

**الحموض النووية:**

تعد الحموض النووية التي تشكلها الكائنات الضخمة ذات الوزن الجزيئي العالي، وهي سلاسل بوليميرية طويلة جدا تتكون من نكليوتيدات متعددة تتحد فيما بينها بواسطة الرابطة الفوسفاتية، ويوجد نمطان من الحموض النووية:

- الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجين DNA: الذي يحتوي على المعلومات الوراثية المحددة لتتابع معين من الحموض الأمينية في الببتيدات المتعددة.

- الحمض النووي الريبي RNA: الذي يشترك في تركيب البروتينات.

تسمى الوحدات التي تتألف منها الحموض النووية النكليوتيدات : وهو الوحدة البنيوية الأساسية في الحموض النووية ويتألف من ثلاثة أجزاء كيميائية مختلفة:

1- الجزء الأول هو السكر الخماسي الكربون (الريبوز منقوص الأكسجين في الـ DNA والريبوز في الـ RNA).

2- الجزء الثاني: أساس آزوتي أو عضوي مشتق إما من هيكل البيورين أو هيكل البيريميدين.

البيورينات التي تدخل في تركيب DNA (الأدينين والغوانين) أما الأسس البيريميدينية للـ DNA (السيروزين والتيامين).

البيورينات التي تدخل في تركيب RNA (الأدينين والغوانين) أما الأسس البيريميدينية للـ DNA (السيروزين واليوراسيل).

يشكل الاتحاد ما بين السكر والاساس الأزوتي ما يسمى بالنكليوزيد.

3- الجزء الثالث: مجموعة الفوسفات التي تربط النكليوزيدات المتجاورة بعضها ببعض في سلسلة بوليميرية بواسطة الرابطة الفوسفاتية ثنائية الايستر (النكليوتيد هونكليوزيد مفسر).

**بنية الـ DNA:**

اعتقد Avery وغيره من العلماء أن بنية DNA بسيطة حيث تتمثل بتواتر متكرر ومحدد للنكليوتيدات الأربعة مشكلة بوليميرا، لكن الأبحاث الكيميائية الحيوية التي أجراها شارغاف بينت ان الـ DNA يمتلك بنية معقدة جدا ضرورية لنقل المعلومات الوراثية، وأثبت أن تكرار الأسس العضوية يختلف من نوع لآخر وبالتالي استبعدت فكرة كون جزيئات الـ DNA مؤلفة من تكرار واحد متشابه للنكليوتيدات الأربعة.

بناء على ذلك اقترح واطسن وكريك موديلاً لبنية جزيء الـ DNA بأنه يتألف من سلسلتين متعددي البوليميرات تتكون كل منهما من نكليوتيدات وتلتف السلسلتان حول محور مشترك واحد بشكل حلزون مضاعف، وتتألف كل

سلسلة من عمود فقري متشابه عند جميع الكائنات الحية، حيث يتمثل بارتباطات السكر والفوسفات الذي يقع في المحيط ويرتبط بالعمود الفقري الأسس الآزوتية المتوضعة داخل الحلزون المضاعف التي تتميز بتتال خاص لكل DNA وتعد كل سلسلة متممة للآخرى، حيث ترتبط الأسس الآزوتية للسلسلتين بواسطة روابط هيدروجينية ضعيفة فيرتبط (A-T) برابطتين و (G-C) بثلاثة روابط، ولأن المسافة ثابتة بين سلسلتي الـ DNA فإن الأسس البيورينية كبيرة الحجم ترتبط مع الأسس البيريميدينية صغيرة الحجم.

## تضاعف الـ DNA : Replication

يتم تضاعف الـ DNA في مرحلة S من الطور البيني وليس خلال الانقسام حيث تبقى كمية الـ DNA ثابتة خلال أدوار الانقسام وتعادل ضعف كمية الـ DNA في G1.

يحتاج التضاعف إلى متطلبات أساسية أهمها :

1- أنزيم تكثيف الـ DNA (DNA-Polymerase) يسرع عملية التضاعف بربط نيكليوتيد جديد إلى المكان 3 من سلسلة الـ DNA.

2- شوارد المغنيزيوم وغيرها من الشوارد المعدنية ثنائية القيمة.

