

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/278242846>

# Genetic Engineering and Embryonic Development.pdf ( in Arabic )

BOOK · JANUARY 1994

---

READS

138

1 AUTHOR:



[Saleh Alkarim](#)

King Abdulaziz University

201 PUBLICATIONS 151 CITATIONS

SEE PROFILE



الباب الأول : التقنية الحيوية  
Biotechnology

## المقدّمة

الحمد لله رب العالمين الذي قال مخبراً عن مراحل خلق الإنسان: ﴿ وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلالَةٍ مِنْ طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَكِينٍ ﴿١٣﴾ ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْماً فَكَسَوْنَا الْعِظْمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾ ﴾ (المؤمنون).  
وصلى الله وسلم على سيدنا ونبينا محمد الذي أخبر -  
إعجازاً وبلاغاً- أن خلق الإنسان يكون من نطفة الرجل ونطفة المرأة عندما سأله اليهودي: يا محمد مما يخلق الإنسان؟ قال عليه الصلاة والسلام: «يا يهودي من كل يخلق: من نطفة الرجل ونطفة المرأة». رواه أحمد في مسنده.

سمعنا في الآونة الأخيرة بعض الروايات تحكي عن حالات إخصاب بويضة امرأة بحيوان منوي لكلب أو حمار أو... وأرقت بعض المجلات صوراً لذلك. فترى جنيناً (طفلاً) مرة برأس حمار ومرة بأس كلب وثالثة مختلفاً في

الخلقة بين الحيوان والإنسان. وفي كل مرة تُلصق تلك النتائج والصور بعظمة التقنية الحيوية والهندسة الوراثية. وعليه فصدّق كثير من الناس ذلك وسعدّ البعض بالإنتاج العلمي الباهر وكأن الكون تنقصه خلائق مفزعة. وتتطرق بعض المقالات كذلك إلى أنه أتى اليوم الذي يذهب فيه الإنسان إلى المستشفيات - جناح الجينات أو عيادة الجينات - لتعبئة نموذج طلب «الطفل المهندس وراثياً» فيحدد فيه نسبة الجمال والذكاء لطفله الجديد، وقد يطلب أن يكون رأسه رأس أسد أو... كل حسب ذوقه. ويعتقد البعض أن هذه الجينات قد تباع في الصيدلية أو البقالات الكبيرة أو قد يأتي اليوم الذي يتاجر فيه بالأطفال إثر تفريخهم في معامل أطفال الأنايب. وكنت أتمنى ممن ينشر ذلك أن يهتم بنشر حقائق الإنتاج العلمي للهندسة الوراثية. فالهندسة الوراثية إحدى الوسائل التي وهبها الله للإنسان ليتمكن من استخدامها في تعديل الضرر وإنتاج الأحسن وإزالة الأمراض، وهي في حقيقتها كذلك لم تعد غير ذلك. فإذا كان الموضوع العادي يحتاج إلى مصداقية العرض وتوثيق الخبر، فإن الموضوع العلمي التجريبي أَدعى لتوفر ذلك فيه.

في هذا الكتاب عرض لمفهوم الهندسة الوراثية

وتطبيقاتها بأسلوب يمكن أن يستوعبه القارئ العادي غير المتخصص. كما أنه مادة عرض سريع لنقاط الالتباس في قضايا الأجنة، لذلك لم أسهب في ذكر الشرح التخصصي للهندسة الوراثية وعلم الأجنة. لعل في ذلك توصيل رسالة علمية للقارئ العادي ومدخل أساسي للمتخصصين في علوم الأحياء والطب.

وأقدم شكري لكل من ساعد في إخراج هذا الكتاب بصورته الجميلة وأخص بالشكر الأستاذ الدكتور نبيه عبد الرحمن باعثن أستاذ علم الوراثة والدكتور أحمد نبيل أبو خطوة أستاذ مشارك في الكيمياء الحيوية وكذلك الدكتور سمير معبر أستاذ اللغة العربية الذي تفضل مشكوراً بمراجعة الكتابة لغوياً.

