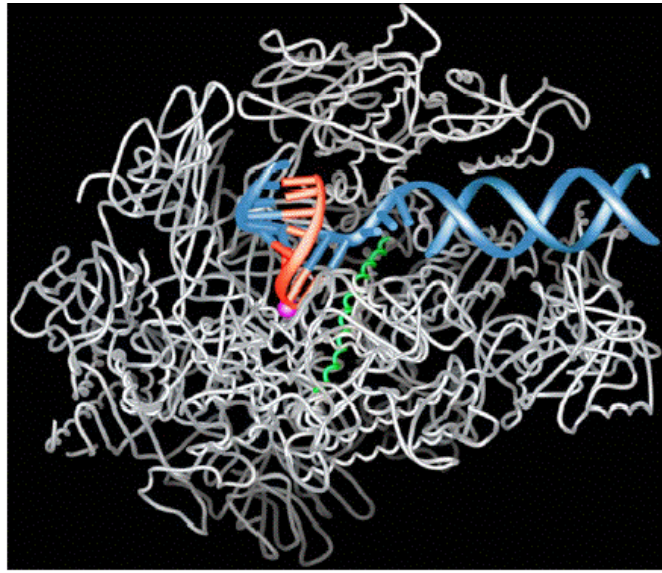
## معلومات مفيدة

### 1 - إتجاه الاستنساخ

❖ تصنيع ARN يكون في الإتجاه 3' ← 5' أي من 5' ← 3' عكس اتجاه سلسلة ADN القالب (السلسلة الناسخة).



❖ يستعمل انزيم البلمرة (ARN بوليميراز) نيوكليوتيدة ثلاثية الفسفات ويضيفها في صورة احادية الفوسفات بعد نزع مجموعتي فسفات لتتكون رابطة إستر فوسفاتية جديدة.

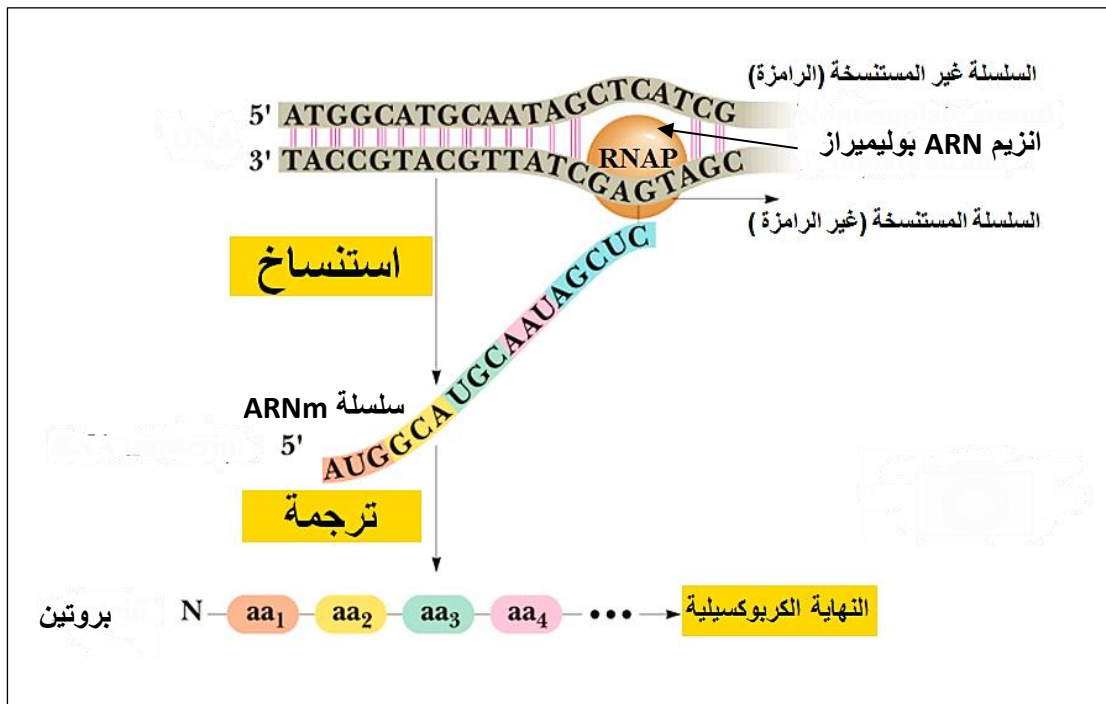


اللون الأبيض: انزيم ARN بوليميراز  
اللون الأزرق: الحلزون المزدوج للـ ADN  
اللون الأحمر: ARN خلال مرحلة التشكل  
اللون الأخضر: البنية التي تعمل على تقدم سلسلة الـ ADN داخل الانزيم

البنية الفراغية انزيم ARN بوليميراز خلال مرحلة الاستنساخ

## الحصيلة

يتم التعبير عن المعلومة الوراثية التي توجد في الـ ADN على مرحلتين هما الاستنساخ والترجمة.  
➡ **مرحلة الاستنساخ:** تتم في النواة ويتم خلالها التصنيع الحيوي لجزيئة الـ ARNm انطلاقاً من إحدى سلسلتي الـ ADN (السلسلة الناسخة) في وجود أنزيم الـ ARN بوليميراز، وتخضع لتكامل النكليوتيدات بين سلسلة الـ ARNm و السلسلة الناسخة.  
➡ بواسطة عدة إنزيمات الـ ARNm بوليميراز تستنسخ مورثة واحدة في آن واحد مما يسرع عملية الإستنساخ.





## النشاط 4: الترجمة

**مرحلة الترجمة:** توافق التعبير عن المعلومة الوراثية التي يحملها الـ ARNm إلى متتالية أحماض أمينية في الهيولى الخلوية.

## 1 - الشفرة الوراثية

✓ **تنسخ المعلومة الوراثية بشفرة خاصة:** تدعى الشفرة الوراثية.

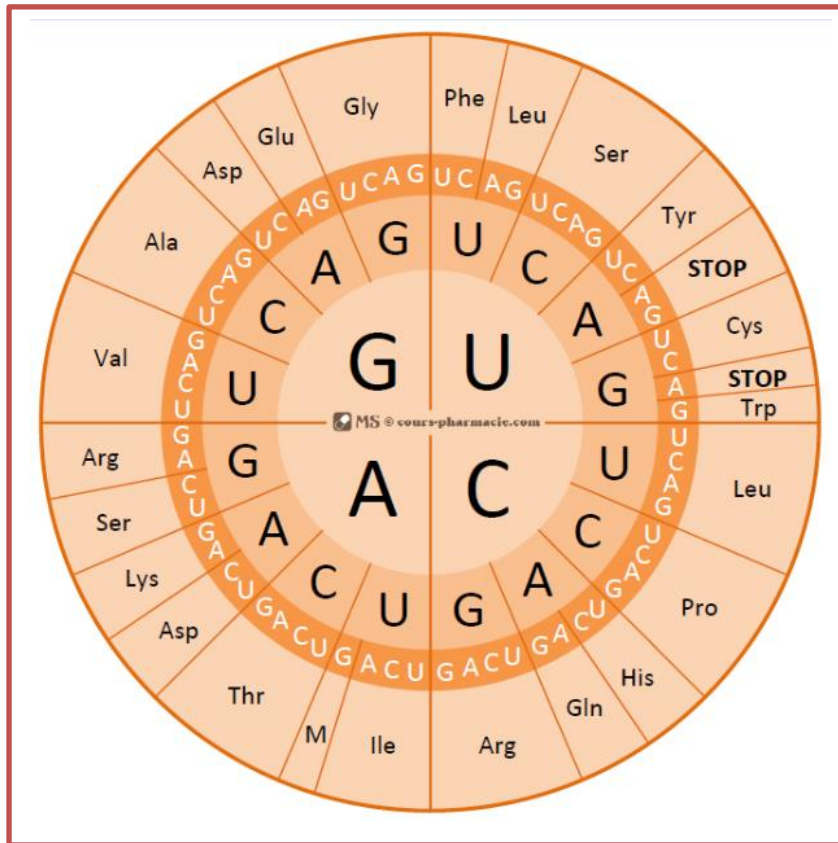
كيف تحل اللغة النووية (أبجدية بـ 04 أحرف لقواعد أزوتية) بلغة بروتينية (أبجدية بـ 20 حرف لحموض أمينية) ؟

## النموذج الأول

جدول الشفرة الوراثية :

الحرف الثاني					
الحرف الأول		U	C	A	G
		UUU Phe UUC <u>Phe</u> UUA Leu UUG Leu	UCU Ser UCC Ser UCA Ser UCG Ser	UAU Tyr UAC <u>Tyr</u> UAA Stop UAG stop	UGU Cys UGC <u>Cys</u> UGA stop UGG Trp
الحرف الثالث	C	CUU Leu CUC Leu CUA Leu CUG Leu	CCU Pro CCC Pro CCA Pro CCG Pro	CAU His CAC <u>His</u> CAA Gln CAG Gln	CGU Arg CGC Arg CGA Arg CGG Arg
	A	AUU Ile AUC Ile AUA Ile AUG Met or start	ACU Thr ACC Thr ACA Thr ACG Thr	AAU Asn AAC <u>Asn</u> AAA Lys AAG Lys	AGU Ser AGC <u>Ser</u> AGA Arg AGG Arg
	G	GUU Val GUC Val GUA Val GUG Val	GCU Ala GCC Ala GCA Ala GCG Ala	GAU Asp GAC <u>Asp</u> GAA Glu GAG Glu	GGU Gly GGC Gly GGA Gly GGG Gly
	U	UUU Phe UUC <u>Phe</u> UUA Leu UUG Leu	UCU Ser UCC Ser UCA Ser UCG Ser	UAU Tyr UAC <u>Tyr</u> UAA Stop UAG stop	UGU Cys UGC <u>Cys</u> UGA stop UGG Trp

Phe	فينيل الانين	Ala	الانين	Gly	غلايسين
Leu	ليوسين	Tyr	تيروسين	Cys	سستين
Ile	ايزوليوسين	His	هستيدين	Trp	تربتوفان
Val	فالين	Gln	غلوتامين	Arg	ارجنين
Ser	سيرين	Asn	اسبرجين	Asp	حمض اسبرتيك
Pro	برولين	Lys	لايسين	Glu	حمض غلوتاميك
Met	ميثيونين	Thr	ثريونين		



النموذج الثاني

✓ يتركب البروتين من 20 نوع من وحدة بنائية هي الأحماض الأمينية المتوضعة بشكل مختلف حسب البروتين، و أن 20 نوع من الأحماض الأمينية يوافق 4 أنواع من النيكلوتيدات .