آلية التضاعف: يعد جزيء الـ DNA نموذجاً للتضاعف الذاتي، حيث تنفصل السلسلتان المتمتان للحلزون المضاعف لـ DNA عن بعضهما انفصلاً موضعياً لتصبح كل منهما قالباً لتشكيل السلسلة المتممة، وبهذه الصورة فإن المعلومات الوراثية المتمثلة بتتال محدد للأسس الآزوتية في الـ DNA ستكرر بشكل كامل في الأجيال التالية، وفي الوقت الذي تنفصل فيه السلسلتان عن بعضهما بسهولة فإن السلسلة الواحدة تحافظ على بنيتها متماسكة، ويعود ذلك إلى ضعف الروابط الهيدروجينية بين السلسلتين وقوة الروابط المشتركة داخل كل سلسلة، بالنتيجة تتضاعف المعلومات الوراثية بشكل كامل ويتكون حلزونان مضاعفان جديان لـ DNA كل منهما نسخة طبق الأصل عن جزيء الـ DNA الأبوي، وبناء على آلية التضاعف يمكن تمييز الحالات التالية:

1- الطريقة نصف المحافظة: يتألف كل حلزون مضاعف لـ DNA من سلسلة قديمة تم استلامها من الجزيء الأبوي.

2- الطريقة المحافظة: يتم فيها بالاحتفاظ بكامل الـ DNA الأبوي الذي يتوضع في إحدى الخليتين البنيتين.

3- الطريقة التحطمية: يتم فيها تحطيم جزيء الـ DNA الأبوي إلى نيكليوتيدات تلعب دور القالب.

ميزات تضاعف الـ DNA : الدقة العالية حيث تصل الأخطاء إلى أقل من 1 لكل  $10^9$  نكليوتيد ولكن أحياناً وهذا نادر جداً يتم حذف عدة أسس أو إضافتها وبدعى هذا الخطأ الوراثي الطفرة التي تنتقل إلى جميع الخلايا.

### بنية RNA :

تتألف الحموض النووية الريبية وبخلاف الـ DNA من سلسلة مفردة متعددة النكليوتيدات الريبية تتشابه بعمودها الفقري (تتالي سكر الريبوز والفوسفات) وتختلف بتتالي فروعها الجانبية (الأسس الأزوتية الأربعة U,G,C,A).

ويتم تركيب الـ RNA في الخلية الحية على إحدى سلسلتي الـ DNA التي تلعب دور القالب وذلك بواسطة أنزيم تكثيف الـ RNA (RNA-Polymerase) وتسمى هذه العملية بالنسخ.

### أنواع RNA:

1- RNA الريبوزومي (rRNA): (Ribosomis) يمثل مادة ذات وزن جزيئي عالي وتبلغ نسبته نحو 80% من المجموع الكلي للحموض النووية الريبية في الخلية ويتشكل هذا الحمض كما ذكرنا في المناطق المنظمة للنويات، حيث تتحصر مورثات الـ mRNA التي تنسخ الـ DNA في صبغي واحد أو عدة صبغيات، ويتم النسخ بواسطة أنزيم (RNA-Polymerase I) ويدخل جزيء الـ RNA الريبوزومي غير النوعي في بنية الجسيمات الريبية التي تؤمن اصطناع جميع بروتينات الخلية حيث يساهم فيها بنسبة 50%.

2- RNA الرسول (mRNA): (Messenger): هو ذو وزن جزيئي عال ويتناسب طردياً مع كمية المعلومات الوراثية التي يحملها (بين 300 إلى أكثر من 30000 نيكليوتيد) ويشكل حوالي 5% من مجموع RNA الخلية، ويتم نسخه في النواة من إحدى سلسلتي الـ DNA وبمساعدة أنزيم التكثيف (RNA-Polymerase II) الذي يرتبط على جزء من إحدى سلسلتي الـ DNA مما يبعدهما عن بعضهما بعضاً وعند تحرك الأنزيم تبدأ عملية الازدواج للاسس الأزوتية وبالتالي يكون تتالي نكليوتيدات mRNA متمماً لنكليوتيدات إحدى سلسلتي الـ DNA وعند اكتمال التكون ترتبط سلسلتا الـ DNA المنفصلتان ويتحرر mRNA ويخرج من النواة إلى السيتوبلازما حاملاً المعلومات الوراثية التي تترجم إلى تتالي محدد من الحموض الأمينية في جزيء البروتين وتترتب المعلومات الوراثية في مجموعات تسمى الكودونات (الكودون مجموعة ثلاثة نكليوتيدات) يكون متمماً للشفرة ثلاثية النكليوتيد المنسوخ منها في جزيء الـ DNA

