

سلسلة الكتب الرقمية التعليمية
Digital Educational Book Series

المادة الوراثية

Genetic Material

من تركيب الكروموسوم إلى تضاعف الـ DNA والطفرات الوراثية



إعداد وتصميم منظومة
الفصل الثالث — العلوم الحياتية

صفحة حقوق النشر

عنوان الكتاب: المادة الوراثية (Genetic Material)

الطبعة: الأولى — نسخة رقمية تعليمية تفاعلية

المحتوى العلمي الأساسي: مُعاد صياغته وتنظيمه وإثراؤه اعتمادًا على مصدر تعليمي معتمد لمادة العلوم الحياتية، الفصل الثالث.

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا الكتاب أو استخدامه تجاريًا دون إذن خطي مسبق، مع السماح باستخدامه لأغراض تعليمية غير ربحية داخل الصفوف الدراسية.

إخلاء مسؤولية علمي: بُذلت العناية اللازمة للتحقق من دقة المعلومات العلمية الواردة في هذا الكتاب اعتمادًا على مصادر علمية موثوقة (Nature، Science، PubMed، NCBI، NIH، WHO)، وقد يستجد في هذا المجال معارف وأبحاث حديثة تستوجب المراجعة الدورية للمحتوى.

تصميم الرسوم التوضيحية: رسومات علمية تخطيطية مُعدّة خصيصًا لأغراض تعليمية، بتسميات إنجليزية معتمدة دوليًا وشروحات عربية أسفل كل شكل.

مقدمة الكتاب

يفتح هذا الكتاب الرقمي بوابةً إلى أحد أكثر الموضوعات إثارةً في علم الأحياء الحديث: المادة الوراثية، تلك الشيفرة الدقيقة التي تحمل أسرار الحياة وتورثها من جيل إلى آخر. منذ اكتشاف العلماء أنَّ الكروموسومات تحمل المعلومات الوراثية في مطلع القرن العشرين، تسارعت الأبحاث لتكشف عن تركيب الحمض النووي DNA وآلية تضاعفه، وصولاً إلى فهم الطفرات الوراثية وأثرها في الكائنات الحية. يهدف هذا الكتاب إلى تبسيط هذه المفاهيم العلمية الدقيقة من خلال شرح تفصيلي مدعوم بالرسوم التوضيحية والجدول والأنشطة العملية، مع ربط المحتوى بتطبيقاته في الطب والزراعة والتكنولوجيا الحيوية والحياة اليومية.

أهداف التعلم

يُتوقع من الطالب بعد دراسة هذا الكتاب أن يكون قادرًا على أن:

- يوضّح المقصود بالحمض النووي وأنواعه.
- يصف التركيب الكيميائي للحموض النووية.
- يتتبع آلية تضاعف الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين DNA.
- يوضّح المقصود بالطفرة وأنواعها والعوامل المسببة لحدوثها.
- يربط بين تركيب المادة الوراثية وتطبيقاتها في الطب والصناعة والزراعة.

كيفية استخدام الكتاب

لتحقيق أقصى استفادة من هذا الكتاب، يُنصح باتّباع الخطوات الآتية:

١. اقرأ أهداف التعلم في بداية الفصل لتكوين تصوّر عامّ عمّا ستتعلمه.
٢. تابع الشرح العلميّ خطوة بخطوة، ولا تتجاوز صندوق المصطلحات دون فهمه.
٣. تأمل الأشكال التوضيحية جيّداً؛ فهي تلخّص الأفكار العلمية المعقّدة بصريّاً.
٤. نفّذ الأنشطة والتجارب المقترحة إن أمكن ذلك في المختبر المدرسيّ.
٥. أجب عن أسئلة نهاية كل جزء فور الانتهاء منه لتثبيت الفهم.
٦. استخدم الخريطة الذهنية والملخّص في نهاية الفصل للمراجعة السريعة قبل الاختبارات.

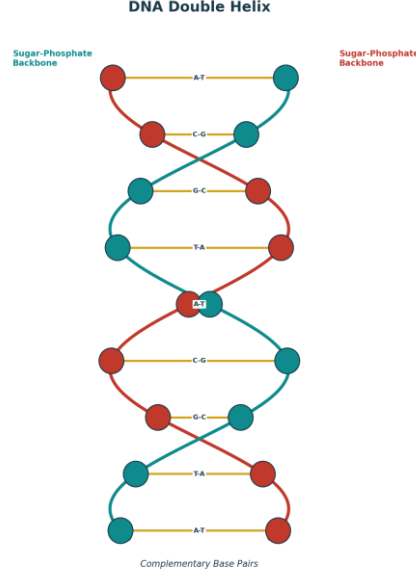
جدول المحتويات

8	الفصل الثالث: المادة الوراثية (Genetic Material)
9	٢-١ اكتشاف المادة الوراثية
10	٢-٢ تركيب الكروموسوم
11	٢-٣ الحموض النووية (Nucleic Acid)
12	النيوكليوتيدات ومكوناتها
13	الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين DNA
15	٢-٤ أهمية الحموض النووية
16	٢-٥ تضاعف جزيء DNA
18	٢-٦ الطفرات (Mutations)
19	أنواع الطفرات الوراثية
20	التقانات وعلوم الحياة
21	الخريطة الذهنية للفصل
22	ملخص الفصل
23	أسئلة الفصل
25	مشروعات الفصل
26	الاختبار الشامل ومفتاح الإجابات