الاحتمال	عدد نكليوتيدات الـARNm الموافقة لكل حمض أميني	عدد الأحماض الأمينية المشفر إليها	التعليق
الأول	1	$4^1 = 4$	هذا العدد لا يكفي لتشفير 20 حمض أميني
الثاني	2	$4^2 = 16$	هذا العدد لا يكفي لتشفير 20 حمض أميني
الثالث	3	$4^3 = 64$	هذا العدد يكفي لتشفير 20 حمض أميني

- ✓ الاحتمال الأكثر وجهة هو الاحتمال الثالث لأنه عدد كافي لتشفير 20 نوع من الأحماض الأمينية.
- ✓ إن وحدة الشفرة الوراثية هي ثلاثية من القواعد تدعى الرامزة تُشفّر لحمض أميني معين في البروتين .
- ✓ تُشفّر عادة لنفس الحمض الأميني عدة رامزات ماعدا الرامزات التالية: UAA ; UAG ; UGA التي لا تُشفّر لأي حمض أميني وتمثل رامزات توقف القراءة.
- ✓ تُشفّر الرامزة AUG لحمض أميني واحد هو الميثونين.
- ✓ تُشفّر الرامزة UGG لحمض أميني واحد هو التربتوفان.

### خصائص الشفرة الوراثية :

- ✓ **ثلاثية:** ثلاثة نيوكليوتيدات متتالية تشفر لحمض أميني واحد.
- ✓ أغلب الأحماض الأمينية يمكن أن تشفر بأكثر رامزة وراثية واحدة على سبيل المثال الأحماض الأمينية الأرجينين Argenine وسيرين Serine وليوسين Leucine كل واحدة من هذه الأحماض الأمينية تشفر بواسطة ست رامزات وراثية مترادفة.
- ✓ **غير متداخلة:** وتعني أن نيوكليوتيدات الرامزة الواحدة لا تشترك في تكوين رامزة أخرى.
- ✓ **غير مفصولة:** وفيها تكون الرامزات متسلسلة (تتابع خطي) وغير مفصولة.
- ✓ **Initiation codon رامزة البدء:** رامزة AUG تدعى الرامزة البادئة للتركيب، إذ عندها تبدأ عملية الترجمة من خلال تشفير أول حامض أميني في السلسلة وهو الميثيونين.
- ✓ **رامزات بدون معنى ( UGA. UAG. UAA ):** لا تشفر لأي حمض أميني وتعمل على إنهاء عملة الترجمة .
- ✓ **Universality الشمولية:** وتعني بأن نفس الرامزة تستخدم في جميع أنواع الكائنات الحية وقد أثبتت هذه الحقيقة من خلال عدد من التجارب على سبل المثال ، ARNm المنقى من Polio virus يتم ترجمته الى بروتين فيروسي بواسطة خلايا الانسان .

### النشاط 5 : مراحل الترجمة

#### 1 – مقر تركيب البروتين

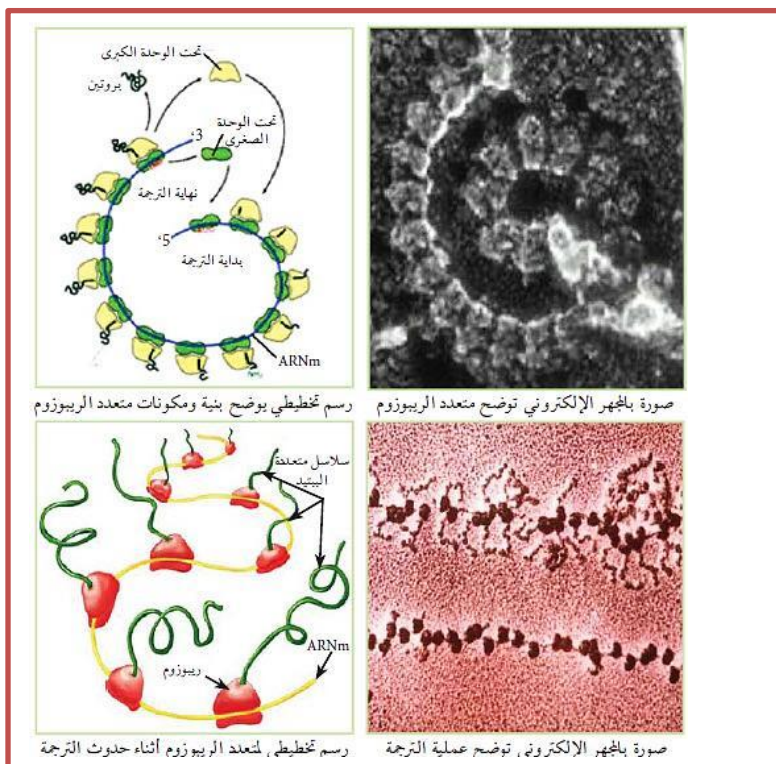
- ✓ يتم ربط الأحماض الأمينية في متتالية محددة على مستوى ريبوزومات متجمعة في وحدة متمايزة تدعى متعدد الريبوزوم.

#### تعريف لمتعدد الريبوزوم (البوليزوم polysome):

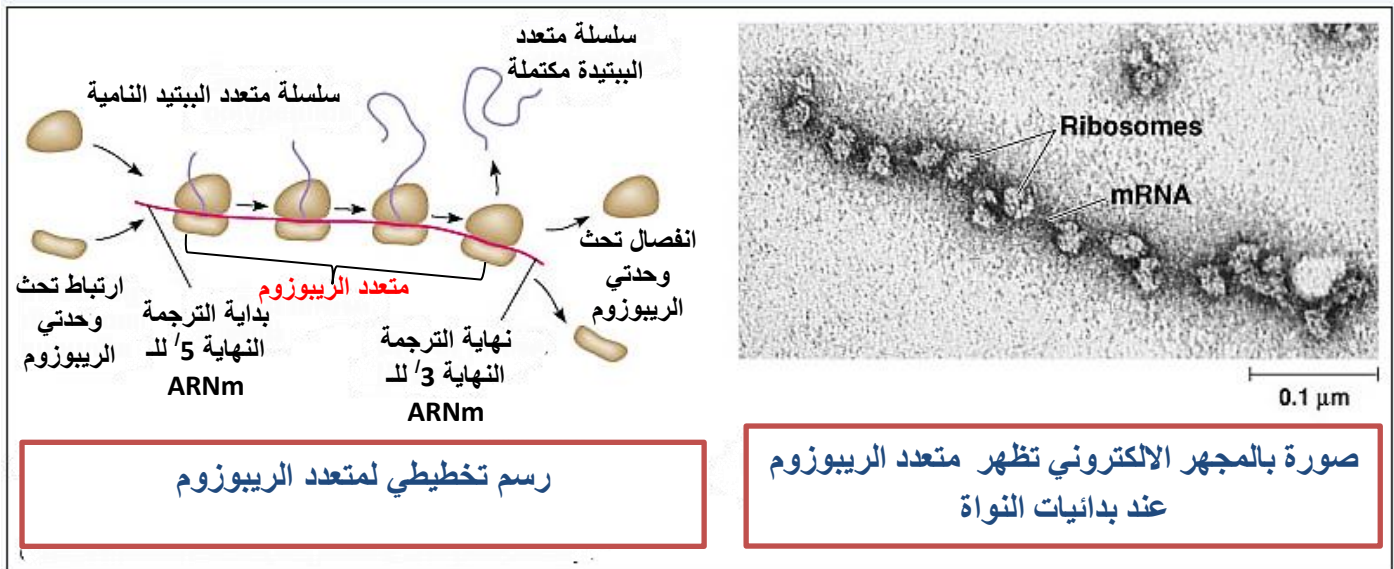
- ✓ ارتباط عدد من الريبوزومات بجزيء واحد من الـ ARNm، حيث يقوم كل ريبوزوم بإنتاج سلسلة بيبتيدي في آن واحد

#### دور متعدد الريبوزوم :

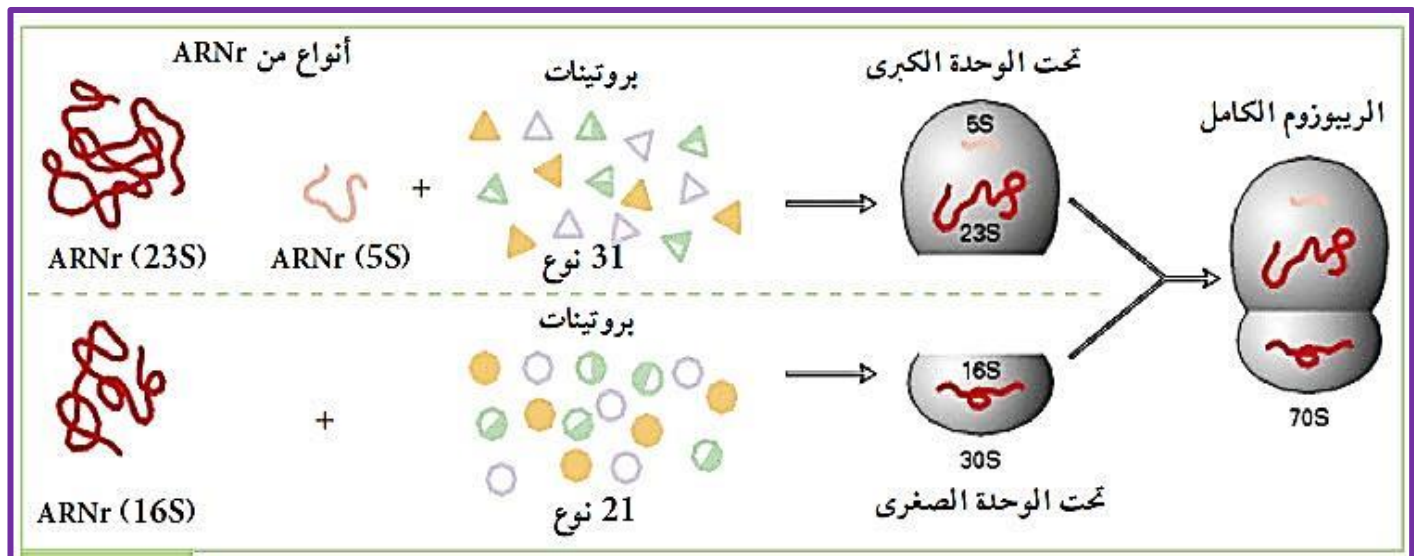
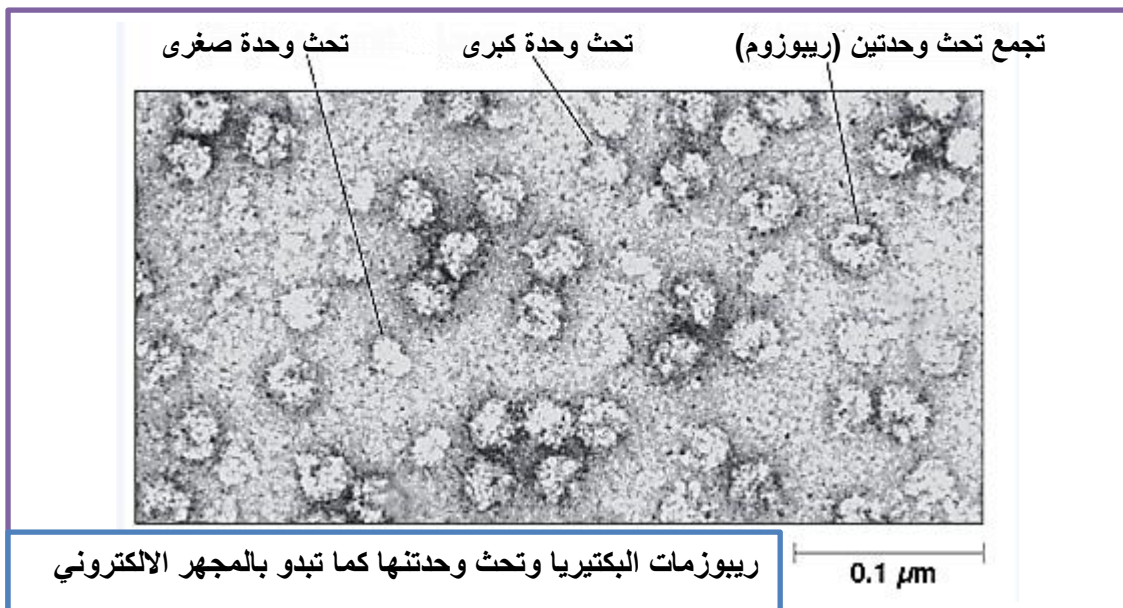
- ✓ متعدد الريبوزوم هو طريقة فعالة لتركيب البروتين بسرعة، لإنتاج كمية معتبرة من نفس البروتين في وقت أقل.
- ✓ حيث **القراءة المتزامنة للـ ARNm** نفسه من طرف عدد من الريبوزومات بزيادة كمية البروتينات المصنعة.
- ✓ عدد الريبوزومات المرتبطة هو وسيلة للتحكم في سرعة وكمية تركيب البروتين حسب حاجة الخلية.







