الاسم : ....

الصف : الثاني عشر – المسار الاكاديمي

المادة : العلوم الحياتية (رقم 7)

الوحدة الأولى :دورة الخلية / الدرس الثالث

معلمة المادة : هبة سوداح

الدرس الثالث : تضاعف DNA والتعبير الجيني

- يمتاز جزيء DNA بقدرته على التضاعف، وتعد المعلومات التي يحملها جزيء DNA هي الأساس في عملية تصنيع البروتين داخل الخلايا كما تحدث عملية التعبير الجيني في الخلية وهي تختلف من خلية لاخرى تبعاً لاختلاف الأنشطة والوظائف التي تقوم بها الخلية .

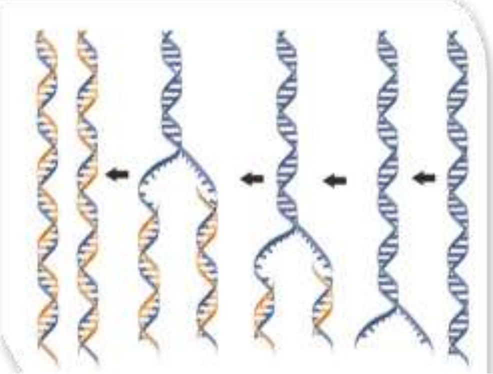
- درست سابقاً ان الخلية تمر بطور التضاعف (S) في اثناء المرحلة البينية من دورة الخلية وفي هذا الطور تحدث عملية تضاعف DNA والتي تنظمها انزيمات عدة .

- تضاعف DNA هي عملية تنظمها انزيمات عدة، ويتم فيها انتاج نسختان متماثلتان من DNA لكل جزيء DNA تحدص له هذه العملية .

- التضاعف شبه المحافظ : تضاعف جزيء DNA ، بحيث يحوي كل جزيء ناتج من التضاعف سلسلتين احداهما من DNA الأصل(سلسلة اصلية) والأخرى جديدة ومكملة لها تحمل التعليمات الوراثية كاملة .

- علل / لماذا يطلق على عملية تضاعف DNA اسم التضاعف شبه المحافظ لأن احدى السلسلتين محفوظة (السلسلة الاصلية) والأخرى سلسلة جديدة ومكملة لها .

- أهمية تضاعف DNA : احتواء كل من الخلايا الناتجة من الانقسام الخلوي DNA الذي يحمل التعليمات الوراثية كاملة بالرغم من حدوث عملية الانقسام .



- اقترح العالمان مسلسون وستال نموذجاً لكيفية تضاعف DNA استناداً الى
  أ . اكتشاف تركيب DNA على ايدي العالمين واتسون وكريك
  ب . النتائج العملية التي تواصل اليها علماء اخرون في هذا المجال .

- الية تضاعف DNA (خطوات التضاعف) :

1. تبدأ العملية بأنفصال سلسلتي (DNA) المتقابلتين، اذ تتحطم الروابط الهيدروجينية بين النيوكليوتيدات المتقابلة في السلسلتين بفعل انزيم (الهليكيز) الذي يحتاج الى طاقة لاتمام هذه العملية .

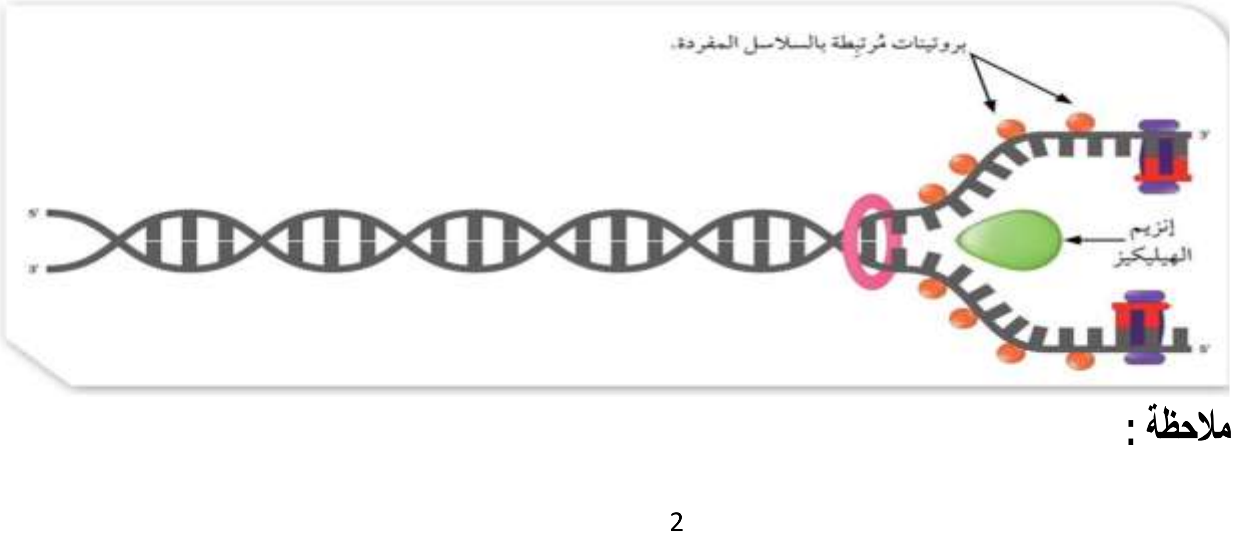
2. ينتج من هذه العملية سلسلتان مفردتان ترتبط كل منهما ببروتينات خاصة تسمى البروتينات المرتبطة بالسلاسل المفردة (SSBP) والتي تكمن أهميتها بأنها تمنع عودة ارتباط السلسلتين احداهما بالاخرى، وتعد كل سلسلة مفردة تمثل قالباً لبناء سلسلة جديدة .

3. يعمل انزيم باديء RNA primase) (RNA بأضافة قطعة صغيرة من RNA تتكون من(5 -10) نيوكليوتيدات وتسمى سلسلة البدء وتكون الإضافة لكل سلسلة من سلسلتي DNA المكملتين لتوفير نهاية 3- حرة .

