

استنساخ المعلومات الوراثية

- تتم في النواة ويتم خلالها التصنيع الحيوي لجزئية الـ ARNm انطلاقاً من الـ ADN.

العناصر الأساسية لحدوث عملية الاستنساخ:

\* المورثة (المعلومات الوراثية الأصلية على جزئية ADN) (ADN)

\* إنزيم ARN بوليميراز.

\* 4 أنواع من النكليوتيدات الداخلة في تركيب ARN.

\* طاقة ATP.

مراحل الاستنساخ:

تمر عملية الاستنساخ بثلاث مراحل وهي:

مرحلة الانطلاق:

يرتبط إنزيم ARN بوليميراز ببداية المورثة ويقوم بإزالة الالتفاف وفتح سلسلتي ADN بعد تكسير الروابط الهيدروجينية بين ازواج القواعد الأزوتية، بينما الإنزيم يقراءة تتابع القواعد على احدى سلسلتي ADN (السلسلة المستنسخة) وربط النكليوتيدات الموافقة لها لتركيب سلسلة من ARN، حيث تتوضع نكليوتيدات ARN مقابل نكليوتيدات ADN حسب تكامل القواعد الأزوتية.

مرحلة الاستطالة:

ينتقل إنزيم ARN بوليميراز على طول المورثة لقراءة المعلومات على جزئ ADN وربط نكليوتيدات ARN وفق تتابعها في السلسلة المستنسخة للـ ADN مؤدياً إلى استطالة جزئية ARN.

مرحلة النهاية:

يصل الإنزيم إلى نهاية المورثة وتتوقف استطالة ARNm الذي ينفصل عن ADN وينفصل الإنزيم وتنطلق سلسلة ADN.

تفاصيل حدوث عملية الاستنساخ: الوثيقة (4) ص 18.ملاحظة:

- تنتقل عدة جزيئات من الإنزيم من موقع بداية الاستنساخ إلى نهايتها وهكذا يتم نسخ عدة جزيئات ARNm في آن واحد.

- اتجاه الاستنساخ يكون دوماً من النهاية 5' إلى 3' في ARNm.

- السلسلة المستنسخة تكون عكس اتجاه سلسلة ARNm، بينما السلسلة غير المستنسخة تكون في نفس اتجاه ARNm.

نضج الـ ARNm بعد انتهاء الاستنساخ:

▪ تتميز المورثات في حقيقيات النواة (ADN) باحتواها على القطع غير الدالة (introns) والقطع الدالة (exons).

▪ بعد الاستنساخ مباشرةً يتشكل ARNm له نفس طول المورثة (عدد النكليوتيدات) أي يتكون من قطع دالة وقطع غير دالة ويسمى ARNm أولي (غير ناضج، طلائعي).

▪ يتم على مستوى النواة حذف القطع غير الدالة وربط القطع الدالة للـ ARNm الأولى عن طريق إنزيمات الحذف والربط، ليتشكل ARNm ناضج أقصر طولاً ويكون من قطع دالة فقط، لينتقل إلى الهيولى ويترجم إلى بروتين معين.

▪ تسمى هذه العملية بنضج ARNm.

تجربة التججين الجزيئي بين سلسلة ADN المستنسخة وسلسلة ARNm ناضج: الوثيقة (7) ص 19.ملاحظة:

- ظاهرة نضج ARNm لا توجد عند الخلايا بدائيات النواة، فهي مميزة للخلايا حقيقيات النواة فقط.

- عند بدائيات النواة جميع أجزاء المورثة هي قطع دالة ومنه ينتج مباشرةً ARNm ناضج.

ذكر بالمكتسبات

- دعامة المعلومات الوراثية هي الجزئية الحاملة للمعلومات الوراثية المتواجدة في النواة وهي الـ ADN.

- تكون المعلومات الوراثية على شكل مورثات في جزئية ADN، والمورثة عبارة عن تالي محدد من النكليوتيدات.

- التعبير المورثي هو تعبير المورثة عن المعلومات الوراثية في شكل بروتين محدد الذي يعتبر مصدر النمط الظاهري لفرد على مختلف مستوياته (الجزئي، الخلوي العضوية).

مقر تركيب البروتين

- يتم تركيب البروتين في الخلايا على مستوى الهيولى.  
- يؤمن انتقال المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى موقع تركيب البروتين، نمط آخر من الأحماض النوية يدعى الحمض الريبي النووي الرسول (ARNm).