## 2 - بنية ومكونات الريبوزوم



✓ يتكون الريبوزوم في اوليات النواة مثل البكتيريا من تحت وحدتين :

- تحت وحدة صغيرة : تتكون من نوع واحد من ARN الريبوزومي (ARNr(16S + 21 نوع من البروتينات.

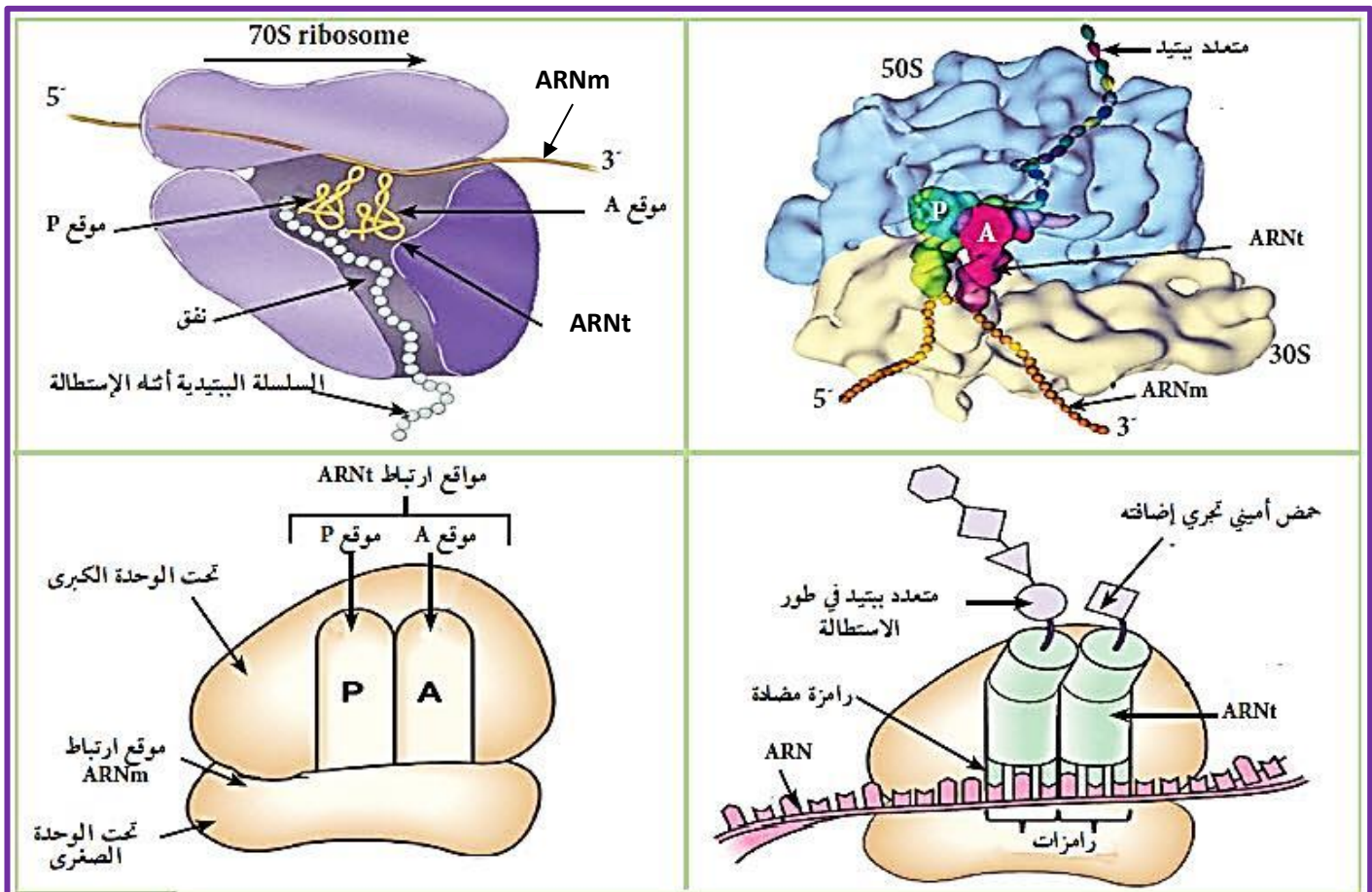


- تحت وحدة كبيرة: تتكون من نوعين من ARN الريبوزومي: ARNr(23S) و ARNr(5S) + 31 نوع من البروتينات

### الرمز S (Svedberg units):

- ✓ هي الوحدة التي تستخدم للتعبير عن معدلات (معاملات) الترسيب Sedimentation Coefficients في جهاز الطرد المركزي، قيم S التي تعبر عن معامل (معدل) الترسيب ليست تجميعية عندما تتحد الوجدتان المكونتان للريبوزوم معا.
- ✓ معامل الترسيب يعتمد على الوزن الجزيئي للمادة: الجزيئات الكبيرة الحجم تترسب أسرع من الجزيئات الصغيرة و بالتالي لها قيم S كبيرة

### أ - البنية الفراغية للريبوزوم



### ب - وصف بنية الريبوزوم:

- ✓ تتكون كل جزيئة ريبوزوم من تحت وحدتين: تحت وحدة كبيرة و تحت وحدة صغيرة
- ✓ يحتوي الريبوزوم على موقعين لتنشيط ARNt (موقعين تحفيزيين):
- ✓ موقع الحمض الأميني (الموقع A: Aminoacyl - ARNt): يرتبط مع ARNt الحامل للحمض الأميني المراد إضافته
- ✓ وموقع الببتيد (الموقع P: Peptidyl): يرتبط مع ARNt المرتبط مع الببتيد قيد التشكل.
- ✓ كما يحتوي الريبوزوم على نفق في تحت الوحدة الكبرى لخروج السلسلة الببتيدية ونفق بيت تحت والحدتين لتوضع جزيء الـ ARNm يسمح بإنزلاق وتنقل الريبوزوم على خيط الـ ARNm.

### ج - دور الريبوزومات: للريبوزوم وظيفتان:

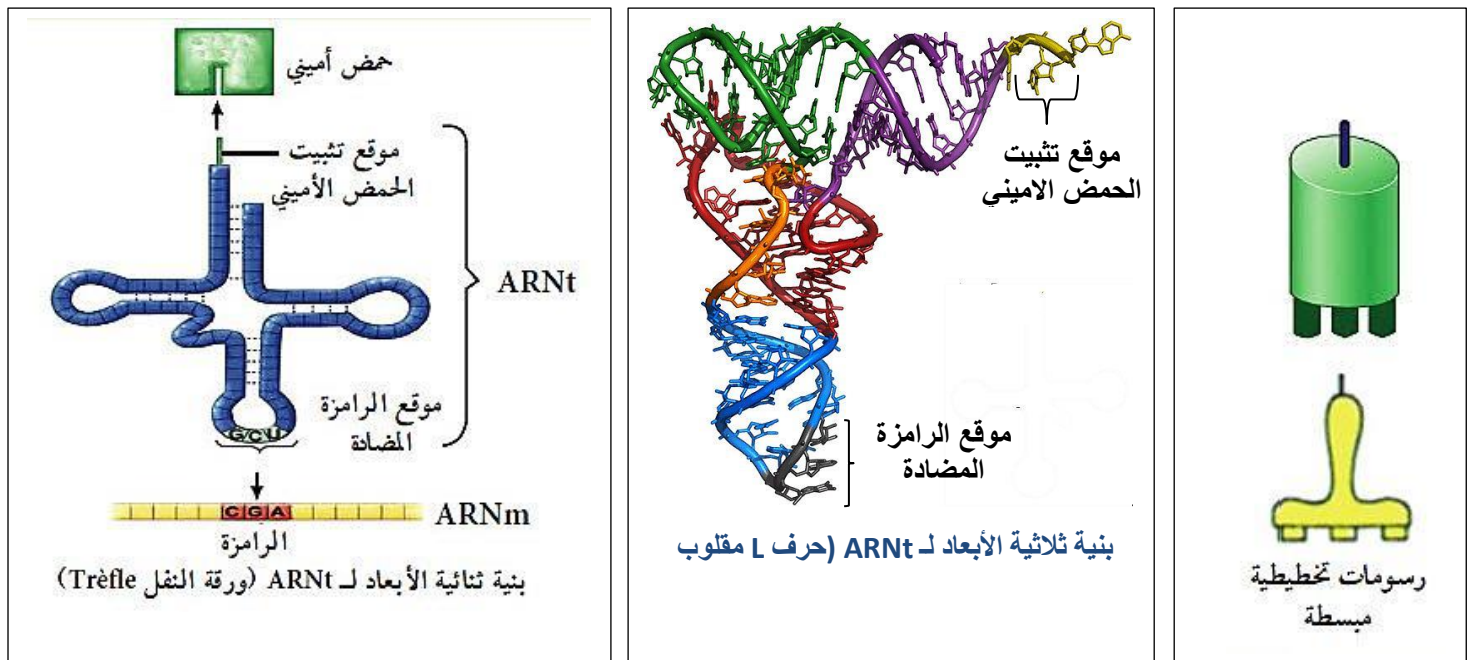
- ✓ فك شفرة الرسالة المنسوخة (ARNm) وتقع بشكا أساسي في تحت وحدة الريبوزوم الصغيرة.