الفصل الثالث

المادة الوراثية

(Genetic Material)



الشكل (١): جزيء الـ DNA بشكله اللولبي المزدوج

مقدمة الفصل

- تخيّل أنّ كل خلية في جسمك — من خلايا الجلد إلى خلايا القلب — تحمل داخلها مكتبة كاملة من المعلومات تُحدّد لون عينيك، وطول قامتك، وحتى استعدادك لبعض الأمراض. هذه المكتبة هي المادة الوراثية.
- اكتشف العلماء في أوائل القرن العشرين، من خلال سلسلةٍ متتابعةٍ من التجارب، أنّ المعلومات الوراثية تُحمل على الكروموسومات، فتؤدّي إلى ظهور الصفات الوراثية الخاصة بجميع الكائنات الحية.
- فما التركيب الكيميائي والجزيئي لهذه الكروموسومات؟ وكيف تنتقل من جيلٍ إلى آخر؟ هذا ما سيجيب عنه هذا الفصل.
- عزيزي الطالب، يُتوقع منك بعد دراستك هذا الفصل أن تكون قادرًا على أن:
- توضّح المقصود بالحمض النووي وأنواعه.
 - تصف التركيب الكيميائي للحموض النووية.
 - تتنبّع آلية تضاعف الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين DNA.
 - توضّح المقصود بالطفرة وأنواعها والعوامل المسببة لحدوثها.

٢-١ اكتشاف المادة الوراثية

بعد أن أسس العالم مندل علم الوراثة من خلال اكتشافاته عام ١٨٥٠م، وبيّن أهمّ الأسس في توارث الصفات الوراثية، بدأ العلماء البحث عن ماهية المادة الوراثية، إلى أن توصّلوا إلى أن مكّونات الكروموسوم الرئيسية هي مادّتي الـ DNA والبروتين. غير أنّه لم يكن أمراً هيئاً معرفة أيّ من هاتين المادّتين هو المسؤول عن حمل المعلومات الوراثية ونقلها، وكذلك تحديد التركيب الكيميائي والجزيئي للمادة الوراثية.

استغرق الأمر عشرات السنوات من التجارب المتتالية، أبرزها تجارب العالم غريفت (Griffith)، وتجارب العالم أفري (Avery) ومساعديه، وأخيراً تجارب العالمين هيرشي (Hershey) وتشيس (Chase).

وقد توصّل العلماء من خلال هذه التجارب مجتمعةً إلى أن العامل الوراثي يتركز في جزيء الـ DNA تحديداً، وليس في البروتين كما كان يُعتقد سابقاً، وأنّ هناك علاقة تركيبية وثيقة بين الكروموسومات وجزيء الـ DNA، وأنّ هذه الكروموسومات تنتقل من خلية إلى أخرى ومن جيل إلى آخر أثناء الانقسامات الخلوية.

ملاحظة تعليمية

لكل تجربة من هذه التجارب التاريخية دور تراكمي في الوصول إلى الحقيقة العلمية؛ فتجربة غريفت كشفت عن وجود «عامل محوّل»، بينما حدّدت تجربتا أفري وهيرشي وتشيس طبيعة هذا العامل كيميائياً بأنّه DNA.

ابحث

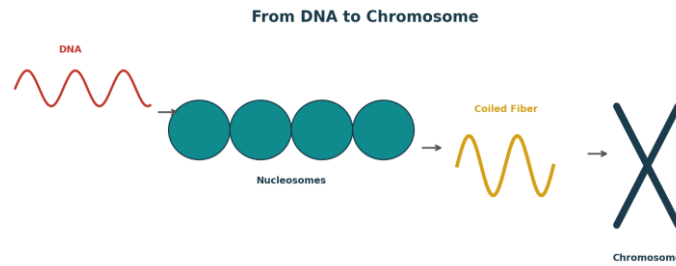
ابحث في الشبكة العنكبوتية عن دور كلّ من غريفت وأفري في اكتشاف العوامل الوراثية، والتجارب التي أدّت إلى ذلك.

٢-٢ تركيب الكروموسوم

يتركّب الكروموسوم في الكائنات الحيّة حقيقية النواة من DNA وبروتينات، ومن هذه البروتينات بروتين الهستون الذي يرتبط في مجموعات ثمانية مكّوناً شكل خرزات (beads)، بينما يلتف جزيء الـ DNA مرّتين حول هذه البروتينات حتى يصل إلى جزيء بروتينيّ تاسع.

هذا التجمّع للجزيئات البروتينيّة التسع مع جزيء الـ DNA يُدعى النيوكليوسوم (Nucleosome).

يلعب النيوكليوسوم دوراً مهمّاً في تكّؤس الكروموسوم (Super-coiling) أثناء الانقسامات الخلوية، كما أنّ له دوراً في تنظيم عملية الترجمة التي سيأتي شرحها لاحقاً.



الشكل (٢): مراحل تكثيف جزيء الـ DNA من النيوكليوسوم إلى الكروموسوم الكامل

المصطلح بالعربية	English Term	التعريف
النيوكليوسوم	Nucleosome	تجمّع مكّون من ثماني جزيئات من بروتين الهستون ملتفّ حولها جزيء الـ DNA، ويُعدّ الوحدة البنائية الأساسية لتكثيف الكروموسوم.