- تجربة تبين العلاقة بين ARN وتركيب البروتين:  
 التجربة + نتائجها في الوثيقة (3) ص 13.

- تجربة تؤكد أن ARNm ينقل المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى: الوثيقة (4) ص 14.

-  التركيب الكيميائي للـ ARNm:  
 تم التعرف عليها حسب نواتج الاماهة الكلية والجزئية حيث:

الاماهة الكلية:

تم في درجة حرارة عالية باستخدام NaOH وينتج عنها:

\* 4 أنواع من القواعد الأزوتية هي:

- قواعد بيريميدينية (حلقتين): - (U) اليلوراسييل - (C) سيتوزين.

- قواعد بورينية (حلقة واحدة): - (G) غوانين - (A) أدين.

\* سكر خماسي الكربون هو سكر الريبوzo C5H10O5.

\* حمض الفوسفوريك H3PO4.

- نواتج الاماهة الكلية للـ ARNm: الوثيقة (5) ص 14.

الاماهة الجزئية:

تم باستخدام إنزيمات نوعية من نوع ARNase وينتج عنها:

\* النكليوتيدات: تتمثل في ارتباط حمض الفوسفوريك مع سكر ريبوز مع قاعدة أزوتية، وحسب نوع القاعدة نجد 4 أنواع:

- أدينوزين. - غوانوزين. - سيتیدین. - بوریدین.

\* متعدد نكليوتيد: تتمثل في ارتباط عدد قليل من النكليوتيدات.

\* نكليوزيدات: وهي ارتباط سكر ريبوز مع قاعدة أزوتية.

- نواتج الاماهة الجزئية للـ ARNm: الوثيقة (6) ص 15.

بنية ARN:

يتكون من سلسلة واحدة من النكليوتيدات مرتبطة مع بعضها بروابط استر فوسفاتية بين سكر الريبوzo للنكليوتيدة الأولى أي الجهة 3' مع حمض الفوسفور للنكليوتيدة الم Wahaliyah أي الجهة 5' وبالتالي تبدأ السلسلة دوماً بالجهة 5' وتنتهي بالجهة 3'.

- طريقة ارتباط النكليوتيدات في ARN: الوثيقة (7) ص 15.

المقارنة بين ARN و ADN:

ARN	DNA	المقارنة
يكون من سلسلة واحدة	يكون من سلسلتين ملتفتين حلزونيا	البنية
ريبوz عادي	ريبوz منقوص الأكسجين	السكر
القواعد الأزوتية السيتوزين، الغوانين، التايمين، الأدينين	السيتوزين، الغوانين، الـ تايمين، الأدينين، الـ يوراسييل، الأدينين	القواعد الأزوتية
النواة فقط (عند حقيقيات النواة)	النواة والهيولى.	الموقع

- مقارنة بين ARN و ADN: الوثيقة (1) ص 16.

## الترجمة

- هي تحويل لغة نوية ARNm (تابع نكليوتيدات) إلى لغة بروتينية (تابع أحمض أميني) على مستوى الهيولى، باستخدام قاموس الشفرة الوراثية.
- تنسخ المعلومة الوراثية بشفرة خاصة: تدعى الشفرة الوراثية، وتمثل وحدة الشفرة الوراثية في ثلاثة من القواعد تدعى الرامزة تشفّر لحمض أميني معين في البروتين.
- تحول اللغة النووية الممثلة بـ 4 أحرف لقواعد أزوتية إلى لغة بروتينية ممثلة بـ 20 كلمة لأحماض أمينية حسب العلاقة التالية:  $A^B = C \quad 4^3 = 64$
- A يمثل عدد القواعد الأزوتية.
- B عدد القواعد في الرامزة.
- C عدد أنواع الرامزات.

■ يكون عدد كلمات اللغة النووية (64) أكثر من عدد كلمات اللغة البروتينية (20) وهذا يدل على وجود خاصية الترافد أي يمكن لعدة رامزات أن تشفّر لنفس الحمض الأميني.

■ يبين جدول الشفرة الوراثية وجود 61 رامزة من مجموعة 64 تشفّر لأحماض أمينية أبرزها رامزة الانطلاق AUG وتشفر للميثيونين، كما نجد 3 رامزات بدون معنى لا تشفّر لأي حمض أميني هي: UGA، UAA، UAG.

