

الفصل الثالث : تكنولوجيا الجينات

أولاً : أدوات تكنولوجيا الجينات ودورها

تتطلب تكنولوجيا الجينات استخدام أدوات ومواد عدة تساعد على نقل المادة الوراثية من كائن حي إلى آخر ❁ حلل ❁ لتعديل الصفات الوراثية في الكائنات الحية .

من الأمثلة عليها :

إنزيمات الحموض النووية ، نواقل الجينات

١. إنزيمات الحمض النووي DNA (DNA Enzymes)

تستخدم مجموعة من إنزيمات الحمض النووي (DNA) في مجال تكنولوجيا الجينات .



أ. إنزيمات القطع المحدد

- إنزيمات متخصصة في قطع (DNA)
- تنتجها أنواع عدة من البكتيريا للدفاع عن نفسها

وذلك بقطع (DNA) الفيروس الذي يهاجمها للتخلص منه

* تعرف العلماء على أكثر من (٣٥٠٠)

إنزيم ..

* حيث استخدموا بعضها في تكنولوجيا

الجينات ..

- تسمى إنزيمات القطع المحدد تبعا لنوع البكتيريا التي تنتجها ..

← تكون بكتيريا (Escherichia coli R) إنزيم قطع يسمى (EcoRI)

Eco R I

تشير إلى جنس البكتيريا ونوعها

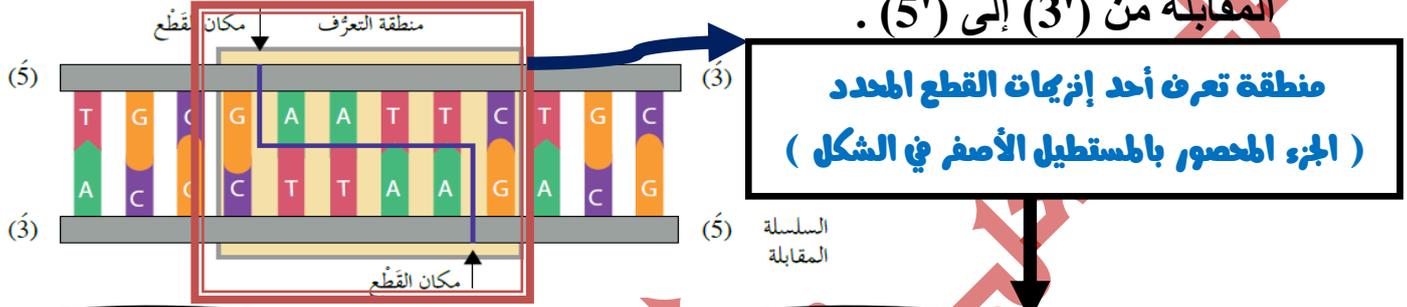
٤٦

سلالة البكتيريا

أن هذا الإنزيم هو أول إنزيم قطع محدد اكتشف في هذه البكتيريا

- يتعرف كل إنزيم من إنزيمات القطع المحدد تتابعا معيناً من النيوكليوتيدات ، يتراوح بين (٤-٦) نيوكليوتيدات في (DNA) .. تمثل مناطق التعرف .. وهذا التابع متاثلاً في منطقة التعرف في سلسلتي (DNA) . لكل سلسلتي (DNA) نهايتان يرمز إلى إحداهما بالرمز (5') (five prime) ويرمز إلى الأخرى بالرمز (3') (three prime) .

- يكون امتداد السلسلة الأولى في جزيء (DNA) من (5') إلى (3') ، ويكون في السلسلة المقابلة من (3') إلى (5') .



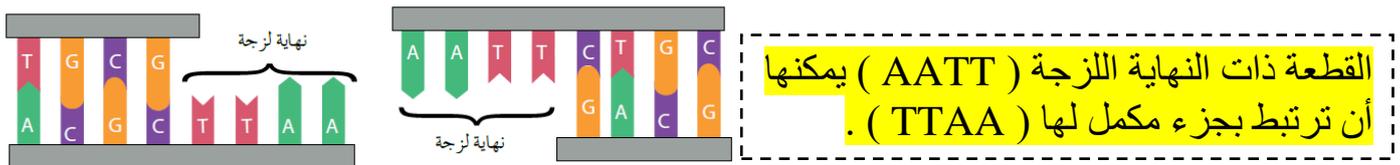
يظهر أن تتابع النيوكليوتيدات في منطقة التعرف في سلسلة (DNA) من (5') إلى (3') هو تتابع النيوكليوتيدات نفسه في السلسلة المقابلة من (5') إلى (3') .

لاحظ أن هذا الإنزيم يقطع سلسلة (DNA) في مكان محدد بين القاعدة النيتروجينية جوانين (G) والقاعدة النيتروجينية أدنين (A) في سلسلتي (DNA)

ينتج من بعض إنزيمات القطع المحدد ، مثل إنزيم (EcoRI)

قطع أطرافها سلاسل مفردة من النيوكليوتيدات تسمى هذه الأطراف (النهايات اللزجة)

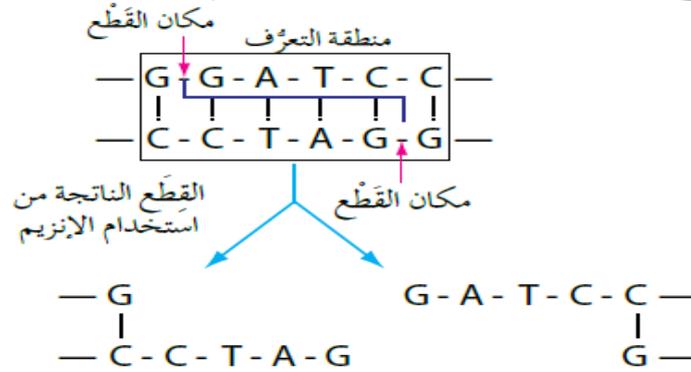
!! سميت باللزجة !! لإمكانية التصاقها بجزء مكمل لها .



