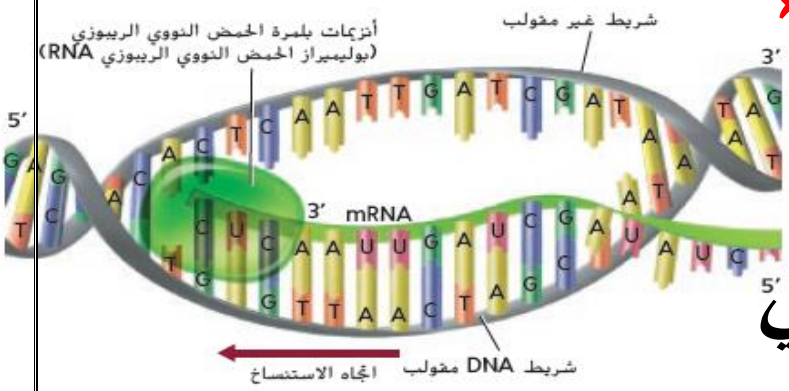
المادة : الأحيـــــــاء



الفصل الدراسي الثاني

الوحدة الثانية " الوراثة الجزيئية "

اعداد الاستاذ \

محمد عبدالفتاح

ملحوظة : لاغنى عن الكتاب المدرسي فهو المرجع الرئيس للمنهاج وأسئلة التقويم ونهاية الوحدة

الدرس الاول " المادة الوراثية " أ \ محمدعبدالفتاح

بداية نقول : ان الكرموسوم يتكون من DNA والبروتين

لكن من منهما هو مصدر المعلومات الوراثية

الأدلة التي تثبت أن DNA هو المادة الوراثية

1- العالم جريفث :

درس سلالتين من بكتريا المكورات السبحية الرئوية التي تسبب الألتهاب الرئوي

وجد ان احدى السلالات يمكنها ان تتحول او تتغير الى شكل اخر

1- السلالة ذات الغلاف السكري
تسبب مرض الالتهاب الرئوي

ويطلق عليها السلالة الملساء (الذرية S)

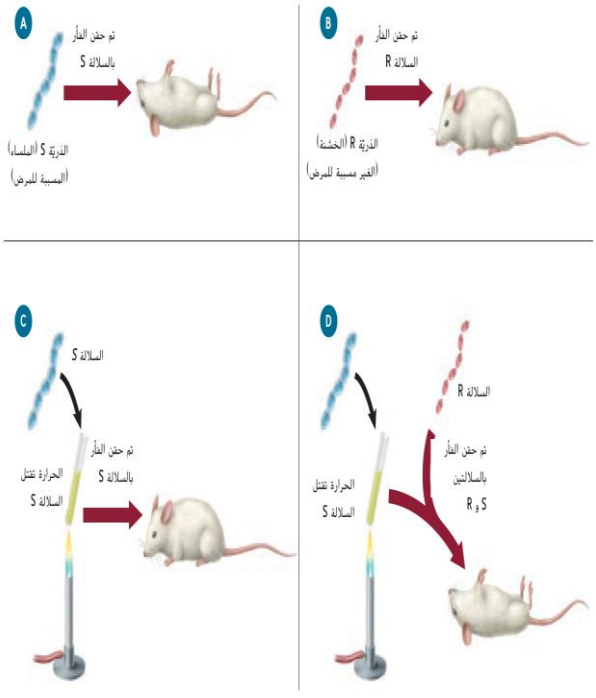
2- بينما لا تسبب السلالة الاخرى
في الاصابة بمرض الالتهاب الرئوي

يطلق عليها السلالة الخشنة (الذرية R)

ويعود ذلك الى انه في غياب الغلاف السكري .
يصبح لمستعمرات البكتريا حواف خشنة

تجارب جريفث

1- حقن الفئران ببكتريا S حية ⟵ **ماتت** الفئران
2- حقن الفئران ببكتريا R حية ⟵ **لم تمت**
3- حقن الفئران ببكتريا S ميتة " قتلها بالحرارة " ⟵ **لم تمت**
4- حقن الفئران ببكتريا S ميتة مع R حية ⟵ **فماتت**



الاستنتاج : أن العامل المسبب للمرض انتقل من البكتريا الميتة S إلى البكتريا R الحية وهو الذي سبب التحول

قام جريفث بعد ذلك :

بعزل البكتريا الحية من الفأر الميت وعندما قام جريفث باستزراع للبكتريا في المزرعة المعزولة وجد ان سمة البكتريا الملساء هي الواضحة