### جدول الشفرة الوراثية: الوثيقة (1) ص 20

تم فك رموز الشفرة الوراثية بفضل التجربة التي قام بها العالم Nirenberg وهي موضحة في الوثيقة (2) ص 21.

استعمال برنامج Anagène هو برنامج تعليمي الهدف منه:

- عرض ومعالجة التتابعات (قواعد أو أحماض أمينية) حيث يسمح البرنامج من تحويل المعلومات من وإلى ADN، ARN،ARN أو تتابع الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية.
- يسمح بمقارنة التتابعات لنفس المورثة أو بين مورثات مختلفة لنفس الكائن أو حتى لمورثات من كائنات مختلفة.
- يسمح بتحديد موقع ونوع الطفرات وتأثيرها على البروتين.

## مراحل الترجمة

### مقدمة تركيب البروتين في الهيولى:

تم عملية الترجمة على مستوى متعدد الريبيوزوم (البوليزوم) الذي يكون في الهيولى أو متصلًا مع الشبكة الهيولية الفعالة.

### تعريف متعدد الريبيوزوم:

يمثل ارتباط عدد من الريبيوزومات بجزيء واحد من ARNm حيث يقوم كل ريبوزوم بإنتاج سلسلة ببتيدية، وكلما زاد عدد الريبيوزومات المرتبطة زادت كمية البروتين المصنعة.

### أنماط الـ ARN المتدخلة في تركيب البروتين:

يتدخل في تركيب البروتين ثلاثة أنماط من ARN الممثلة في: \* ARNm \* ARNr الناقل. \* ARNr الرسول.

### خصائص الأنواع المختلفة لـ ARN: الوثيقة (3) ص 25

### بنية ومكونات الريبيوزوم:

يتكون الريبيوزوم من تحت وحدتين يتشكلان على مستوى النوية:

\* تحت وحدة كبرى: تتكون من 31 نوع من البروتينات ونوعين من ARNr (23S.5S)، وتحتوي موقعين لارتباط ARNt كما تحتوي على نقق لخروج السلسلة الببتيدية.

\* تحت وحدة صغيرة: تتكون من 21 نوع من البروتينات و ARNr (16S)، ويوجد بها موقع لارتباط ARNm يسمح بازلاق وتنقل الريبيوزوم على جزيئه الـ ARNm.

### مكونات وبنية الريبيوزوم: الوثيقة (5+4) ص 26

## بنية الـ ARNt:

يتكون من سلسلة من النكليوتيدات تلف لتأخذ شكل فراغي محدد وتتضمن موقعين رئيسيين هما:

- \* موقع ثبيت الحمض الأميني: يسمح بارتباط الحمض الأميني.
- \* موقع الرامزة المضادة: تتعزز على الرامزة في ARNm.

### البنية الفراغية لـ ARNt: الوثيقة (6) ص 27

### تنشيط الأحماض الأمينية:

تتمثل في ربط الحمض الأميني بـ ARNt الخاص به بتدخل إنزيم نوعي مع توفر طاقة ATP وتنتمي المراحل التالية:

- يتثبت ARNt والحمض الأميني على موقع التثبيت الخاص بهما في الإنزيم النوعي.

يتشكل المعقد (إنزيم، حمض أميني، ARNt) وفي وجود الـ ATP يتم ربط الحمض الأميني والـ ARNt.

- ينفصل ARNt مرتبطة بالحمض الأميني، ويتحرر الإنزيم.

### مراحل تنشيط الحمض الأميني: الوثيقة (8) ص 28

### مراحل حدوث الترجمة:

### مرحلة الانطلاق:

يتثبت ARNm على تحت الوحدة الصغرى، ثم يتوضع ARNt الخاص بالحمض الأميني الميثيونين في الموقع P للريبيوزوم ويتم تعرف الـ ARNt على رامزة الانطلاق AUG في الـ ARNm عن طريق الرامزة المضادة.

- ترتبط تحت الوحدة الكبرى لتشكيل معقد الانطلاق.

يتوضع ARNt الخاص بالحمض الأميني الثاني في الموضع A للريبيوزوم وفق الرامزة الثانية للـ ARNm، يتم تكوين الرابطة الببتيدية بين الحمضين الأول والثاني.