الشكل (١-٣٢) : سلسلتا (DNA) بعد القطع، وظهور النهايات اللزجة.

ينتج من بعض إنزيمات القطع المحدد سلاسل (DNA) ، تكون نهايتها غير لزجة ، ويكون التحام هذه النهايات بسلاسل أخرى صعبة ، مما يجعل استخدامها في مجال تكنولوجيا الجينات محدوداً .

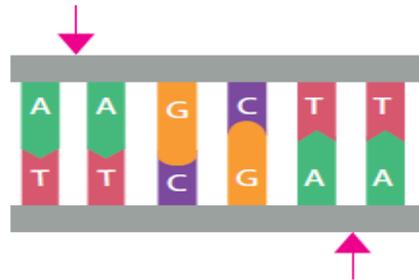
إذا علمت أن أحد إنزيمات القَطْع يتعرّف تسلسل النيوكليوتيدات (GGATCC)، ويقطع سلسلة (DNA) بين القاعدة النيتروجينية (G) والقاعدة النيتروجينية (G) المتتاليتين، فاكتب تسلسل النيوكليوتيدات في القِطْع الناتجة من استخدام هذا الإنزيم.



سؤال

تكوّن بكتيريا (*Haemophilus influenzae* d) إنزيم (*HindIII*) الذي يتعرّف تسلسل النيوكليوتيدات (AAGCTT)، انظر الشكل (١-٣٣)، ويقطع في المكان المُحدّد بالأهم بين القاعدة النيتروجينية أدنين (A) والقاعدة النيتروجينية أدنين (A) المتتاليتين:

- ماذا يُمثّل كلٌّ من: الحروف (*Hin*)، والرقم اللاتيني (III)؟
- اكتب القِطْع الناتجة من استخدام هذا الإنزيم.



الشكل (١-٣٣): منطقة التعرّف، ومكان قطع الإنزيم (*HindIII*).

الحل:

الله لا ينساک وهذا يكفي ...

الله لا يظلمک وهذا الأمان ...

الله لا يخذلك و**هنا الطمانينة** ...

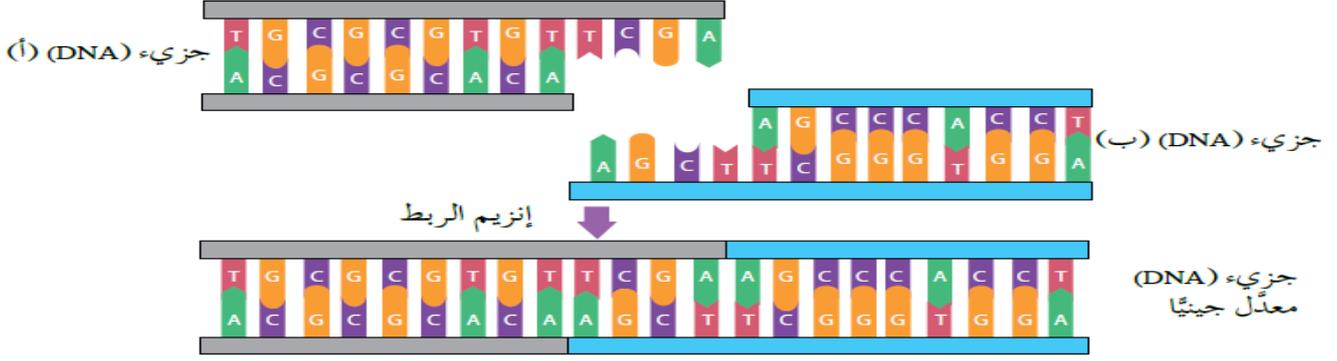
استخدامات إنزيم الربط

ب. إنزيم الربط

في تكنولوجيا الجينات لربط نهايتي جزيئي
(DNA) معا

ربط سلسلتي (DNA) معا

ليكونا جزيء (DNA) واحدا معدلا جينيا



الشكل (١-٣٤): كيفية عمل إنزيم الربط.

ج. إنزيم بلمرة (DNA) المتحمل للحرارة

- **مكان إستخراجه** : من بكتيريا تعيش في الينابيع الساخنة .
- **إستخدامه** : بناء سلسلة مكملة لسلسلة (DNA) الأصلية في تفاعلات إنزيم البلمرة المتسلسل (سيدرس لاحقا) .

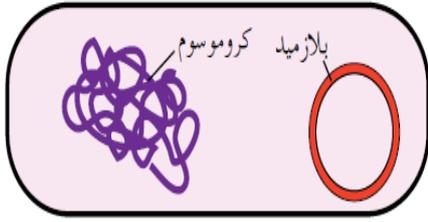
يمكن إستخدام قطع (DNA) الناتجة من إنزيمات القطع المحدد في تطبيقات لتكنولوجيا الجينات التي تتطلب بعضها استخدام نواقل الجينات .