المصطلح بالعربية	English Term	التعريف
بروتين الهستون	Histone Protein	بروتين قاعدي يرتبط بجزيء الـ DNA ويساعد على التفافه وتكثيفه داخل نواة الخلية.

هل تعلم؟

يبلغ طول جزيء الـ DNA في الخلية البشرية الواحدة، إذا فُرد بالكامل، نحو مترين تقريباً، ومع ذلك فهو مكدس بإحكام داخل نواة لا يتجاوز قطرها بضعة ميكرومترات، وذلك بفضل نظام التفاف الـ DNA حول بروتينات هستون.

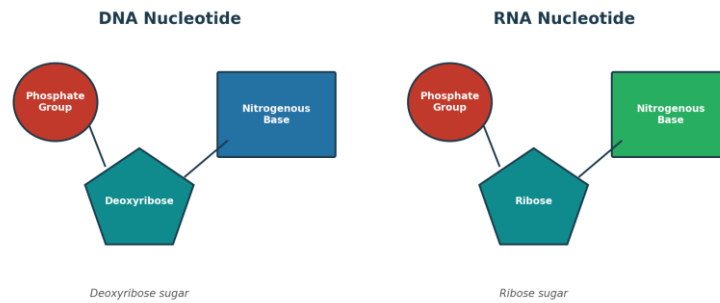
٢-٣ الحموض النووية (Nucleic Acid)

تتضمن الجزيئات الحيوية الكبيرة جزيئات تُسمى الحموض النووية، ومنها: الحمض النووي الريبوزي RNA، والحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين DNA. وتتكون هذه الحموض النووية من وحدات بنائية أساسية تُسمى النيوكليوتيدات (Nucleotides)، ترتبط معاً بواسطة روابط تساهمية لتشكل الحمض النووي.

النيوكليوتيدات (Nucleotides)

تُعدّ النيوكليوتيدات الوحدات البنائية الأساسية للحموض النووية، ويتكون كل نيوكليوتيد من ثلاثة مكونات رئيسية:

- مجموعة فوسفات: ترتبط بذرة الكربون رقم (٥) لجزيء السكر برابطة تساهمية.
- جزيء سكر خماسي: نوعان أساسيان — سكر ريبوزي في RNA، وسكر ريبوزي منقوص الأكسجين في DNA.
- قاعدة نيتروجينية: تضمّ الثايمين (T)، الجوانين (G)، الأدينين (A)، السايتوسين (C) في جزيء DNA، ويحلّ اليوراسيل (U) محلّ الثايمين في جزيء RNA.



الشكل (٣): تركيب النيوكليوتيد في DNA مقارنةً بـ RNA

المصطلح بالعربية	English Term	التعريف
النيوكليوتيد	Nucleotide	الوحدة البنائية الأساسية للحمض النووي، وتتكون من سكر خماسي ومجموعة فوسفات وقاعدة نيتروجينية.

المصطلح بالعربية	English Term	التعريف
القاعدة النيتروجينية	Nitrogenous Base	جزيء حلقي يحتوي على النيتروجين، يرتبط بذرة الكربون رقم (١) لجزيء السكر، ويحدد نوعه تسلسل المعلومة الوراثية.

مقارنة بين السكر الريبوزي والسكر الريبوزي منقوص الأكسجين

وجه المقارنة	السكر الريبوزي (Ribose)	السكر منقوص الأكسجين (Deoxyribose)
عدد ذرات الأكسجين على الكربون ٢'	يحتوي على مجموعة هيدروكسيل OH	لا يحتوي على أكسجين (H فقط)
الحمض النووي الذي يدخل في تركيبه	RNA	DNA
الاستقرار الكيميائي	أقل استقراراً نسبياً	أكثر استقراراً، مناسب لحفظ المعلومة الوراثية

الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين DNA

يتشكل جزيء الـ DNA من سلسلتين مُلتَفَتَيْن بشكلٍ لولبيّ، حيث تتكوّن كل سلسلة من ترتيبٍ دقيقٍ من النيوكليوتيدات، ترتبط قواعدها النيتروجينية ببعضها بواسطة روابط هيدروجينية. وتكوّن السلسلتان متعاكستين في الاتجاه (Antiparallel).

سؤال

أي من القواعد النيتروجينية ترتبط معًا؟
ما عدد الروابط الهيدروجينية التي تربط كلّ نوعين معًا؟
فسّر سبب تسمية السلاسل بـ '٣'-٥'.

الفروقات بين DNA و RNA

وجه المقارنة	DNA	RNA
عدد السلاسل	سلسلتان (لولب مزدوج)	سلسلة واحدة
نوع السكر	رايبوزي منقوص الأكسجين	رايبوزي
القواعد النيتروجينية	A, T, G, C	A, U, G, C
الوظيفة الرئيسية	حفظ المعلومة الوراثية ونقلها للأجيال	التعبير عن الصفات الوراثية عبر تكوين البروتينات
الأنواع	نوع واحد	mRNA، tRNA، rRNA

نشاط (١): استخلاص الـ DNA من نبات الفراولة

المواد والأدوات: ١٠ ثمار فراولة، ١ مل صابون سائل، أنابيب اختبار، ٤٠٠-٥٠٠ مل عصير برتقال، إيثانول مُبرّد ٩٥٪، أكياس بلاستيكية.