علل/ لماذا يبدأ انزيم باديء RNA بإضافة القطع الصغيرة من RNA ؟
لان الانزيمات المسؤولة عن تضاعف DNA غير قادرة على بدء هذه العملية ولتوفير نهاية 3- حرة .

4. يبدأ انزيم بلمرة DNA (DNA polymerase) بإضافة نيوكليوتيدات مكملة لنيوكليوتيدات السلسلة القالب (بناء السلسلة الرائدة) .

ملاحظة : يكون بناء سلسلة DNA المكملة (الجديدة) دائماً متجهاً من 5 ⟵ 3
فينتج سلسلة متصلة تسمى السلسلة الرائدة (Leading Steand) وتكون مكملة لاحدى سلسلتي القالب .



ملاحظة :

اذا حدثت طفرة في البروتينات المرتبطة بالسلاسل المفردة ومنعتها من الارتباط بسلسلة DNA المفردة فهذا سيؤدي الى فشل عمل انزيم هيليكيز وستعود السلسلتان المنفصلتان للارتباط مرة أخرى وعدم استكمال مرحلة التضاعف .

ملاحظة :
يستطيع انزيم بلمرة DNA بناء السلسلة في اتجاه معاكس أي من (3 - ← -5) لذلك فان بناء السلسلة المكملة للسلسلة القالب الأخرى يكون مختلفاً .

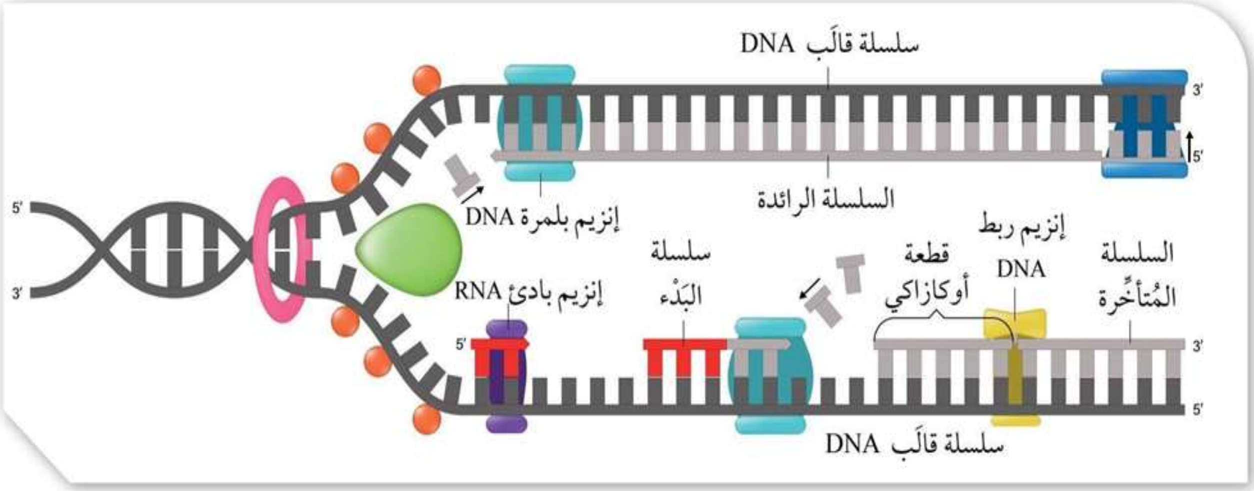
5. يتم بناء السلسلة الاخرى المكملة من (-5 ← -3) وذلك باضافة قطع غير متصلة من النيوكليوتيدات مكملة للسلسلة الاصلية تسمى (قطع اوكازاكي) نسبة الى العالم الذي اكتشفها بواسطة انزيم بلمرة DNA وتسمى السلسلة المتاخرة (lagging strand) .

ملاحظة :
تحتاج عملية بناء السلسلة المتأخرة الى اكثر من سلسلة بدء اذ تضاف سلسلة بدء جديدة في كل مرة يفصل فيها انزيم هليكيز جزء من سلسلتي DNA الاصليتيين ليستأنف انزيم بلمرة DNA عملية بناء قطع اوكازاكي من (-5 ← -3)

6. تضاف سلسلة بدء جديدة في كل مرة يفصل فيها انزيم هيليكيز جزءاً من سلسلتي DNA الاصليتين ليستأنف انزيم بلمرة DNA عملية بناء قطع اوكازاكي من (-5 ← -3)

7. بعد ذلك تزال سلاسل البدء وتوضع نيوكليوتيدات DNA مكانها ثم يتم ربط قطع اوكازاكي باستعمال انزيم ربط DNA (DNA ligase) والذي يربط قطعتا اوكازاكي متجاورتين عن طريق تكون روابط فوسفاتية ثنائية الاستر .

8. بعد انتهاء بناء السلسلة الرائدة والمتأخرة ينتج جزيئا DNA متماثلان يتكون كل منهما من سلسلة اصلية وأخرى جديدة مكملة لها .



ما أهمية تكون قطع اوكازاكي : لأن انزيم بلمرة DNA لا يستطيع بناء سلسلة مكملة جديدة في اتجاه معاكس أي من (ˉ3 ← ˉ5) لذلك يستخدم قطع اوكازاكي باتجاه من (ˉ5 ← ˉ3) بعد اضافة سلاسل البدء في كل مرة .

*** لماذا تبنى احد سلسلتي DNA على شكل قطع غير متصلة ؟**

لان انزيم بلمرة DNA لا يستطيع البناء من (ˉ3 ← ˉ5) ويحتاج الى اضافة سلسلة بدء في كل مرة يفصل فيها انزيم هليكيز السلسلتين

ولضمان استئناف عمل انزيم بلمرة DNA في بناء قطع اوكازاكي باتجاه من (ˉ5 ← ˉ3) في السلسلة المتأخرة .