### مرحلة الاستطالة:

ينتقل الريبيوزوم بمقدار رامزة على الـ ARNm، مؤدياً إلى انفصال الـ ARNt الأول عن حمضه الأميني وعن الموقع P، ويتغير موقع ARNt الثاني الحامل لثاني الببتيد من الموضع A إلى الموضع P ويصبح الموضع A فارغ لاستقبال ARNt جديد حامل لحمض أميني ثالث فتشكل رابطة ببتيدية بين الحمض الثالث وثاني الببتيد السابق، وهكذا تتكرر نفس الخطوات وتنستوي السلسلة الببتيدية بمقدار حمض أميني في كل خطوة.

### مرحلة النهاية:

يصل الريبيوزوم إلى إحدى رامزات التوقف على الـ ARNm.

- تنفصل السلسلة الببتيدية المتشكلة وينفصل الـ ARNt الأخير.

وتتفصل تحت وحدتي الريبيوزوم عن بعضهما، كما يتم نزع الحمض الأميني الأول (الميثيونين) من السلسلة الببتيدية.

- يمكن للريبيوزوم أن يعيد الدورة ويشكل سلسلة ببتيدية أخرى.

### مراحل حدوث عملية الترجمة: الوثيقة (9) ص 29

### مصير البروتين بعد تركيبه:

تركيب البروتين على مستوى البوليزوم الذي يتواجد حر في الهيولى أو متصل بالشبكة الهيولية.

ينتقل بفضل حويصلات انتقالية إلى جهاز غولجي أين ينضج ويتم تصنيف وتخزين وتغليف هذه البروتينات في حويصلات.

تقوم الحويصلات بنقل البروتين إلى مكان عمله ونشاطه.

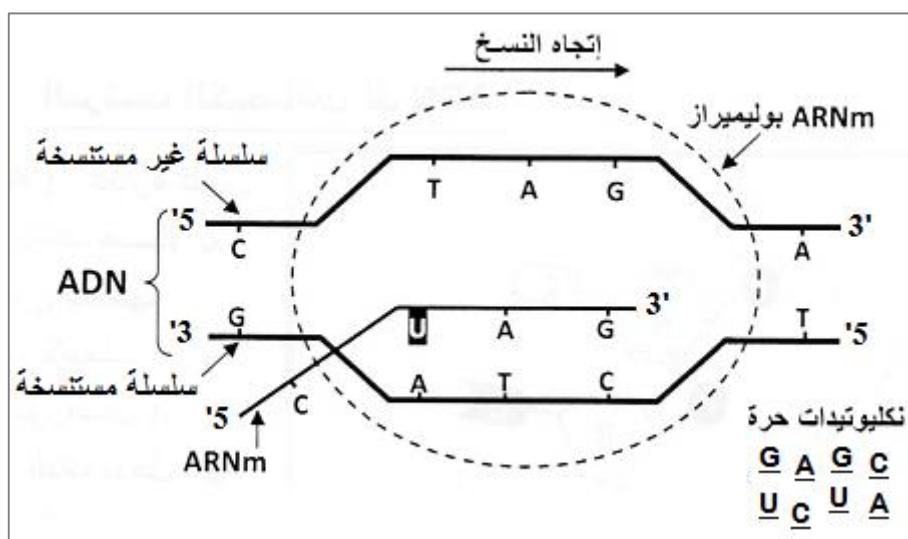
### ملحوظة:

عند بدائيات النواة يمكن للترجمة أن تبدأ قبل نهاية الاستنساخ (غياب غلاف نووي + تشكيل ARNm ناضج مباشرة).