وتشير الى مرور العامل المسبب للمرض من الخلايا الملساء الميتة الى الخلايا الخشنة الحية

واستنتج من ذلك تحول البكتريا الخشنة الحية الى البكتريا الملساء الحية

2- آفري :

- قام آفري بعزل عدد من الجزيئات الضخمة المختلفة
  مثل الـ DNA والبروتينات والليبدات من البكتريا الملساء الميتة
- ثم عرَض الخلايا الخشنة الحية الى الـ الجزيئات الضخمة بشكل منفصل
- عند تعرض الخلايا الخشنة الحية الى الـ DNA الموجود في ذرية الخلايا الملساء تحولت الى خلايا ملساء

استنتج افري من ذلك أن DNA هو سبب التحول

لكن المجتمع العلمي لم يتقبل استنتاجات آفري بشكل كبير

3- هيرشي وتشيس :

استخدما الفيروس الآكل للبكتريا وهو نوع من الفيروسات التي تهاجم البكتريا

وجعل وجود مكونان محددان تلك التجربة مثالية لاثبات ان DNA هو المادة الوراثية :

أولاً : الفيروس المستخدم في التجربة يتكون من الـ DNA والبروتين

ثانياً : لاتستطيع الفيروسات التكاثر بنفسها حيث يجب ان تقوم بحقن مادتها الوراثية في احد الخلايا الحية للتكاثر

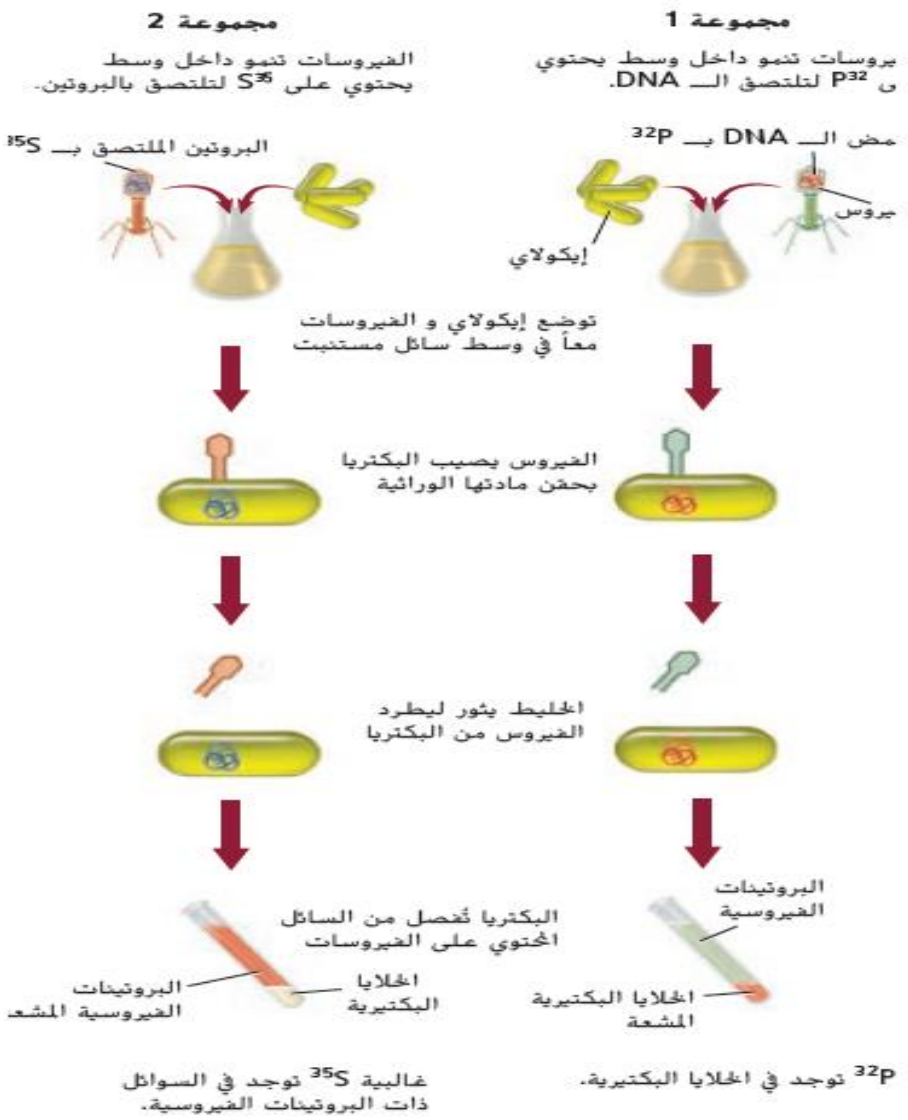
التمييز بالمواد المشعة :