✓ تكوين رابطة ببتيدية ويتطلب ذلك انزيم ناقل الببتيديل Prptidyl transfrease الموجود في تحت الوحدة الريبوزومية الكبرى.

### معلومات مفيدة:

- ✓ الموقع A والموقع P تقع في معظمها في تحت الوحدة البنائية الكبرى لكنها تستكمل بشكل متمم في تحت الوحدة البنائية الصغرى.
- ✓ عملية تركيب ARNr مشابهة للـ ARNm وهذا إنطلاقاً من مورثات خاصة (ADN)
- ✓ يتشكل الريبوزوم من تحت وحدتين: تحت وحدة صغيرة وأخرى كبيرة:
- ✓ 60s و 40s عند حقيقيات النواة.
- ✓ 50s و 30s عند بدائيات النواة.
- ✓ كل وحدة مكونة من مزيج من ARNr الريبوزومي و بروتينات ( 60% ARNr و 40% بروتينات)
- ✓ تحت الوحدات يتم تركيبها داخل النوية.

### 3- بنية ARN الناقل (ARNt)



- ✓ يتكون ARNt الناقل من سلاسل صغيرة تحتوي من 70 إلى 80 نيكليوتيدة. له بنية فراغية كروية على العكس من (ARNm) ذو بنية أولية (خطية).
- ✓ تتميز بنية ARNt بخواص تركيبية نظراً لوجود موقعين للإرتباط نوعيين مستقلين:
- ❖ **موقع التعرف على الحمض الأميني:** يتعرف و يرتبط بالحمض الأميني بمساعدة إنزيم نوعي
- ❖ **الموقع الرامزة المضادة:** الموجود في الطرف الآخر من الجزيء يسمح بالتعرف على الرامزة الموجودة في تتابع القواعد الأزوتية على جزيء الـ ARNm.
- ✓ يتمثل دور جزيئات الحمض الريبي النووي الناقل (ARNt) في تثبيت، نقل وتقديم الأحماض الأمينية الموافقة على مستوى الريبوزوم.



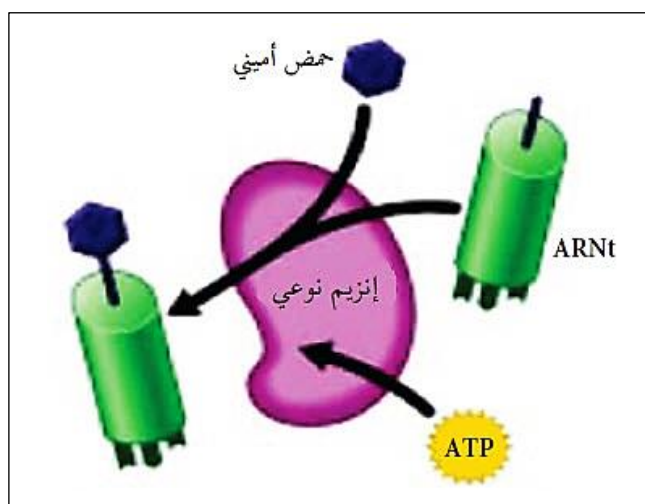
## معلومات مفيدة :

- ✓ الطاقة المتحررة من انفصال ARNt عن الحمض الأميني تسمح بتشكيل رابطة ببتيدية بين الحمض الأميني الموجود في الموقع الببتيدي (P) مع الآخر الموجود في موقع الحمض الأميني (A) للريبوزوم. وهذا يعلل ضرورة وجود موقعين لحمضين أمينيين في الريبوزوم (الموقع P والموقع A).
- ✓ ARNt = سلسلة ARN تلتف حول نفسها لتشكيل بنية ثلاثية الأبعاد.
- ✓ كل ARNt يركب مثل الـ ARNm وهذا إنطلاقاً من مورثات خاصة في الـ ADN ( وهي مورثات لا تشفر للبروتينات)

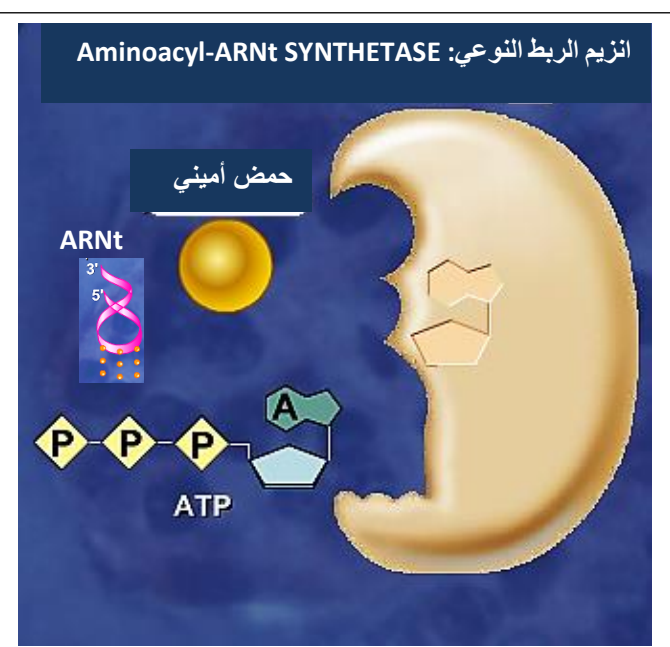
## 4 - تنشيط الأحماض الأمينية

- ✓ الحمض الأميني لا يدخل في تركيب متعدد الببتيد إلا إذا كان منشطاً.
- ✓ يقصد بالتنشيط : ارتباط الحمض الأميني مع ARNt النوعي له برابطة غنية بالطاقة.

## أ - العناصر اللازمة لتنشيط الأحماض الأمينية ودور كل منها



## تنشيط الأحماض الأمينية





### انزيم الربط النوعي (Aminoacyl-ARNt SYNTHETASE):

✓ مسؤال عن تشكيل المعقد (حمض أميني-ARNt)

✓ يملك موقعين نوعيين هما :

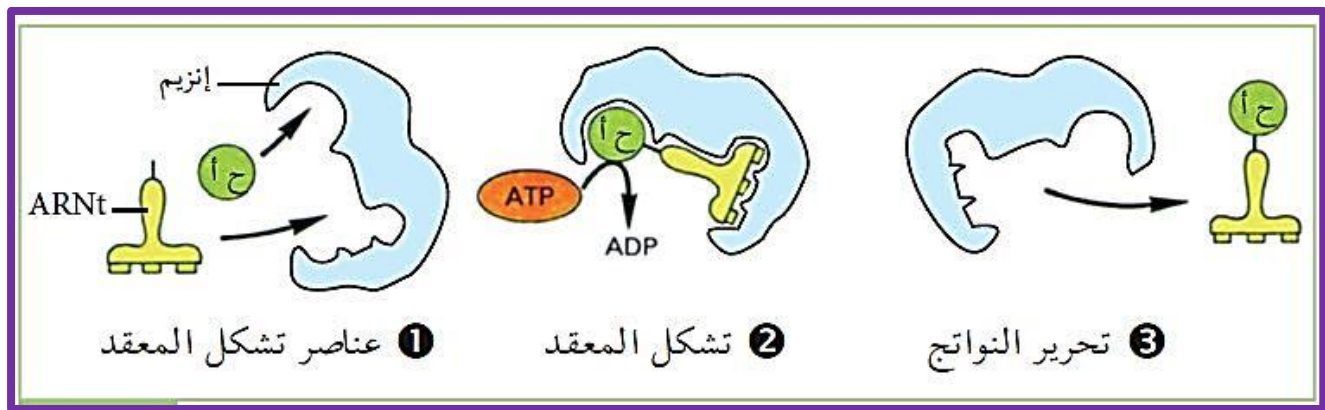
❖ موقع خاص بتثبيت الحمض الأميني.

❖ موقع خاص بتثبيت ال-ARNt.

### طاقة (ATP):

✓ لربط الحمض الاميني مع ال-ARNt نوعي له برابطة غنية بالطاقة والنااتجة عن إماهة ATP.

ب - وصف مراحل تنشيط الحمض الأميني



### المرحلة 1:

✓ توفر عناصر تشكيل المعقد وهي:

- إنزيم التنشيط :

( Aminoacyl-ARNt SYNTHETASE)

- ARNt

- طاقة (ATP)

### المرحلة 2:

✓ تشكل المعقد انزيم-مادة التفاعل

- ترتبط عناصر التفاعل ARNt ، حمض أميني،

ATP بالموقع الفعال للإنزيم ليتشكل معقد إنزيم - مادة التفاعل.







- يحدث التفاعل بإمالة الـ ATP للحصول على طاقة تستعمل في إرتباط الحمض الأميني بالـ ARNt ثم تحرير النواتج (معقد ARNt-حمض اميني = cysl-ARNt)



- ✓ 3 موقع فعال
- ✓ له 3 مواد متفاعلة
- ✓ ينتج 3 نواتج

وفق التفاعل الإجمالي التالي:



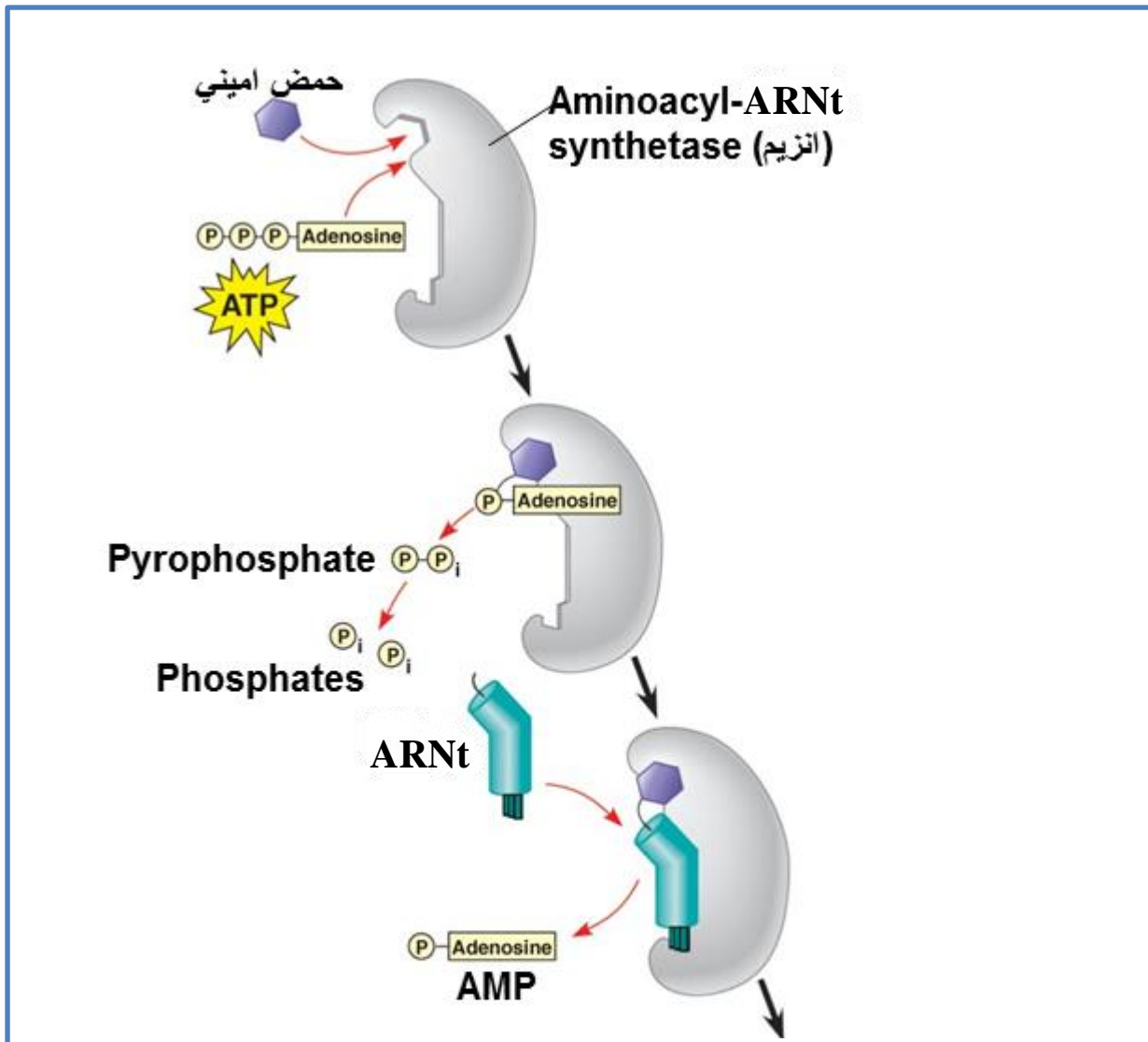
✓ ربط الحمض الأميني بـ AMP وفق التفاعل التالي :



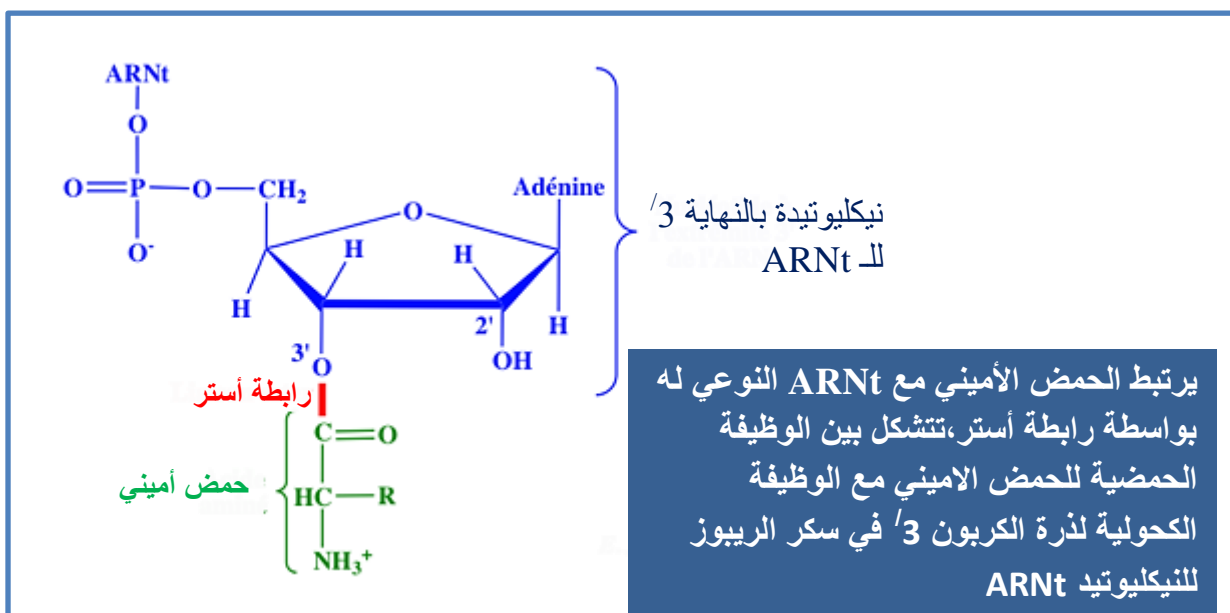
✓ فصل AMP وربط الحمض الأميني ب-ARNt



✓ هناك انزيم **Aminoacyl-ARNt SYNTHETASE** خاص بكل حمض من الاحماض الامينية العشرين

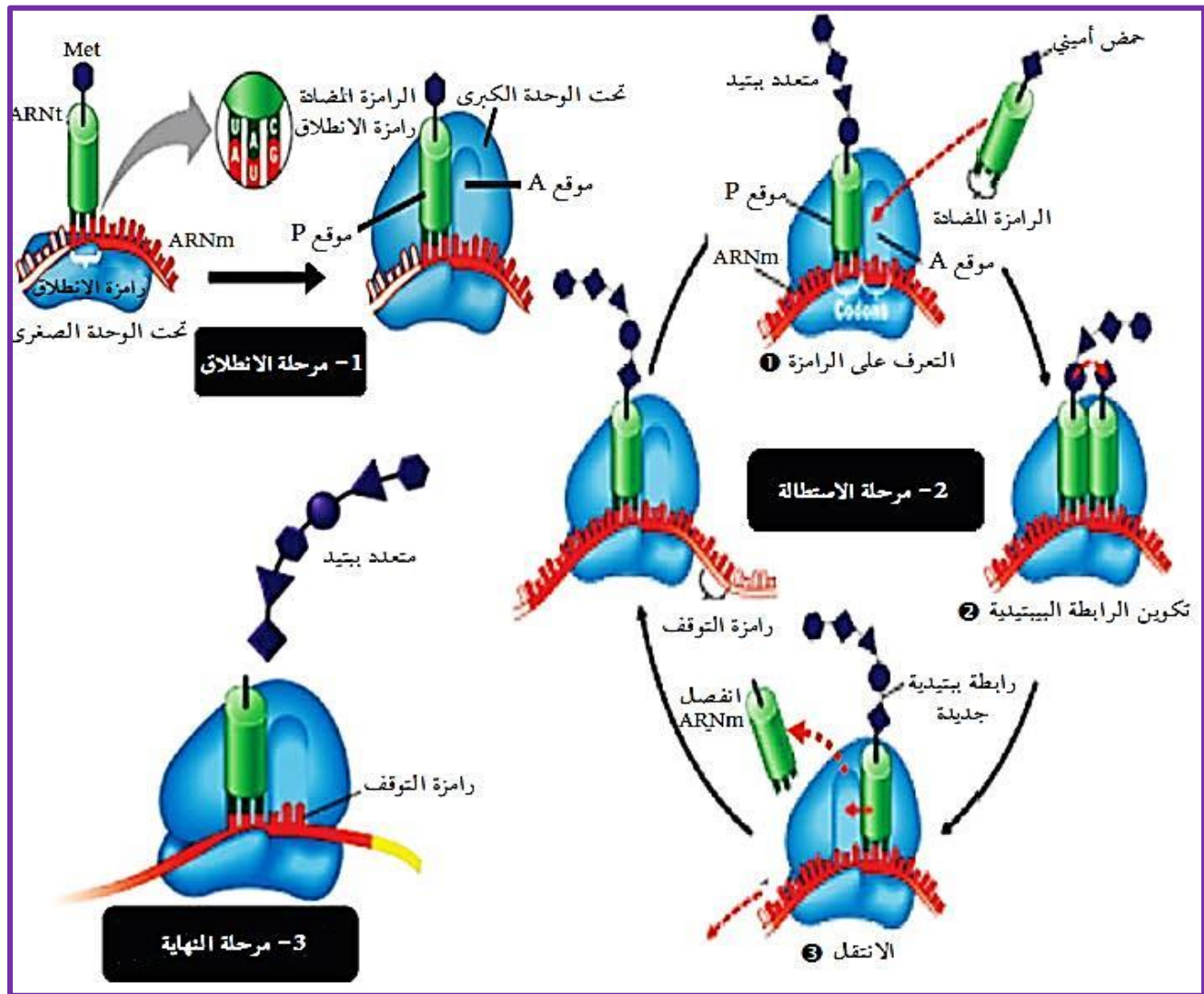


مراحل تنشيط الحمض الأميني والعناصر الضرورية لهذا التنشيط



كيفية ارتباط الحمض الأميني مع ARNt النوعي له

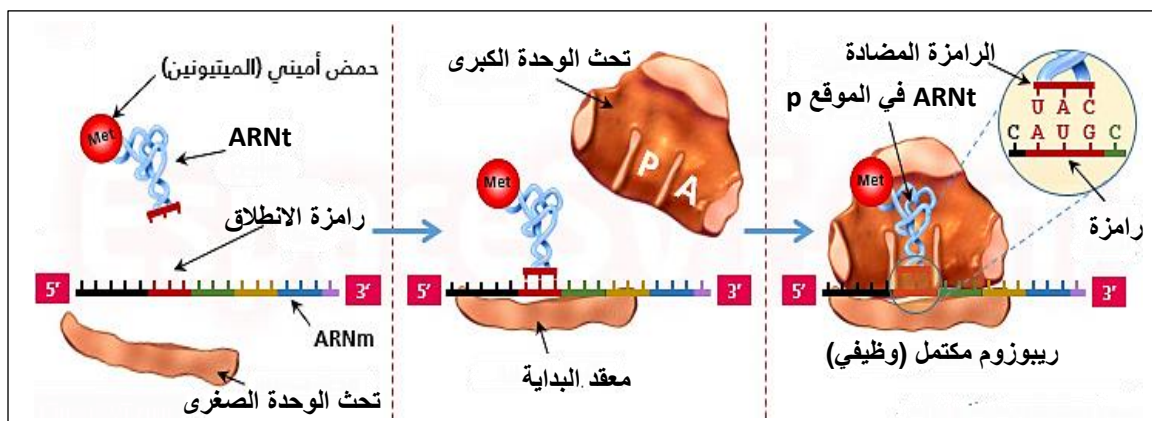
## 5- مراحل حدوث الترجمة



تتضمن الترجمة 3 خطوات هي :