- **قطع اوكازاكي : هي قطع من النيوكليوتيدات غير متصلة وسميت نسبة الى العالم الذي اكتشفها ويستخدم انزيم بلمرة DNA في بناء قطع اوكازاكي في السلسلة المتأخرة اثناء تضاعف DNA .**

- **انزيم ربط DNA : انزيم يربط قطع DNA بأخرى مجاورة لها عن طريق تكوين روابط فوسفاتية ثنائية الاستر بين النيوكليوتيدات وهو الانزيم ايضاً الذي يربط قطع اوكازاكي مع بعضها البعض .**

- **انزيم بلمرة DNA : اضافة نيوكليوتيدات حرة وربطها مع بعضها البعض .**

وجه المقارنة	السلسلة الرائدة	السلسلة المتأخرة
اتجاه البناء	$3^{-} \leftarrow 5^{-}$	$3^{-} \leftarrow 5^{-}$
اتجاه السلسلة القالب	$5^{-} \leftarrow 3^{-}$	$3^{-} \leftarrow 5^{-}$
سبب التسمية	يتم بناءها مباشرة استمرار البناء على شكل متواصل	يتم بناءها بعد كل مرة يعمل فيها انزيم هيليكيز ويتم البناء على شكل غير متواصل (متقطع)
استخدام قطع اوكازاكي	لا تستخدم	تستخدم
الانزيمات التي تبني السلسلة	انزيم بادي RNA مرة واحدة انزيم بلمرة DNA بإضافة نيوكليوتيدات حرة	انزيم بادي RNA اكثر من مرة انزيم بلمرة DNA بإضافة قطع اوكازاكي انزيم ربط DNA اكثرمن مرة لربط قطع اوكازاكي مع بعضها البعض
عدد سلاسل البدء	سلسلة واحدة اول مرة فقط	اكثر من سلسلة بدء بحيث تضاف سلسلة بدء جديدة في كل مرة يفصل فيها انزيم هيليكيز سلسلتي DNA
الحاجة لانزيم ربط DNA اكثر من مرة	لا يحتاج	يحتاج

- **اسباب اختلالات DNA :**

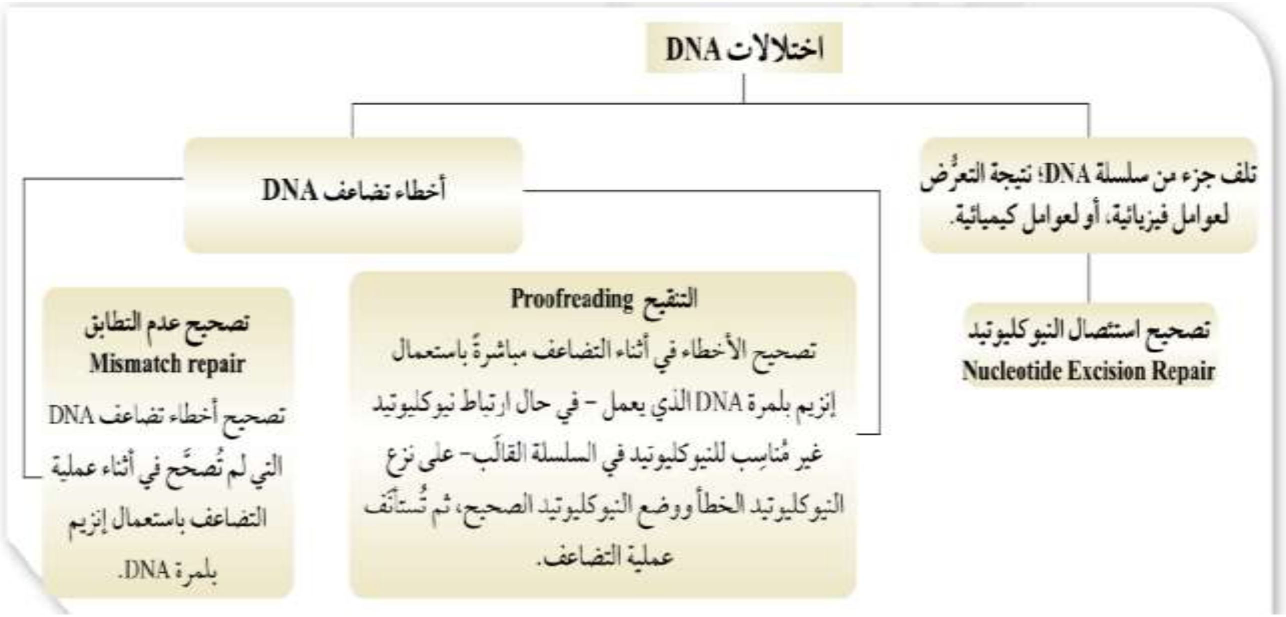
1. تلف جزء من سلسلة DNA نتيجة التعرض لعوامل :

- **عوامل فيزيائية مثل : الاشعة السينية (X) ، الاشعة فوق البنفسجية (UV)**
- **عوامل كيميائية ضارة مثل : سموم بعض الفطريات ، التبغ.**

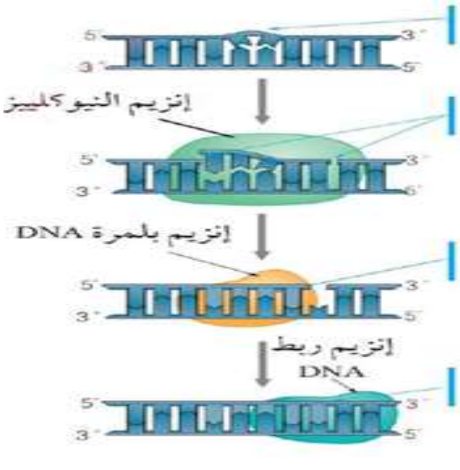
ويتم تصحيحها بالية تسمى تصحيح استئصال النيوكليوتيد .

2. اخطاء تضاعف DNA : وتحدث نتيجة ارتباط نيوكليوتيد غير مناسب للنيوكليوتيد في السلسلة القالب ويتم التصحيح بإحدى الطريقتين (التنقيح ، تصحيح عدم التطابق) .

وهناك اليات عديدة تستخدمها الخلية في تصحيح اختلالات تضاعف DNA .