استخدم كلا من هيرشي وتشيس تقنية تسمى " التمييز بالمواد المشعة " لتتبع مسار الـDNA والبروتين في الفيروس عند مهاجمته للبكتريا والتكاثر

1- ميز هيرشي – تشيس DNA الفيروس بالفوسفور المشع P^{32} " في مجموعة واحدة من البكتريا"
2- ميز هيرشي وتشيس بروتين الفيروس بالكبريت المشع S^{35} " في مجموعة أخرى من البكتريا "

- استخدم هيرشي وتشيس فيروسات المجموعتين لاختراق واصابة البكتريا

الفيروس ذو DNA المميز بالفوسفور المشع	المجموعة الثانية المميزة بالكبريت المشع
- التصق بالسطح الخارجي للبكتريا - حقنت مادتها الوراثية في البكتريا - ثم انفصل الفيروس عن البكتريا المصابة - فحص هيرشي وتشيس هذه المجموعة المميزة بالفوسفور المشع - وجدا ان DNA الفيروسي المميز تم حقنه الى داخل البكتريا - ممايشير الى ان الـ DNA لعب دور حامل المعلومات الوراثية	لاحظ هيرشي وتشيس ان - البروتينات المميزة وجدت خارج الخلايا البكترية - وتكاثرت الفيروسات داخل الخلايا البكترية - مما يشير الى ان المادة الوراثية للفيروسات دخلت الى داخل البكتريا ولم يوجد اثر للكبريت المشع

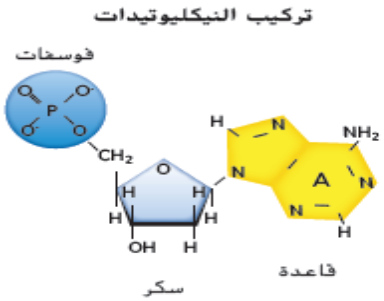


الجدول يلخص نتائج هيرشي وتشيس

الجدول 1 ملخص نتائج هيرشي وتشيس

المجموعة 1 (الفيروسات المميزة بالفوسفور المُشع P^{32}).		المجموعة 2 (الفيروسات المميزة بالكبريت المُشع S^{35}).	
البكتريات المصابة	سائل به فيروسات	البكتريات المصابة	سائل به فيروسات
• العثور على DNA مصاب بالفيروس مميز بالفوسفور المُشع (P^{32}). • حدث تكاثر فيروسي. • فيروسات جديدة تحتوي على الفوسفور المُشع (P^{32}).	• لا يوجد DNA مميز. • لم يحدث تكاثر فيروسي.	• لا توجد بروتينات فيروسية تحمل الكبريت المُشع (S^{35}). • حدث تكاثر فيروسي. • فيروسات جديدة لا تحمل سمة مميزة.	• العثور على بروتينات مميزة. • لم يحدث تكاثر فيروسي.

بنية الـ DNA



ليفن : أول من وصف تركيب النيوكليوتيد

الوحدة البنائية للـ DNA هي النيوكليوتيدات

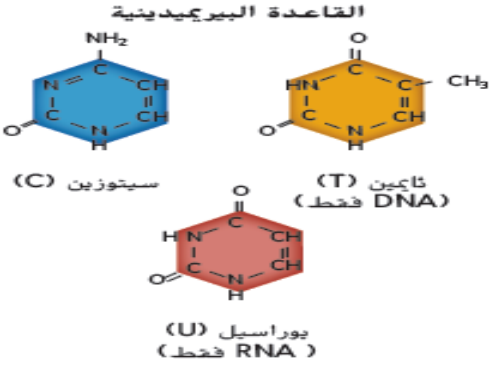
تتكون النيوكليوتيدات من

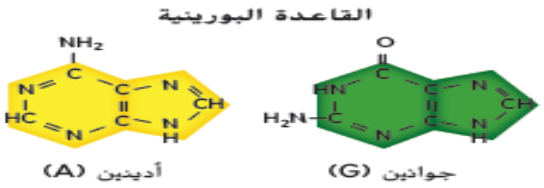
1- سكر خماسي الكربون 2- مجموعة فوسفات 3- قاعدة يتروجينية