### أ - الانطلاق :

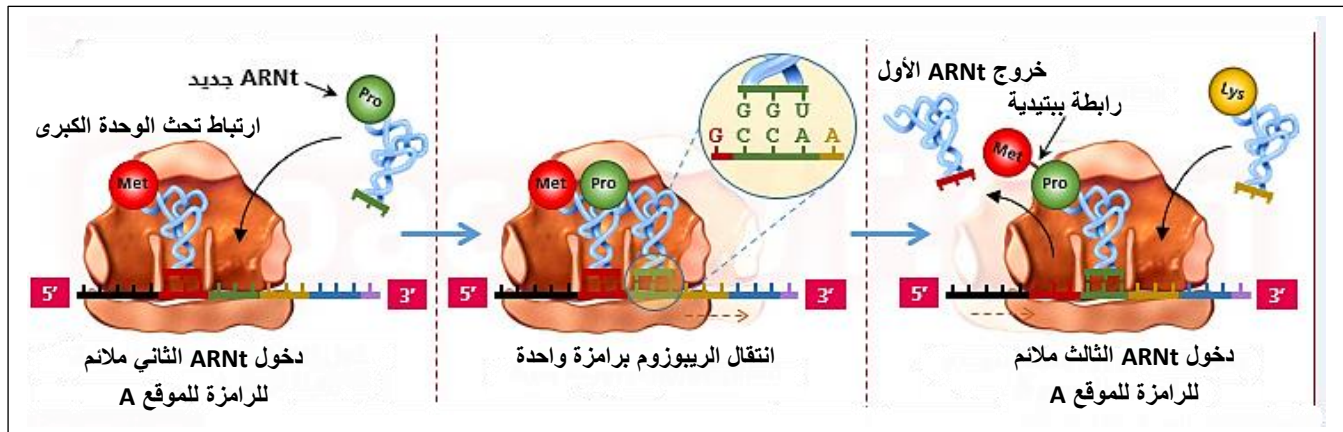
✓ تبدأ الترجمة دائما في مستوى ramزة AUG للـ ARNm تدعى ramزة البادئة للتركيب بوضع أول حمض أميني هو الميثيونين يحمله ARNt خاص بهذه ramزة حيث يتثبت على الريبوزوم (يتعرف كل ARNt على ramزة الموافقة على ARNm عن طريق ثلاثة نيكليوتيدات تشكل ramزة المضادة و المكمل لها)





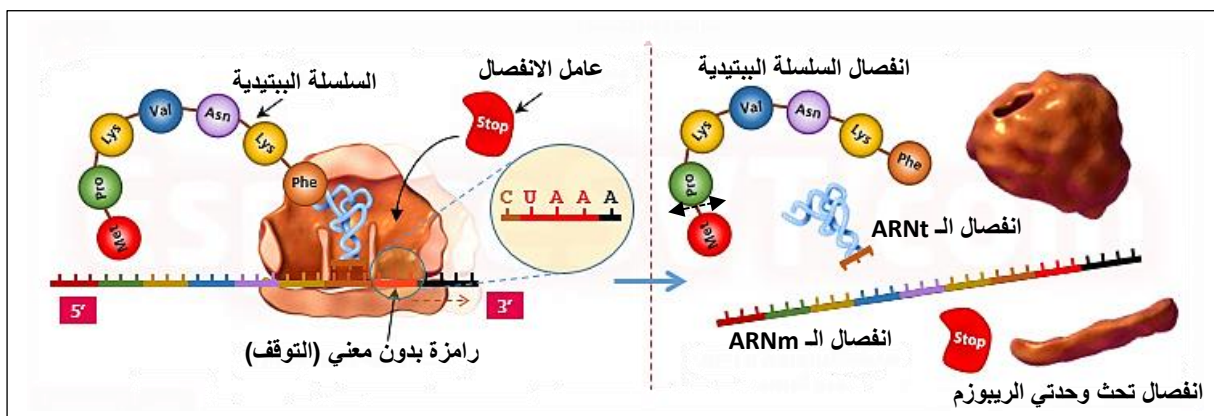
## ب - الاستطالة :

✓ ينتقل الريبوزوم بعد ذلك من رامزة إلى أخرى، وهكذا تتشكل تدريجيا سلسلة بيبتيديية بتكوين رابطة بيبتيديية بين الحمض الأميني المحمول على ARNt الخاص به في موقع القراءة وآخر حمض أميني في السلسلة المتموضعة في الموقع المحفز . إن ترتيب الأحماض الأمينية في السلسلة يفرضه تتالي رامزات الـ ARNm



## ج - النهاية:

✓ تنتهي الترجمة بوصول موقع القراءة للريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف. ينفصل ARNt لآخر حمض أميني ليصبح عديد الببتيد المتشكل حر.



## معلومات مكملة

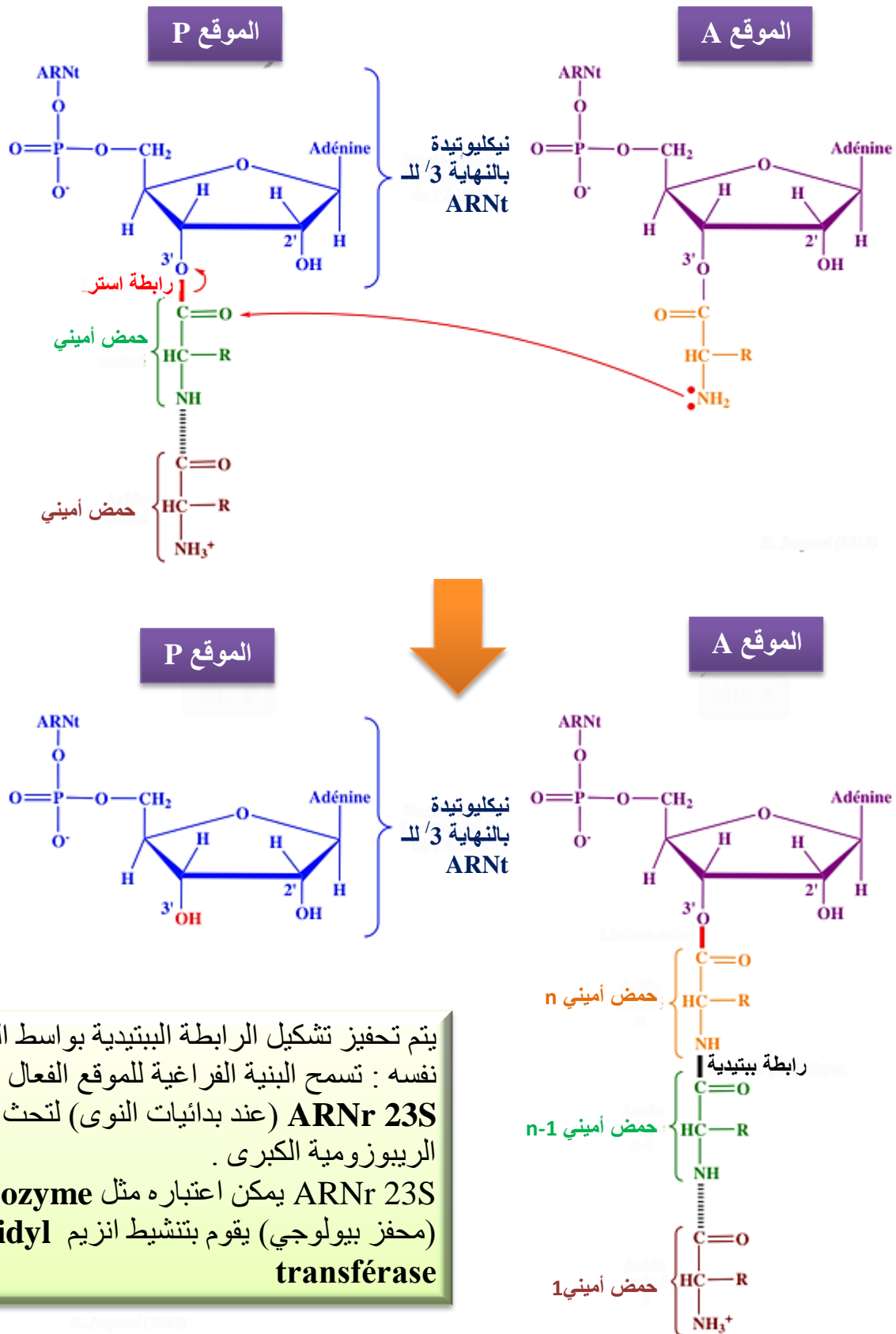
## 1- العناصر الضرورية لتشكيل معقد الانطلاق (انطلاق عملية الترجمة) :

- ✓ الـ ARNm
- ✓ تحت وحدتي الريبوزوم الكبرى والصغرى
- ✓ الـ ARNt الخاص بالميثيونين
- ✓ الـ ARNt الناقل للحمض الأميني الثاني
- ✓ انزيمات و طاقة.

## 2- الظواهر التي ترافق نهاية الترجمة :

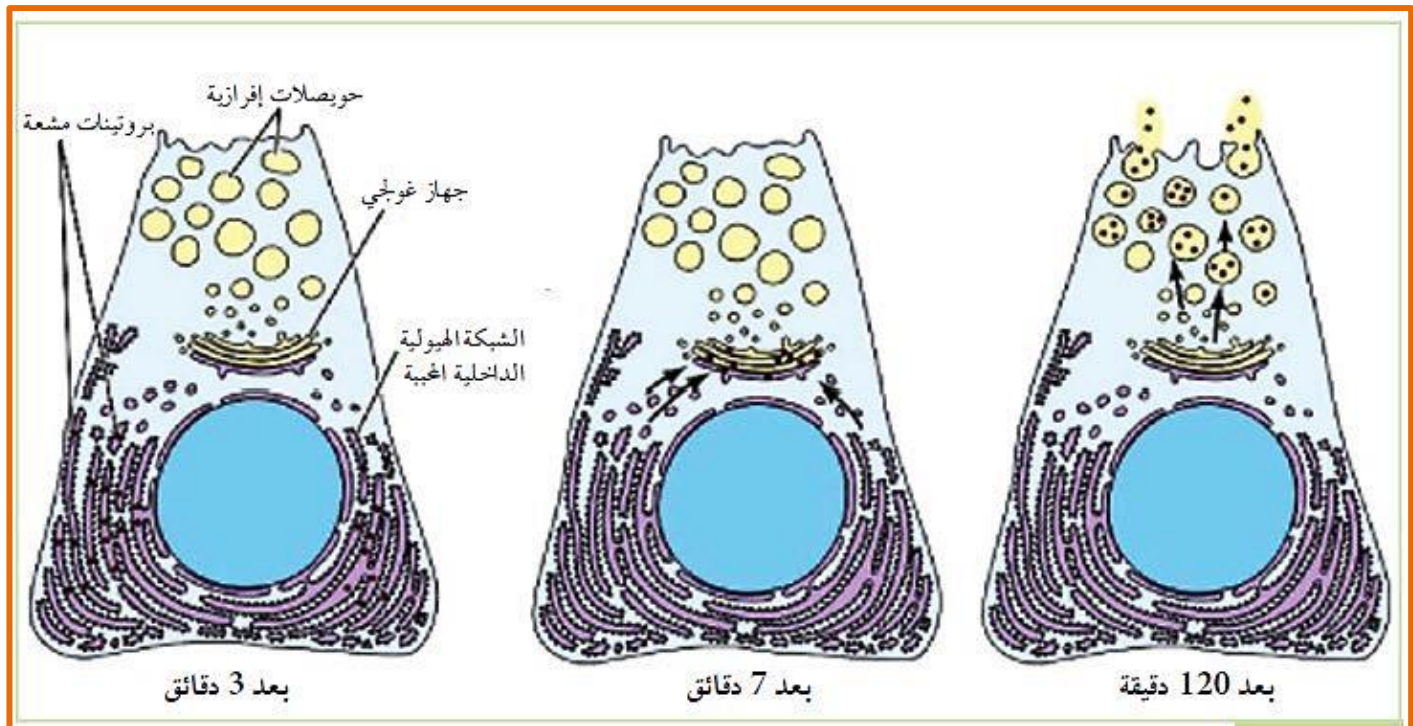
- ✓ انفصال السلسلة الببتيدية المتشكلة ، وفصل اول حمض اميني (الميثيونين) بتخل انزيم نوعي.
- ✓ انفصال الـ ARNt الأخير
- ✓ انفصال وتفكيك الـ ARNm إلى نيوكليوتيدات ريبية
- ✓ انفصال تحت وحدتي الريبوزوم الصغرى والكبرى