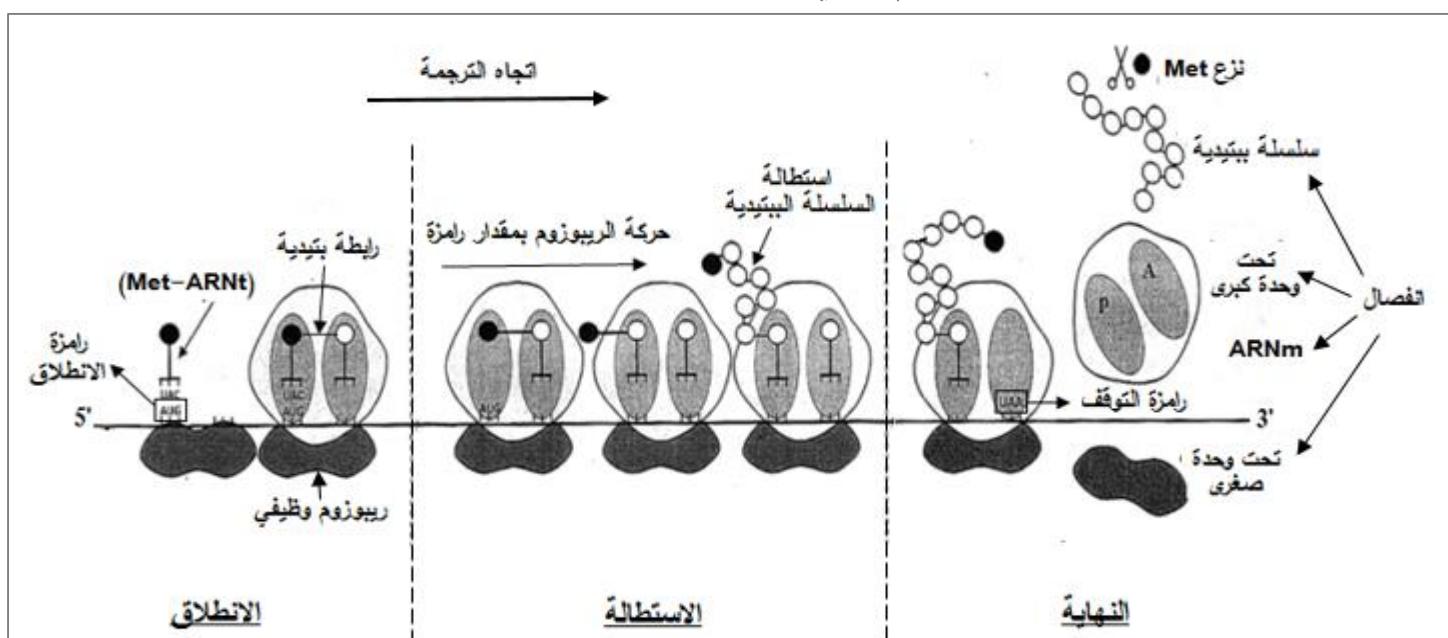
عند حقيقيات النواة لا يمكن للاستنساخ والترجمة الحدوث في مكان واحد (وجود غلاف نووي + عملية نضج ARNm أولى).

رسم تخطيطي تحصيلي لتركيب البروتين: الوثيقة ص 35.