Kill them with success and bury them with a smile .

تابعني عالفيس بوك : الأستاف مصعب القطاوي

٢. نواقل الجينات :

تستخدم في نقل قطع (DNA) الناتجة من إنزيمات القطع المحدد إلى الخلايا المستهدفة .



الشكل (١-٣٥): المادة الوراثية في البكتيريا: البلازميد والكروموسوم البكتيري.

البلازميدات

الفيروسات

من الأمثلة على نواقل الجينات :

البلازميدات

- يستخدم ناقل جينات .
- وهو جزيء (DNA) حلقي يوجد في بعض سلالات البكتيريا .
- يتميز بقدرته على التضاعف ذاتيا .
- يعد أول النواقل المستخدمة في التعديل الجيني للبكتيريا .

يجب توافر مواقع مهمة في البلازميد الذي يستخدم ناقل جينات

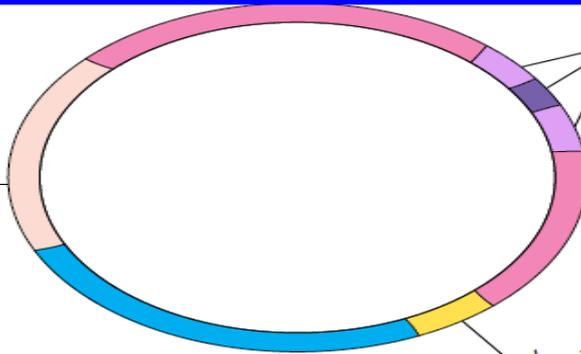
مواقع في البلازميد الذي يُستخدم ناقل جينات

موقع مسؤول عن تضاعف البلازميد

مواقع تعرف إنزيمات القطع المحدد

موقع جين مقاومة أحد المضادات الحيوية مثل الأمبيسلين

موقع جين مقاومة أحد المضادات الحيوية مثل الأمبيسلين



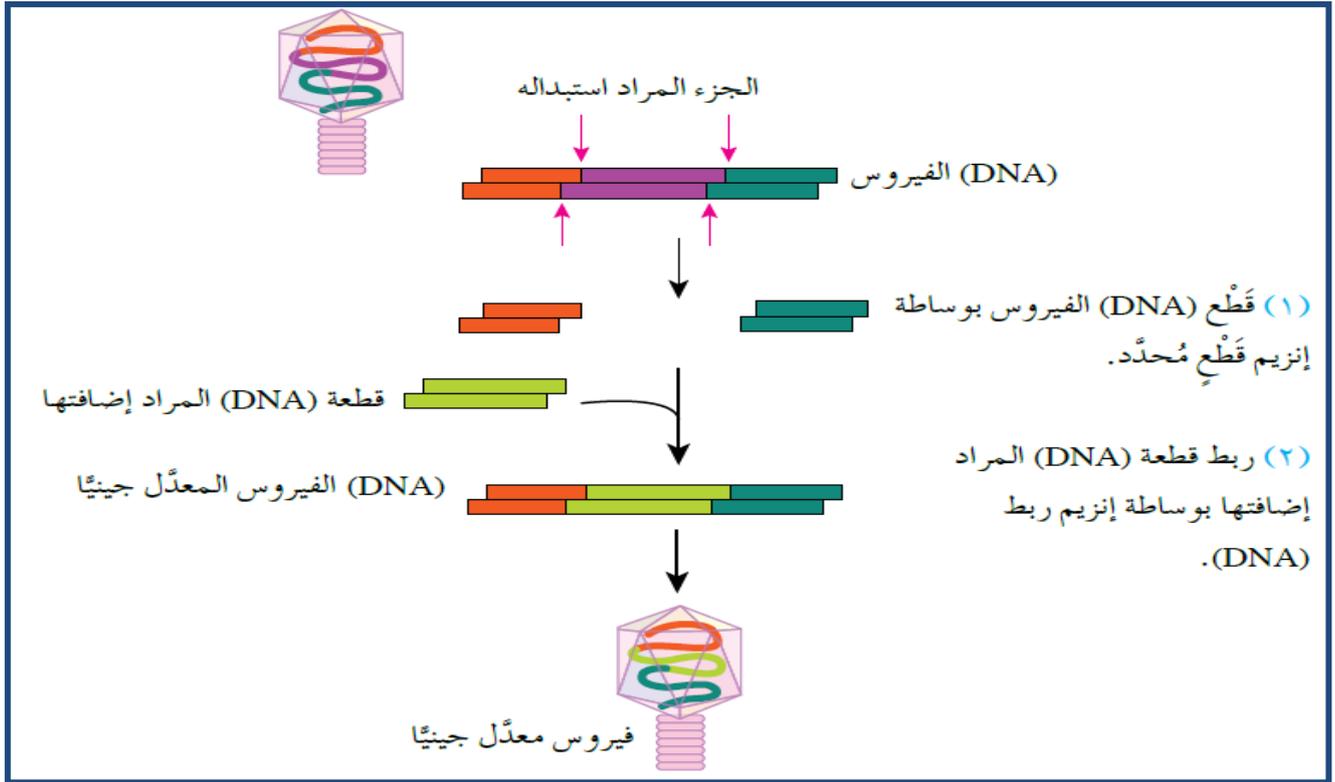
موقع مسؤول عن تضاعف البلازميد

وفي ما يأتي المواقع المهمة في البلازميد الذي يُستخدم ناقل جينات:

- ١ . الموقع المسؤول عن تضاعف البلازميد .
- ٢ . مواقع تعرف إنزيمات القطع المحدد؛ إذ تتعرف هذه الإنزيمات تسلسل النيوكليوتيدات في هذه المواقع، فتقطع عندها لتُضاف قطع (DNA) المرغوبة إلى البلازميد .
- ٣ . الموقع الذي يحوي جين مقاومة نوع من المضادات الحيوية أو أكثر؛ لتسهيل فصل البكتيريا التي تحوي هذا البلازميد المعدل جينياً .