كيفية تشكل الرابطة الببتيدية وربط الاحماض الامينية على مستوى الريبوزوم (تحت الوحدة الكبرى) خلال مرحلة الترجمة

## 6- مصير البروتين بعد تركيبه



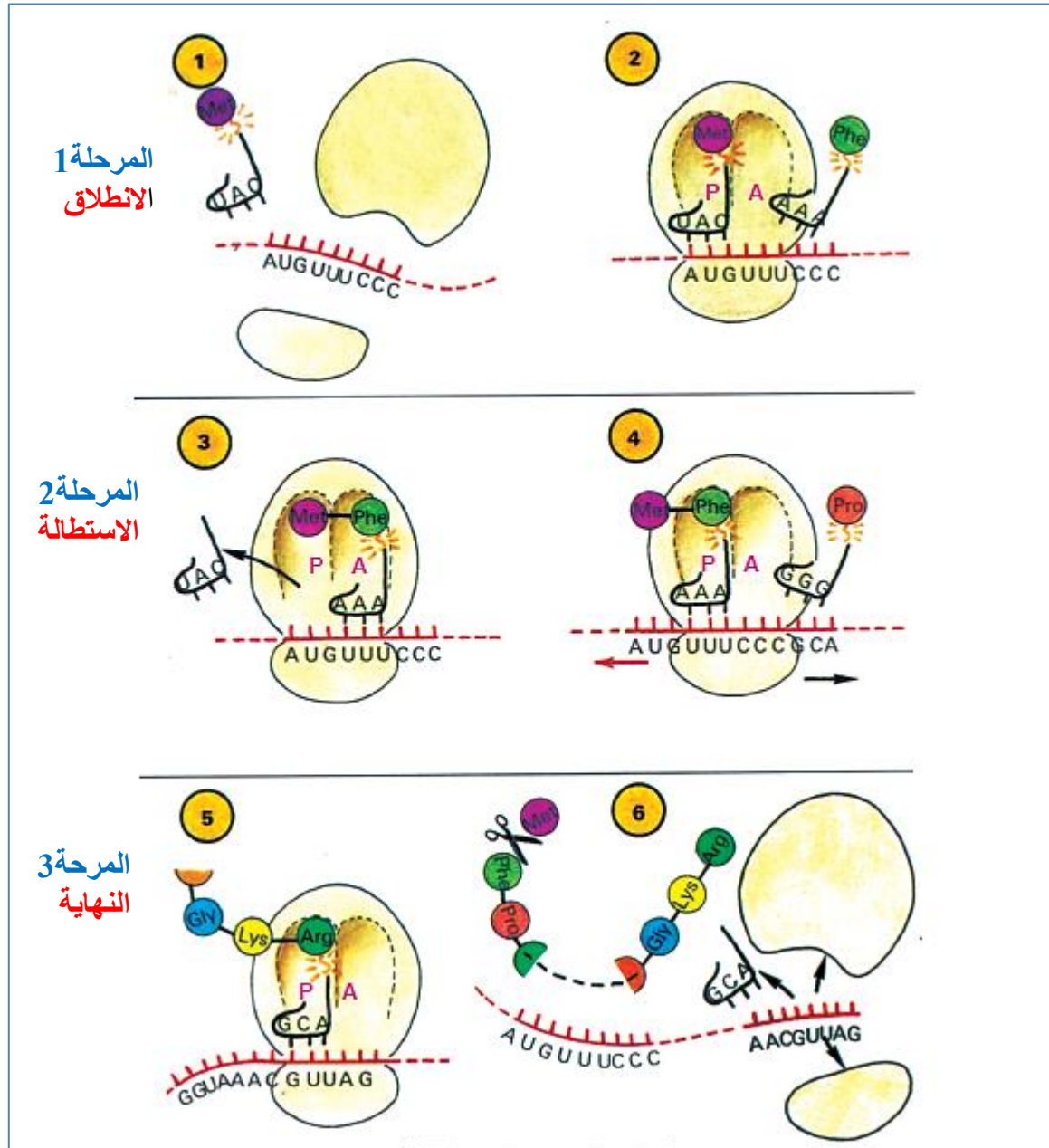
يتم تركيب البروتين على مستوى الشبكة الهيولية الفعالة ( الريبوزومات ) ثم ينتقل الى جهاز كولجي عن طريق حوصلات انتقالية ، واخيرا من جهاز غولجي الى حوصلات عن طريق التبرعم على مستوى كيبسات جهاز غولجي.

- ✓ يتم تركيب البروتين على مستوى الريبوزومات
- ✓ على مستوى جهاز غولجي يكتمل نضج البروتين وتغليفه في شكل حوصلات
- ✓ الحوصلات الإفرازية هي وسيلة لنقل البروتين إلى خارج الخلية عن طريق الاطراح الخلوي ( نقل حوصلي)

