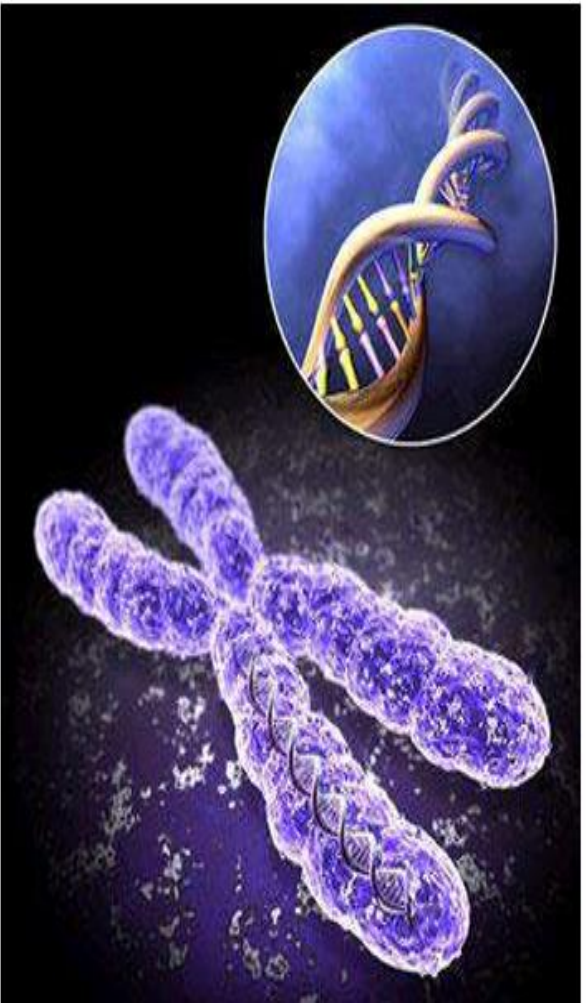
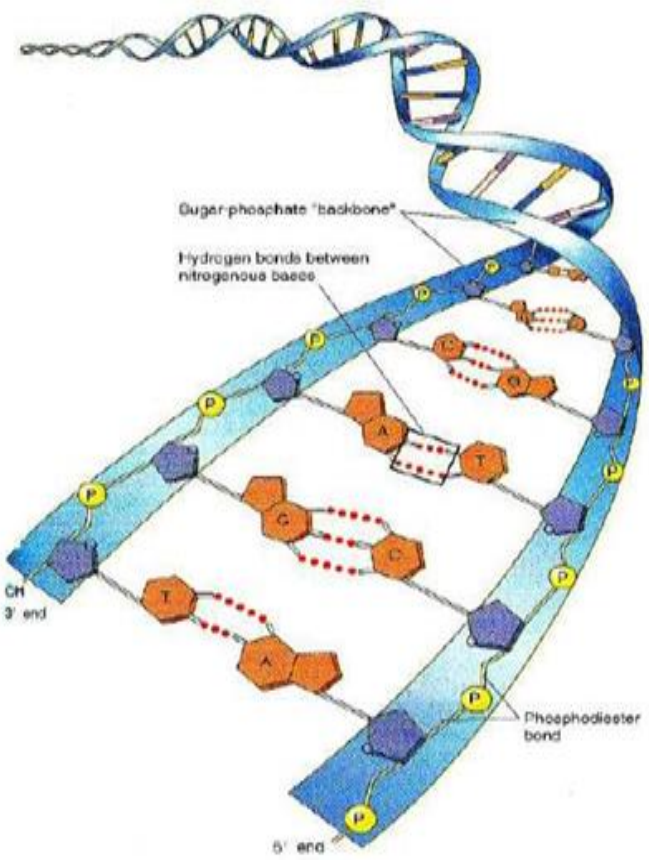
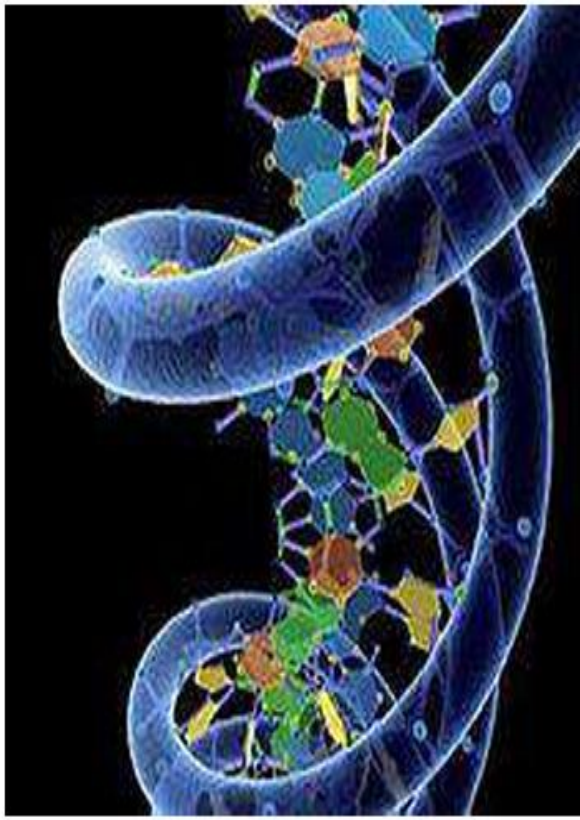
تضاعف الـ DNA و الانتساخ والترجمة وبناء البروتين



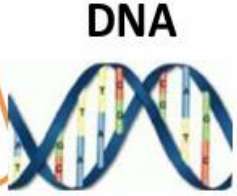




دور الـ DNA

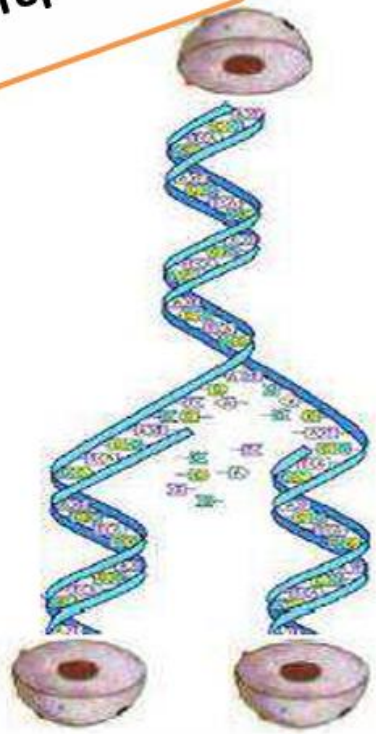
الـ DNA هي أبجدية من أربعة أحرف : A, T, C, G

البروتين (ابتداءً من عشرين حمض أميني)



الدور الأساسي للـ DNA هو مثل بروتوكول أو كتاب وصفات تبنى على أساسه جميع البروتينات الضرورية لقيام الخلية بوظائفها.