الفيروسات

تستخدم بعض أنواع الفيروسات ، مثل فيروس آكل البكتيريا .. بوصفها نواقل جينات.



• تستخدم بعض أنواع الفيروسات ، مثل فيروس آكل البكتيريا ، بوصفها نواقل جينات ، ولا سيما حين تكون قطع (DNA) المراد نقلها كبيرة الحجم (فسر ذلك)

١. إذ يقطع جزء من (DNA) الفيروس .

٢. وتضاف قطعة (DNA) مرغوبة مكانه (كيف ؟؟)

أ. بالإستعانة بإنزيمات القطع المحدد .

ب. وإنزيم ربط (DNA) .

تدخل النواقل المعدلة جينيا إلى الخلايا الهدف (فسر ذلك) لتعديلها جينيا .

يمكن أن تكون
هذه الخلايا

خلايا بكتيرية يراد استخدامها في إنتاج مواد علاجية

خلايا حيوانية يراد تحسين صفاتها

خلايا نباتية

خلايا إنسان تخضع للمعالجة الجينية

{ هرمون النمو }

{ هرمون الإنسولين }

الإستاذ مصعب القطاوي

0785187756

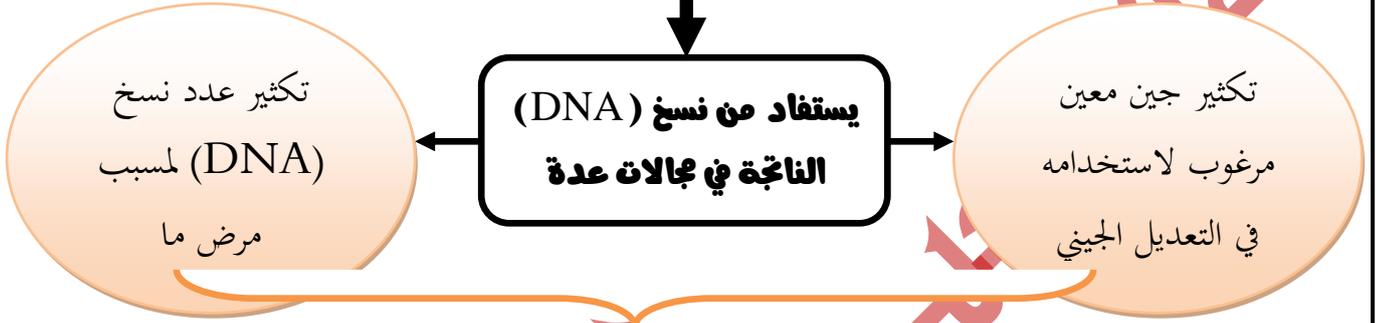
0796425625

ثانياً: الطرائق المستعمرة في تكنولوجيا الجينات

تستخدم طرائق مخبرية عدة في إنتاج نسخ متعددة من (DNA) ، وفي فصل قطع (DNA) بعضها عن بعض .

1. تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل (PCR)

استخدامه: يستخدم في إنتاج نسخ كثيرة من قطع (DNA) خارج الخلية الحية باستخدام جهاز خاص .



1. يساهم في الكشف عن وجود مسببات الأمراض الفيروسية والبكتيرية في عينات المرضى .
2. تشخيص بعض الإختلالات الوراثية .
3. تعرف بصمة (DNA) .

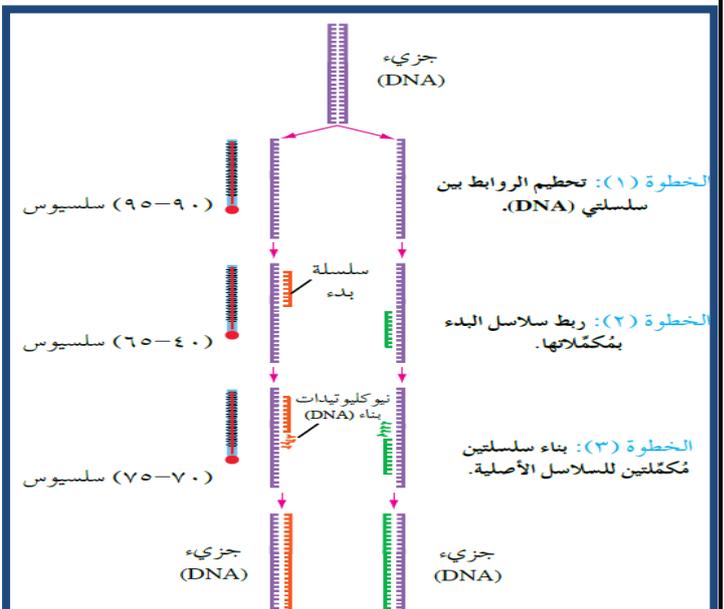
لإجراء تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل تستخدم المواد والأدوات التالية:

1. إنزيم بلمرة (DNA) المتحمل للحرارة .
2. عينة (DNA) المراد نسخها .
3. نيوكليوتيدات بناء (DNA) .
4. سلاسل البدء .