## □ الباب الأول

### التقنية الحيوية

يعتبر مصطلح «التقنية الحيوية» Biotechnology مصطلحاً حديثاً نسبياً، يطلقه البعض على استخدام الكائنات الحية والعمليات الحيوية في خدمة التصنيع - مع العلم أن استخدام الكائنات الحية (الدقيقة) صناعياً ليس حديثاً جداً، حيث إن الخمائر أمكن استخدامها منذ زمن بعيد - والبعض الآخر يحصر استخدام مصطلح التقنية الحيوية في الهندسة الوراثية والدمج الخلوي والأنزيمات المسكنة . . . وكل ما له علاقة بالتقنيات الحديثة . وكمدلول واقعي فإن المصطلح يسع في استخدامه التعريفين ، حيث إن التقنية الحيوية عبارة عن أساليب استخدام المواد الحيوية (الخلايا) أو مكوناتها لإنتاج مواد جديدة ومطلوبة . إلا أنه من الخطأ أن ندرج المصطلح بأكمله (التقنية الحيوية) تحت مفهوم الهندسة الوراثية ، وهذا ما أجده في بعض التعريفات ، لأن الهندسة الوراثية تعتبر إحدى فروع التقنية الحيوية وليس العكس .

وقد جاء تعريف التقنية الحيوية في الاجتماع الأول للاتحاد الأوربي للتقنية الحيوية عام ١٩٨١ م على النحو التالي: استخدام الكيمياء الحيوية والكائنات الدقيقة والهندسة الكيميائية وكل ما له علاقة بهذه العلوم للوصول إلى التطبيق التقني لقدرات الكائنات الدقيقة والخلايا النسيجية المزروعة .

وعلى أية حال فإن مجالات تطبيق التقنيات الحيوية اليوم هي التي تحدد مدلولها، فقد أصبح للتقنية الحيوية وجود في التحسينات الزراعية وفي المنتجات الصناعية وفي التحضيرات الكيميائية والدوائية . بل أصبحت تلمس الجانب البشري بتصنيع الأدوية ذات الفعالية لبعض الأمراض والتي يصعب الحصول عليها مثل الأنسولين والأنترفيرون وهرمونات النمو . . . . كما أن هناك التطبيقات الحديثة كعلاج بعض الأمراض الوراثية بالجينات Gene Therapy . وتوجد اليوم شركات متخصصة تحصر كل أعمالها وأنشطتها التجارية في التقنية الحيوية، يصل عددها في أمريكا وحدها أكثر من ٣٠٠ شركة . ويتوقع الخبراء الاقتصاديون أن يصل حجم تسويق منتجات التقنية الحيوية إلى أكثر من ١٠٠ بليون دولار أمريكي في عام ١٩٩٥ م .

ولقد ذكر Wood & Pickering في كتابهما مقدمة في الكيمياء الحيوية أنه من المحتمل أن يكون للتقنية الحيوية تأثير جوهري على حياتنا في العقدين القادمين فيما عدا الجوانب العلمية والتقنية، يوجد جوانب طبية وبيئية ومالية. وما يوضح ذلك تلك النشرة التي ظهرت في مجلة برنامج الراديو Radio Times في التلفزيون على قناة بي بي سي بعنوان: ترخيص لزيادة الثروة. وذكر أنه إذا سألك أحد سماسرة البورصة عن أسخن التقنيات للاستثمار في الوقت الحاضر فقل: «الميكروبات» ويعني بذلك استخدام الميكروبات في الهندسة الوراثية. لقد أصبحت التقنية الحيوية كلمة العصر الجديدة للمضاربين وذلك لأن علم الأحياء خرج من المعمل إلى السوق حيث أخذ علماء الوراثة والأحياء الجزيئية يتلاعبون بالجينات لإنتاج كائنات حية مبنية حسب الطلب. . . تستخدم لتصنيع ما يطلبه العلماء من مواد جديدة للعلاج أو الغذاء أو التصنيع، وبذلك اندفعت عواطف المستثمرين لشراء أسهم شركات الهندسة الوراثية. وقد رصدت مبالغ كبيرة وجهزت معامل متخصصة وتفرغت عقول ذكية لمواصلة تطورات التقنية الحيوية خاصة الجانب التطبيقي للهندسة الوراثية.



