السهل في تلخيص مادة الأحياء

الفترة الدراسية الثانية

- جزيء الوراثة.
- تركيب الحمض النووي وتضاعفه.

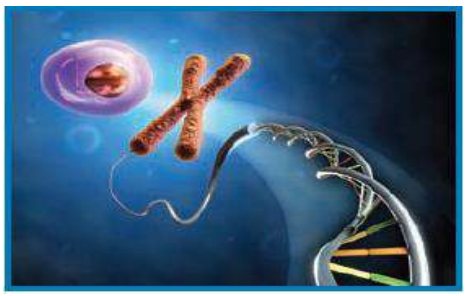
1

سلسلة السهل الميسر

إعداد: أ/ ياسر إبراهيم علي

مقدمة:

- فسرت الاختبارات والنتائج التي توصل إليها مندل سبب شبهك بوالديك لأن لديك نسخاً عن كروموسوماتهما التي تحتوي على مجموعات من التعليمات تسمى (**الجينات**).
- جميع المعلومات التي توجه عمل الخلية تنقل بدقة إلى الخلايا الجديدة وتخزن في جزيئات موجودة في نواتها.
- هذه المادة هي **الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين** أو **حمض (DNA)**، **فما هو؟**
- **هو عبارة عن:**



أ – جزئ كبير يشبه السلم الحلزوني.
ب – وهو يحمل المادة الوراثية في الخلية.
جـ – وهو المكون الأساسي للجينات والكروموسومات.
د – ويخزن المعلومات اللازمة لعمل الخلية.

انتبه:

- يجب أن تنتقل هذه المعلومات من الخلية الأم إلى جميع الخلايا الجديدة.
- حمض DNA هو عبارة عن شريط يحمل معلومات مشفرة يجب أن تحل حتى تصبح ذات فائدة.

(جزئ الوراثة)

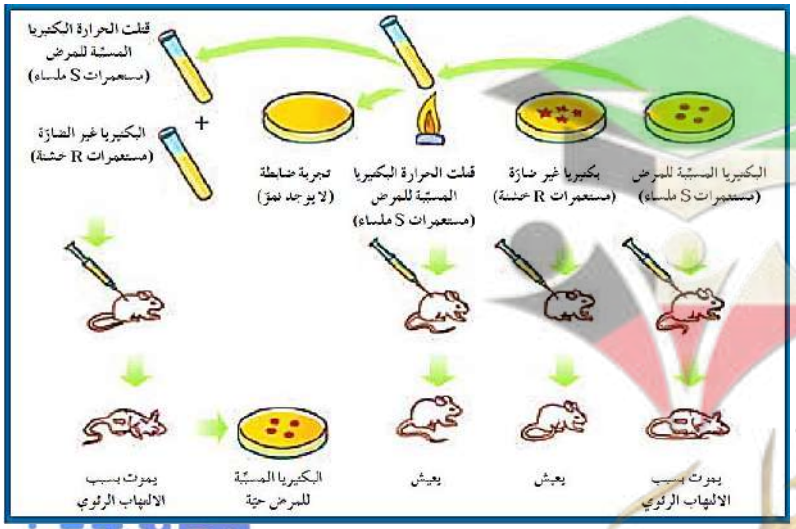
- في العام 1874 اكتشف العالم **(فريدريك ميشر)** الحمض النووي في **أنوية الخلايا الصديدية**.
- **أصبح** هذا الاكتشاف معروفاً **باسم (الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين أو DNA).**

(المادة الوراثية تغير الخلايا)

- في العام 1928 تمكن الباحث **(فريدريك جريفث)** من اجراء تجربة تحدد **هل الجينات تتركب من الحمض DNA أو البروتين؟**

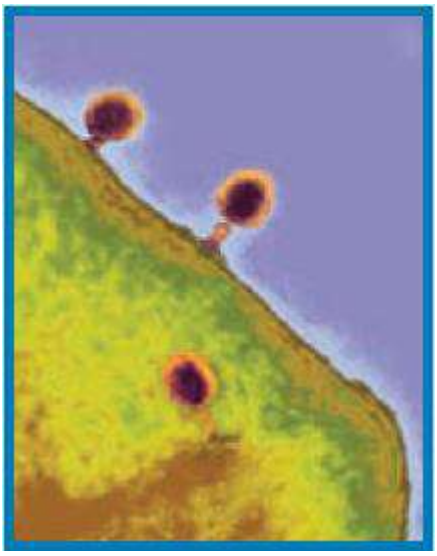
تجربة العالم (جريفث):