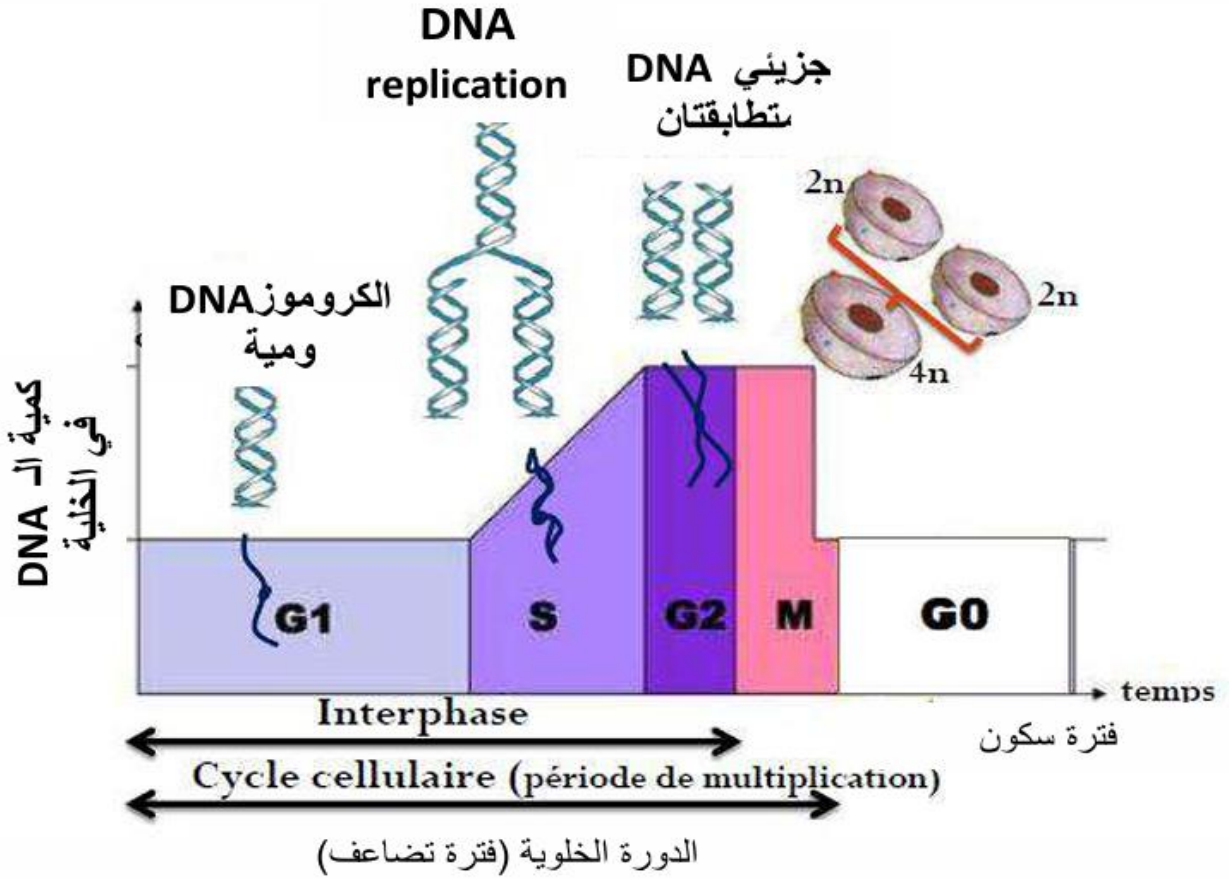
DNA replication



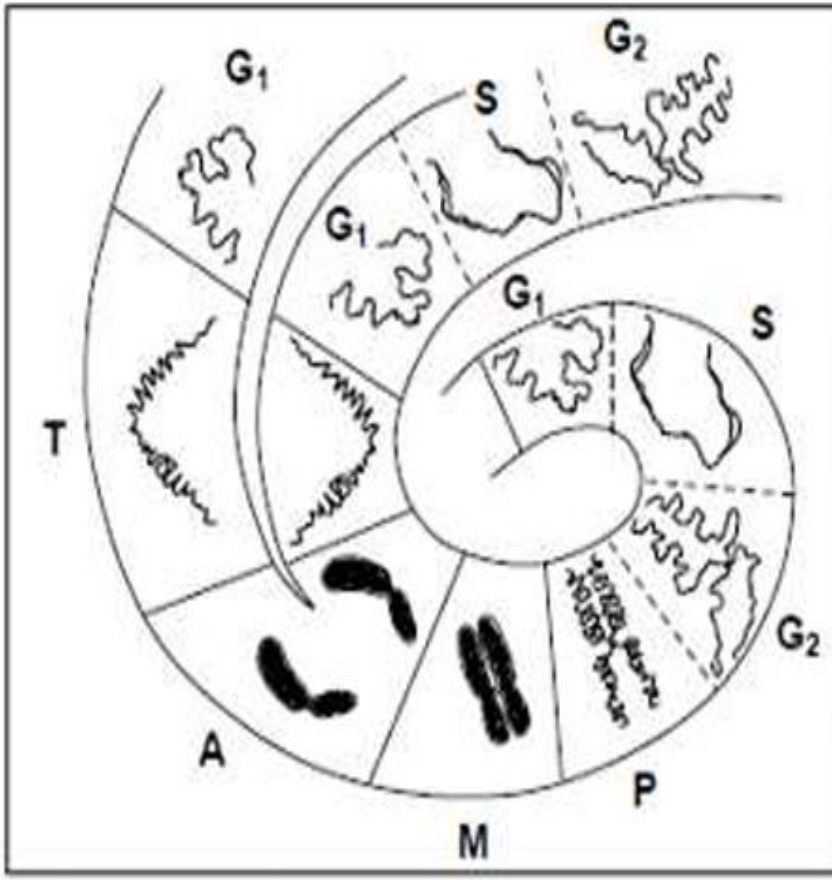
الدور الآخر المهم هو التضاعف الذاتي للـ DNA عند الانقسام الخلوي. هذا يزوّد الخلايا البنت بنفس الحقيبة الوراثية.

تضاعف الـ DNA أو DNA replication

تضاعف أو انتساخ الـ DNA : هي الظاهرة التي تسمح بالحصول على جزيئي DNA مطابقين للجزيئة الأم وتسمح بنقل المعلومات الوراثية من الخلية الأم إلى الخلايا البنت عند الانقسام الخلوي.



تضاعف الـ DNA أو DNA replication



المرحلة	شكل الصبغي
G_1 = مرحلة النمو الأولى	خيط دقيق وطويل
S = مرحلة التركيب	ظهور عيون النسخ الجزيئي
G_2 = مرحلة النمو الثانية	صبغيان دقيقان وطويلان مرتبطان ببعضهما بالجزيء المركزي
P = المرحلة التمهيدية	بداية التلولب
M = المرحلة الاستوائية	بلوغ التلولب أقصاه
A = المرحلة الانفصالية	انشطار الجزيء المركزي
T = المرحلة النهائية	العودة للطول الأصلي

تضاعف الـ DNA أو DNA replication

يتطلّب إنجاز عملية التضاعف تأمين عدد من من العوامل الضرورية التالية:

1- النيكليوتيدات ثلاثية الفوسفات منقوصة الأوكسجين (dNTP) (dATP, dCTP, dGTP, dTTP).

2- أيونات المغنيزيوم الثنائية (Mg ++) الضرورية لتنشيط العمل الإنزيمي.

3- أنزيم تضاعف الـ DNA DNA Polymerase.

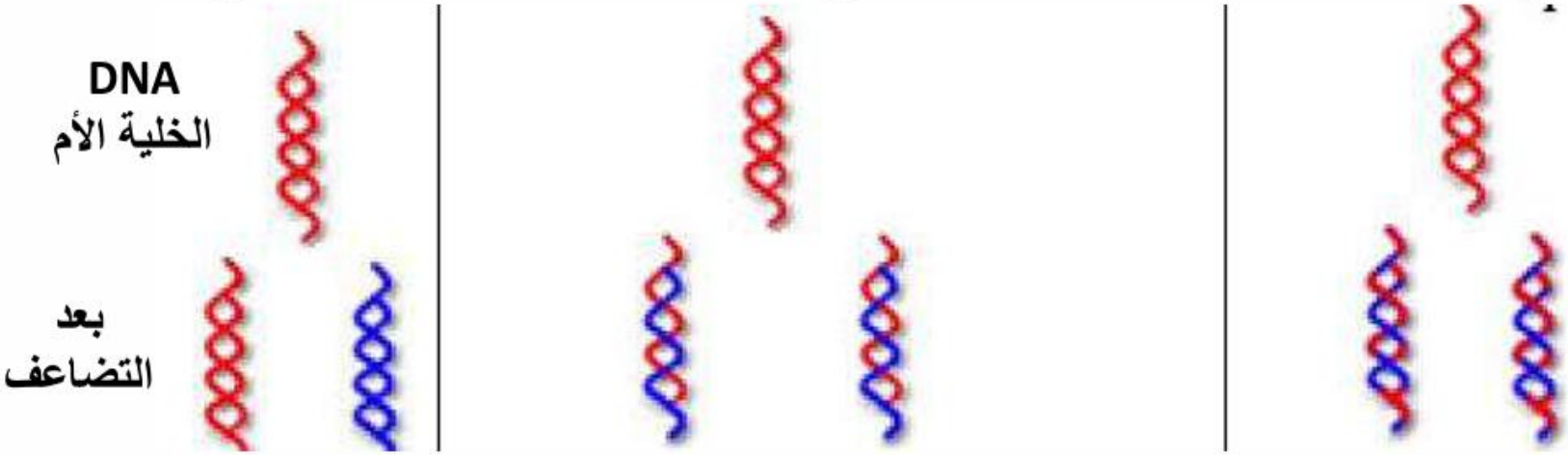
4- DNA أولي يستعمل كقالب تتم وفقاً له عملية بناء سلسلة الـ DNA المقابلة.