١. ضع الفراولة في الكيس البلاستيكي مع إضافة كمية من عصير البرتقال، أغلق الكيس ثم اهرسه باليد.
 ٢. خذ ٥ مل من الخليط المتكوّن، وضغّه في أنبوب اختبار.
 ٣. أضف الصابون السائل إلى الخليط، وامزجه بصورة خفيفة؛ لتجنّب تكوّن فقاعات أو رغوة، مدّة ٣ دقائق.
 ٤. أضف كميةً مماثلةً لكمية الصابون من الإيثانول المبرّد. ماذا ستلاحظ؟
 ٥. اترك الأنبوبة قليلاً، ولاحظ الظهور التدريجي لخيوط الـ DNA على السطح.
 ٦. اجمع الخيوط التي ظهرت بواسطة ملقط، وشاهدها تحت المجهر المركّب.
- أسئلة النشاط: ما أهمية استخدام كلّ من الصابون وعصير البرتقال والكحول؟ ولماذا يجب أن يكون الكحول مبرّداً؟ وهل تُستخدم هذه الطريقة في مجال البحث العلمي؟
- ملاحظة: يمكن تنفيذ النشاط باستخدام موادّ أخرى بدلاً من الفراولة، مثل البصل أو الموز أو السبانخ.

٢-٤ أهمية الحموض النووية

يُشكل الحمض النووي DNA المكوّن الرئيس للكروموسوم، وهو المسؤول عن تحديد الصفات الوراثية ونقلها من جيلٍ إلى آخر، حيث يحمل الـ DNA المعلومات الوراثية المسؤولة عن إظهار الصفات المميزة للكائن الحيّ، وكذلك ينظّم جميع الأنشطة الحيوية للخلايا من خلال ما يُعرف بالجينات؛ حيث إنّ الجين هو جزء من الـ DNA يحتوي في داخله على تسلسل خاصّ من القواعد النيتروجينية ليُمثّل صفةً محدّدة، وله موقع محدّد على الكروموسوم.

أمّا الحمض النووي RNA فله ثلاثة أنواع (mRNA، tRNA، rRNA) لها دورٌ في التعبير عن الصفات الوراثية من خلال تكوين بروتينات محدّدة في عمليّتين خاصّتين، تُدعى النسخ والترجمة.

تطبيق حياتي

تعتمد اختبارات تحديد الأبوة، وفحوصات الطبّ الشرعيّ، وتحديد الهوية الوراثية كلّها على تحليل تسلسل الـ DNA الفريد لكل فرد، لما لهذا التسلسل من خصوصية تكاد تكون فريدة لكل إنسان باستثناء التوائم المتطابقة.

نصيحة صحية

الحفاظ على نمط غذائي متوازن غني بمضادات الأكسدة (كالخضراوات والفواكه الطازجة) يساعد على حماية الحمض النووي من التلف الناتج عن الجذور الحرة، مما يقلل من فرص حدوث طفرات ضارة.

٢-٥ تضاعف جزيء DNA

يتضاعف جزيء الـ DNA في أحد مراحل دورة الخلية، وهي مرحلة بناء الـ DNA ويُشار إليها بالرمز (S). وتحدث عملية التضاعف في ثلاث مراحل أساسية، كما يلي:

١. فك الالتواء (Unwinding)

يتحرك إنزيم هليكيز (Helicase) على طول جزيء الـ DNA اللولبي المزدوج، ويعمل على فك الالتواء وفصل السلسلتين. تتباعد السلسلتان، ثم تقوم بروتينات خاصة بالارتباط بجزيء الـ DNA للحفاظ على استقرار السلسلتين المنفصلتين.

٢. ارتباط القواعد في أزواج (Base Pairing)

تعمل إنزيمات بلمرة الـ DNA (DNA polymerase) على ربط النيوكليوتيدات الجديدة مع السلاسل القديمة بشكل متمم، بحيث يرتبط الأدينين (A) دائماً مع الثايمين (T)، والجوانين (G) دائماً مع السيتوسين (C).

٣. إعادة ربط السلسلة (Sealing)

يقوم إنزيم ربط الـ DNA لايفيز (Ligase) بربط السلسلتين، وتكون الجزيئات الناتجة متطابقة مع الجزيء الأصلي. ويُدعى هذا النوع من التضاعف بـ «شبه المحافظ» (Semi-conservative)؛ لأن كل جزيء ناتج يحتوي على سلسلة أصلية قديمة وسلسلة جديدة.

DNA Replication Process



الشكل (٤): المراحل الثلاث لتضاعف جزيء الـ DNA

سؤال

حسب توقعك، ما التغيرات التي تحدث في المرحلة S من دورة الخلية؟ ماذا يحدث لو لم تُصحح مثل هذه الأخطاء أثناء التضاعف؟

تعتمد الحياة على قدرة الخلايا في حفظ ونقل المعلومات الوراثية، التي تلزم للحفاظ على بقاء واستمرار الكائن الحي، ومن خلال عملية التضاعف يتم الحفاظ على كمية ونوعية المادة الوراثية؛ حيث إنها تنتقل من خلية إلى أخرى أثناء الانقسام المتساوي، ومن جيل إلى آخر من خلال الخلايا التناسلية.