3- RNA الناقل (tRNA) (Transfer): هو ذو وزن جزيئي منخفض تصل نسبته إلى 15% تقريباً من مجموع الحموض النووية الريبية الداخلية، وينسخ من الـ DNA بواسطة أنزيم التكثيف (RNA-Polymerase III)، يتألف من سلسلة مفردة تشبه ورقة البرسيم مزود بثلاث عرى وطرف مغلق وطرف مفتوح:

-العروة الأولى : تخصص في التعرف على أنزيم التنشيط الخاص (أمينوأسيل سينتيتاز).

-العروة الثانية: تحوي ثلاثية من النيكلوتيدات تختلف من tRNA لآخر تسمى (أنتي كودون) تتقابل مع الثلاثية المتممة لها في ال mRNA.

-العروة الثالثة: يرتبط فيها tRNA مع الجسيم الريبسي.

-الطرف المفتوح له نهايتان نهاية طويلة يرتبط فيها الحمض الأميني ونهاية قصيرة .

لكل حمض أميني أكثر من ناقل، ولكي يقوم tRNA بوظيفته المتمثلة بربط الحموض الأمينية ونقلها إلى الجسيمات الريبية لابد من طاقة وأنزيم تنشيط، حيث يوجد لكل حمض اميني أنزيم تنشيط نوعي وأكثر من حمض tRNA ناقل.

### الشفرة الوراثية:

تشكل الشفرة الوراثية صلة بين لغتين عظيمتين (لغة الحموض النووية ولغة البروتينات) فهي مفتاح لترجمة نتالي النيكلوتيدات في ال DNA إلى تتابع محدد من الحموض الأمينية في جزيء البروتين.

وهنا نوضح الفكرة التالية: تتالي النيكلوتيدات الخطي والنوعي في ال DNA يحدد تتالياً محدداً من الحموض الأمينية في السلسلة الببتيدية فالمورثة هي الوحدة الأساسية في الوراثة ولأنها مكونة من نيكلوتيدات فإنه الوحدة الأساسية للمورثة، أي أن المورثة تشرف على تركيب جزيء بروتيني معين عن طريق سيطرتها على التفاعلات الكيميائية الحيوية.

**كيف تشفر تتالي الحموض الأمينية في ال DNA ولماذا الكودون ثلاثي النيكلوتيدات؟**

ونستطيع القول من المقارنة بين لغة الحموض النووية ولغة البروتينات أن المطابقة بين النيكلوتيدات وتوالي الحموض الأمينية لاتبنى حسب القاعدة (واحد لواحد) حيث ان الشفرة الثلاثية  $4^3 = 64$  حمض أميني أي أنها تشفر جميع الأحماض الأمينية (20 حمض أميني) وبصورة فائضة.

### **صفات الشفرة الوراثية:**

1- الشفرة الوراثية هي شفرة ثلاثية تسمى بالكودون في mRNA.

2- يتحدد كل حمض أميني بأكثر من كودون.

3- تتميز الشفرة الوراثية بالعمومية حيث تستخدمها جميع الكائنات الحية من الفيروسات حتى الثدييات.

4- الشيفرة الوراثية شيفرة منحلة.

5- الكودونات غير متراكبة حيث تقرأ باتجاه واحد (5 ← 3) ومن بداية محددة وبدون انقطاع كودون بعد آخر.

6- تبدأ جميع السلاسل البروتينية بالحمض الأميني (ميثيونين) أي تبدأ الترجمة من الكودون AUG.

7- يوجد ثلاثة كودونات (UAG, UGA, UAA) من أصل 64 لا تحدد حمضاً أمينياً تسمى كودونات التوقف تنهي السلسلة الببتيدية المتشكلة.

### تركيب البروتين:

يتم التعبير عن المعلومة الوراثية التي توجد في الـ DNA على مرحلتين:

أولاً- مرحلة الإستنساخ: تتم في النواة ويتم خلالها التصنيع الحيوي لجزيئة الـ mRNA انطلاقاً من احدى سلسلتى الـ DNA (السلسلة الناسخة) في وجود أنزيم الـ RNA بوليمراز وتخضع لتكامل النكليوتيدات بين سلسلة الـ RNA والسلسلة الناسخة.