- استخدم **بكتيريا ستربتوكوكس نومونيا** التي تسبب **الالتهاب الرئوي**.
- هذه البكتيريا لها **سلالتان** أحدهما السلالة **(S) الملساء** التي **تسبب الالتهاب الرئوي** لدى الفئران وتكون محاطة بغشاء مخاطي.
- وسلالة أخرى **(R) الخشنة** غير محاطة بغشاء مخاطي **لا تسبب الالتهاب الرئوي**.
- **قتل** السلالة **(S)** بعد **تعريضها إلى حرارة عالية فلم تحدث ضرراً للفئران** عند حقنها بهذه السلالة المقتولة.
- **حقن** جريفث فأراً **بخليط** من السلالة **(S) الميتة** مع السلالة **(R) الخشنة الحية** ، **وافترض أن الفأر لن يتأثر** بهذا الخليط، **ولكنه أصيب بالالتهاب الرئوي ومات**.
- **وبالبحث عن سبب موت الفأر:**



- **ترك** البكتيريا المأخوذة من الفأر الميت تتكاثر **فظهر** نسل البكتيريا من السلالة **(S)** ذات الغطاء المخاطي.
- **افترض** العالم جريفث أن مادة التحول انتقلت بطريقة ما من السلالة **(S) الميتة** إلى **السلالة (R) الحية** ما أدى إلى **تحول** السلالة **(R)** إلى السلالة **(S)** وأوضح أن **مادة التحول هي مادة وراثية** أدت إلى ظهور صفات جديدة في النسل.
- لاحظ **علماء آخرون** أن العديد من البروتينات تتضرر من الحرارة فافترضوا أن حمض DNA وليس البروتينات هي المادة الوراثية.
- في العام 1944 اكتشف العالم **(أوزوالد أفري) وزملاؤه** أن مادة حمض DNA من سلالة البكتيريا (S) **ضرورية** لتحويل السلالة (R) إلى السلالة (S).

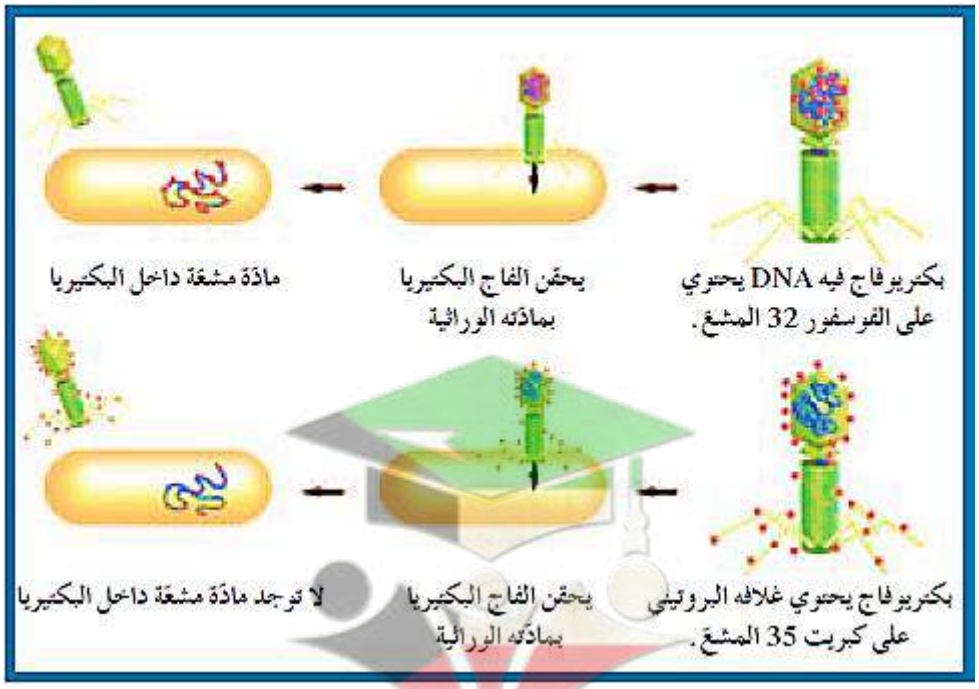
حمض DNA أو بروتين (تجربة البكتريوفاج):