ومع ضخامة المادة الوراثية في الكائن الحي، وسرعة القيام بعملية تضاعف الـ DNA، قد تحدث أخطاء في ترتيب القواعد النيتروجينية أثناء ربطها معاً، إلا أن هنالك نظاماً من الإنزيمات يعمل على تصويب (تصحيح) هذه الأخطاء.

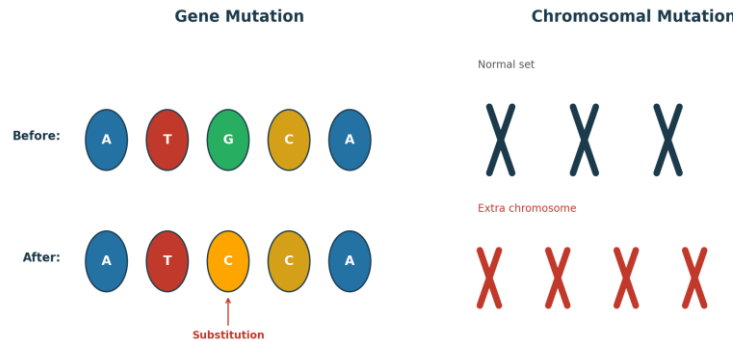
٢-٦ الطفرات (Mutations)

نشاط (٢)

اجمع عينات مختلفة من النباتات (خضار أو فواكه) تعتقد أنه قد حدث لها طفرات، وقم بتصويرها، وأعد تقريرًا حولها وحول الأسباب المتوقعة لحدوثها. تأمل صور الجزر ذي الجذور المتعددة، والعين المصابة بالمهق، والقدم ذات الأصابع الزائدة، والدلفين الوردي اللون، وحاول أن تصف كل حالة وتوقع سببها الرئيس والعوامل المحفزة المحتملة لحدوثها.

من خلال الإجابة عن أسئلة النشاط السابق، يمكننا تعريف الطفرة على أنها تغير مفاجئ في المادة الوراثية المتكّمة في صفات معينة؛ ما قد ينتج عنه تغير في هذه الصفات، وتعد الطفرة مؤثرة إذا تمّ توارثها. ويختلف تأثير هذه الطفرات في جسم الكائن الحي، حيث إنّه قد ينتج عنه صفات غير مرغوبة (كالتشوّهات في الإنسان، أو نقص المحصول في النبات)، أو ظهور صفات مرغوبة إلى درجة أنّ الإنسان يحاول استحداثها بطرق علمية. أمّا حدوث الطفرات فقد يكون تلقائيًا ولأسباب غير محدّدة علميًا أثناء الانقسامات الخلوية، وقد يكون هنالك أسباب خارجية كالمواد الكيميائية والإشعاعات وغيرها.

أنواع الطفرات الوراثية



الشكل (٥): مقارنة بين الطفرة الجينية والطفرة الكروموسومية

المصطلح بالعربية	English Term	التعريف
الطفرة الجينية	Gene Mutation	تغير في التركيب الكيميائي للجين (حذف أو إضافة أو استبدال لواحدة أو أكثر من القواعد النيتروجينية في جزيء DNA)، فينتج بروتين مختلف يسبب ظهور صفة جديدة.

المصطلح بالعربية	English Term	التعريف
الطفرة الكروموسومية	Chromosomal Mutation	تغير في عدد الكروموسومات أو في تركيبها، نتيجة خلل أثناء الانقسام المنصف أو المتساوي، سواء زيادة أو نقصانًا.

الفروقات بين الطفرة الجينية والطفرة الكروموسومية

الطفرة الجينية	الطفرة الكروموسومية
وجه المقارنة	
على مستوى قاعدة نيتروجينية واحدة أو أكثر داخل الجين	على مستوى الكروموسوم بأكمله (عدده أو تركيبه)
حذف أو إضافة أو استبدال قاعدة نيتروجينية	خلل أثناء الانقسام المنصف أو المتساوي
السبب الشائع	متلازمة داون (زيادة كروموسوم)
مثال	فقر الدم المنجلي

ابحث

من خلال الرحلة المعرفية (Webquest)، ابحث عما يُسمّى بـ «الطفرة المستحدثة» (De novo)، وابحث في أسبابها ومكان حدوثها.
ابحث في الشبكة العنكبوتية عن طفرات مرغوبة مستحدثة في كلّ من مجالي الزراعة الحيوانية والنباتية.

التطبيقات الحياتية والصناعية للمادة الوراثية

التطبيقات في الطب

يُستخدم تحليل الـ DNA في تشخيص الأمراض الوراثية قبل الولادة، وفي الكشف المبكر عن الاستعداد الوراثي لبعض أنواع السرطانات، وفي اختبارات تحديد الأبوة والهوية الوراثية.

التطبيقات في التكنولوجيا الحيوية

توصّل العلماء في مجال النانو تكنولوجي إلى أنه يمكن استخدام الـ DNA في عمل رقائق كمبيوتر حيوية (Biochips)، واستخدام هذه الرقائق لصنع أجهزة كمبيوتر أسرع كثيرًا من الأجهزة الحالية التي تعتمد على رقائق السيليكون، كما أنّ قدرتها التخزينية ستكون أكبر بملايين المرات من الأجهزة الحالية.