ثانياً- الترجمة للشفرة الوراثية: توافق التعبير عن المعلومة الوراثية التي يحملها الـ mRNA إلى متتالية أحماض أمينية في السيتوبلازما الخلوية.

- تُنسخ المعلومة الوراثية بشفرة خاصة: تدعى الشفرة الوراثية.

- إن وحدة الشفرة الوراثية هي ثلاثية من القواعد تدعى الكودون تُشفر لحمض أميني معين في البروتين.

- تُشفر عادة لنفس الحمض الأميني عدة كودونات ماعدا الكودونات التالية التي UAG ; UAG ; UAA لا تُشفر لأي حمض أميني وتمثل كودونات توقف القراءة.

- يُشفر الكودون AUG لحمض أميني واحد هوالميثيونين.

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

- تسمح القراءة المتزامنة لـ mRNA نفسه من طرف عدد من الريبوزومات بزيادة كمية البروتينات المصنعة.

- تتطلب مرحلة الترجمة :

- جزيئات الحمض الريبسي النووي الناقل المتخصص في تثبيت ،نقل وتقديم الأحماض الأمينية (tRNA) الموافقة
- الريبوزومات عضيات مكونة من تجمع بروتينات وحمض ريبسي نووي ريبوزومي (rRNA) وتتشكل من تحت وحدتين :

❖ تحت وحدة صغيرة : تحمل موقع قراءة ال mRNA

❖ تحت وحدة كبيرة تحمل ثلاث مواقع تحفيزية (موقع لاستقبال الحمض الأميني، الموقع البيتيدي، موقع الخروج)

- يتعرف كل tRNA على الكودون الموافق على mRNA عن طريق ثلاثة نيكليوتيدات تشكل الكودون المضاد والمكمل له (أنتي كودون).

- أنزيمات تنشيط الأحماض الأمينية وجزيئات ال ATP التي تحرر الطاقة الضرورية لهذا التنشيط.

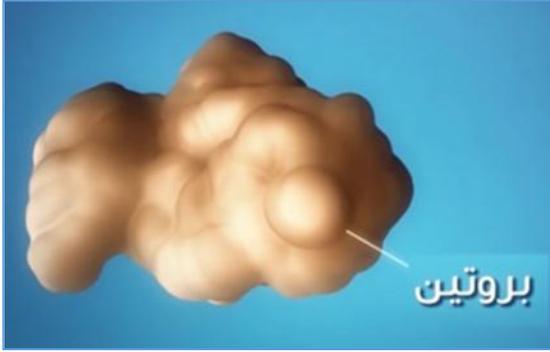
- تبدأ الترجمة دائما في مستوى الكودون AUG لا mRNA تدعى الكودون البادئ للتركيب بوضع أول حمض أميني هو الميثيونين يحمله tRNA خاص بهذه الرامزة حيث يتثبت على الريبوزوم إنها بداية الترجمة.

- ينتقل الريبوزوم بعد ذلك من كودون إلى آخر، 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 كودونات ال mRNA هذه تدعى مرحلة الاستطالة.