بتوافر هذه العناصر يمكن مضاعفة الـ DNA مخبرياً

تضاعف الـ DNA أو DNA replication

فرضيات تضاعف الـ DNA:

1- النموذج المحافظ | 2- النموذج نصف المحافظ | 3- النموذج غير المحافظ



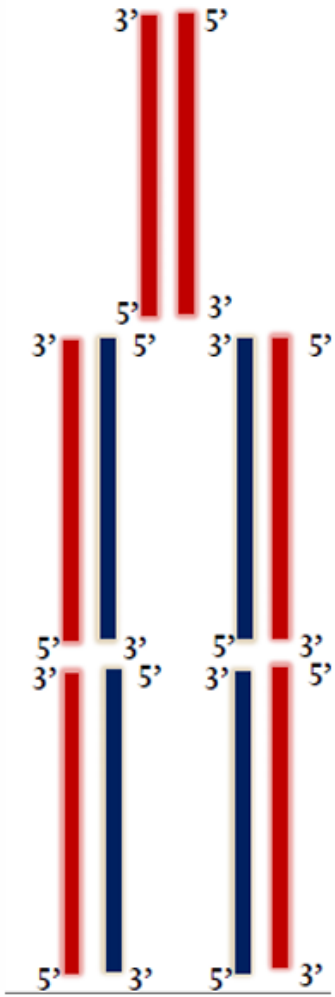
1- النموذج المحافظ: ابتداءً من DNA أم يتم الحصول على جزيء DNA جديد وجزيء DNA مطابق لـ DNA الأم.

2- النموذج نصف المحافظ: شريطي جزيء الـ DNA ينفصلان وكل شريط يخدم كقالب لبناء الشريط المكمّل، كل جزيئة جديدة بنت لا تحفظ سوى نصف جزيئة الأم.

3- النموذج غير المحافظ : النسخ البنت تنتج من قطع منفصلة بشكل متقطع على امتداد الـ DNA الأم ولايوجد أي شريط محفوظ بشكل سليم.

تضاعف الـ DNA أو DNA replication

تجربة Meslson و Stahl عام 1958 بينت أن تضاعف الـ DNA يتم وفق النموذج نصف المحافظ



اللولب المزدوج لـ DNA
ينفصل إلى شريطين أبوين

كل شريط أبوي يخدم كقالب

الشريط المحدث هو شريط
جديد مكمّل للشريط الأبوي

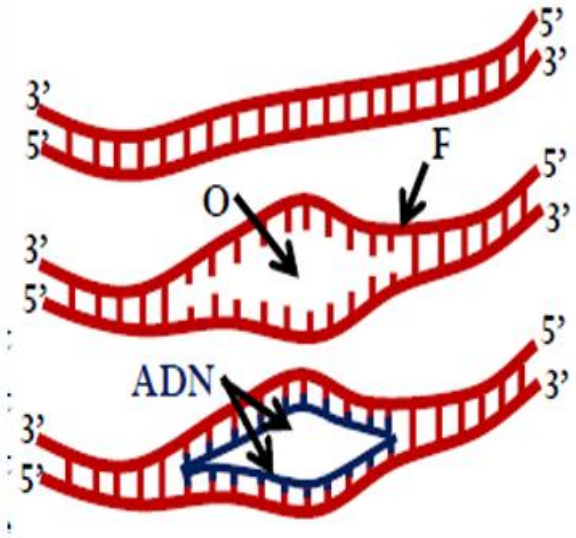
يتم تركيب الـ DNA بالاتجاه ‘5 إلى ’3

تضاعف الـ DNA ثنائي الاتجاه

التضاعف ينتج جزيئين من الـ DNA، كل جزيء يحتوي شريط أبوي وشريط ابن (جديد)

التضاعف يتضمن ثلاث مراحل رئيسية :
البدء initiation، الاستطالة elongation، الانتهاء Termination

تضاعف الـ DNA أو DNA replication



DNA مزدوجة الشريط.

O: أصل التضاعف

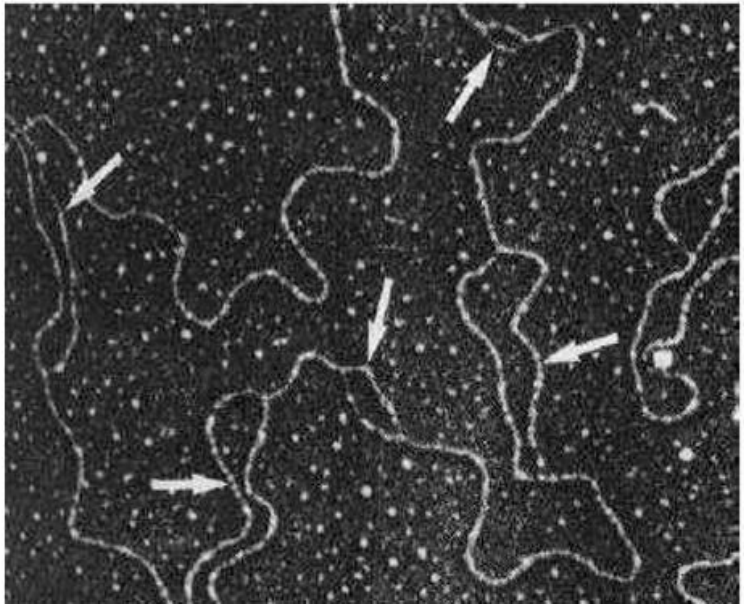
F: شوكة التضاعف

شريط DNA جديد

عين التضاعف Replication eye: هو الشكل الذي تأخذه الـ DNA عند البدء بالتضاعف.

بروتينات التضاعف Replication proteins: يلتصقون بمنطقة أصل التضاعف مما يسمح بفصل شريطي الـ DNA وظهور شوكة التضاعف.

يبدأ التضاعف بفضل عدة مناطق تسمى **أصول التضاعف** والتي هي سلاسل نيكليوتيدية متخصصة بروابط ضعيفة غنية بـ A-T.

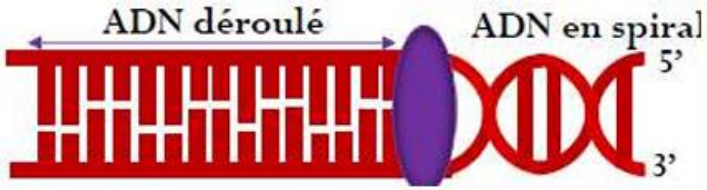


تضاعف الـ DNA أو DNA replication

1- مرحلة البدء بالتضاعف Initiation: شوكة التضاعف.

هذه المرحلة تتطلب تدخّل ريبلوزوم replisome (جسم نسخي وهو معقد بروتيني يقوم بتنفيذ تناسخ الـ DNA وهو مكون من عدة مكونات فرعية يقوم كل منها بوظيفة محددة خلال عملية النسخ).

DNA توبوإيزوميراز: إنزيمات تقوم بفك حلزنة الـ DNA لتسهيل عمل أنزيم الهيليكاز.