- **خطوات تصحيح استئصال النيوكليوتيد : الشكل ص 93 كتاب الطالب**

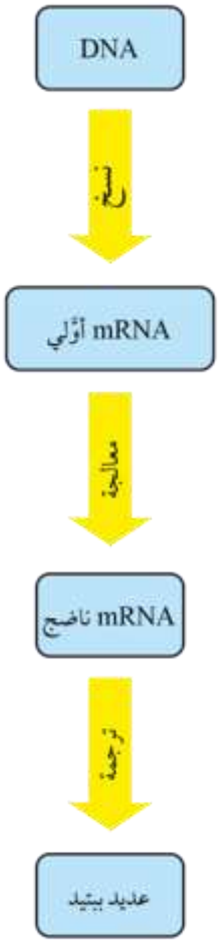


- سؤال : الانزيمات التي تعمل على سد الفجوات الناتجة عن قطع الجزء التالف من سلسلة DNA ؟
  1. انزيم بلمرة DNA 2. انزيم ربط DNA

الانزيم الوظيفة	انزيم بادىء RNA	انزيم بلمرة DNA	انزيم ربط DNA	انزيم هيليكيز	انزيم نيوكلييز
الوظيفة	إضافة قطع صغيرة من RNA(سلاسل البدء) الى كل سلسلة من سلسلتي DNA المكملتين اثناء تضاعف DNA	1 - إضافة نيوكليوتيدات حرة في السلسلة الرائدة مكملة للسلسلة الاصلية اثناء تضاعف DNA 2 – بناء قطع اوكازاكي واضافتها في السلسلة المتأخرة اثناء تضاعف DNA 3 – تصحيح أخطاء تضاعف DNA (التنقيح ، تصحيح عدم التطابق) 4 – يستخدم في سد الفجوات اثناء تصحيح استئصال النيوكليوتيد	1 - العمل على ربط قطع DNA بأخرى عن طريق تكوين روابط فوسفاتية ثنائية الاستر 2 – ربط قطع اوكازاكي متجاورة بعضها ببعض . 3 – يستخدم في سد الفجوات اثناء تصحيح استئصال النيوكليوتيد	تحطيم الروابط الهيدروجينية بين السلسلتين المتقابلتين لفصلهما عن بعضهما البعض اثناء تضاعف DNA وتحتاج الى طاقة	قطع الجزء التالف من سلسلة DNA اثناء تصحيح اختلال DNA (تصحيح استئصال النيوكليوتيد)

- **تصنيع البروتين :**

ينظم DNA أنشطة الخلية وعملياتها الحيوية وذلك لانه يحمل التعليمات الوراثية اللازمة لتصنيع البروتينات على صورة نيوكليوتيدات وفق تسلسل معين وتسمى هذه التعليمات الشيفرة الوراثية بحيث تؤدي البروتينات أدوار مهمة في اجسام الكائنات الحية وفي الخلايا المكونة لها إضافة الى دورها في تنظيم دورة الخلية .



الشكل (27): مراحل تصنيع البروتينات.

- **تمر عملية تصنيع البروتين بمرحلتين رئيسيتين هما :**
  1. **النسخ**
  2. **الترجمة**

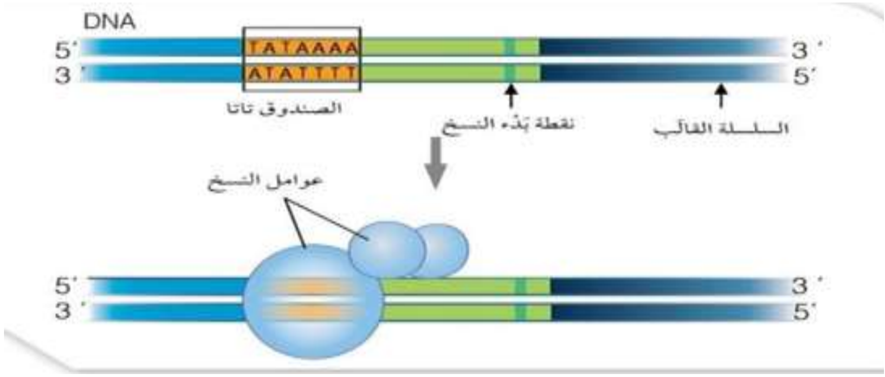
  ويوجد بينهما مرحلة يعالج فيها الحمض النووي RNA

- **<u>النسخ :</u>**

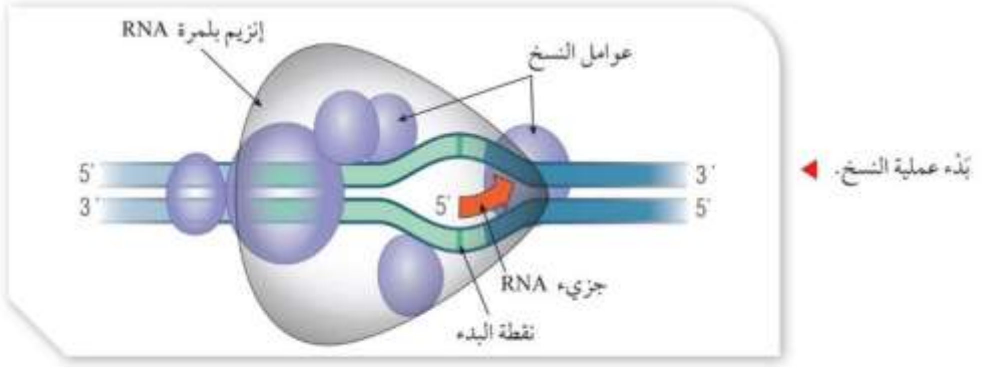
عملية تحدث في النواة، وتتضمن انتاج جزيء RNA مكمل لجزء من احدى سلسلتي DNA باستخدام انزيمات بلمرة RNA وعوامل النسخ الأخرى.
وتشمل عملية النسخ ثلاث خطوات هي :

أ. **بدء عملية النسخ : تبدأ عملية النسخ عندما تتعرف بروتينات معينة تسمى (عوامل النسخ) تسلسلًا معيناً من النيوكليوتيدات فيDNA وهو تسلسل يوجد قبل نقطة بدء النسخ ومن الأمثلة عليه في خلايا حقيقية النواة الصندوق كات CAAT Box والصندوق تاتا TATA Box وتعزى تسمية كل منهما الى تسلسل النيوكليوتيدات المكونة لها .**

عملية النسخ ضرورية لانتاج جميع أنواع RNA والتي تختلف بطرق معالجتها الا ان الحمض النووي m.RNA هو من تحدث له عملية الترجمة لتصنيع البروتين .