نوعي الاحماض النووية DNA و RNA

مقارنة بين (DNA) و(RNA):

وجه المقارنة	حمض (DNA)	حمض (RNA)
عدد السلاسل	يتكون من سلسلتان	يتكون من سلسلة واحده
مكان وجوده بالخلية	يوجد في النواة	يصنع في النواة ويتنقل إلى السيتوبلازم
نوع السكر	سكر خماسي الكربون منقوص الأكسجين	سكر خماسي الكربون
القواعد النيتروجينة	يحوي أربع قواعد هي : [C. T. G. A]	يحوي أربع قواعد هي : [C. U. G. A] يستبدل فيه الثايمين بالبوراسيل





س \ ميز بين البيريميدينات والبيورنات :

البيريميدينات : هي قواعد نيتروجينية تتكون من حلقة مفردة وهي T و C

البيورونات : هي قواعد نيتروجينية تتكون من حلقتان وهي A و T

تشارجاف :

- حلل كمية الادنين والجوانين والثايمين والسيوسين في DNA لأنواع مختلفة من المخلوقات الحية
- وجد أن كمية الجوانين = كمية السيتوسين
- وكمية الأدنين = كمية الثايمين سمي هذا الاكتشاف **قاعدة تشارجاف** : A=T و C=G

التساؤلات حول البنية :

وحد العلماء جهودهم في البحث عن بنية DNA

كلا من :

ولكينز فرانكلين واطسون وكريك

حيود الاشعة السينية :

- عمل ولكينز مستخدما تقنية تسمى " **حيود الاشعة السينية** "

وتتضمن هذه التقنية تصويب الاشعة السينية نحو جزئ DNA

فرانكلين :

التقطت الصورة 51 الشهيرة وجمعت بيانات تم استخدامها واطسون وكريك فيما بعد

اشارت الصورة 51 الى أن :

- DNA ذو تركيب لولبي مزدوج او يتخذ شكل السلم الملتوي
- ويتكون من شريطين من النيوكليوتيدات الملتفة حول بعضها

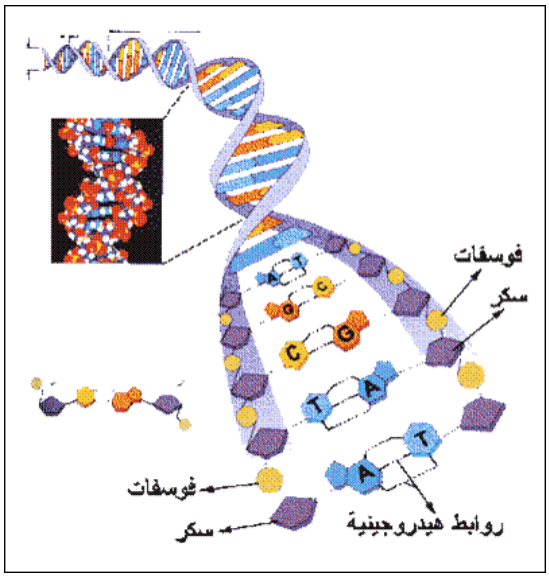
قام واطسون وكريك فيما بعد بتحديد البنية اللولبية المزدوجة للـDNA باستخدام بيانات فرانكلين والبيانات الرياضية الاخرى

واطسون وكريك :

1- شاهد واطسون وكريك صورة فرانكلين لشتت الأشعة السينية
2- قاسا عرض الجزئ الحلزوني والمسافات بين القواعد
3- مستخدمين بيانات فرانكلين وبيانات تشارجاف

أهم خصائص نموذج الـ DNA لواتسون وكريك:

1- سلسلتين خارجيتين يتكونان من سكر الرايبوز المنقوص الاكسجين وفوسفات بشكل متبادل
2- يرتبط السايتوسين والجوانين معا بثلاث روابط هيدروجينية.
3- يرتبط الثايمين والادنين معا برابطتين هيدروجينيتين .