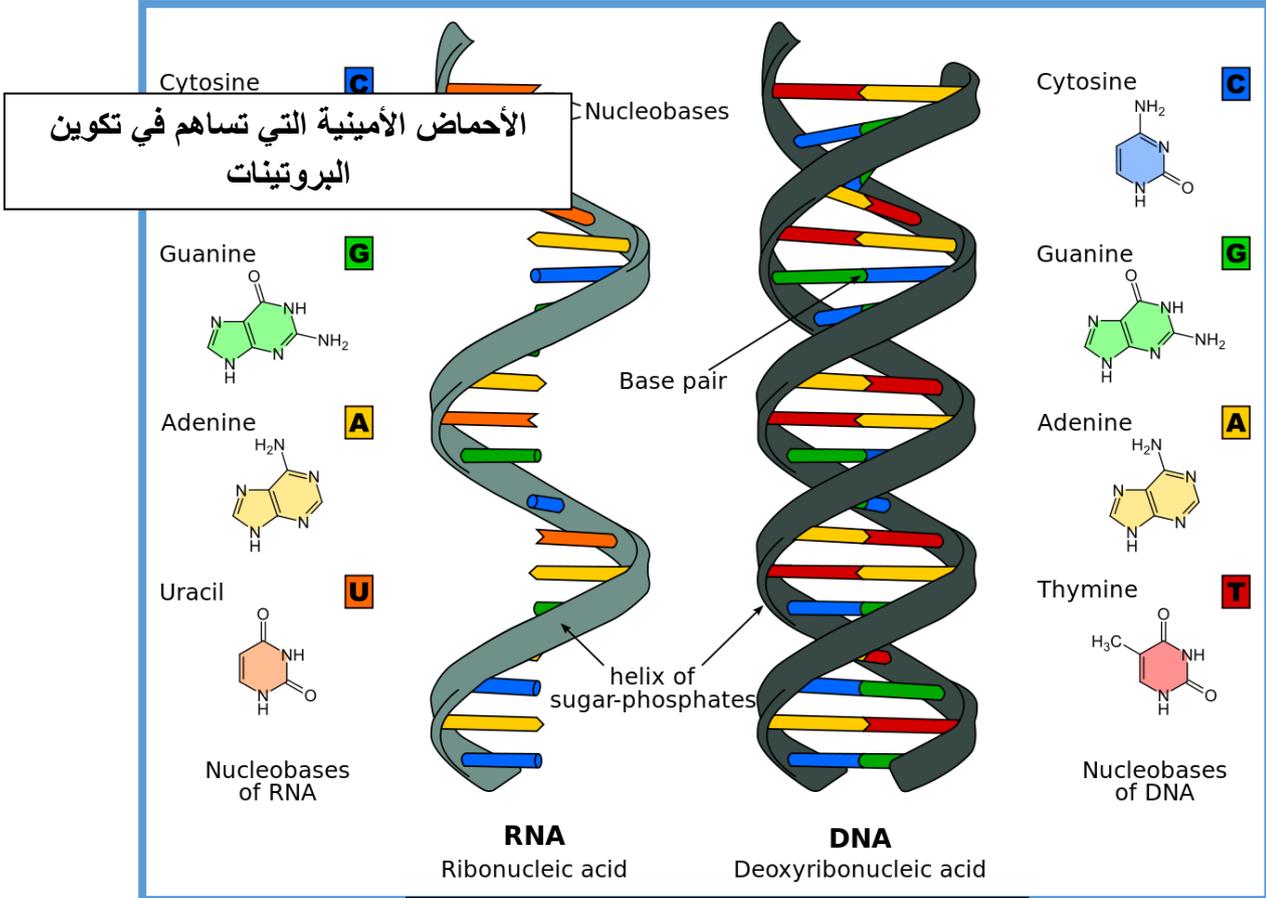
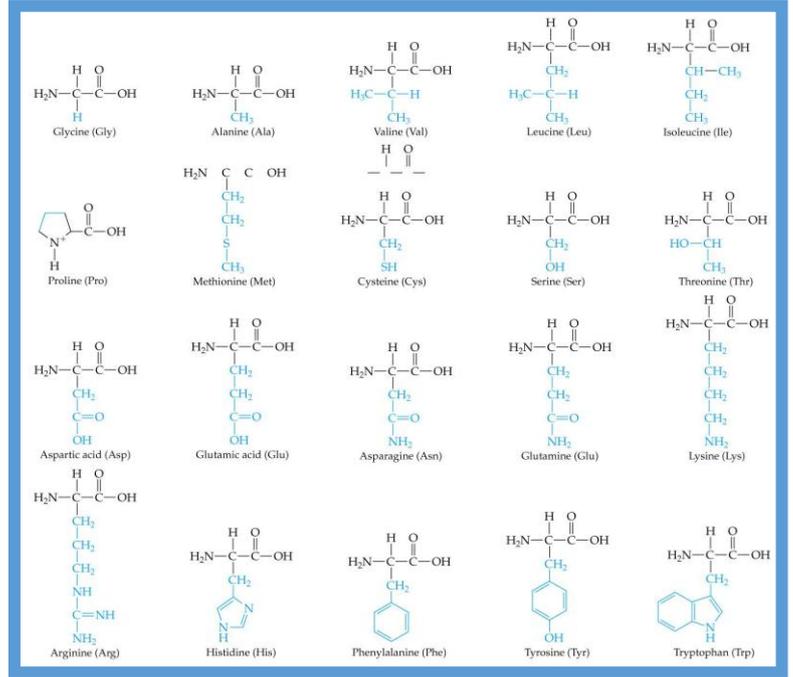
- تنتهي الترجمة بوصول موقع القراءة للريبوزوم إلى إحدى كودونات التوقف.