التطبيقات في المجال القضائي

بحث العلماء عن طريقة لمضاعفة كمية الـ DNA بشكل كبير خارج الخلية الحية؛ بهدف إجراء اختبارات وفحوصات إضافية عليها في مجالات عدّة، منها المجال القضائي في الكشف عن الجرائم، فتوصّل العلماء إلى جهاز تفاعل البلمرة المتسلسل (Polymerase Chain Reaction - PCR).

التطبيقات في الصناعات الغذائية والدوائية والزراعة

تُستخدم تقنيات الهندسة الوراثية لإنتاج محاصيل زراعية مقاومة للآفات والجفاف، وإنتاج الإنسولين البشري وبعض اللقاحات عن طريق البكتيريا المعدلة وراثيًا، ممّا خفّض تكلفة إنتاج بعض الأدوية بشكل كبير.

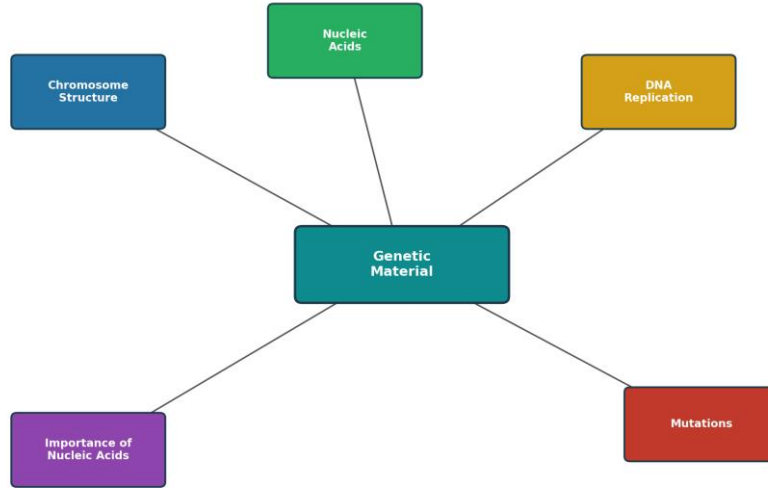
التطبيقات البيئية

تُستخدم تقنيات الـ DNA لتتبع التنوع الحيوي وحماية الأنواع المهددة بالانقراض من خلال البصمة الوراثية، وكذلك في رصد التلوث البيولوجي.

للاطلاع فقط — التقانات وعلوم الحياة

توصّل العلماء في مجال النانو تكنولوجي إلى إمكانية استخدام الـ DNA في صناعة رقائق كمبيوتر حيوية (Biochips) ذات قدرة تخزينية هائلة.
بحث العلماء عن طريقة لمضاعفة كمية الـ DNA خارج الخلية الحية عبر جهاز تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR)، ما فتح آفاقًا واسعة في الطب الشرعي والتشخيص الطبي.

الخريطة الذهنية للفصل



الشكل (٦): خريطة ذهنية تلخص أهم محاور فصل المادة الوراثية والعلاقات بينها

ملخص الفصل

أهم الأفكار

- المادة الوراثية محمولة على الكروموسومات، وتتركز في جزيء الـ DNA تحديداً.
- يتركب الكروموسوم من DNA وبروتينات الهستون، وتُشكّل وحدة النيوكليوسوم أساس تكتيفه.
- الحموض النووية (DNA و RNA) تتكوّن من نيوكليوتيدات مرتبطة تساهمياً.
- يتضاعف الـ DNA بطريقة شبه محافظة عبر ثلاث مراحل: فكّ الالتواء، ارتباط القواعد، إعادة الربط.
- الطفرات تغيّرات مفاجئة في المادة الوراثية، وتُصنّف إلى جينية وكروموسومية.

أهم المصطلحات

الكروموسوم — النيوكليوسوم — النيوكليوتيد — القاعدة النيتروجينية — RNA — DNA — الجين — التضاعف شبه المحافظ — الطفرة الجينية — الطفرة الكروموسومية.

أهم النقاط التي يجب حفظها

١. تسلسل ارتباط القواعد النيتروجينية: A مع T، و G مع C في DNA.
٢. الإنزيمات الثلاثة الرئيسية في التضاعف: Helicase، DNA polymerase، Ligase.
٣. الفرق الجوهري بين DNA و RNA من حيث السكّر وعدد السلاسل والقواعد.

أسئلة الفصل

أولاً: صحّ أم خطأ

١. تتكوّن الحموض النووية من وحدات بنائية تُسمّى النيوكليوتيدات. ()
٢. يدخل السكر الرايبوزي منقوص الأكسجين في تركيب جزيء RNA. ()
٣. تُعدّ عملية تضاعف الـ DNA من النوع شبه المحافظ. ()
٤. كل طفرة وراثية تؤدي بالضرورة إلى ظهور صفة غير مرغوبة. ()

ثانياً: أكمل الفراغات

١. يتكوّن النيوكليوتيد من و و
٢. يُدعى إنزيم فكّ الالتواء في تضاعف الـ DNA بإنزيم
٣. تُصنّف الطفرات إلى نوعين رئيسيين هما و

ثالثاً: اختيار من متعدد

١. ما القاعدة النيتروجينية التي تتواجد في RNA ولا تتواجد في DNA؟
أ- أدنين ب- يوراسيل ج- ثايمين د- سايتوسين
٢. في أيّ المراحل الآتية تحدث عملية تضاعف جزيء الـ DNA؟
أ- مرحلة G1 ب- مرحلة G2 ج- مرحلة S د- أثناء الانقسام الخلوي
٣. ممّ يتركّب الكروموسوم؟
أ- DNA فقط ب- بروتين فقط ج- DNA وبروتين د- RNA فقط

رابعاً: علّل لما يأتي علمياً

١. حدوث طفرة وراثية عند إضافة قاعدة نيتروجينية في جزيء الـ DNA.
٢. تُعدّ عملية تضاعف جزيء الـ DNA مهمة للكائن الحي.
٣. أطلق على تضاعف الـ DNA اسم «شبه المحافظ».