← إذا توافرت المواد الضرورية للتفاعل تنقل إلى أنبوب خاص يوضع في جهاز تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل .

!!سلاسل البدء!!: هي عبارة عن سلاسل (DNA) أحادية قصيرة ، يكون تتابع النيوكليوتيدات فيها مكملًا

للنيوكليوتيدات في المنطقة التي يبدأ فيها نسخ (DNA) .



تحدث التفاعلات على صورة دورات تستغرق مدداً زمنية قصيرة ، وتتضمن كل خطوة من خطوات الدورة ضبط درجات الحرارة كما هو مبين في الشكل ، إذ تعد الدقة في ضبط درجة الحرارة عاملاً أساسياً لإتمام كل خطوة من خطوات الدورة .

الخطوة (1) تفصل سلسلتا (DNA) ، وذلك بتحطيم الروابط بينها .
الخطوة (2) ترتبط سلاسل البدء بمكملاتها .
الخطوة (3) تبني سلسلتا (DNA) جديدتان مكملتان للسلسلتين الأصليتين ، فيتضاعف جزيء (DNA) الأصلي .

تكرر الدورة مرات عدة قد تصل إلى (35) دورة ، وتكون جميع نسخ (DNA) الناتجة من تفاعلات (PCR) نسخاً طبق الأصل عن جزيء (DNA) الأصلي .

2. الفصل الكهربائي الهلامي للمادة الوراثية

استعمالاته: يستخدم في فصل قطع (DNA) في عينة ما اعتمادا على حجمها .

إذا كانت قطع (DNA) مشحونة بشحنة سالبة فإنها تتحرك باتجاه القطب الموجب .

تختلف المسافة التي تتحركها قطع (DNA) في المادة الهلامية باختلاف حجم كل منها .

القطع الصغيرة تقطع مسافة أطول من القطع الكبيرة في الوقت المستغرق نفسه ، وهو الأساس لفصل مزيج من قطع (DNA) .

خطوات الفصل الكهربائي الهلامي للمادة الوراثية:

أ. ملء الحفر الموجودة على طرف الهلام بمزيج من قطع (DNA) المراد فصلها .

ب. وصل قطبي الجهاز بمصدر تيار كهربائي خاص به ، ومراعاة استمرار تأثير التيار مدة مناسبة .

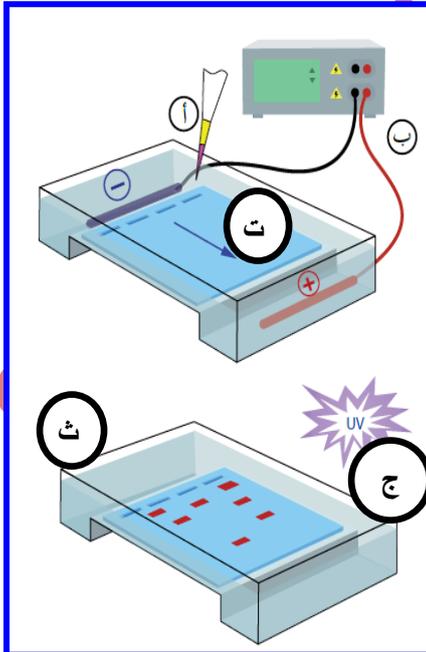
ت. انتقال قطع (DNA) باتجاه القطب الموجب بسرعة تناسب عكسيا مع حجمها .

ث. فصل التيار الكهربائي ، ثم وضع الصفيحة بما تحويه في محلول صبغة خاصة بجزئيات (DNA) مدة قصيرة .

ج. نقل الصفيحة إلى جهاز آخر خاص مزود بمصدر للأشعة فوق البنفسجية (UV) ؛ فتظهر أشرطة مصبوغة تختلف

مواقعها على المادة الهلامية ، ويمثل كل شريط أحمر قطعة (DNA) ، وتقطع قطع (DNA) المتطابقة في حجمها المسافة

نفسها على المادة الهلامية .



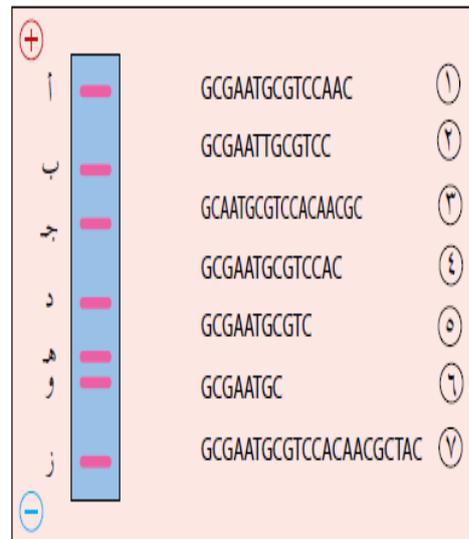
**هذه الطريقة تستخدم في
تكنولوجيا الجينات لتحديد
بصمة (DNA)**