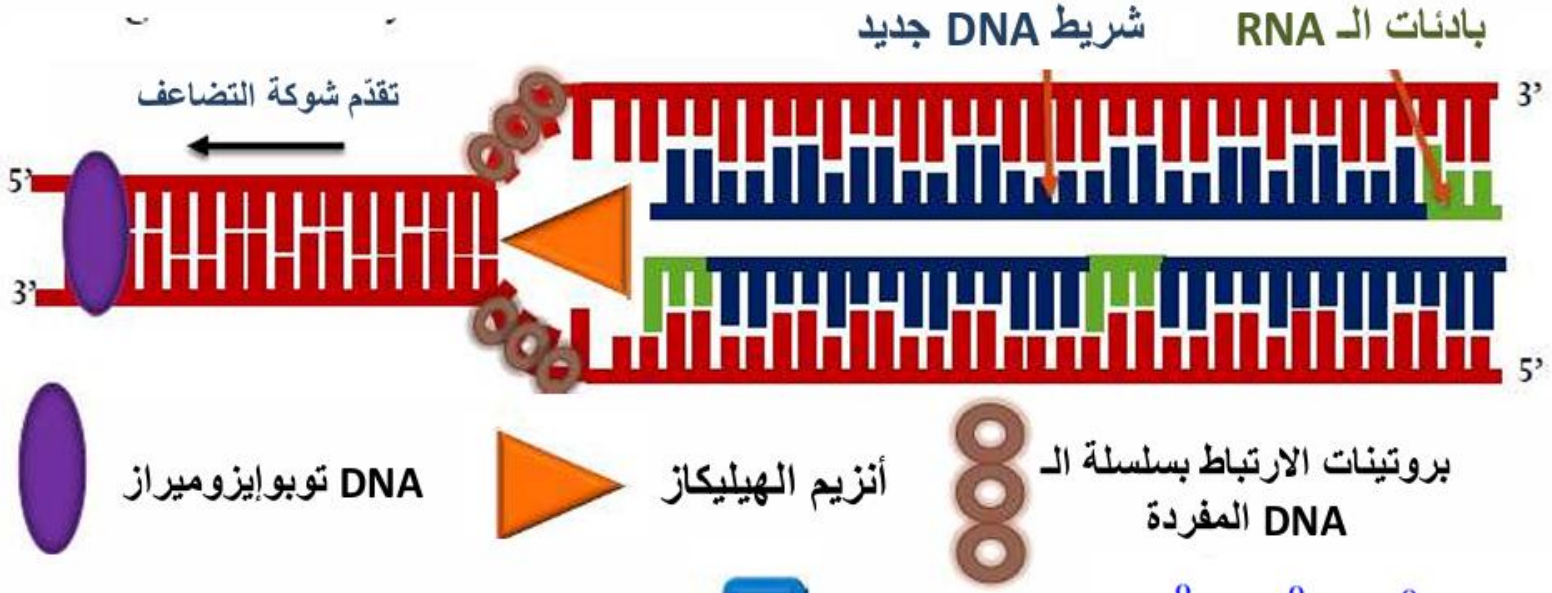
أنزيم الهيليكاز: يقوم بفصل الروابط الهيدروجينية بين شريطي الـ DNA مما يسمح بفصلهم عند نقاط أصول التضاعف.

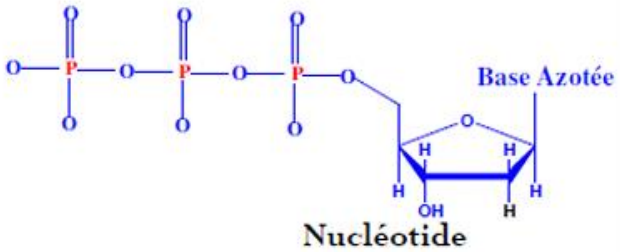
بروتينات الارتباط بسلسلة الـ DNA المفردة: ترتبط بشريط الـ DNA مفرد السلسلة وتمنع إعادة تشكيل لولب مزدوج.

يقوم أنزيم الهيليكاز بإبعاد الشريطين لزيادة مساحة عين التضاعف وتشكيل النهايات لعين التضاعف على شكل حرف Y والتي تدعى بشوكة التضاعف.

تضاعف الـ DNA أو DNA replication

2- مرحلة الاستطالة Elongationأو تركيب الـ DNA





النيكليوتيد منقوص الأوكسجين ثلاثي الفوسفات: يحمل نيكليوزيد أحادي الفوسفات بالإضافة إلى الطاقة اللازمة لربط كل نيكليوتيد بالنيكليوتيد الذى

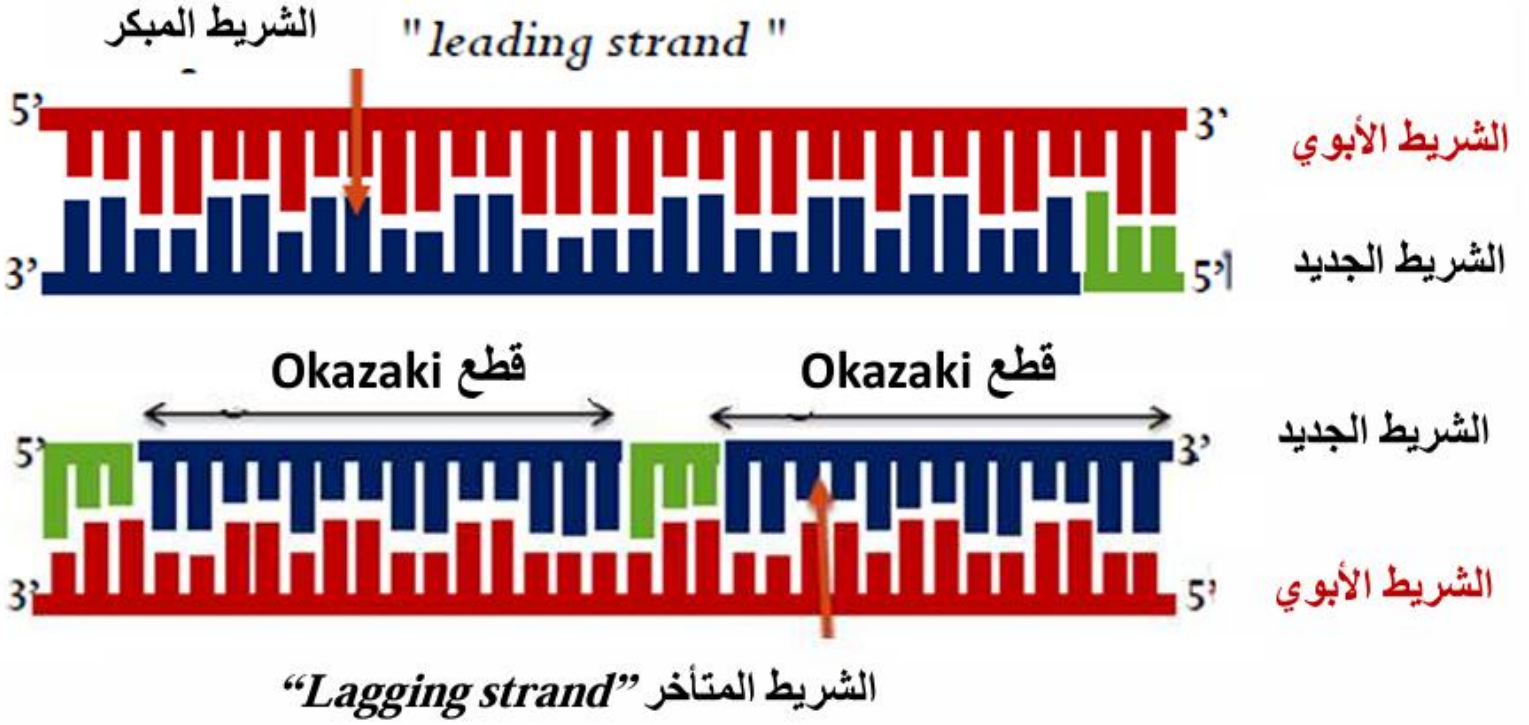
DNAبوليميراز الذي يقوم بتصنيع **شريط الـ DNA الجديد**

DNAبريماز: يقوم بتخليق **بادئات الـ RNA** التي تسمح لإنزيم البوليميراز DNA بالقيام بعمله.

تضاعف الـ DNA أو DNA replication

الشريط المباشر: هو الشريط المكمّل للشريط الأبوي المتجه من 5’ إلى 3’، يخلق بطريقة مستمرة بالاتجاه 5’ إلى 3’.