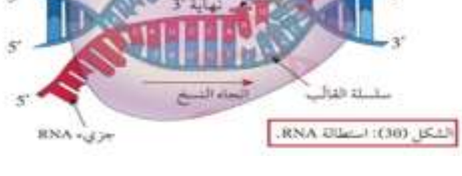
ثم يرتبط انزيم بلمرة RNA بموقعه المناسب وترتبط به عوامل نسخ أخرى مما يؤدي الى تكوين معقد بدء النسخ وبعدها يبدأ انزيم بلمرة RNA بفك التفاف سلسلتي DNA وتبدأ عملية نسخ m.RNA الاولي من نقطة البدء على السلسلة القالب بحيث يكون النسخ في السلسلة القالب-3 ⟵ -5 وفي السلسلة على جزيء RNA المنسوخ من - 5 ⟵ -3



- **معقد بدء النسخ : يتكون من انزيم بلمرة RNA ترتبط به عوامل نسخ أخرى**
وفي حال عدم توافر احد عوامل النسخ لن يتم التعرف على تسلسل النيوكليوتيدات التي توجد قبل نقطة بدء النسخ وبالتالي لن تبدأ عملية النسخ . (لاتحدث عملية النسخ)

ب. استطالةRNA : يبدأ انزيم بلمرة RNA بالتحرك متجهاً من- 3 ⟵ -5 على سلسلة القالب ثم يضيف انزيم بلمرة RNA نيوكليوتيدات جديدة الى النهاية 3- في جزيء RNA المنسوخ لان اتجاه النسخ في RNA يكون من – 5 ⟵ -3 دائماً .

- **ملاحظة :**
اثناء نسخ RNA تحتوي النيوكليوتيدات على قواعد نيتروجينية مكملة للقواعد النيتروجينية في سلسلة DNA القالب غير ان القاعدة النيتروجينية المكملة للادينين (A) تكون فيRNA يوراسيل (U) بدلًا من ثايمين (T) .



الشكل (30): استطالة RNA.

ج. انتهاء عملية النسخ : عند انتهاء عملية النسخ المطلوبة يتوقف انزيم بلمرة **RNA** عن العمل ويبتعد**RNA** المنسوخ عن سلسلة **DNA** القالب ويطلق على **RNA** الناتج اسم **m.RNA**الأولي.

مثال : اكتب تسلسل **RNA** الناتج من نسخ سلسلة **DNA** الاتية.

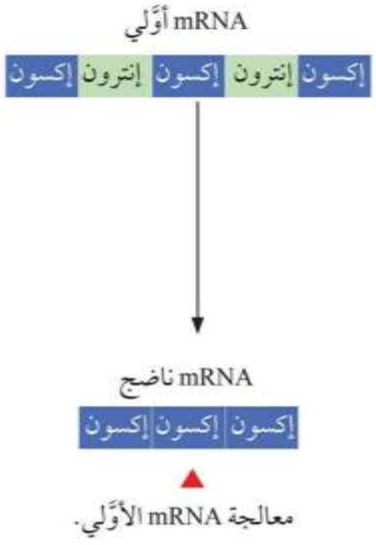
DNA ATGGC TAC

نسخ ↓

RNA UACCG AUG

- معالجة : **RNA** يخضع جزيء **m.RNA** الأولي لعملية معالجة في النواة قبل ان يصبح جزيء **m.RNA** ناضجاً يمكن ترجمته.

- خطوات المعالجة :



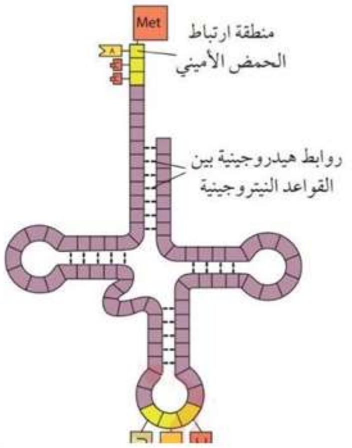
1. إزالة قطع من **m.RNA** الاولي تسمى انترونات وهي أجزاء غير فاعلة في تصنيع البروتين المطلوب
2. بقاء الاجزاء الفاعلة في بناء البروتين المطلوب والتي تسمى اكسونات .
3. ثم تربط قطع الاكسون المتبقية في **m.RNA** مع بعضها البعض .
4. ينتج جزيء **m.RNA** ناضج يغادر النواة عن طريق الثقوب النووية الموجودة في الغلاف النووي ويتجه الى السيتوبلازم وتحديداً الى الريبوسومات (مصنع البروتين) تمهيداً لبدء عملية الترجمة .

- موقع عملية الترجمة : عن طريق الرايبوسوم في السيتوسول .

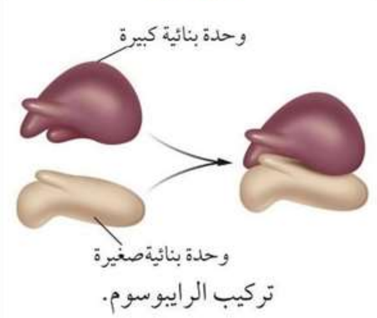
نسخ RNA	تضاعف DNA	وجه المقارنة
انزيم بلمرة RNA	انزيم بلمرة DNA انزيم باديء RNA انزيم ربط DNA	الانزيمات المستخدمه
1	2	عدد السلاسل الجديدة الناتجه
لا يحدث	يحدث	حدوث التصحيح الذاتي
سلسله m.RNA	جزيئان من DNA	الناتج
انتاج m.RNA يحمل تعليمات لبناء بروتين معين وانتاج انواع RNA اخرى تلزم لبناء البروتين	تضاعف كمية DNA تمهيد للانقسام الخلوي لضمان احتواء الخلايا الناتجة من الانقسام على كامل المادة الوراثية رغم عملية الانقسام	الاهميه

- <u>**الترجمة**</u> **:**
عملية تحدث في السيتوسول عن طريق الرايبوسوم وتستخدم فيها المعلومات الوراثية التي يحملها
m.RNA الناضح لبناء سلسلة عديدة ببتيد (بروتين) .