تركيب DNA :

يحاكي جزئ DNA على الاغلب السلم الملتوي حيث يمثل

حاجز الحماية (الدرابزين) للسلم : **درجات هذا السلم تشكل :**

السكر المنقوص الأكسجين والفوسفات بشكل متبادل . أزواج القواعد النيتروجينية

(السايتوسين – الجوانين أو الثايمين - الأدنين)

س \ ما أهمية إرتباط البيريميدينات دائما بالبيورونات ؟

تحافظ بذلك على البعد الثابت لحاجزي الحماية - سلسلتي DNA - في السلم

الاتـجـاه :

من الصفات الفريدة لجزئ DNA اتجاه أوترتيب السلسلتين

حيث يمكن ترقيم الكربون في المركبات العضوية (وهي هنا السكر)

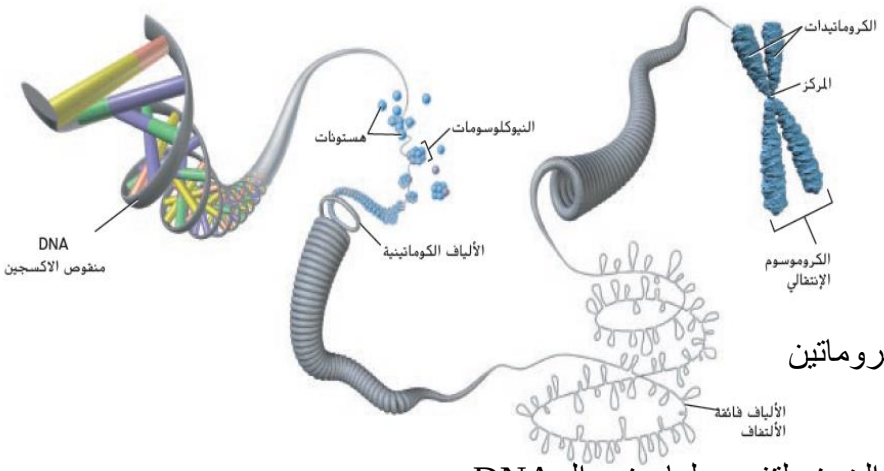
أولا : ترتيب السلسلتين يسمى التوازي المتعاكس سلسلة من 3 الى 5 والعكس الاخر

ثانياً: سميت نهايتا سلسلتيDNA بـ 3 و5 نتيجة ترتيب ذرات الكربون في جزئ السكر

تركيب الكروموسوم :

يتكون الكروموسوم في الانسان من 51 مليوناً الى 245 مليون زوج من القواعد النيتروجينية

واذا تم بسط سلسلة DNA مكونة من 140 مليون نيوكليوتيد في خط مستقيم فإن طوله سيبلغ 5 cm تقريبا



فكيف يمكن لكمية DNA هذه أن تترتب

داخل خلية مجهرية ؟

جزئ الـ DNA يلتف حول الهستونات

ليكونا الجسيمات النووية (النيوكليوسومات)

- تتجمع النيوكليوسومات معا لتكون خيوط الكروماتين
- التي تلتف بشدة لتكون الكروموسومات

الهستونات : وهي مجموعة من البروتينات تشبه الخرز يلتف حولها جزئ الـ DNA

علل \ تنجذب جزيئات الـ DNA الى بروتينات الهستون ؟

بسبب الشحنة السالبة على مجموعة الفوسفات في الـ DNA والشحنة الموجبة لجزيئات الهستونات .

ماهو الجسيم النووي (النيوكليوسوم) ؟ عبارة عن DNA مرتبط بالهستون

ماهي الألياف الكروماتينية ؟ تجمع من النيوكليوتيدات **ماذا ينتج عن تجمع الالياف الكروماتينية ؟** الكروموسوم

القسم 1 التقويم

ملخص القسم

- أشارت تجربة جريفيث باستخدام البكتيريا وتفسير آفري في البداية إلى أن DNA هو المادة الوراثية.
- قدمت تجربة هيرشي وتشيس دليلًا على أن DNA هو المادة الوراثية في الفيروسات.
- ينص قانون تشارجاف على أن DNA هو كمية السيتوزين المساوية لكمية الجوانين، وأن كمية الثايمين مساوية لكمية الأدينين.
- قدمت أبحاث كل من واطسون وكريك، وفرانكلين وويلكينز دليلًا على وجود البنية اللولبية المزدوجة لـ DNA.

فهم الأفكار الأساسية

1- الفكرة الأساسية **لخّص** تجارب جريفيث وآفري التي أشارت إلى أن DNA هو المادة الوراثية.

2- **صِف** البيانات التي استخدمها واطسون وكريك لتحديد بنية الـ DNA.

3- **ارسم** وضع تسميات على الـ DNA تشير إلى اللولب واقتران القاعدة التكميلية.