- ينفصل tRNA لآخر حمض أميني في موقع الخروج (Exit) ليصبح عديد الببتيد المتشكل حر ينفصل الحمض الأميني الأول الميثيونين هذه نهاية الترجمة.

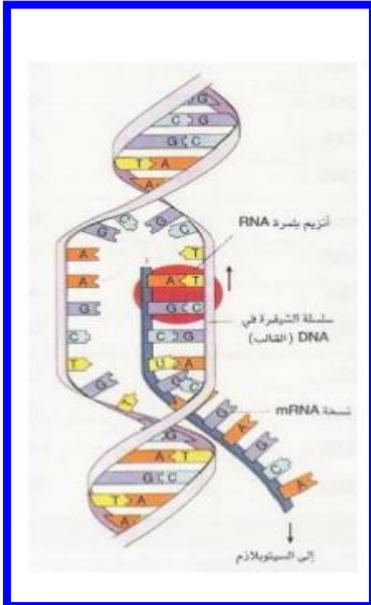
- يكتسب متعدد البيبتيدي المتشكل تلقائيا بنية ثلاثية الأبعاد ليعطي بروتينا وظيفيا.



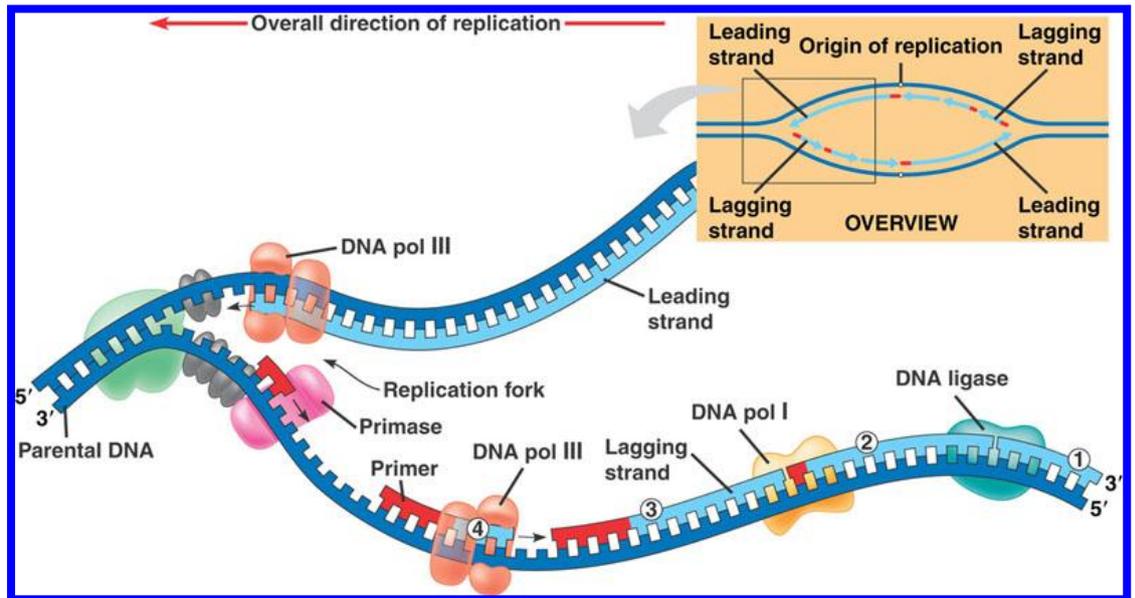