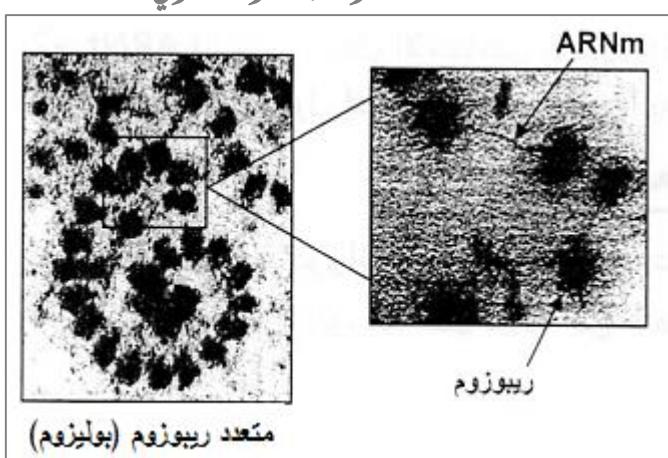
-رسم تخطيطي يوضح ظاهرة الاستساخ-



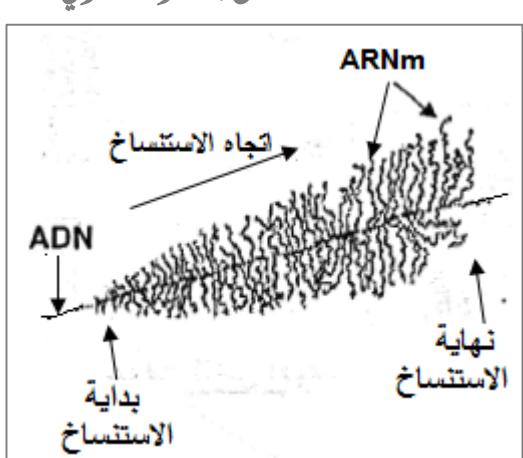
-رسم تخطيطي يوضح مراحل عملية الترجمة-



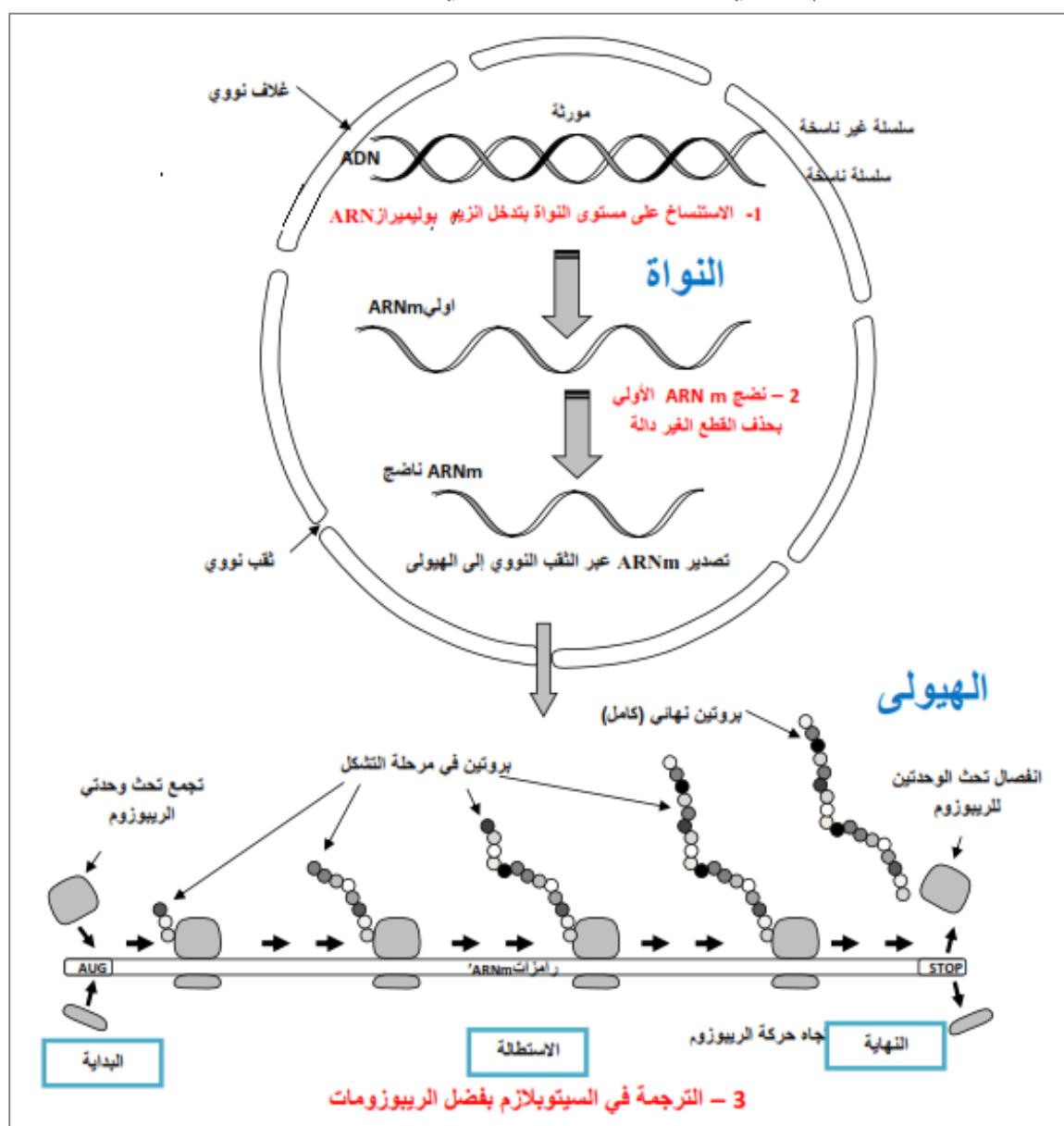
-ملوحة عملية الترجمة بال المجهر الالكتروني-



-ملوحة عملية الاستساخ بالمجهر الالكتروني-



- رسم خططي يوضح مراحل التعبير الورثي عند حققيات النواة -



- رسم خطوط يوضح مراحل التعبير الموسيقي عند بدايات النواة -