4- **صِف** بنية الكروموسومات في الخلايا حقيقية النواة.

فكّر بشكل ناقد

5- **صِف** اثنين من الخصائص المميزة التي يحتاج إليها DNA كي يفي بدوره بصفته المادة الوراثية.

6- **قيّم** قرار هيرشي وتشيس باستخدام الفوسفور المُشع بدلاً من الكبريت في تجاربهما. هل كان يمكن استخدام الكربون أو الأكسجين بدلاً من ذلك؟ لمَ ولما لا؟

القسم 1 التقويم

1. أوضح جريفيث أنّ البكتيريا قد تتحوّل عن طريق نقل المادة الوراثية، وأوضح أفري أنّ DNA كان عامل التحويل.
2. أظهرت الصورة 51 لفرانكلين شكلًا لولبيًا. وأظهرت بياناتها الرياضية المسافات بين الشريطين. كما أشارت بيانات تشارجراف إلى طريقة وجود القواعد في مجموعات ثنائية.
3. ينبغي أن توضّح الرسومات المجموعات الثنائية للقواعد C-G و A-T واتجاه الشرائط المتوازي عكسيًا.
4. يلتف DNA حول الهستونات لتكوين جُسَيمات نووية تتجمع معًا لتكوين ألياف الكروماتين التي يلتف بعضها فوق بعض لتكوين الكروموسوم.
5. يجب أن يحتوي DNA على شفرة لبناء البروتينات وتكون قادرة على مضاعفتها.
6. استُخدم الكبريت المشع لأنّ الكبريت موجودة في البروتينات فقط، واستُخدم الفوسفور المشع لأنّ الفوسفور موجود في DNA فقط. ولا يمكن استخدام الكربون أو الأكسجين لأنّ هذه العناصر موجودة في كل من DNA والبروتينات.

الدرس الثاني : تناسخ DNA **أ\ محمد عبدالفتاح**

التناسخ نصف المحافظ : اقترحها واطسون وكريك

يحدث هذا التضاعف : في الطور البيني للانقسام المتساوي او المنصف

الخطوات : " الانحلال – تزاوج القواعد – الاتحاد "

1- الانحلال : (فك الالتواء)

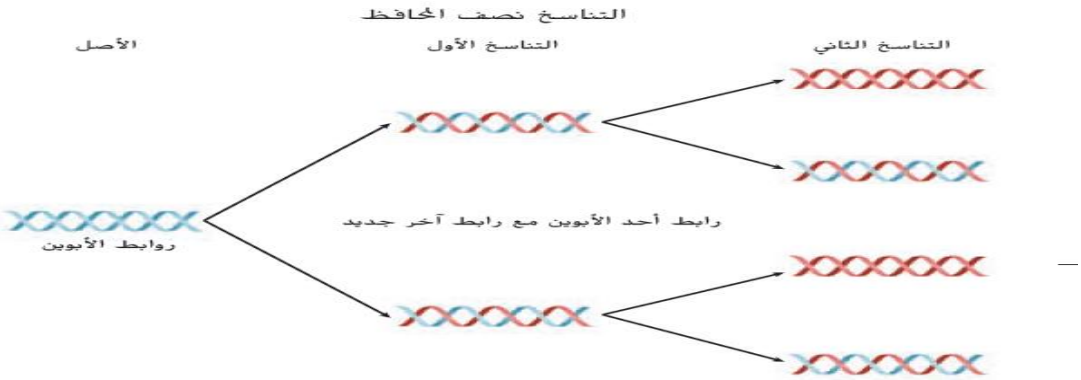
- يقوم انزيم هيليكاز DNA بفك وانحلال اللولب المزدوج
- تنكسر روابط الهيدروجين بين القواعد تاركة ورائها شرائط مفردة من DNA
- ثم ترتبط البروتينات المعروفة " ببروتينات الارتباط " مفردة الشريط بالـ DNA

للحفاظ على انفصال الشرائط أثناء النسخ

- اثناء انحلال اللولب يضاف إنزيم اخر " برايميز RNA "

وهو قطعة صغيرة من الـRNA يطلق عليه اسم مسرع RNA لكل شريط DNA

-



2- تزاوج القاعدة : (ارتباط القواعد في ازواج)

- يحفز انزيم **بلمرة DNA** اضافة النيوكليوتيدات المناسبة الى DNA الجديد
- تضاف النيوكليوتيدات الجديدة الى النهاية 3ˉ للشريط الجديد
- تذكر ان كل قاعدة تنثني لمكملتها فقط .. حيث A تنثني الى T و القاعدة C تنثني الى G وهكذا
- تسمح النماذج بانتاج نسخ متطابقة من الـDNA مزدوج الشريط الاصلي

ملحوظة : نلاحظ أن الشريطين تم صنعهما بأسلوب مختلف نوعاً ما .