- **تجربة العالمان (مارثا تشيس) و (ألفريد هيرشي):**

- **(تجربة حل اللغز) هل المادة الوراثية بروتين أم DNA ؟**

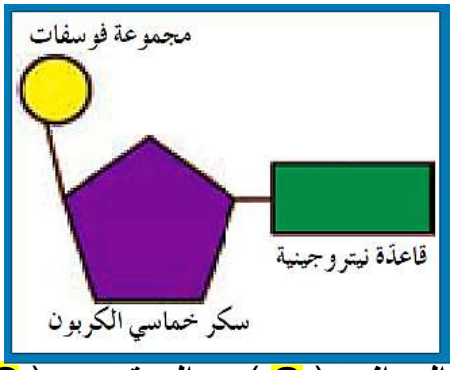
- أجريا تجربة على الفيروسات المعروفة باسم **(البكتريوفاج)** أو **(لاقم البكتيريا)** أو **(الفاج)**.
- **يتركب** البكتيريوفاج من **مكونين** هما (**حمض DNA**) **والبروتين**.
- وعندما يغزو هذا الفيروس خلايا البكتيريا يلتصق بسطحها ويحقن مادة فيها ويبقى ما تبقى منه خارج الخلية.
- تضبط المادة المحقونة عمليات الاستقلاب الخلوي (الأيض) وصفات خلية البكتيريا كما تفعل الجينات.
- خلص العالمان إلى أن المادة المحقونة يجب أن تكون المادة الوراثية ولكن ظل السؤال مطروحاً **(هل هذه المادة هي DNA أم بروتين)؟**
- تم إعداد خليط للفاج فيه **DNA مشع** وخلايا بكتيرية.
- وخليط آخر للفاج فيه **بروتين مشع** وخلايا بكتيرية أخرى.
- التصقت الفاجات بالبكتيريا وحقنتها بمادتها الوراثية ثم بدأت البكتيريا في إنتاج فيروسات جديدة من البكتريوفاج.
- اتضح **أن حمض DNA المشع هو الذي دخل إلى خلايا البكتيريا**، بمعنى أن البكتيريوفاج حقن DNA المشع.
- **ومن هنا استنتج** العلماء أن **المادة الوراثية هي DNA وليس البروتين**.



- **النيوكليوتيدات والقواعد النيتروجينية:**

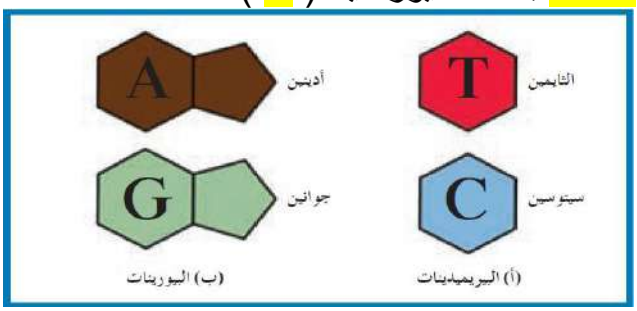
- بعد أن حدد العلماء أن حمض DNA هو المادة الوراثية، اقتضت الحاجة إلى حل اللغز الثاني وهو تركيب هذه المادة.
- ومثل الكثير من الاكتشافات العلمية المهمة كانت صناعة نموذج لحمض DNA حيث توصل العلماء إلى تأكيد ارتباط تركيب الجزيء بوظيفته.
- **ما هي وحدة بناء الأحماض النووية؟**
- **النيوكليوتيد:** هو المكون الأساسي للأحماض النووية DNA و RNA.

- **مم يتركب النيوكليوتيد؟**
- يتركب النيوكليوتيد الواحد من ثلاث مكونات هي كما بالرسم :
1- سكر خماسي الكربون.
2- مجموعة فوسفات.
3- قاعدة نيتروجينية.