- **الكودون :**
ثلاثة نيوكليوتيدات متتابعة في سلسلةm.RNA يمكن ان تترجم الى حمض اميني او اشارة وقف (STOP) .



وهناك نوع من RNA يسمى (t.RNA) الناقل وهو المترجم في هذه العملية ويحتوي على منطقة ارتباط بالحمض الاميني ومنطقة أخرى تسمى كودون مضاد يكون مكمل للنيوكليوتيدات في m.RNA
(الكودونات) .



تركيب الرايبوسوم.

- **تحدث عملية الترجمة بمساعدة الريبوسومات ويتكون الرايبوسوم من بروتينات وحمض نووي رايبوسومي r.RNA ويتألف كل رايبوسوم من وحدة بنائية صغيرة وأخرى كبيرة وتتجمعان عند بدء عملية الترجمة .**

مواقع ارتباط جزيئات tRNA في الرايبوسوم

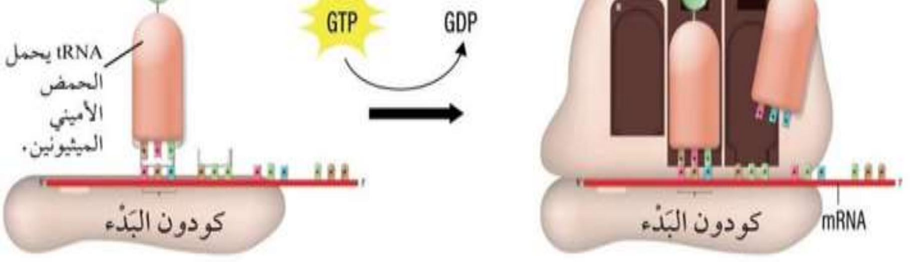
- **يحتوي الرايبوسوم على ثلاث مواقع لارتباطt.RNA**
موقع : (P) وهو يرتبط بـ t.RNA الحامل لسلسلة عديد الببتيد التي تتكون اثناء عملية الترجمة .
موقع : (A) وهو يرتبط بـ t.RNA الذي يحمل حمض اميني والذي سيضاف الى سلسلة عديد الببتيد.
موقع : (E) وهو موقع خروج جزيء t.RNA والذي يغادر الرايبوسوم فارغاً بعد ان يوصل الحمض الاميني .

- وتتضمن عملية الترجمة ثلاث مراحل رئيسية هي :
أ. مرحلة بدء الترجمة .
ب.مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد .
ج . مرحلة انهاء الترجمة .

- ملاحظة : كودون البدء (AUG) يمثل حمض اميني ميثيونين
كودون الانتهاء (UAG/UAA/UGA) .

- مرحلة بدء الترجمة :
1. يرتبط جزيء m.RNA وجزيء t.RNA الباديء
(الذي يمثل تسلسل النيوكليوتيدات في موقع الكودون المضاد فيه UAC ويحمل حمض اميني ميثونين) ويرتبطان بالوحدة البنائية الصغيرة.
2. فتتكون روابط هيدروجينية بين كودون البدء AUG على m.RNA والكودون المضاد UAC على t.RNA
3 . ثم ترتبط الوحدة البنائية الكبيرة مع الصغيرة مكونة الرايبوسوم .

- ملاحظة :
مرحلة بدء الترجمة تحتاج عوامل مساعدة وطاقة مخزنة في جزيئات غوانوسين ثلاثي الفوسفات GTP .



مرحلة بَدْء الترجمة.

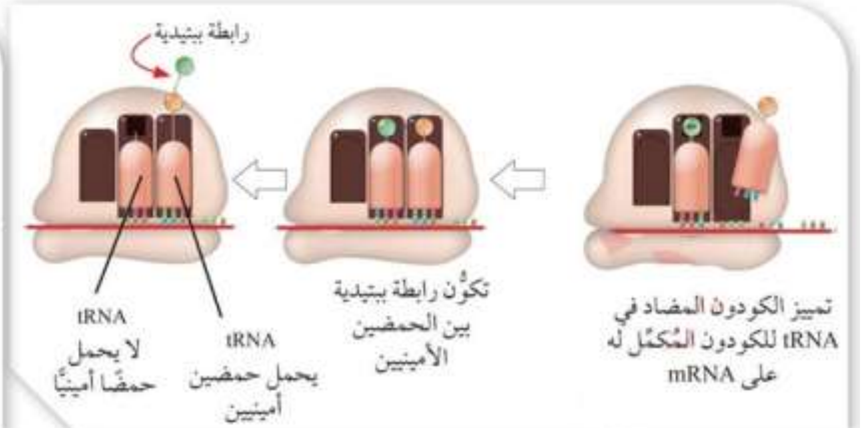
- **<u>مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد</u> :**

1. **يستطيع الكودون المضاد في احد جزيئات t.RNA ان يتعرف الكودون المكمل له جزيء m.RNA الموجود في موقع (A) وبالتالي يستقبل موقع (A) في الرايبوسوم جزيء t.RNA الذي يحوي الكودون المضاد المكمل للكودون الثاني في جزيء m.RNA ويحمل الحمض الاميني الثاني .**

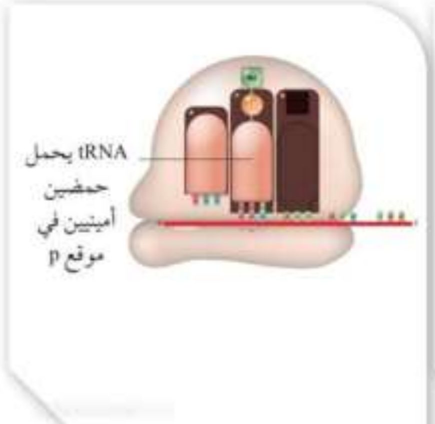
2. **تتكون رابطة ببتيدية بين مجموعة الكربوكسيل في الحمض الاميني الموجود في موقع (P) مع مجموعة الأمين في الحمض الاميني الذي يحمله t.RNA الموجود في موقع (A) وبالتالي يصبح الموقع (A) مشغول بـ t.RNA حاملًا حمضين امينيين في حين لا يحمل t.RNA الموجودة في موقع (P) أي حمض اميني .**

3. **يتحرك الرايبوسوم الى الداخل على سلسلة m.RNA بمقدار كودون واحد من النهاية -5 ⟵ -3 وبالتالي انتقال جزيء t.RNA الموجود في موقع (P) الى موقع (E) ليغادر الرايبوسوم .**

4. **وينتقل t.RNA الموجود في موقع (A) الى موقع (P) فيصبح الموقع (A) فارغاً وجاهزاً لاستقبال جزيء t.RNA جديد يحمل كودون مضاد للكودون التالي في جزء m.RNA ويحمل حمض اميني جديد .**



الشكل (37/ أ): بَدْء مرحلة الاستطالة.