سؤال

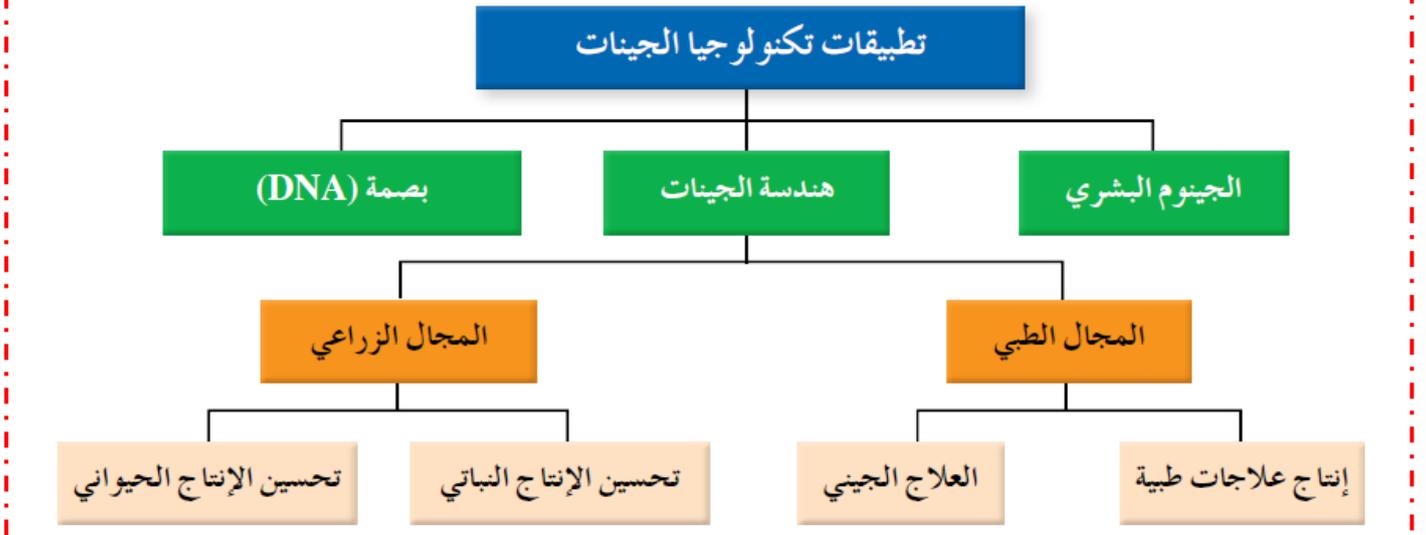
يُمثل الشكل (٤٢-١) نتائج الفصل الكهربائي الهلامي لعدد من قطع (DNA) المفردة:

• انسب كل قطعة (DNA) إلى الرمز الذي يُمثلها على الشريط المُرمز من (أ-ز).

• ما الأساس الذي اعتمدت عليه في إجابتك؟



ثالثا: تطبيقات تكنولوجيا الجينات



١. الجينوم البشري

هو عبارة عن التسلسل الكامل للنوكليوتيدات في كل كروموسوم من كروموسومات الخلية البشرية الواحدة.

كل خلية جسمية في الإنسان ثنائية المجموعة الكروموسومية تحتوي على (٤٦) كروموسوم .
كل كروموسوم يحمل مجموعة من الجينات .
كل جين يتكون من تسلسل محدد من النوكليوتيدات .

فكرة الجينوم البشري !!

ظهرت الفكرة عام ١٩٩٠ م وتضافرت جهود العلماء في دول عدة لإتمام هذا المشروع ، بحيث دونت النتائج التي توصلوا إليها تباعا في قاعدة بيانات خاصة ، ثم نشرت نتائج المشروع النهائية عام ٢٠٠٣ م .

أبرز فوائد مشروع الجينوم البشري هو تحديد مواقع جينات بعض الاختلالات الوراثية لمعالجتها .

المجال الطبي

المجال الزراعي

٢. هندسة الجينات

- أهم تطبيقات تكنولوجيا الجينات .
- تتضمن تعديل تركيب (DNA) لينتج (DNA) معدل جينيا .
- يستخدم في إنتاج كائنات حية معدلة جينيا ذات صفات مرغوبة .

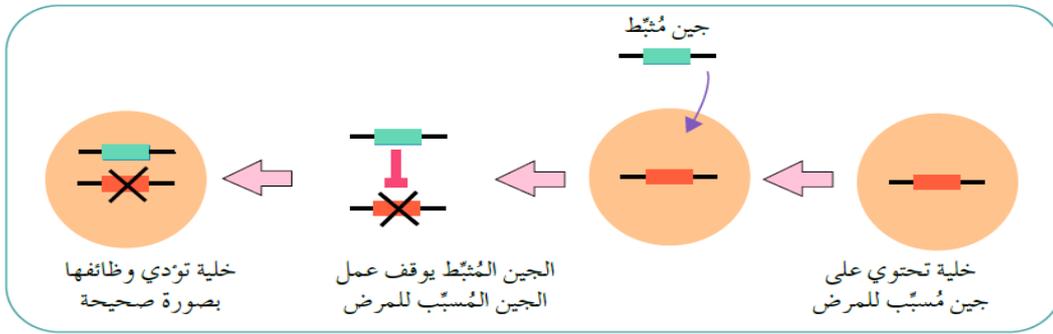
المجال الطبي

أولا : إنتاج علاجات طبية : استفاد العلماء من هندسة الجينات في إنتاج مواد طبية يتناولها المرضى غير القادرين على إنتاجها ، مثل :

أ. هرمون الإنسولين .
ب. هرمون النمو .
ج. مواد أخرى ضرورية .