هناك صور عديدة للتقنية الحيوية في الجانب الزراعي والنباتي: منها تقنية زراعة الخلايا والأنسجة النباتية حيث تمكن العلماء من إنتاج أصناف نباتية جديدة ذات صفات مرغوبة ومطلوبة. كما أن هناك تقنية التهجين الجسدي بين الأنواع النباتية المختلفة (النباتات البرية تحمل خصائص وصفات وراثية مرغوبة بالنسبة للنباتات المستزرعة مثل تحمل الجفاف والملوحة ومقاومة الأمراض والحشرات...). ويعلق كثير من الباحثين آمالاً كبيرة في الحصول على هجين نباتي ذي قيمة كبيرة وفائدة تطبيقية أعلى مما هو موجود في النباتات العادية، وقد أعطت أبحاث «التهجين الجسدي» نتائج جيدة فيها بعض الصفات المرغوبة، إلا أن نتائج أبحاث أخرى كانت قليلة الجدوى، فمثلاً هجين الطماطم والبطاطس<sup>(١)</sup> الذي يطلق عليه «بطاطم» أو «طماطس» وهو من نباتات العائلة الباذنجانية أنتج درنات صغيرة على الجذور وثمار طماطم صغيرة على الأغصان تحتوي على بذور رديئة. والسبب في ذلك يرجع إلى أن هذه التقنية تعتمد على الاندماج الوراثي العشوائي «غير منتقى وراثياً». واستبدالاً لطريقة الاندماج العشوائي

---

(١) مجلة العلوم والتقنية، العدد الثامن ١٤٠٩ هـ.

للمادة الوراثية في طريقة الهجين الجسدي السابقة، فإن العلماء عملوا على نقل المادة الوراثية المرغوبة ميكانيكياً من خلية إلى أخرى بواسطة حقنها. وهذا يقتضي معرفة التركيب الوراثي للنبات وكيفية هندسته عند النقل، وهذا ما سنذكره عند الحديث عن الهندسة الوراثية.

وقد استخدمت التقنية الحيوية كثيراً في الصناعة والتغذية حيث أمكن استخدام سلالات مختارة للكائنات المطفرة في عمليتي التصنيع والتغذية. كما أن هناك منتجات عديدة للتقنية الحيوية مثل الأغذية المتخمرة. ومع أن عملية التخمير (هي عملية حيوية تطراً على المادة العضوية ذات الأصل النباتي حيث يجري تحويلها إلى منتجات معينة بفعل الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتريا) عملية قديمة، إلا أن تحوّل هذه العملية إلى مفهوم التقنية الحيوية ذات التطبيق الصناعي يعود إلى عصر العالم لويس باستير، ومن بعده العالم بوخذ عام ١٨٧٩ م.

ومن التطبيقات العديدة للتقنية الحيوية في مجال الأغذية ما يلي:

- ١ - إنتاج البروتين من الكائنات الحية الدقيقة.
- ٢ - إنتاج الأحماض الأمينية مثل الحامض الأميني لايسين

(يستخدم في الأغذية)، والحامض الأميني جلوتاميك  
(يستخدم لإنتاج مركبات ذات نكهة).

٣ - إنتاج الأحماض العضوية مثل حامض الستريك الذي  
يستخدم في المشروبات الغازية والحلويات وكذلك  
حامض الماليك.

٤ - إنتاج السكر من بنجر السكر وإنتاج شراب الجلوكوز  
من الدكسترين.

٥ - إنتاج حليب خالي من اللاكتوز، الذي يستخدمه الذين  
يعانون من الحساسية لسكر اللاكتوز إذ يكون لديهم  
نقص في إنزيم اللاكتيز في الجهاز الهضمي.

كما أن هناك ما يعرف بالهندسة الأنزيمية وهي استخدام  
الأنزيمات المسكنة في العديد من الصناعات الغذائية. ومثال  
ذلك إنتاج سكر الفركتوز من سكر الجلوكوز الناتج من  
الذرة. وقد أنشئ في أمريكا مصنع لإنتاج شراب الفركتوز  
من الذرة باستخدام إنزيم جلوكوز أيسوميريز المسكن.  
وسكر الفركتوز ذو الحلاوة العالية كثيراً ما يستخدم في  
الصناعات الغذائية<sup>(١)</sup>.