- **انتبه:**
- **السكر خماسي الكربون قد يكون:**
- (**منقوص الأكسجين أو ديوكسي رايبوز**) في حمض **DNA**.
- أو (**رايبوز**) في حمض **RNA**.

- **يشترك** حمض DNA وحمض RNA بكل من: **الأدينين** (**A**) ، **الجوانين** (**G**) ، **والسيتوسين** (**C**)
- **وينفرد** حمض **DNA** بقاعدة الثايمين (**T**) وحمض **RNA** بقاعدة اليوراسيل (**U**).



- اثنان من هذه القواعد (**الأدينين والجوانين**)هما من: مجموعة **البيورينات** (**جزيئات حلقية مزدوجة**)،
- والاثنان الآخران (**الثايمين والسيتوسين**) هما من مجموعة **البيريميدينات** (**جزيئات حلقية مفردة**).

- **ما هو حمض DNA ؟**
- جزئ ذو شريطين من النيوكليوتيدات ملتفين حول بعضهما بعضاً وهو يشبه اللولب المزدوج (حسب تصميم نموذج واطسون وكريك).

- **انتبه:**
- في العام 1950 عندما قام العالم (**شارجاف**) بتحليل كميات القواعد النيتروجينية اكتشف أن:
- كمية الأدينين **تتساوى** دائماً مع كمية الثايمين، وكمية السيتوسين **تتساوى** دائماً مع كمية الجوانين.
- عرف ذلك بـ(**قانون شارجاف**) الذي أثبتت وبشكل أساسي أهميته في تحديد تركيب جزيء DNA.

- **اذكر أهمية قانون شارجاف؟** تحديد تركيب جزيء حمض DNA للكائنات المختلفة.

نسب القواعد النيتروجينية لدى أربعة كائنات (%)				
مصدر DNA	الأدينين A	الثايمين T	الجوانين G	السيتوسين C
بكتيريا ستربتوكوكس	29.8	31.6	20.5	18.0
فطر الخميرة	31.3	32.9	18.7	17.1
سمك الرنجة	27.8	27.5	22.2	22.6
الإنسان	30.9	29.4	19.9	19.8

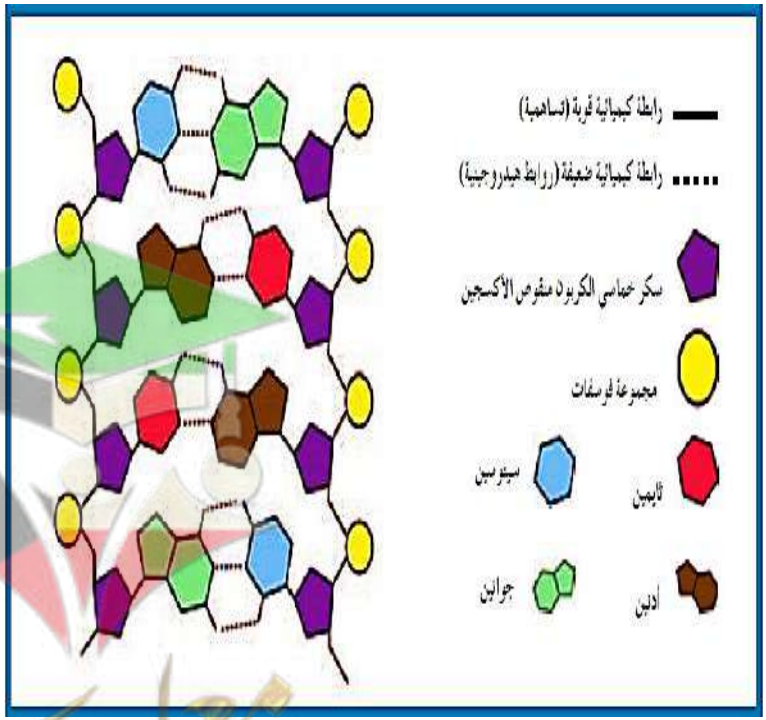
انتبه: الأرقام للتوضيح فقط وليست تقويمية