ثانيا : العلاج الجيني : من الأمراض التي تعالج جينيا مرض التليف الكيسي ومرض نزف الدم .
تعالج بطريقتين :

1. تثبيط الجين المسبب للمرض وإيقافه عن العمل .
2. إدخال الجينات السليمة عن طريق نواقل الجينات ؛ بحيث تنقل الجينات السليمة إلى الخلايا الجسمية ، أو الجاميتات أو البويضة المخصبة .



الشكل (١-٤٤): المعالجة الجينية بتثبيط الجين المُسَبِّب للمرض.

المجال الزراعي

ما الأسباب التي أدت الى ظهور مشكلة نقص الغطاء النباتي ثم نقص الثروة الحيوانية؟

1. الزيادة الكبيرة في عدد السكان.
2. الشح في الموارد.
3. الرعي الجائر.
4. زحف العمران في المناطق الزراعية.
5. الإستخدام المفرط للمبيدات الحشرية.

أولا : تحسين الإنتاج النباتي :

استخدمت هندسة الجينات في إكساب النباتات صفات جديدة تمكنها من تحمل الظروف البيئية القاسية ؛ إذ ينقل إليها جينات تجعلها قادرة على مقاومة الحشرات ، أو الأمراض ، أو الملوحة ، أو الجفاف .
يستخلص البلازميد من البكتيريا ويعدل جينيا ، ثم يضاف البلازميد المعدل جينيا إلى الخلية النباتية المستهدفة ، فيكتسب النبات صفات جديدة .

ثانيا : تحسين الإنتاج الزراعي :

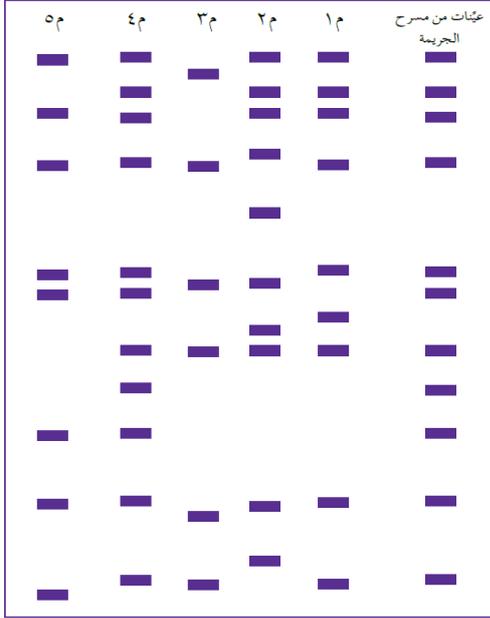
من الإستخدامات الأخرى لهندسة الجينات في المجال الزراعي تعديل صفات الحيوانات لإنتاج جيل جديد من الحيوانات المعدلة جينيا تحمل الصفات المرغوبة ، ومن الأمثلة على ذلك :

نقل الجين المسؤول عن تكوين هرمون النمو في أحد أنواع الأسماك إلى بويضة نوع آخر منها ، فتكون الأسماك المعدلة جينيا كمية كبيرة من هرمون النمو استجابة لتعليقات الجين الموجود عندها أصلا ، إضافة إلى تعليمات الجين الذي أضيف إليها ، وهو ما يتسبب في زيادة نموها .

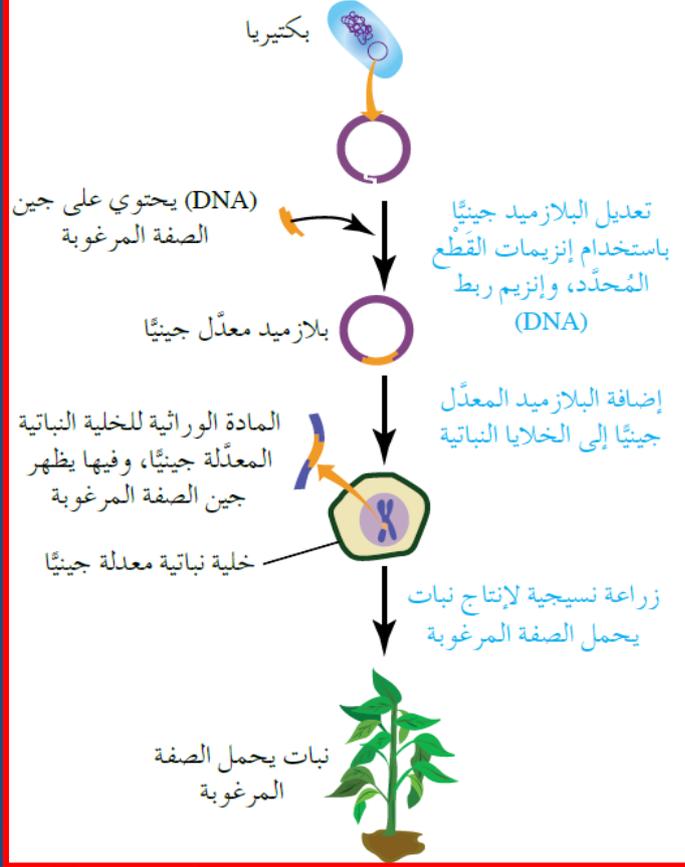
- من الصفات التي يراد تحسينها في الحيوانات أيضا : زيادة مقاومتها للأمراض ، وزيادة إنتاجها للحليب والبيض .