---

(١) يمكن مراجعة كتاب Wood and Pickening لمعرفة طريقة الحصول  
على شراب الفركتوز من الذرة.

وقد أكسبت التقنية الحيوية النواحي الطبية تقدماً ملحوظاً مثل منتجات المضادات الحيوية والمسكنات والفيتامينات وهرمونات الخصوبة والأنزيمات وتحضير مضادات الأجسام وحيدة النسل Monoclonal Antibodies . وهناك تطبيقات الأنزيمات المسكنة في التحليلات الكيماوية وهو ما يعرف بالاستشعارات الحيوية (أجهزة يستخدم فيها الأنزيمات المسكنة في التحليلات). كما أن هناك التطبيقات الدوائية والعلاجية مثل الخلايا الاصطناعية والكبد الاصطناعي .

وللتقنية الحيوية استخدامات أخرى غير الغذائية والصناعية والدوائية، فهناك تطبيقات لها في معالجة مياه الصرف وإنتاج الطاقة واسترجاع البترول، وتثبيت النيتروجين الجوي واستغلال المخلفات العضوية وإنتاج الأعلاف وكل ذلك يسمى بالصناعات الحيوية .

الباب الثاني : المادة الوراثية  
Deoxyribonucleic Acid (DNA)



## □ الباب الثاني

المادة الوراثية

DNA جزيء الحياة الأساسي

تسكن المادة الوراثية كشبكة ملتفة في نواة الخلية (الكائنات الحية ذات النواة الحقيقية)، ويصعب في هذه الحالة تحديدها وتمييزها عن بعضها البعض. لكنها تظهر على شكل صبغيات Chromosomes متراسة على هيئة أزواج خاصة في الطور الانقسامي الاستوائي Metaphase ويمكن من خلال استخدام طريقة كيمياء الخلايا تثبيت هذا الطور بمادة الكولشيسين، ومن ثم التعرف على الكروموزومات باستخدام الأصباغ الحيوية.

إن جينات الكائنات الحية العليا محمولة على هذه الصبغيات. هذه الصبغيات في حقيقتها عبارة عن شرائط من الـ DNA (لم يعرف أحد ماهية وجود الـ DNA حتى الأربعينيات من هذا القرن حيث قال باحث اسمه إفري: إن

ماهية ووظيفة مادة الـ DNA هي نقل المعلومات الوراثية .  
وفي عام ١٩٥٣ م اكتشف العالمان واتسون وكريك البنية  
الحقيقية لتركيبه مادة الـ DNA).

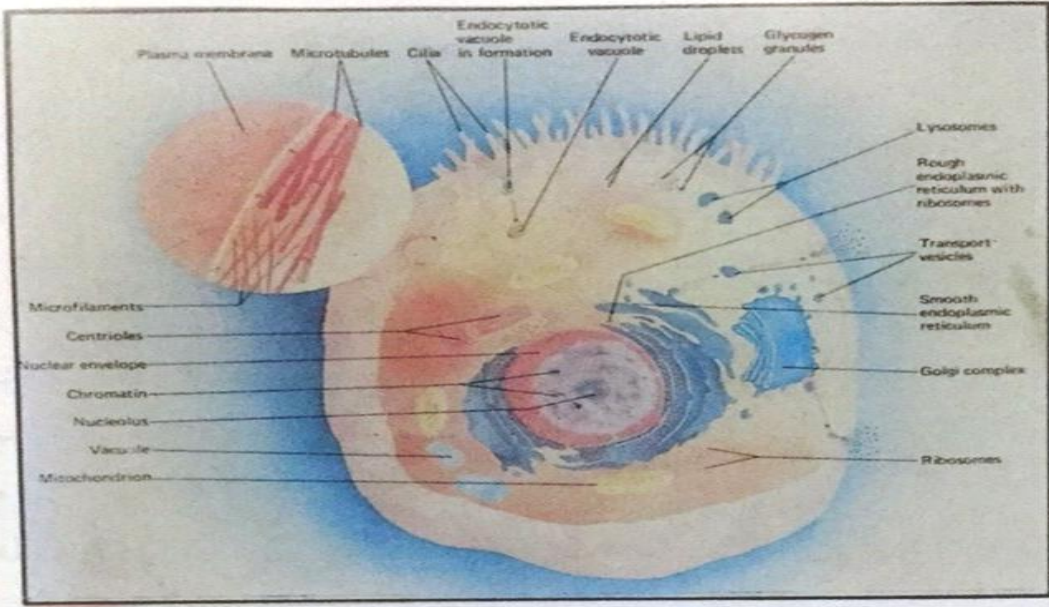
وتحتوي كل خلية من خلايا جسم الإنسان على ٤٦  
صبغياً أي ٢٣ زوجاً، وخلية نبات البازلاء تحتوي على ١٤  
صبغياً، بينما خلية ذبابة الفاكهة فيها ٨ صبغيات .  
والكروموزومات لا تعدو أن تكون مَرَكَبَات Vehicles  
مخصصة لنقل الجينات أثناء الانقسام الخلوي، بيد أن  
مهمتها هذه ليست بسيطة، وآلية عملها ليست واضحة تماماً .