{ نهاية الجلسة }



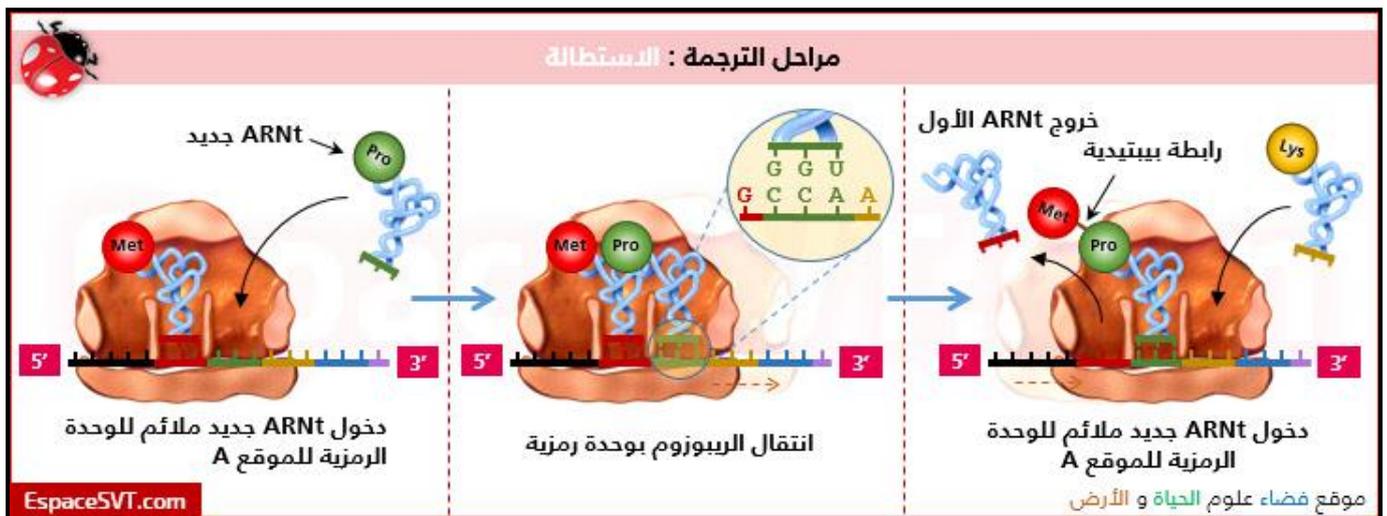
بنية الحمضين النوويين: DNA, RNA



تشكل RNA MESSENGER

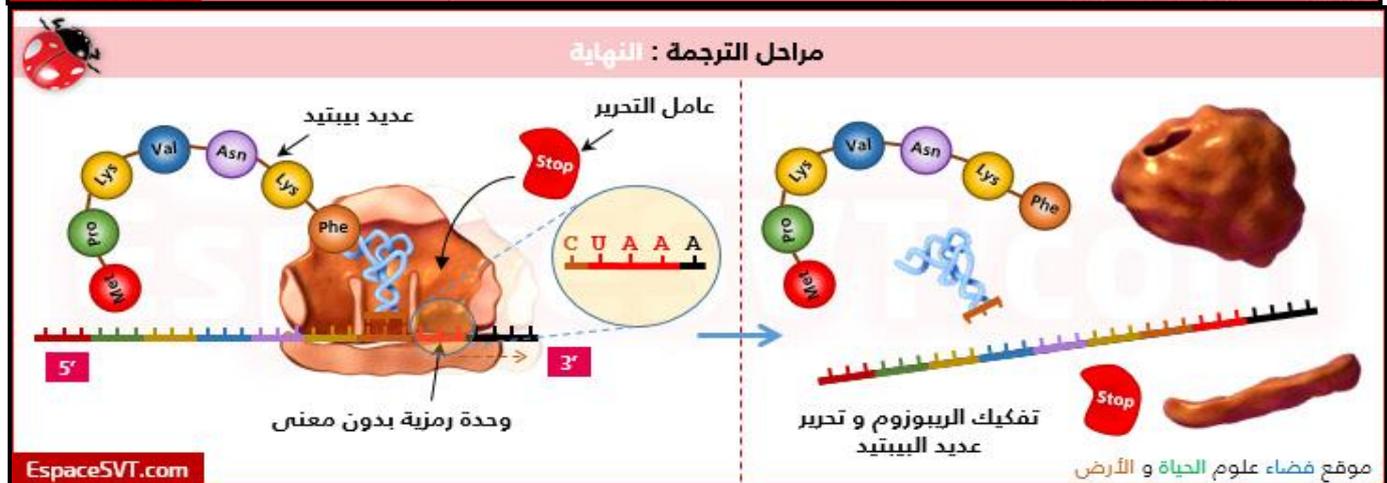


تضاعف الـ DNA



EspaceSVT.com

موقع فضاء علوم الحياة و الأرض



EspaceSVT.com

موقع فضاء علوم الحياة و الأرض