سؤال

تجمع الباحث الجنائي عينات من مسرح إحدى الجرائم، وخضعت هذه العينات للفصل الكهربائي الهلامي لتحديد بصمة (DNA)، ثم خضع الأشخاص المشتبه فيهم للفحص نفسه، وكانت النتائج حسيما هو ظاهر في الشكل (٤٦-١). حدّد المجرم من بين المشتبه فيهم.



الشكل (٤٦-١): نتائج فحص عينات من مسرح الجريمة، وعينات المشتبه فيهم.



تطبيق يستخدم في معرفة تسلسل النيوكليوتيدات لدى الأشخاص في مناطق محدودة من الجين؛ إذ إن لكل شخص تسلسلا معينًا من النيوكليوتيدات.

٣. بصمة (DNA)

خطوات استخدام بصمة DNA :

- ١) تؤخذ عينة من أنسجة الجسم و سوائله المختلفة مثل : الدم أو الجلد أو السائل المنوي أو بصيالات الشعر أو اللعاب أو البول أو الأسنان والعظام والعضلات والأنسجة الطلائية (خلايا يمكن الحصول منها على الكروموسومات) .
- ٢) تستخدم إنزيمات القطع المحدد ، وتقنية الفصل الكهربائي الهلامي وتفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل للعينات التي تجمع من مسرح الجريمة ، ومن المشتبه فيهم في حالة الجرائم ، أو من الطفل والأبوين في حالة إثبات النسب .
- ٣) تقارن نتائج العينات المفحوصة بعينات المشتبه فيهم للتوصل إلى الجناة في حالة الجرائم ، أو بعينات الآباء للفصل في قضايا إثبات النسب .

من كان أسعى .. كان بالمجد أجدر

سؤال (١): الشكل التالي يوضح بصمة (DNA) لكل من قتيل وشخصين مشتبه بهما في جريمة القتل ، وعينة من مسرح الجريمة . أي الشخصين المشتبه بهما ارتكب الجريمة ؟ وضح اجابتك .

الضحية	المشتبه الثاني	المشتبه الأول	مسرح الجريمة
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████

سؤال (٢): في مستشفى الولادة وضعت كل من زوجة عمر وزوجة احمد طفلين (ذكر و أنثى) في نفس الوقت، ووضع الطفلين في نفس الحاضنة، أخذت عائلة عمر الطفل الذكر وأسموه صهيب، وأخذت عائلة احمد الأنثى وأسموها مرام . وبعد مرور شهر اشتبهت عائلة عمر في كون الطفل الذكر هو ابنها، فلجأت الى القضاء لحسم الموضوع . فطلب القاضي :
 (١) فحص الدم لجميع أفراد العائلتين ، (٢) بصمات (DNA) لجميع أفراد العائلتين .

نتائج الفحص

أ. فصائل الدم لجميع الأفراد كانت كما يلي :

الأنثى مرام	الذكر صهيب	عائلة احمد		عائلة عمر		ABO
		الأم	الأب	الأم	الأب	
O	O	B	A	A	O	ABO
-	+	+	+	-	+	Rh

ب. بصمات (DNA) لجميع الأفراد كانت كما يلي .

الأنثى مرام	الذكر صهيب	عائلة احمد		عائلة عمر	
		الأم	الأب	الأم	الأب
██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████

السؤال : أي نتائج الفحصين يحسم الموضوع ؟ وضح ذلك .

رابعاً: الأبعاد الأخلاقية لتطبيقات تكنولوجيا الجينات ومحاذير استغلالها

- بالرغم من الإيجابيات التي درستها عن تطبيقات تكنولوجيا الجينات، فقد تزايدت المحاذير والمخاوف من إساءة استخدام هذه التكنولوجيا، أو ظهور آثار سلبية لاستخدامها، مثل:
- ١ - تأثير الجين المنقول إلى الخلية في عمل الجينات الأخرى؛ فإذا أثر الجين المنقول في جين مسؤول عن منع حدوث أورام مثلاً، وأفقدته القدرة على العمل، فإن الأورام ستتنتشر في جسم الشخص المنقول إليه الجين.
 - ٢ - تأثير نواقل الجينات (مثل الفيروسات المعدلة جينياً) في عمل جهاز المناعة؛ إذ يستجيب جهاز المناعة لدخول هذه الكائنات الحية، ويهاجمها، فلا يستفيد المريض من المعالجة الجينية.
 - ٣ - تحوُّل هدف التعديل الجيني للخلية البشرية من المعالجة الجينية للتخلص من الأمراض إلى تعديل الصفات الشكلية الطبيعية، مثل: لون البشرة، ولون العينين، وغير ذلك من الصفات غير المرضية.
 - ٤ - إنتاج كائنات حية تُؤثر في الاتزان البيئي والسلاسل الغذائية.

انتهت الوحدة الأولى بحمد الله وفضله..

أحبائي الطلبة :

هناك ملحق خاص بالإجابة النموذجية للأسئلة في هذه الدوسية..
بالإضافة لاحتوائه على حلول أسئلة الفصل وأسئلة الوحدة..

عبيكم الأستاذ مصعب القطاوي

فيس بوك : الأستاذ مصعب القطاوي

0796425625 | 0785187756

لا يستحق الحياة من يعجز عن تحقيق حلمه بذاته !!