خامساً: قارن بين

قارن بين السكر الرايبوزي والسكر الرايبوزي منقوص الأكسجين من حيث التركيب والحمض النووي الذي يدخل في تكوينه.

سادساً: رتّب

رتّب الخطوات الآتية بحسب تسلسل حدوثها في عملية تضاعف الـ DNA: (ربط القواعد النيتروجينية الجديدة — إعادة ربط السلسلة بواسطة الليغيز — فكّ الالتواء بواسطة الهليكيز).

سابعاً: صل

العمود (ب)	العمود (أ)
إضافة النيوكليوتيدات الجديدة	Helicase
فكّ الالتواء	DNA polymerase
ربط السلسلة النهائي	Ligase

ثامناً: فسّر

فسّر سبب تسمية السلسلتين في جزيء الـ DNA بـ «متعاكسَي الاتجاه» (Antiparallel).

تاسعاً: استنتج

إذا حدث خلل في عمل إنزيم Ligase أثناء تضاعف الـ DNA، ماذا تستنتج من حيث سلامة الجزيء الناتج؟

عاشرًا: حلّ الرسم

بالرجوع إلى الشكل (٤) الذي يوضّح مراحل تضاعف الـ DNA، حدّد المرحلة التي يظهر فيها إنزيم Helicase ووظيفته فيها.

حادي عشر: أسئلة تطبيقية

لو أردت تصميم تجربة مخبرية بسيطة لاستخلاص الـ DNA من خضار متوفّر في منزلك غير الفراولة، فما الخطوات التي ستتبعها؟

ثاني عشر: أسئلة التفكير الناقد

هل توافق على استخدام الهندسة الوراثية لتعديل صفات المحاصيل الزراعية؟ اذكر رأيك مدعّمًا بحجّتين علميتين.

ثالث عشر: أسئلة حلّ المشكلات

لاحظ مزارع أنّ محصوله من الجزر أنتج جذورًا متعدّدة غير معتادة (كما في الشكل ٨ بالمصدر). صمّم خطة بحثية مبسّطة لمعرفة ما إذا كان السبب طفرة وراثية أم عاملًا بيئيًا.

رابع عشر: أسئلة مقالية قصيرة

اشرح بإيجاز العلاقة بين الكروموسوم وجزيء الـ DNA والنيوكليوسوم.

خامس عشر: أسئلة مفتوحة (دون إجابة محدّدة)

في رأيك، كيف يمكن أن يُغيّر فهمنا المتعمّق للمادة الوراثية مستقبل الطب خلال العقود القادمة؟

مشروعات الفصل

مشروع (١)

تنظيم زيارة علمية إلى إحدى الجامعات، التي تستخدم التقنيات الحديثة في استخراج مادة الـ DNA من خلايا الكائنات الحية، والاطلاع على التقنية وتطبيقها عملياً.

مشروع (٢)

القيام برحلات معرفية عبر الإنترنت (Web Quest) حول عضيات الخلية: تركيبها ووظيفتها، مع ملاحظة التنوع في الرحلات المعرفية بين المعلومات النظرية، أفلام تعليمية، أسئلة تقييمية، أوراق عمل، رسوم، مجسمات، إلخ.

الاختبار الشامل

يتكوّن هذا الاختبار من (٣٠) سؤالاً من نوع الاختيار من متعدّد، موزّعة بشكل متوازن على محاور الفصل، ولكل سؤال أربعة بدائل وإجابة صحيحة واحدة.