الشكل (37/ ب): بَدْء مرحلة الاستطالة.

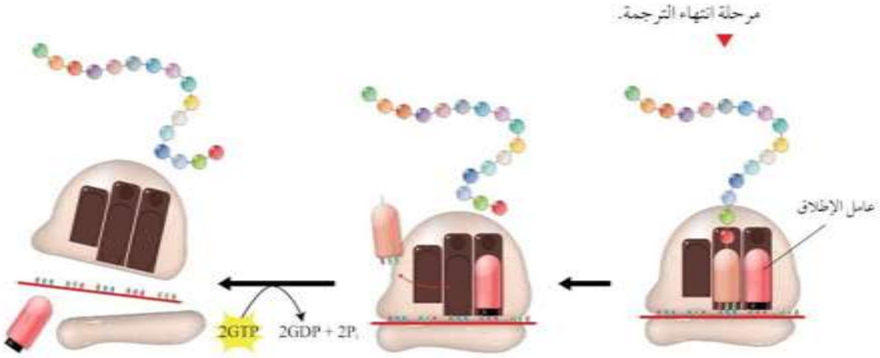
5. **تتكرر الخطوات السابقة لاضافة حمض اميني تلو الاخر وتحتاج هذه المرحلة عند إضافة كل حمض اميني الى طاقة مخزنة في جزيئات GTP من اجل:**

أ – لكي يتمكن الكودون المضاد في جزيء t.RNA من تعرف الكودون في جزيء m.RNA .

ب – تحريك الرايبوسوم بعد تكون الرابطة الببتيدية .

- **مرحلة انتهاء الترجمة :**

1. **عند وصول الرايبوسوم الى احد كودونات الوقف في جزيء m.RNA فأن الموقع (A)يستقبل عامل الاطلاق بدلًا من جزيءt.RNA .**
2. **يعمل عامل الاطلاق على تحلل الرابطة بين سلسلة عديد الببتيد وجزيء t.RNA الموجودة في موقع (P) .**
3. **ونتيجة ذلك تتحرر سلسلة عديد الببتيد من الرايبوسوم .**
4. **ثم تنفصل الوحدة البنائية الكبيرة للرايبوسوم وسلسلة m.RNA وانفصال باقي المكونات وتحتاج هذه العملية 2GTP .**



- **مثال :**

اكتب سلسلة الكودونات على m.RNA وسلسلة الكودونات المضادة على t.RNA من سلسلة DNA الاتية :

T A T G C C T A G	DNA
A U A C G G A U C	m.RNA
U A U G C C U A G	t.RNA

- **دائماً جزيئات t.RNA (كودونات مضادة) مماثلة تماماً لسلسلة القالب في جزيء ال DNA ولكن نستبدل U بدلًا من T .**

وجه المقارنه	m.RNA	t.RNA	r.RNA
الاسم	الرسول	الناقل	الرايبوسومي
الوظيفه	يحمل التعليمات الوراثية الخاصة ببناء بروتين معين	يحمل الحموض الامينية وينقلها الى الرايبوسوم وربطها مع سلسلة عديد الببتيد (المترجم)	يدخل في تركيب الوحدتان البنائيتان للرايبوسوم
اسم الشيفرة	كودون	كودون مضاد	-

وجه المقارنه	النسخ	الترجمه
الموقع	النواة	بمساعدة الرايبوسوم في السيتوسول
الاهميه	انتاج سلسلة RNA تحمل تعليمات وراثية خاصة لبناء بروتين معين	ترجمة الكودونات على m.RNA الى سلسلة عديد ببتيد (بروتين) عن طريق t.RNA
السلسله اللازمه	احد سلسلتي ال DNA (سلسله قالب)	m.RNA ناضج
النتائج	سلسله m.RNA	سلسله عديد ببتيد

- التعبير الجيني :
عملية تستخدم فيها الخلية المعلومات الوراثية التي يحملها الجين لبناء جزيء RNA او تصنيع بروتين يؤدي وظيفة محددة في الخلية .

- تستطيع الخلية تصنيع الاف البروتينات المختلقة والتي تؤدي كل منها وظيفة خاصة بها ولكن الخلية لا تحتاج الى هذه البروتينات كلها بنفس الوقت .

- أهمية التعبير الجيني : تنظيم عملية تصنيع البروتينات ومن ذلك :
  1. وقت التصنيع للبروتين .
  2. كمية البروتين التي تلزم الخلية .
  3. تفعيل جينات معينة دون غيرها وذلك بسبب اختلاف البروتينات التي تصنعها خلية ما عن تلك التي تصنعها خلية أخرى حسب الوظيفة التي تؤديها الخلية رغم ان جميع الخلايا في الكائنات عديدة الخلايا تحتوي كروموسومات تحمل الجينات نفسها
  4. يؤثر التعبير الجيني في تمايز الخلايا : فمثلًا في مراحل تكون الجنين في الانسان تتمايز خلية الزايجوت بعد انقسامها الى خلايا مختلفة الأنواع منها خلايا الكبد، خلايا الدم، خلايا عصبية .

- ملاحظة :
تتطلب عملية تمايز الخلايا تغيير نمط التعبير الجيني في الخلية فيصبح في الخلية نمط محدد للتعبير الجيني، لا يتغير غالباً طول مدة حياة الخلية المتخصصة .

- العوامل المؤثرة في التعبير الجيني:
أ – عوامل داخلية (من جسم الكائن الحي نفسه) مثل الهرمونات.
ب – عوامل خارجية (من البيئة المحيطة بالكائن الحي) مثل بعض المواد الكيميائية وعوامل فيزيائية .