## ملحق خاص بالوثائق

**أولاً: رسومات تخطيطية توضح مراحل الترجمة**

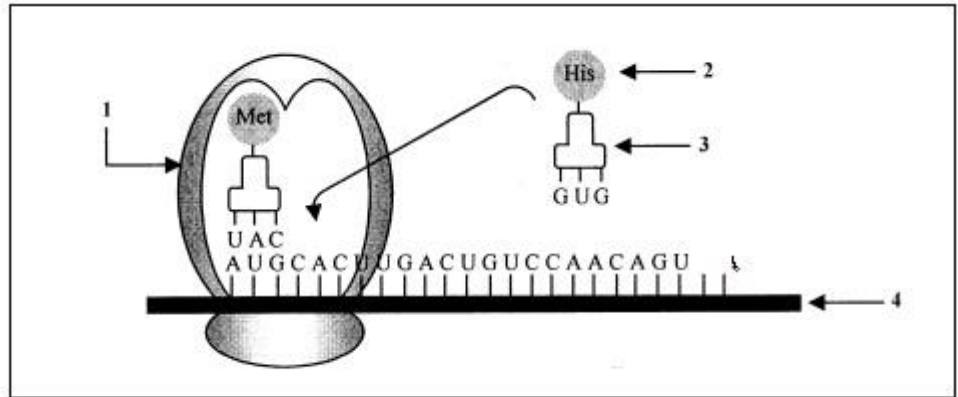
## النموذج 1



## النموذج 2

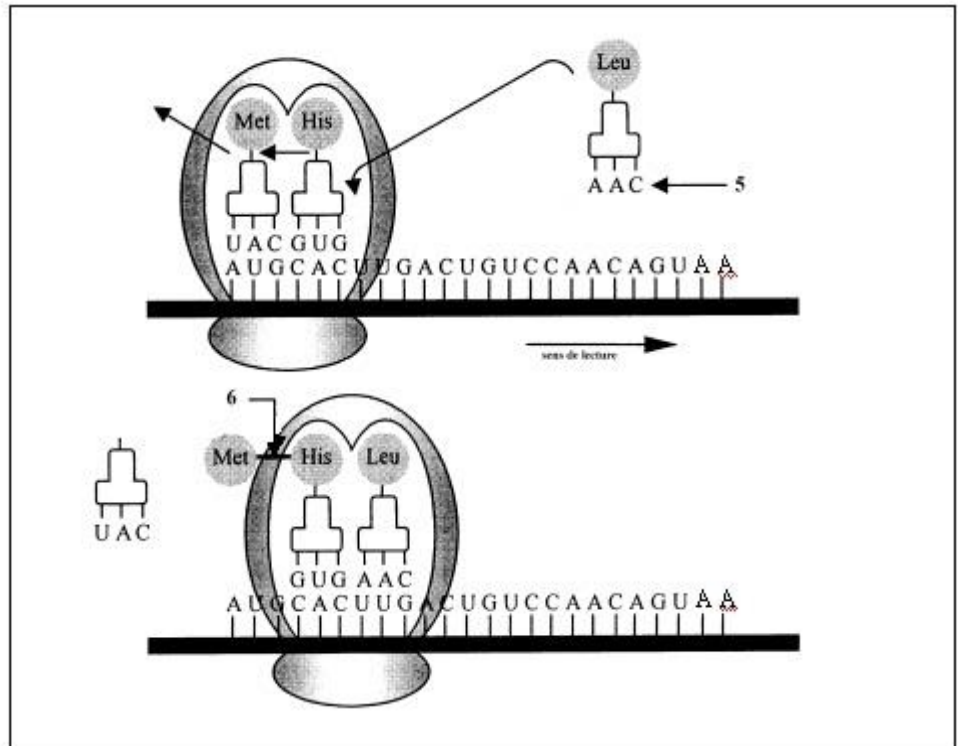
## المرحلة 1: الانطلاق

- 3 ريبوزم وظيفي
- 4 حمض اميني
- 5 ARNt
- 6 ARNm



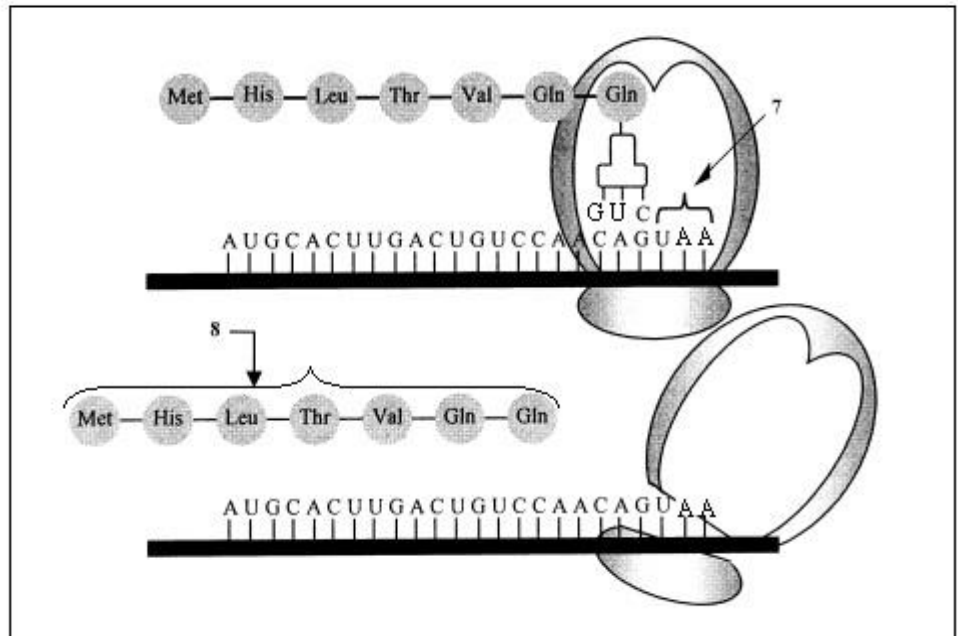
## المرحلة 2: الاستطالة

- 1 الرامزة المضادة
- 2 رابطة ببتيدية



## المرحلة 3: النهاية

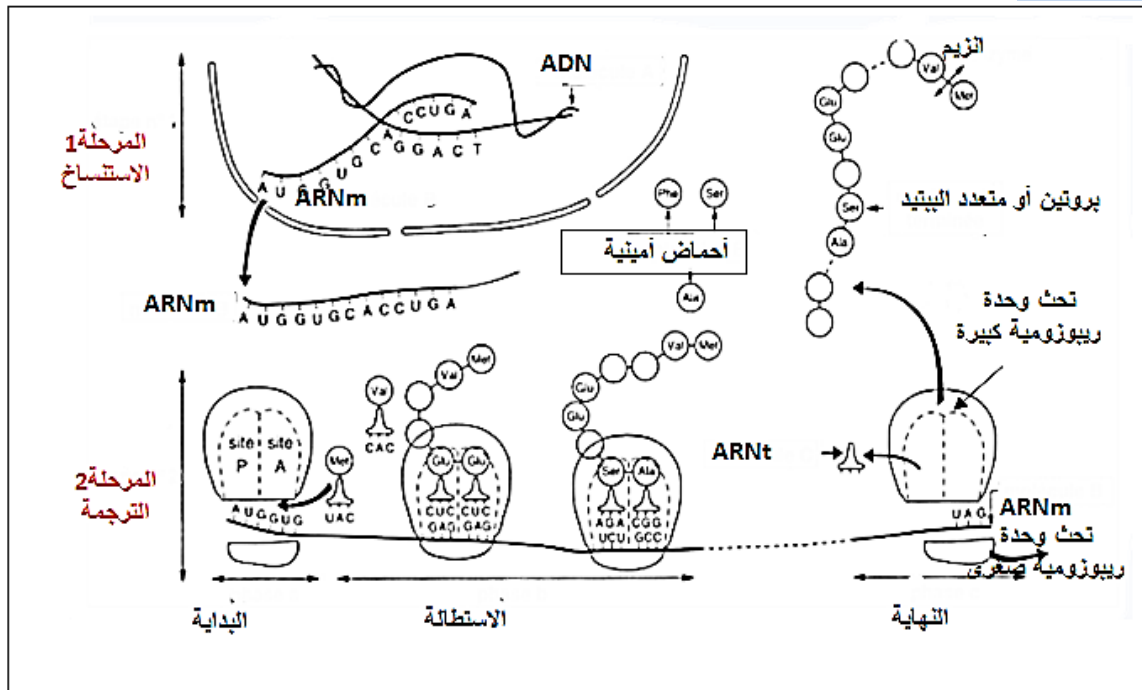
- 7 رامزة التوقف (بدون معنى)
- 8 سلسلة ببتيدية



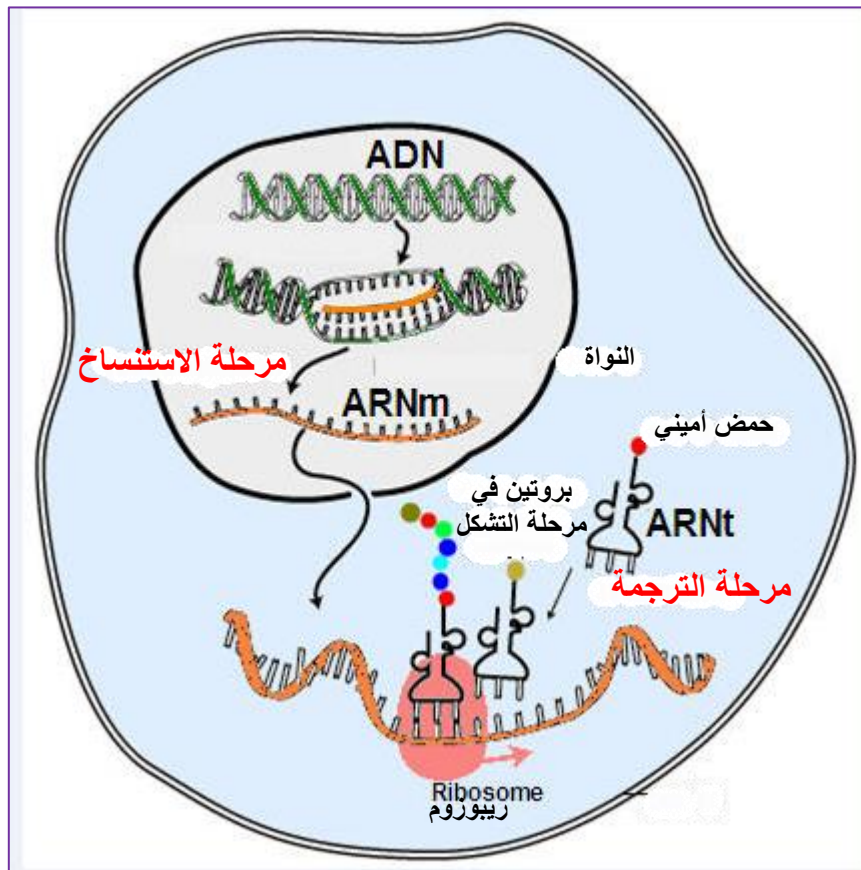


## رسومات تخطيطية يوضح مراحل التعبير الوراثي عند حقيقيات النواة

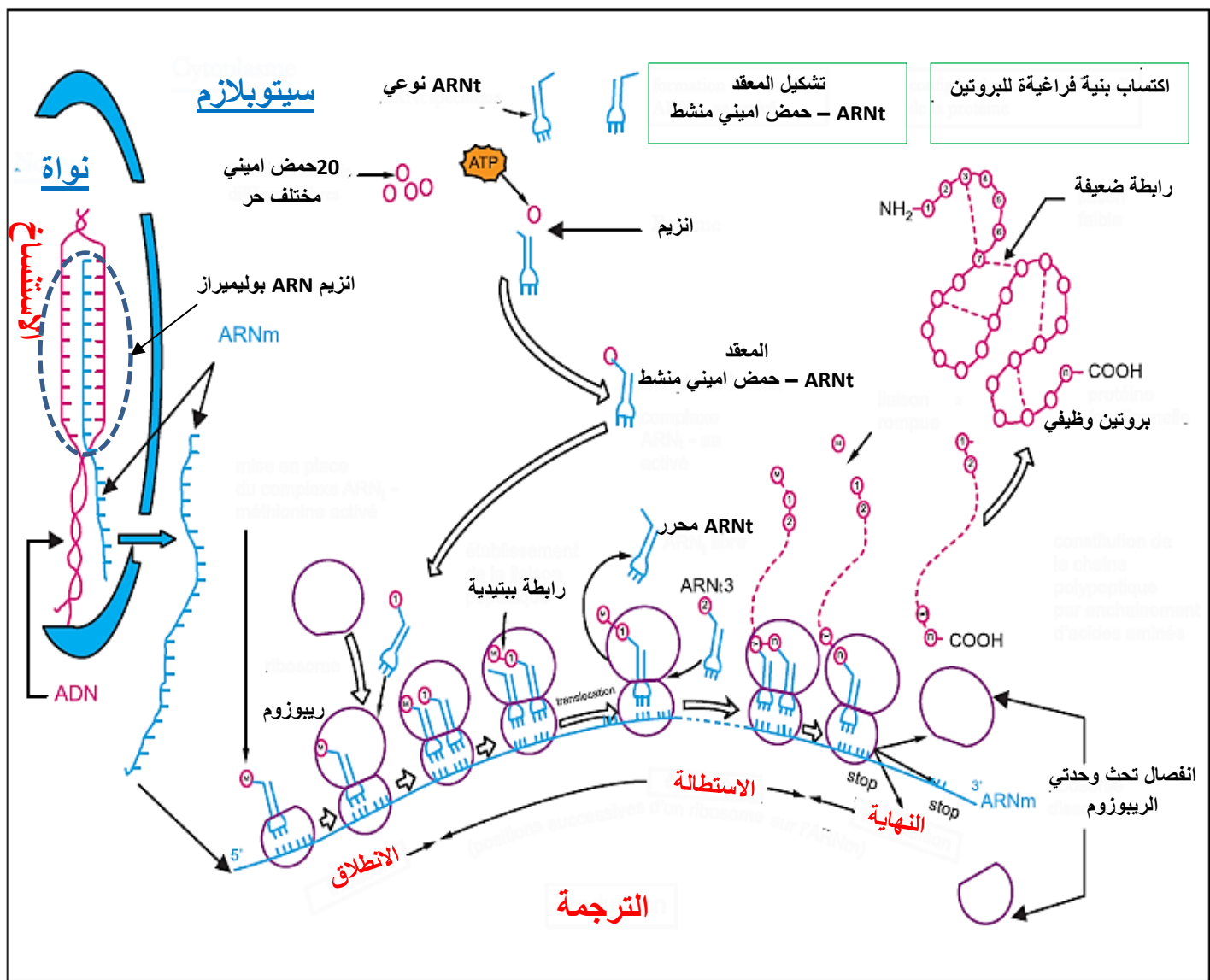
### النموذج 2



### النموذج 3



## النموذج 4



## النموذج 5