أ- يسمى أحدهما الشريط المتقدم :

وهو الذي يمتد أثناء انحلال الـ DNA

ويبنى ذلك الشريط من خلال الاضافة

المستمرة للنيوكليوتيدات الى النهاية 3

ب- الشريط الاخر للـ DNA يسمى الشريط المتأخر :

ويتمدد بعيدا عن شوكة التضاعف ويتم بناؤه على هيئة

قطاعات صغيرة تسمى (**شظايا أوكازاكي**)

وذلك بواسطة انزيم بلمرة DNA في اتجاهية 3 الى 5

تتصل تلك الشظايا فيما بعد بانزيم ليجاز DNA

ويصل طول الشظية الواحدة حوالي 200- 100 نيوكليوتيد في حقيقيات النواة

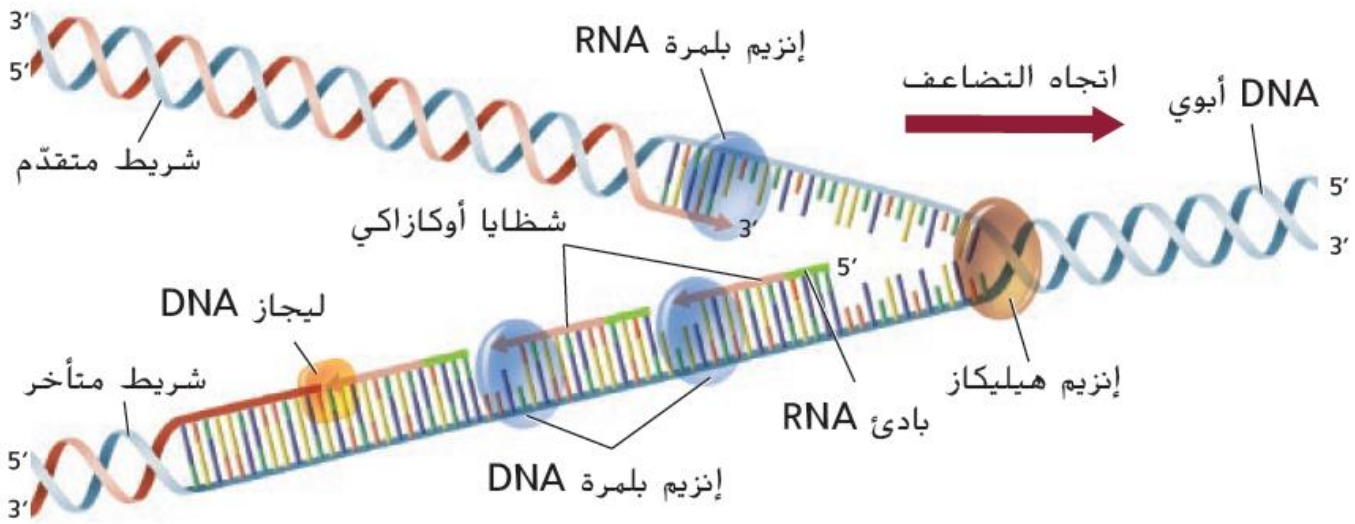
س " ماهي شظايا أوكازاكي ؟ ـ وكيف ترتبط مع بعضها ؟ ـ كم يصل طول الشظية الواحدة ؟ "

س \ فرق بين السلسلة الرئيسة والسلسلة الثانوية اثناء تضاعف DNA

	السلسلة الرئيسية	السلسلة الثانوية
يزداد طولها	في اتجاه شوكة التضاعف	عكس اتجاه شوكة التضاعف
تصنع بشكل	متواصل (إضافة النيوكليوتيدات)	غير متواصل (قطع اوكازاكي)
الانزيمات المستخدمة	انزيم بلمرة DNA	انزيم بلمرة DNA أنزيم ربط DNA