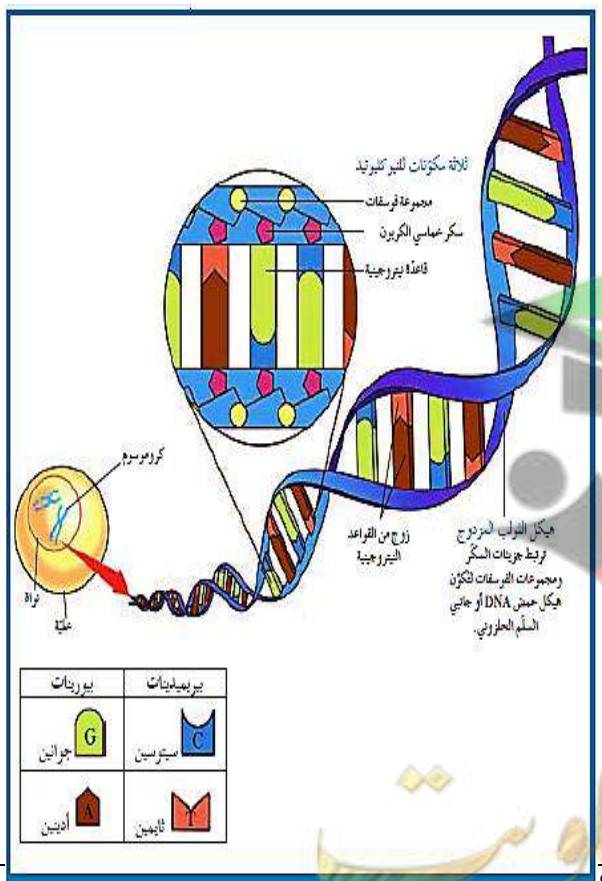
- **اللولب المزدوج**:
- **بعد** إعلان **شارجاف** عن اكتشافه مباشرة أضاف **العالمان** (**موريس ولكنز**) و (**روزالند فرانكلين**) صورة سينية لجزيء حمض DNA حيث أوضحت الصور **ثخانة** الجزيء **والتفافه** بشكل **لولبي**.
- **عرضت** (**فرانكلين**) إحدى صورها لمادة حمض DNA على **العالم** (**جيمس واطسون**) حيث لاحظ وزميله (**فرانسيس كريك**) أن جزيء حمض DNA **ثخين** لدرجة أنه **لا يمكن** أن يكون شريطاً **مفرداً**.
- وبعد عدة محاولات لإعداد نماذج DNA مختلفة تم تصميم نموذج على يسمى **اللولب المزدوج وهو جزئ ذو شريطين من النيوكليوتيدات ملتفين حول بعضهما بعضاً.**

- **يعتبر** هذا النموذج الآن هو **النموذج الصحيح** لجزيء حمض DNA **ويشبه السلم الحلزوني**.

- **اكتشف** العلماء أن هناك **ثلاثة** مكونات للنيوكليوتيدات المكونان **الأول والثاني** هما **السكر خماسي الكربون ومجموعة الفوسفات اللذان يرتبطان برابطة كيميائية** (**تساهمية**) **قوية** لتكوين **هيكل جانبي السلم الحلزوني.**
- المكون **الثالث** هو **إحدى القواعد النيتروجينية التي ترتبط بالسكر أيضاً برابطة تساهمية قوية.**
- **وترتبط** كل **قاعدتين معاً** برابطة كيميائية **ضعيفة** (**روابط هيدروجينية**) **لتكوين درجات السلم.**
- وبهذه الطريقة تكون النيوكليوتيدات اللولب المزدوج لجزيء حمض DNA.

- **يتكون** كل زوج من قواعد حمض DNA **من قاعدة بيورينية مع قاعدة بيريمدينية**، حيث أن:
  - **الأدينين** يرتبط مع **الثايمين** برابطة هيدروجينية **ثنائية** (**A = T**) ، بينما
  - **السيتوسين** يرتبط مع **الجوانين** برابطة هيدروجينية **ثلاثية** (**G ≡ C**).





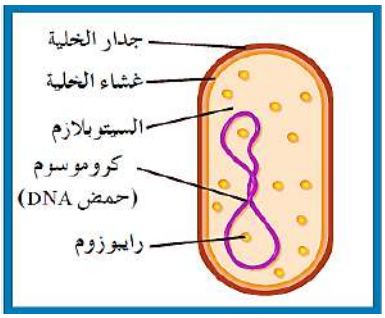
- جزيء حمض DNA يشبه السلم الحلزوني ويعرف بـ(**اللولب المزدوج**).