والثلاثة والعشرون زوجاً من الصبغيات في الإنسان  
تكون متشابهة ما عدا زوج واحد في خلية الذكر وهو الزوج  
الجنسي فهو موجود على شكل كروموزومين أحدهما كبير  
( X ) والآخر قصير ( y ) . يتكون كل كروموزوم من سلسلتين  
من الـ DNA تلتفان على بعضهما البعض بشكل حلزوني  
وتكوّنان لولباً مزدوجاً بحيث تتناغم على سلالته القواعد  
النيتروجينية واحدة تلو الأخرى، وترتبط هذه القواعد  
النيتروجينية بقواعد هيدروجينية، ويقدر مجموع DNA في  
كل خلية بشرية على شكل شريط كاسيت طوله ٢٨٠٠ كم  
والحامض النووي DNA عبارة عن مجموعة من

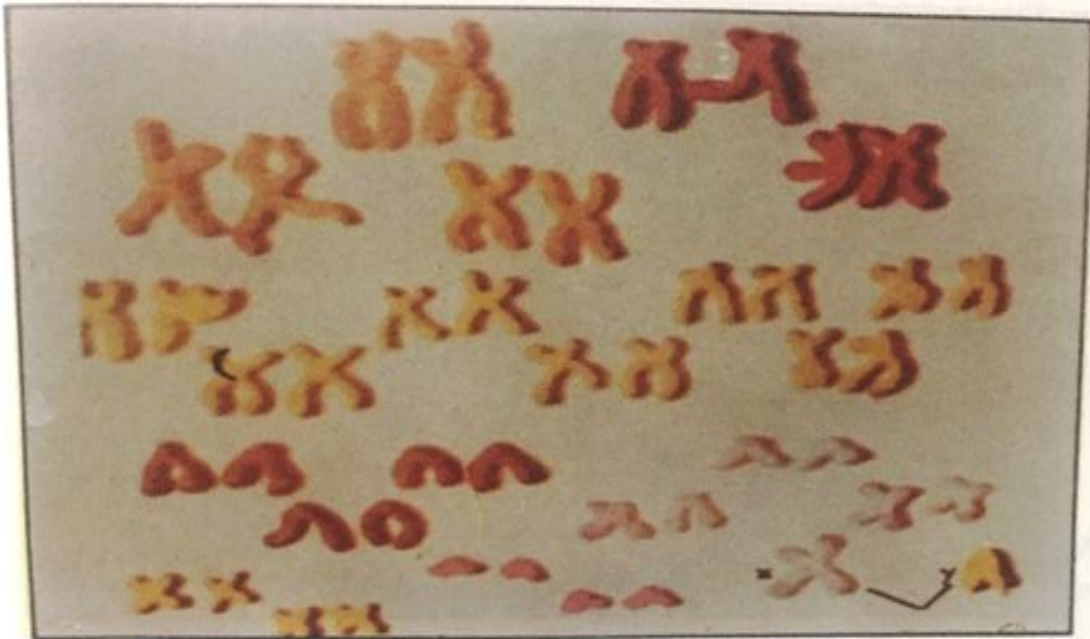
النيوكليوتيدات . وتتكون كل نيوكليوتيدة من مجموعة فوسفات  $PO_4$  وسكر خماسي Pentose (سكر الـ دي أوكسي رايبوز Deoxyribose)، ومجموعة قاعدة نيتروجينية وهي عبارة عن الأدينين Adenine، سايتوزين Cytosine، وجوانين Guanine، وتايمين Thymine بحيث أن التايمين (T) في إحدى السلسلتين يرتبط مع الأدينين (A) في السلسلة الأخرى، وأن السائتوسين (C) يرتبط مع الجوانين (G).