١. اكتشاف المادة الوراثية تُعزى أساساً إلى تجارب:
 - أ- مندل فقط
 - ب- غريفت، وأفري، وهيرشي وتشيس
 - ج- واطسون وكريك فقط
 - د- دارون
٢. المكوّنات الرئيسة للكروموسوم هما:
 - أ- DNA و RNA
 - ب- DNA وبروتين
 - ج- بروتين وكربوهيدرات
 - د- دهون وبروتين
٣. بروتين الهستون يرتبط في مجموعات مكوّنة من:
 - أ- أربع وحدات
 - ب- ستّ وحدات
 - ج- ثماني وحدات
 - د- عشر وحدات
٤. يُطلق على تجمّع الهستونات مع الـ DNA اسم:
 - أ- الكروماتين
 - ب- النيوكليوسوم
 - ج- الرايبيوسوم
 - د- المتقدرة
٥. الوحدة البنائية الأساسية للحمض النووي هي:
 - أ- الحمض الأميني
 - ب- النيوكليوتيد
 - ج- الإنزيم
 - د- الغشاء
٦. مكوّنات النيوكليوتيد هي:
 - أ- سكر وفوسفات وقاعدة نيتروجينية
 - ب- سكر ودهن وبروتين
 - ج- فوسفات وماء وملح
 - د- بروتين وماء وسكر
٧. السكر الذي يدخل في تركيب RNA هو:
 - أ- الجلوكوز
 - ب- الرايبيوز
 - ج- الرايبيوز منقوص الأكسجين
 - د- الفركتوز
٨. السكر الذي يدخل في تركيب DNA هو:
 - أ- الرايبيوز
 - ب- الرايبيوز منقوص الأكسجين
 - ج- المالتوز
 - د- اللاكتوز
٩. القاعدة النيتروجينية الموجودة في RNA وغير الموجودة في DNA هي:
 - أ- الأدينين
 - ب- الجوانين
 - ج- اليوراسيل
 - د- الثايمين
١٠. ترتبط مجموعة الفوسفات بذرة الكربون رقم:
 - أ- ١
 - ب- ٣
 - ج- ٥
 - د- ٢
١١. ترتبط القاعدة النيتروجينية بذرة الكربون رقم:
 - أ- ١
 - ب- ٥
 - ج- ٣
 - د- ٤
١٢. جزيء الـ DNA يتشكّل بشكل:
 - أ- خطّي مستقيم
 - ب- لولبي مزدوج
 - ج- دائري مفرد
 - د- متشعب
١٣. السلسلتان في جزيء الـ DNA تكونان:
 - أ- متوازيتين بنفس الاتجاه
 - ب- متعاكستين في الاتجاه
 - ج- متقاطعتين
 - د- منفصلتين تماماً
١٤. يرتبط الأدينين دائماً مع:
 - أ- الجوانين
 - ب- السايروسين
 - ج- الثايمين
 - د- اليوراسيل
١٥. يرتبط الجوانين دائماً مع:
 - أ- الثايمين
 - ب- السايروسين
 - ج- الأدينين
 - د- اليوراسيل
١٦. نوع الروابط بين القواعد النيتروجينية المتقابلة هو:
 - أ- روابط أيونية
 - ب- روابط تساهمية
 - ج- روابط هيدروجينية
 - د- روابط فلزية
١٧. يتضاعف جزيء الـ DNA في مرحلة:
 - أ- G1
 - ب- G2
 - ج- S
 - د- الطور الانفصالي
١٨. الإنزيم المسؤول عن فكّ التواء جزيء الـ DNA هو:
 - أ- DNA polymerase
 - ب- Helicase
 - ج- Ligase
 - د- Ribosome
١٩. الإنزيم المسؤول عن ربط النيوكليوتيدات الجديدة بشكل متّمس هو:

- أ- Helicase ب- Ligase ج- DNA polymerase د- Amylase
 ٢٠. الإنزيم المسؤول عن إعادة ربط السلسلة بعد التضاعف هو:
 أ- Ligase ب- Helicase ج- DNA polymerase د- Lipase
 ٢١. يُسمّى نوع تضاعف الـ DNA بـ:
 أ- المحافظ الكامل ب- شبه المحافظ ج- التبادلي د- العشوائي
 ٢٢. الحمض النووي المسؤول عن نقل الصفات الوراثية من جيل إلى آخر هو:
 أ- RNA ب- DNA ج- ATP د- البروتين
 ٢٣. عدد أنواع الحمض النووي RNA هو:
 أ- واحد ب- اثنان ج- ثلاثة د- أربعة
 ٢٤. الجزء من الـ DNA الذي يحتوي على تسلسل خاص ليمثل صفة محدّدة يُسمّى:
 أ- النيوكليوسوم ب- الجين ج- الرايبوسوم د- الإنزيم
 ٢٥. التغيّر المفاجئ في المادة الوراثية يُسمّى:
 أ- الانقسام ب- الطفرة ج- التضاعف د- الترجمة
 ٢٦. تغيّر التركيب الكيميائي لجين واحد نتيجة حذف أو إضافة قاعدة يُسمّى:
 أ- طفرة كروموسومية ب- طفرة جينية ج- انقسامًا منصفًا د- نسخًا
 ٢٧. التغيّر في عدد أو تركيب الكروموسومات يُسمّى:
 أ- طفرة جينية ب- طفرة كروموسومية ج- تضاعفًا د- ترجمة
 ٢٨. من الأسباب الخارجية لحدوث الطفرات:
 أ- الانقسام الخلوي الطبيعي ب- الإشعاعات والمواد الكيميائية ج- التغذية المتوازنة د- النوم الكافي
 ٢٩. يُستخدم جهاز PCR لـ:
 أ- تحليل الدهون ب- مضاعفة كمّية الـ DNA خارج الخلية ج- قياس ضغط الدم د- فصل البروتينات
 ٣٠. استخدام DNA في صناعة رقائق الكمبيوتر الحيوية يُطلق عليه:
 أ- Biochips ب- Bioplastics ج- Nanotubes د- Microchips

مفتاح الإجابات

٥-ب	٤-ب	٣-ج	٢-ب	١-ب
١٠-ج	٩-ج	٨-ب	٧-ب	٦-أ
١٥-ب	١٤-ج	١٣-ب	١٢-ب	١١-أ
٢٠-أ	١٩-ج	١٨-ب	١٧-ج	١٦-ج
٢٥-ب	٢٤-ب	٢٣-ج	٢٢-ب	٢١-ب
٣٠-أ	٢٩-ب	٢٨-ب	٢٧-ب	٢٦-ب