- التمايز : عملية تتحول فيها الخلايا غير المتخصصة (الجذعية) الى خلايا متخصصة (متمايزة) مختلفة عن بعضها في وظائفها وانشطتها الحيوية ويتأثر التمايز بـ التعبير الجيني .

- **الاثراء والتوسع :**
- **التيلوميرات :**

سلاسل متكررة من النيوكليوتيدات الطرفية غير مشفرة توجد في نهاية الكروموسومات في الخلايا حقيقية النوى وتعمل على حماية الجينات في نهاية الكروموسومات من الضياع (الشطب) اثناء الانقسامات المتكررة .

- **ملاحظة :**

يختلف عدد التيلوميرات من كل كائن حي لاخر ففي خلايا الانسان الجسمية توجد ستة نيوكليوتيدات 3- TTAGGG -5 والسلسلة المكملة لها وتتكرر عدد من المرات يتراوح بين 100 –1000 مرة .

- **يعمل انزيم تيلوميريز الذي يتكون من معقد (بروتين - RNA) على إضافة سلسلة متكررة من النيوكليوتيدات الى نهاية -3 في الكروموسوم مستخدماً RNA الموجود فيه كقالباً لاضافة هذه السلسلة المتكررة من النيوكليوتيدات .**

- **وبعد إضافة سلسلة متكررة الى نهاية 3- في الكروموسوم ، يضيف انزيم باديء RNA سلسلة بدء الى السلسلة المتكررة ثم يعمل انزيم بلمرة DNA على إضافة النيوكليوتيدات المكملة للسلسة وتتكرر هذه العملية للمحافظة على طول سلسلة التيلومير .**

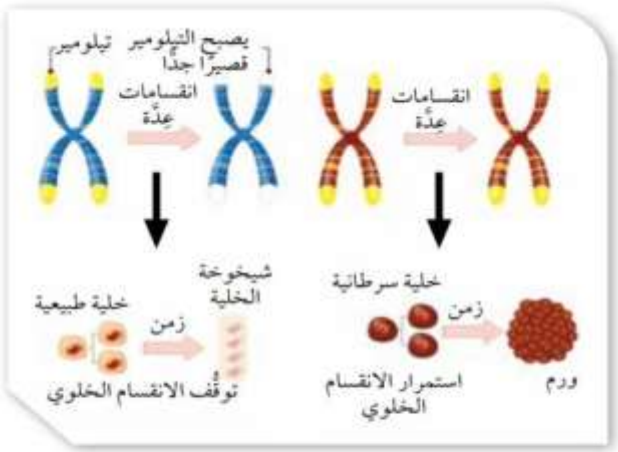
- **ملاحظة : ينشط انزيم تيلوميريز في الخلايا الجنينية والخلايا الجسمية الجذعية، ولا ينشط في الخلايا الجسمية الطبيعية المتمايزة .**

- **علل : تقل قدرة الخلاية الجسمية البالغة على الانقسام وبالتالي وصولها لمرحلة الشيخوخة او الموت ؟**

وذلك لعدم وجود انزيم تيلوميريز نشط فيها وبالتالي سيقل طول سلسلة التيلومير فيها في ظل الانقسامات المتكررة وتقل قدرتها على الانقسام ووصولها للشيخوخة ثم الموت

- **علل : قدرة الخلايا السرطانية على الانقسام والتجدد ؟**

لان انزيم التيلوميريز يكون فيها نشطاً مما يحافظ على طول سلسلة التيلومير فيها بالرغم من انقساماتها المتكررة لذا تستمر الخلايا السرطانية بالانقسام .



ملاحظات :

وجه المقارنة	طور النمو الأول G1	طور النمو الثاني G2	الطور التمهيدي
عدد الكروماتيدات (كمية DNA)	**X**	**2X**	**2X**
الجسم المركزي	**1** وسط الخلية	**2** وسط الخلية	**2** كل واحد في قطب خلية
المريكزات	**2** وسط الخلية	**4** وسط الخلية	**4** كل زوج في قطب الخلية
حجم الخلية	طبيعي	اكبر حجماً	اكبر حجماً
الاستعداد للانقسام	غير مستعدة	مستعدة وتصنع البروتينات التي تكون الخيوط المغزلية	تبدأ بمرحلة الانقسام

- **عوامل النسخ : بروتينات معينة تتعرف تسلسلًا معيناً من النيوكليوتيدات في DNA وهو تسلسل يوجد قبل نقطة بدء النسخ . (نقطة بدء النسخ).**

- **كيف يؤثر التعبير الجيني في تمايز الخلايا؟**

يعمل التعبير الجيني بتغيير نمطه حسب نوع الخلية الناتجة وذلك بتنشيط جينات معينة دون غيرها وبالتالي اختلاف تصنيع البروتينات في خلية عنها في خلية أخرى ويحافظ على هذا النمط الخاص لكل نوع من الخلايا الناتجة من التمايز ما دامت الخلية حية .

- **m.RNA الاولي : يحتوي انترونات و اكسونات ويكون أطول من الناضج .**
- **m.RNA الناضج : يحتوي اكسونات فقط ويكون اقصر من الاولي .**

- أي كودون بعد كودون الوقف (UGA) او (UAG) او (UAA) لا تترجم الكودونات عندها وبعدها الى حموض امينية

- اذاً عدد الحموض الامينية في سلسلة عديد الببتيد الناتجة من الترجمة تساوي (عدد الكودونات - 1)

- عدد حركات الرايبوسوم في سلسلة m.RNA الناضجة تساوي (عدد الحموض الامينية - 1)

- عدد حركات الرايبوسوم في سلسلة m.RNA الناضجة تساوي (عدد الكودونات - 2)

- كل جزيء t.RNA يحتوي كودون مضاد ويحمل حمض اميني واحد فقط ويكون الكودون المضاد فيه مكمل للكودون على سلسلة m.RNA الناضجة .

- عدد جزيئات GTP اللازمة اثناء عملية الترجمة كاملة = (عدد الحموض الامينية x 2) - 1 + 2

- عدد جزيئات GTP اللازمة اثناء الاستطالة فقط = (عدد حموض امينية x 2)