وقد ثبت بما لا يدع مجالاً للشك أن الأحماض النووية هي التي تحمل المعلومات الوراثية، وأن الـ DNA يخضع لجميع أوامر خالقه في الاحتفاظ بأسرار الوراثة المعقدة وإظهار ما يمكن إظهاره منها، وإخفاء الباقي لأجيال أخرى. بعضها يعبر عنه بالسائد والبعض الآخر يعبر عنه بالمتنحي. يخضع الـ DNA لجميع أوامر خالقه في الالتزام بمواثيق توجيه نشاط الخلايا: صفاتها، خصائصها، أنزيماتها، وظائفها... فكيف يكون ذلك، وما الذي يجعل الـ DNA مسيراً لأحداث التغيير في كل الأجيال والأنواع... هذا يجعلنا نسبر الأغوار في داخله لتحدثنا عنه جيناته ومورثاته.





صورة للخلية الحيوانية توضح تركيبها الأساسي. النواة وبداخلها تسكن جميع الجينات وتظهر في الصورة على شكل كروماتين chromatin. والسيتوبلازم وبه بقية التكوينات الأساسية.



الكروموسومات البشرية وعددها 46 كروموسوماً. يلاحظ كروموسومي الجنس.

## المورثات (الجينات)

الـ DNA من أكبر الجزيئات المعروفة، يعطي تركيباً أدق منه يعرف بالمورثات (الجينات). والمورثات حقاً عالم عجيب غريب... يحاول العلماء أن يسبروا أغواره اليوم مستخدمين كل أدوات وإمكانيات البحث لمعرفة ما يحمله من أسرار... ولكن مع كل ما يستخدمونه من تقنية دقيقة يظل يشفر لهم فقط ويطلعهم على شيء يسير من أطراف تركيبه وبعض وظائفه، فالمورثات تنادي من الأعماق بأنا سر من أسرار الله، وأنكم - أيها البشر - : ﴿ وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا ﴾. وقد ذكر البروفسور الفرنسي دانيال كوهن (1993) وهو واضع خارطة العوامل الوراثية الإنسانية ومدير مركز التعدد الشكلي للدراسات الوراثية بباريس، ورئيس مؤسسة جان دوسيه لكتلة العوامل الوراثية يقول: (ما نعرفه تماماً، أي يمكننا قراءته واستيعابه علمياً حتى الآن تقدر نسبته بـ 1 في المائة من الـ DNA، أما ما هو فعال في جسم