- **تضاعف حمض DNA:**
- عندما اكتشف واطسون وكريك تركيب اللولب المزدوج لمادة حمض DNA لاحظا كيف يُنسخ حمض DNA أو يتضاعف.
- يحمل كل شريط كافة المعلومات التي يحتاج إليها لإعادة إنشاء الشريط الآخر بحسب نظام القواعد المتكاملة المزدوجة.
- إذا تمكنت من فصل الشريطين فإن هذا النظام يسمح بإعادة بناء تتابع القواعد للجانب الآخر.
- **انتبه:**
- **قبل انقسام الخلية تخضع مادة حمض DNA لعملية تسمى تضاعف حمض DNA بحيث تضمن هذه العملية أن كل خلية ناتجة سوف تحتوي على نسخة كاملة ومتطابقة من جزيئات حمض DNA.**

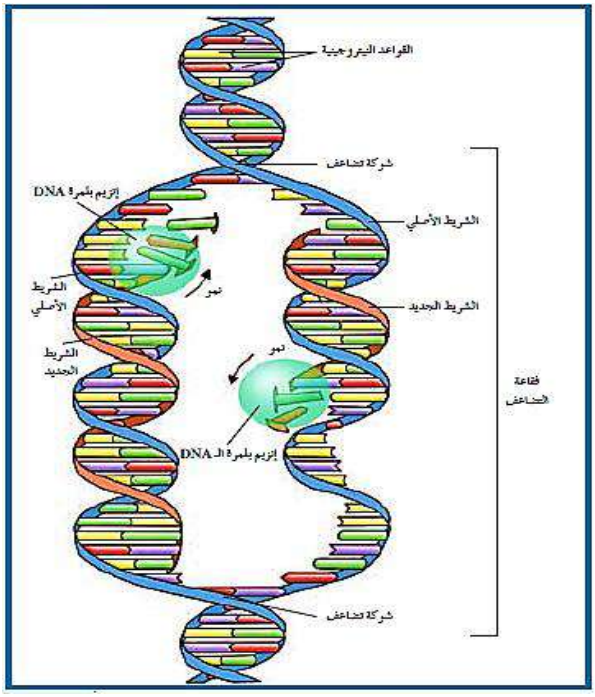
- **كيف تحدث عملية التضاعف لحمض DNA؟**

1- قبل أن تبدأ عملية التضاعف يجب حل التفاف اللولب المزدوج وفصل شريطي DNA بواسطة إنزيم (**هيليكيز**).
2- يقوم إنزيم هيليكيز **بكسر الروابط الهيدروجينية** التي تربط القواعد النيتروجينية المتكاملة بين خيطي DNA **عند نقطة معينة**.
3- عندما ينفصل الشريطان **ترتبط إنزيمات أخرى وبروتينات** على كل من الشريطين الفرديين **وتمنع تقاربهما وإعادة التفافهما**.
4- **تسمى** النقطة التي يتم عندها فصل اللولب المزدوج (**شوكة التضاعف**).
5- **بدءًا** من شوكة التضاعف **تتحرك إنزيمات بلمرة حمض DNA** على طول كل من شريطي DNA (**يعمل كل شريط كقالب**) مضيفة نيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة بحسب نظام ازدواج القواعد.
6- يتشكل بذلك لولبان مزدوجان جديدان وتبقى هذه الإنزيمات مرتبطة بالشريطين حتى وصولها إلى إشارة تأمرها بالانفصال.

- **انتبه:**
- **لدى إنزيم بلمرة حمض DNA دور في (التدقيق اللغوي) (علل) لأنه أثناء عملية التضاعف قد تقع بعض الأخطاء حيث أن نيوكليوتيداً خاطئاً قد يضاف إلى الشريط الجديد، يزيل هذا الإنزيم خلال عملية التدقيق اللغوي التي يقوم بها النيوكليوتيد الخاطئ ويستبدله بالنيوكليوتيد الصحيح.**
- **لا يبدأ التضاعف في طرف وينتهي في الطرف الآخر من جزيء حمض DNA.**
- ففي **حمض DNA الدائري** الموجود عند البكتيريا (**خلايا أولية النواة**) نجد عادة (**شوكتي تضاعف**) **تبدآن في مكان معين وتتحركان باتجاهين مختلفين إلى أن تلتقيا في الطرف الآخر من حمض DNA الدائري.**