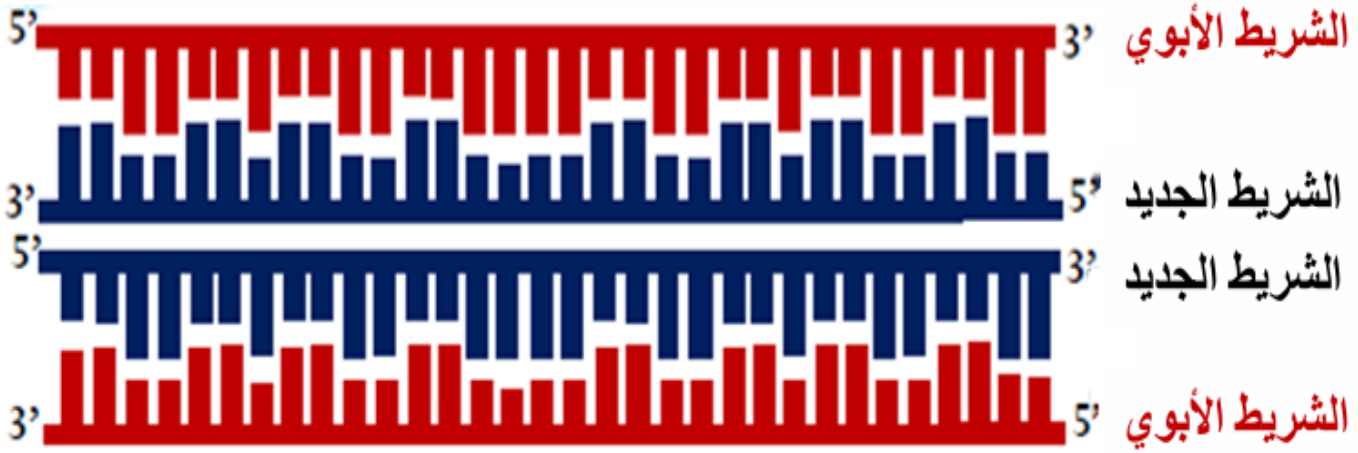
الشريط غير المباشر: هو الشريط المكمّل للشريط الأبوي المتجه من3’ إلى 5’، يخلق بطريقة متقطعة على شكل قطع Okazaki بالاتجاه 5’ إلى 3’. يتضمّن وصلات RNA-DNA.



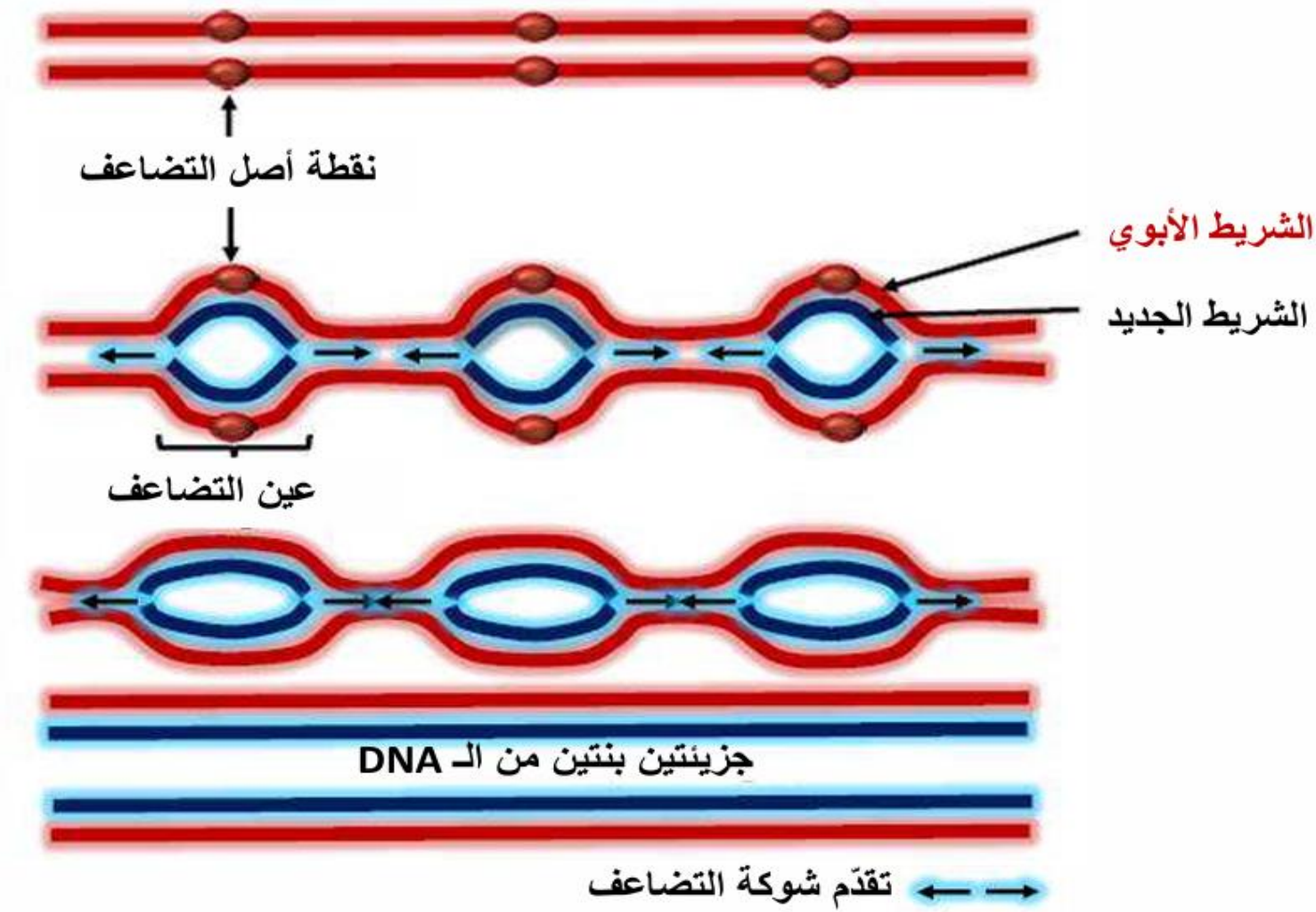
تضاعف الـ DNA أو DNA replication

DNA بوليميراز، يقوم بتركيب الـ DNA على بادئة الـ RNA

DNA ليغاز (DNA ligase) يقوم بربط قطع Okazaki بروابط فوسفاتية ثنائية الإستر



تضاعف الـ DNA أو DNA replication



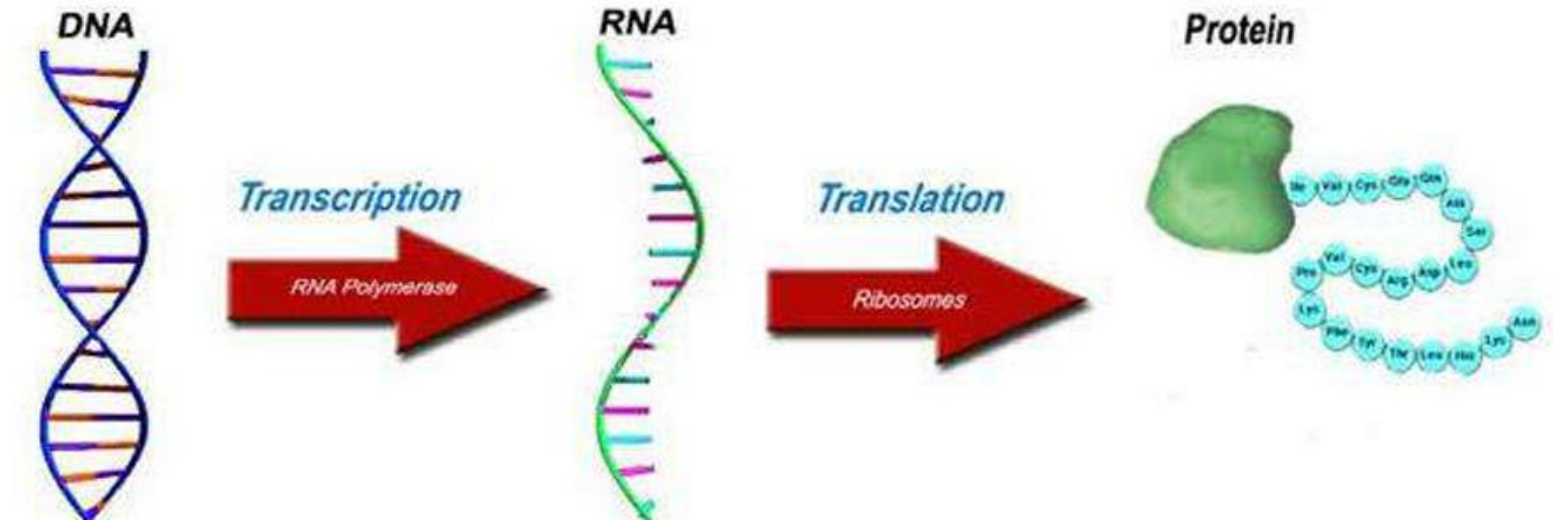
التضاعف ينتج جزيئتين من الـ DNA، كل منهما تحتوي شريط أبوي وشريط جديد

عملية بناء البروتين

يتم التعبير عن المعلومات الوراثية في DNA الخلية ببناء البروتين من خلال عمليتين متتاليتين:

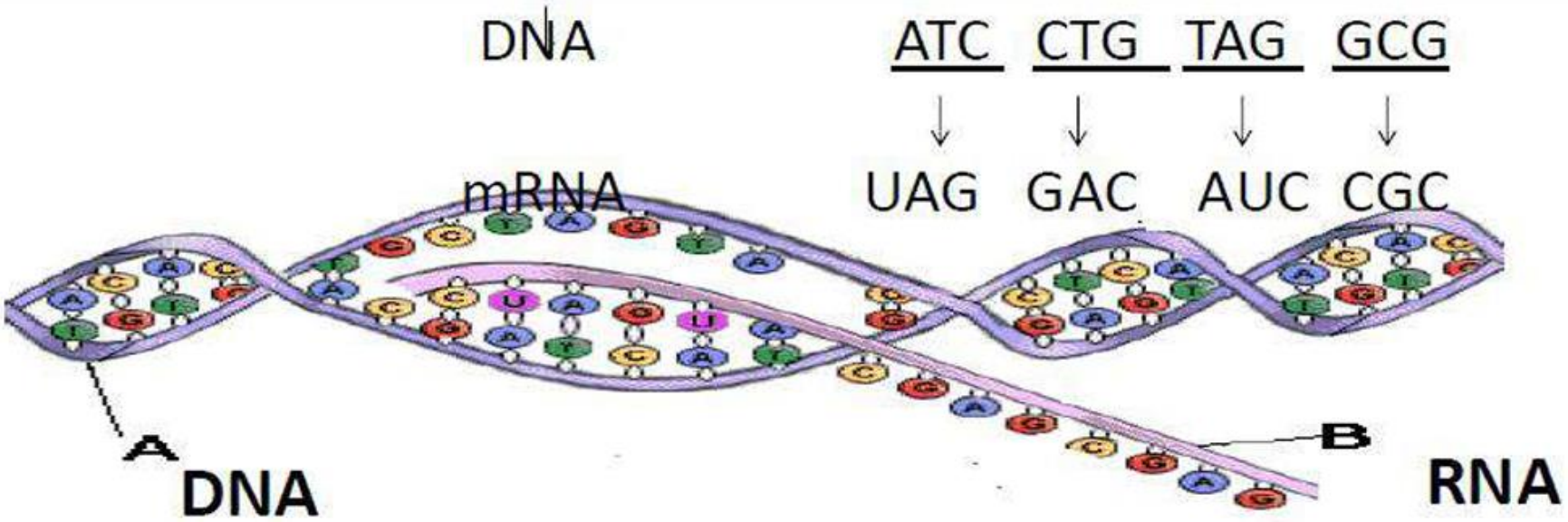
1- النسخ Transcription: في هذه العملية يتم تكوين جزيء الـ mRNA لجين معين باستخدام DNA كقالب template.

2- الترجمة Translation: وهي عبارة عن استخدام المعلومات الوراثية في الـ RNA المتكوّن (المنسوخ)، لبناء البروتين.



النسخ Transcription

النسخ: هي عملية نقل المعلومات الوراثية من الـ DNA الخاص بجين معين في النواة إلى mRNA وفقاً لقانون تزاوج القواعد، حيث يبنى جزيء RNA الخاص بجين معين من DNA كما في المثال التالي :



النسخ Transcription

تركيب جزيء RNA:

✓ يتكوّن جزيء الـ RNA من سلسلة مفردة بعكس الـ DNA، وتعتبر سلاسل الـ RNA قصيرة جداً مقارنة بجزيء الـ DNA، حيث تمثّل كل سلسلة من الـ RNA تتابعات خاصة بجين واحد فقط في حقيقية النواة Eukaryote، أو بمجموعة جينات تربطها علاقة وظيفية مشتركة وذلك في بدائية النواة Prokaryote.

✓ من المعروف وجود ثلاثة أنواع رئيسية من الـ RNA وهي الرسول mRNA والرايبوزومي rRNA والناقل tRNA ويقوم كل منهم بدور محدد في عملية الترجمة وبناء البروتين.

النسخ Transcription

بناء جزيء RNA على قالب الـ DNA:

✓ الإنزيم المسؤول عن بناء جزيء الـ RNA هو RNA polymerase يعمل على ربط الريبونيكليوتيدات ببعضها من خلال تكوين روابط فوسفاتية ثنائية الاستر بينها.

✓ هذا الإنزيم لا يمكن أن يعمل إلا في وجود قالب من الـDNA في صورة سلاسل مفردة.

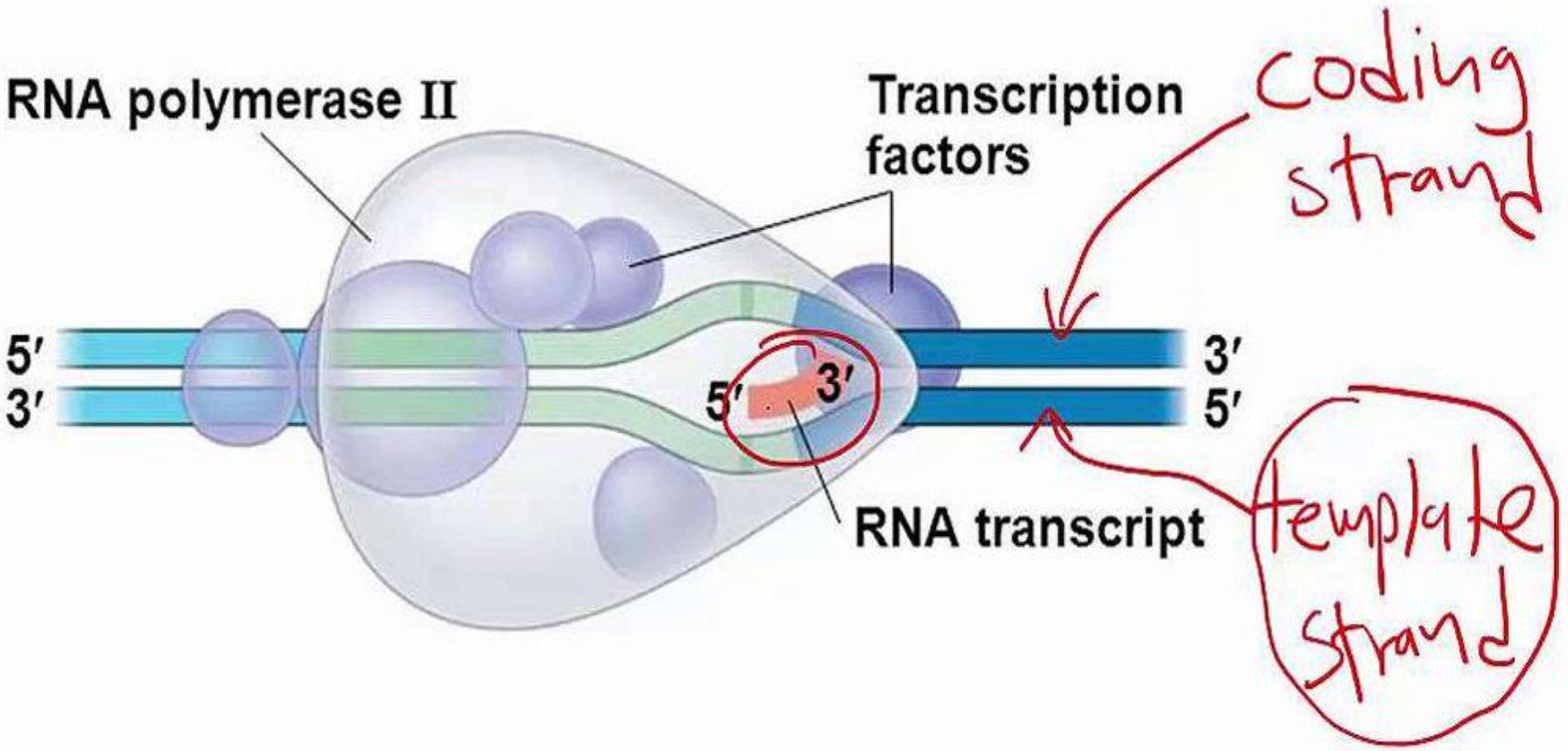
✓ يتم اختيار سلسلة واحدة دائما من الـ DNA للعمل كقالب للبناء.

✓ يكون اتجاه البناء دائماً 5'←——3'.