علل يعتبر تناسخ الـDNA شبه متقطع وشبه محافظ ؟

لان أحد الشرائط يتم بناؤها باستمرار بينما يبنى الآخر بشكل متقطع



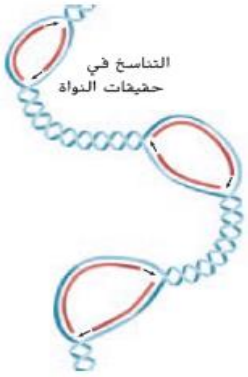
ثالثاً : الربط

تضاعف DNA في الخلايا حقيقية النواة يبدأ عادة في عدة مناطق على طول الكروموسوم

- عندما يأتي أنزيم بلمرة DNA الى مسرع RNA على الـDNA فإنه يزيله
- ويملأ محله بنيوكليوتيدات الـDNA
- **يربط انزيم ليجاز DNA** بين القسمين

مقارنة بين تناسخ الـDNA في حقيقيات النواة وبدائيات النواة

حقيقات النواة	بدائيات النواة
- ينحل الـ DNA لبدائيات النواة في عدة مناطق بينما يتناسخ الـDNA . - كل منطقة مفردة من الكروموسوم تتضاعف كقسم والتي قد تختلف أطوالها ما بين 1000 الى مليون زوج قاعدة - ونتيجة لذلك تتكرر مناطق تضاعف متعددة على طول كروموسوم حقيقيات النواة الكبير في نفس الوقت تبدو أصول التضاعف المتعددة كفقاعات في شرائط الـDNA	- يفتح شريط DNA الدائري عند احد أصول التناسخ كما هو في الشكل - لاحظ ان تناسخ DNA يحدث في اتجاهين تماما كما في حقيقيات النواة - ان DNA لبدائيات النواة اقصر منه في حقيقيات النواة - ويبقى في السيتوبلازم غير مركز داخل نواة



الشكل 12 تمتلك حقيقيات النواة العديد من أصول التناسخ. تمتلك البكتريا أصل واحد للتناسخ، حيث يتناسخ الـ DNA في كلا الاتجاهين عند فكه.

القسم 2 التقويم

ملخص القسم

- تشترك الإنزيمات، وهيليكاز الـ DNA، وبريميز RNA، إنزيم DNA، وإنزيم ليجاز الـ DNA في عملية تناسخ الـ DNA.
- يتم بناء الشريط المتقدم باستمرار؛ بينما يُبنى الشريط المتأخر بشكل متقطع مكونةً شظايا أوكازاكي.
- يفتح الـ DNA لبدائيات النواة في أصل مفرد من التناسخ؛ حيث يكون الـ DNA لحقيقيات النواة ذي أصول تناسخ متعددة.

فهم الأفكار الأساسية

1. الفكرة الأساسية **وضّح** متوالية شريط نموذجي إذا كانت متوالية شريط غير نموذجي هي 5′ATGGGGCGC 3′.
2. **صِف** دور إنزيم هيليكاز الـ DNA، وإنزيم بلمرة الـ DNA، وإنزيم ليجاز الـ DNA.
3. **وضّح** بالتمثيل البياني طريقة بناء الشرائط المتقدمة والمتأخرة.
4. **اشرح** لماذا يعد تناسخ الـ DNA أكثر تعقيدًا في حقيقيات النواة عن البكتيريا.

فكّر بشكل ناقد

الرياضيات في علم الأحياء

5. إذا كانت بكتيريا ايشيريشيا (Ecoli) تُبني الـ DNA بمعدل 100.000 نيوكليوتيد/دقيقة، وتستغرق 30 دقيقة لتناسخ الـ DNA. فكم عدد أمواج القواع في كروموسوم الإشريكية القولونية؟

القسم 2 التقويم

1. 3′ TACCCCGCG 5′
2. هيليكيز DNA هو إنزيم يفك DNA، وإنزيم بلمرة DNA هو إنزيم يبني شريط DNA الجديد أثناء التضاعف، ويربط ليجاز DNA قطع أوكازاكي DNA معًا.
3. يجب أن تُظهر الرسومات التخطيطية أنّ الأشرطة المتقدمة تتكوّن باستمرار، بينما تتكوّن الأشرطة المتأخرة في شكل قطع تترابط لاحقًا.
4. يُعدّ تركيب الكروموسوم أكثر تعقيدًا كما يحتوي الكروموسوم على عدد أكبر من الخلايا حقيقية النواة. لدى الخلايا حقيقية النواة أصول تضاعف متعددة، أمّا بدائيات النواة فلديها أصل تضاعف واحد فقط.
5. 3,000,000 من أزواج القاعدة