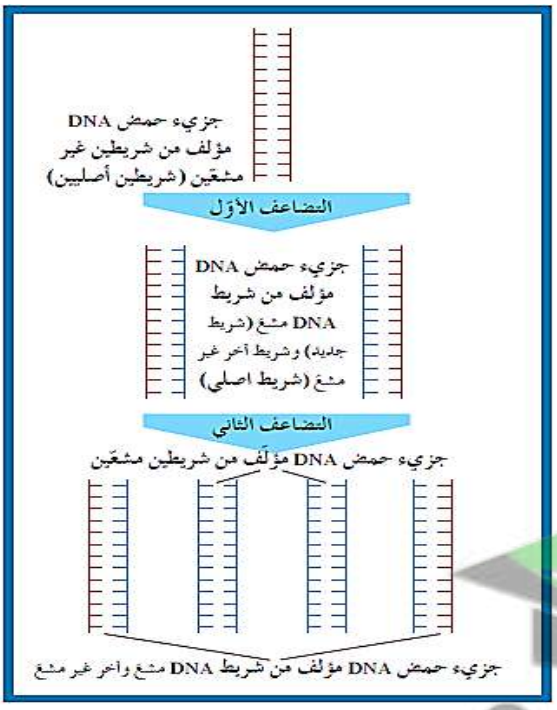


- أما في جزيء **حمض DNA الخيطي** الموجود في معظم الخلايا **حقيقية النواة** نجد عادة (**عدة أشواك تضاعف**) **تبدأ في الوسط** وتتحرك باتجاهين متعاكسين محدثة (**فقاعات تضاعف**) على طول جزيء DNA.
- **لو لم تحدث عملية التضاعف بهذه الطريقة لكنا بحاجة إلى (16) يوماً على الأقل لنسخ جزيء DNA واحد من ذبابة الفاكهة.**
- **لكن في وجود أكثر من (6000) شوكة تضاعف في الوقت نفسه يحتاج تضاعف جزيء DNA لذبابة الفاكهة إلى ثلاث دقائق فقط.**
- **وعند الإنسان ينسخ حمض DNA في أجزاء وبشوكة تضاعف أيضاً ولكن بشوكة واحدة لكل 100.000 نيوكليوتيد تقريباً.**



- في خلال تضاعف حمض DNA يتحول جزيء حمض DNA إلى جزيئين جديدين متكاملين بحسب نظام تتابع القواعد المزدوجة نفسه.
- كل خيط من خيطي اللولب المزدوج يعمل كناسخ للخيط الجديد.

- **انتبه:**
- **توصف عملية تضاعف حمض DNA بأنها (تضاعف نصف محافظ) أو (المحافظ الجزئي) علل:**
  - لأن كل جزئ DNA جديد يحتوي على شريط واحد جديد وشريط واحد أصلي.



- **ما أهمية التضاعف نصف المحافظ؟**
  - لكي يتم الحفاظ على شرائط أحادية من حمض DNA ونقلها لأجيال عديدة من خلال الانقسام الخلوي.

- **ما الفرق بين شوكة التضاعف وفقاعة التضاعف؟**

شوكة التضاعف:
النقطة التي تبدأ عندها عملية تضاعف حمض DNA.

فقاعة التضاعف:
المنطقة المحصورة بين شوكتي تضاعف حمض DNA.

- **أذكر أهمية كل من؟**
- **إنزيم الهيليكيز:**
  - يقوم بتكسير الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية بين خيطي DNA الأصلي قبل عملية التضاعف.

- **إنزيم بلمرة DNA:**

1- يقوم بإضافة النيوكليوتيدات الجديدة إلى النيوكليوتيدات المكشوفة في الشريط الأصلي لبناء شريط جديد.
2- يقوم بعملية التدقيق اللغوي وذلك بإزالة النيوكليوتيد الخاطئ التي تم إضافته أثناء عملية التضاعف واستبداله بالنيوكليوتيد الصحيح.

صفوة معلم الكويت