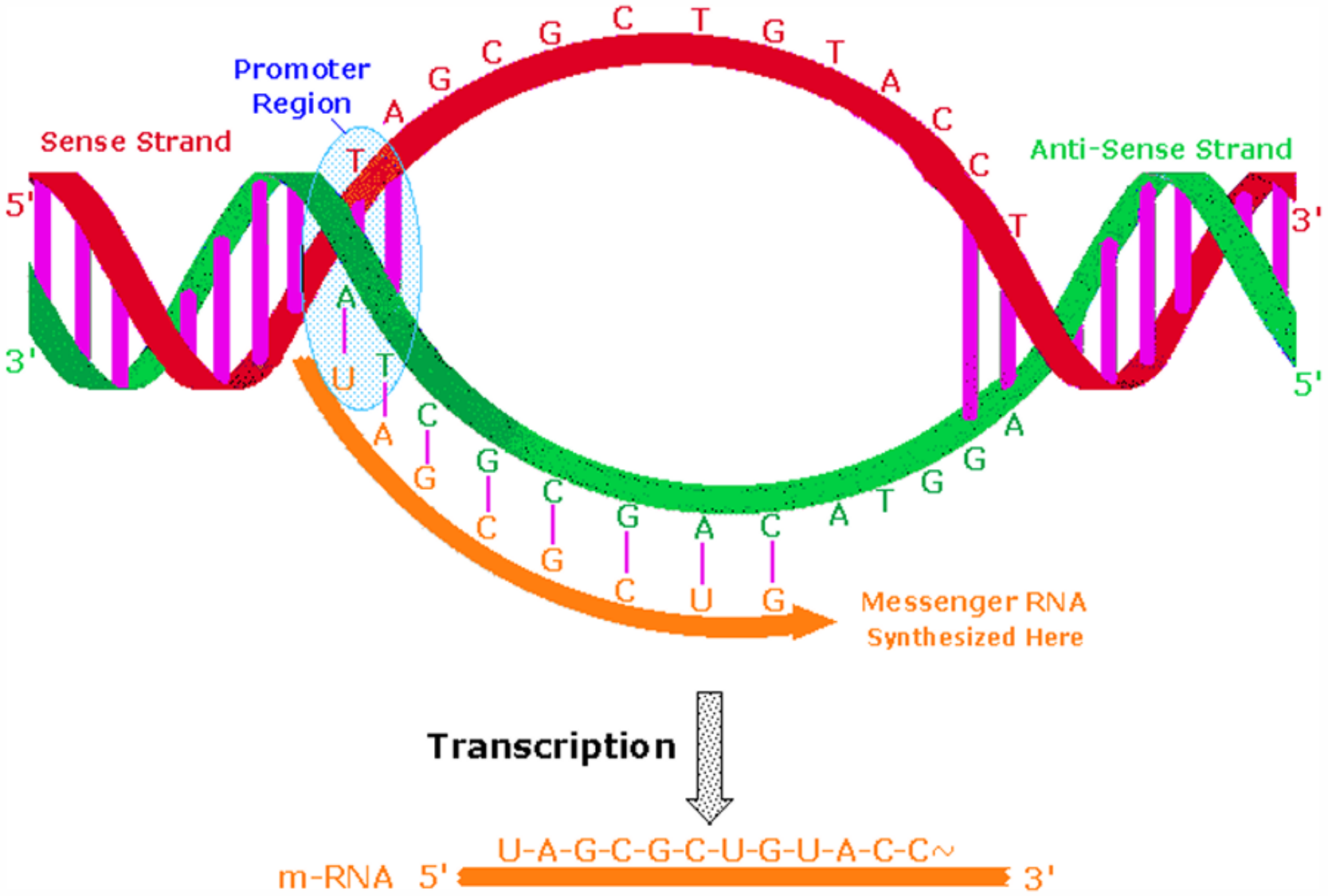
✓ لا يتطلب عمل إنزيم بوليميراز الـ RNA وجود بادئات الـ DNA كما أن عملية النسخ لا تحتاج إلى إنزيم Ligase.

Transcription النسخ

بناء جزيء RNA على قالب الـ DNA:



Transcription النسخ



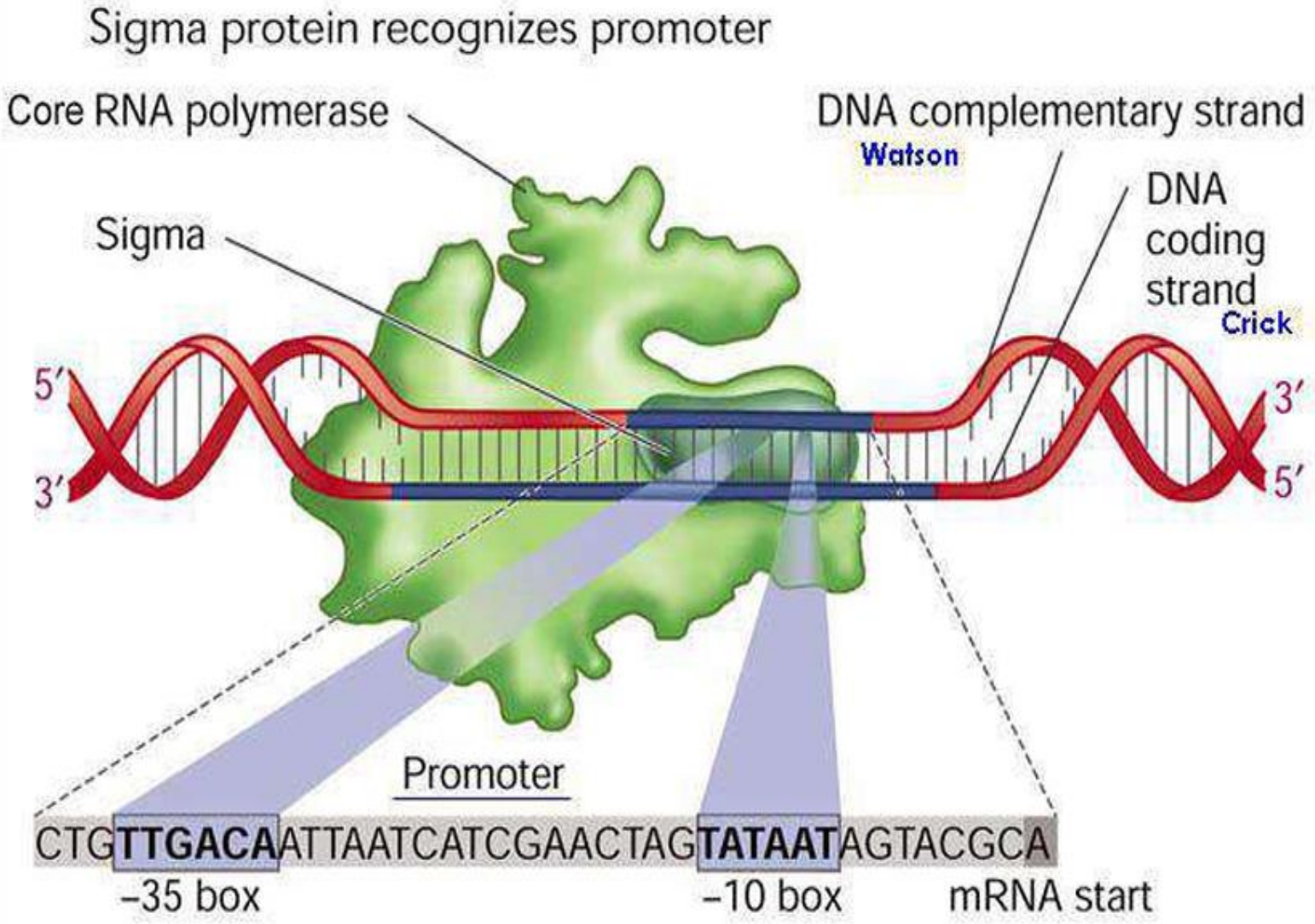
النسخ Transcription

دور البروموتور Promoter في عملية النسخ:

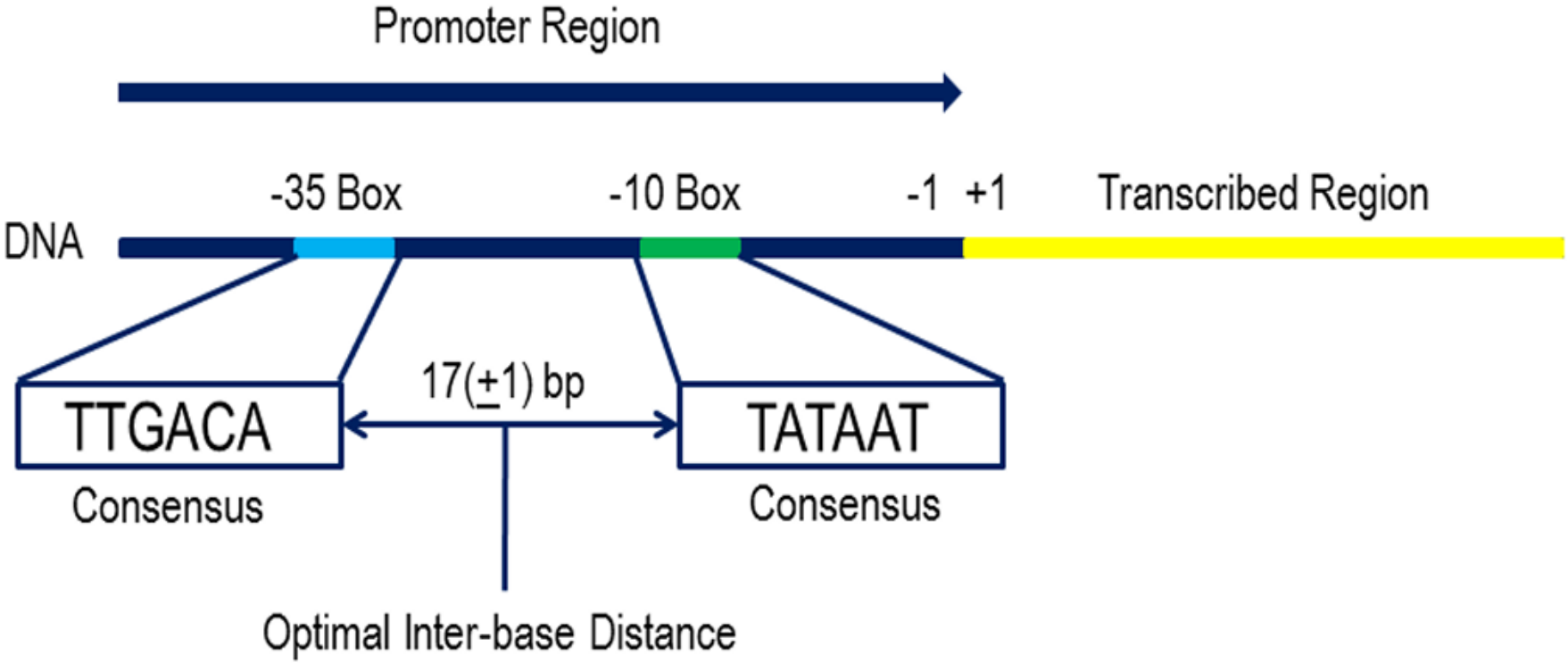
✓ تبدأ عملية النسخ عندما يتحد إنزيم بلمرة الـ RNA بالـ DNA في موقع يطلق عليه البروموتر Promoter site وهو تتابعات نيكليوتيدية تسبق الجين.

✓ البروموتر يكون حرّ 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 أو المورثة.

دور البروموتور Promoter في عملية النسخ:



Transcription النسخ



منطقة البروموتر في الجين

النسخ Transcription

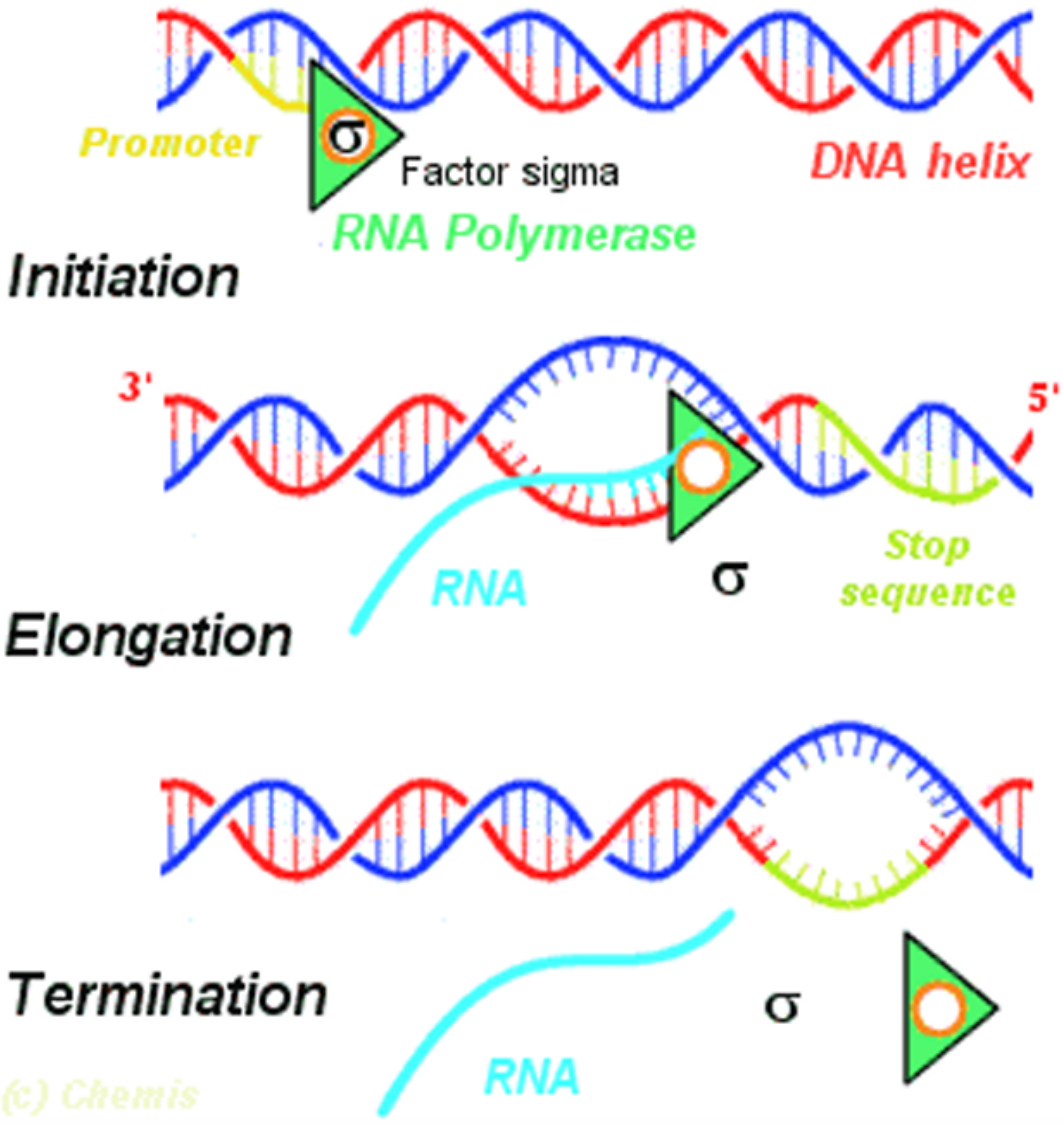
يتطلب النسخ وجود كل من:

1- الريبونيوكليوتيدات الأربع A, U, C, G.

2- أنزيم بناء الـ RNA (RNA polymerase).

3- خيط الـ DNA مفرد السلسلة وتكون منطقة البروموتر حرة وقابلة للارتباط مع إنزيم البلمرة.

Transcription النسخ



مراحل عملية النسخ:

1- الابتداء Initiation.

2- الاستطالة Elongation.

3- النهاية Termination.

النسخ Transcription

مراحل عملية النسخ:

1- الابتداء Initiation:

- يتعرّف إنزيم الـ RNA بوليميراز على تتابعات البروموتر ويرتبط بها لتبدأ عملية النسخ.

- تتدخل عدة بروتينات في تسهيل ارتباط إنزيم الـ RNA بوليميراز بالبروموتر، يطلق عليها **عوامل النسخ Transcription factors**.

- بعد عملية الاتصال بالبروموتر promoter site، فإنّ إنزيم الـ RNA plymerase يبدأ ببناء mRNA بإضافة النيكليوتيدات الحرة ابتداءً من النيوكليوتيد الأول في الجين أو المورثة (رقم +1).