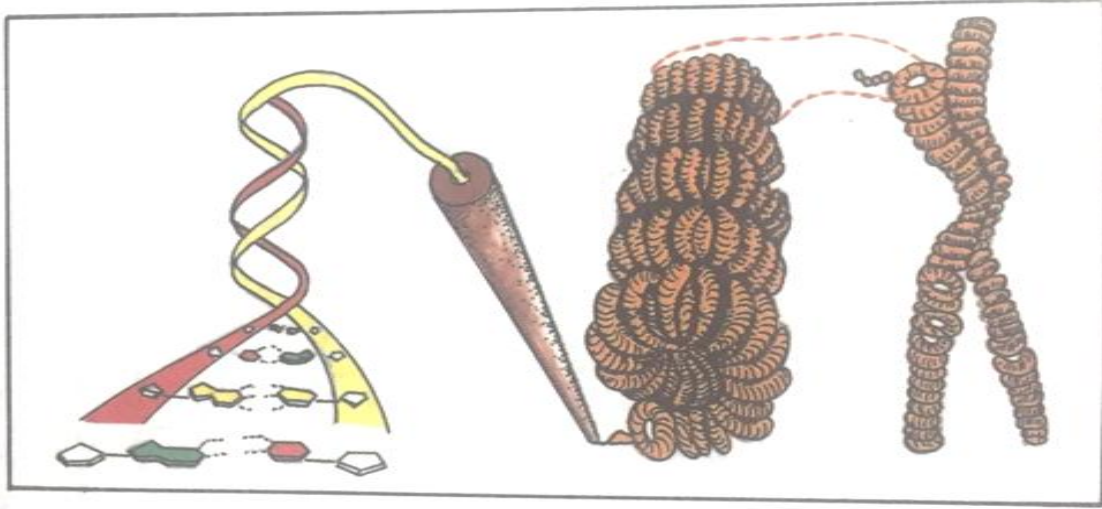
الإنسان فيقدر بين ٥ - ١٠ في المائة منه . في الوقت الذي تبقى فيه النسبة المتبقية وهي بين ٩٠ - ٩٥٪ في المائة قيد الفرضيات).

والمورث (الجين) عبارة عن مجموعة كبيرة من النيكلوتيدات مرتبة ترتيباً خاصاً ضمن سلسلة الحامض النووي DNA، قد يصل عدد هذه النيكلوتيدات للجين الواحد إلى ٢٠٠٠ نيكلوتيدة.

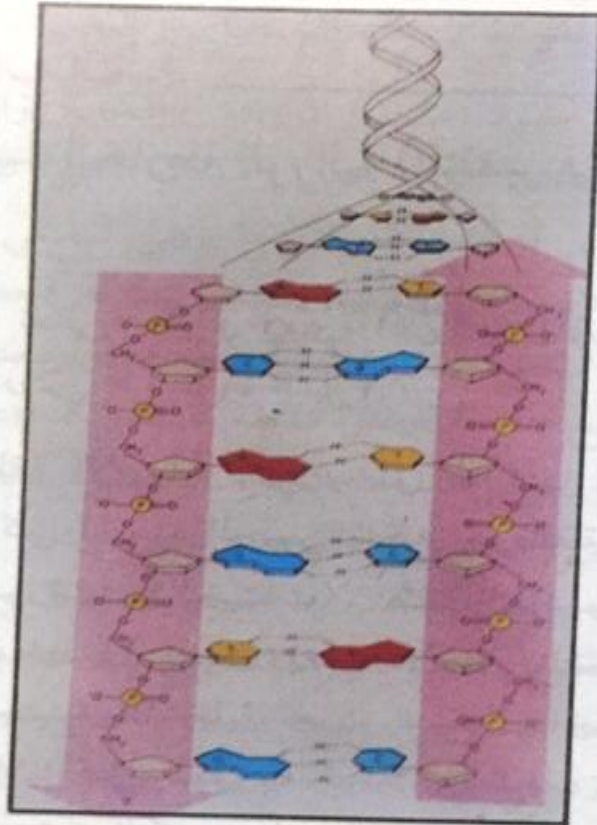
مصطلح الجين يستخدم لوصف الوحدات القاعدية للوراثة. ويتحكم الجين في الصفات الوراثية المختلفة من طول الجسم أو قصره أو شكله أو لونه بل ونبرة الصوت ولون العين وحدة شم الأنف أو الإصابة بمرض وراثي معين. ويشترك في إبراز كل صفة من الصفات الماضية جينات متعددة. وأول من أطلق لفظ جين Gene هو العالم فيلهلم جوهانسين W.Johansson عام ١٩٠٩ م ورغم أن هذه الجينات موجودة في كل خلية من خلايا الجسم إلا أن جزءاً يسيراً منها يعمل في كل خلية معينة، أي أن هناك جينات يلحقها تنشيط وأخرى تكون غير نشطة.

وتشكل كل ثلاثة قواعد نيتروجينية بما يعرف بالشفرة Codon بحيث تختار أحد الأحماض الأمينية التي تكون

البروتين. لقد أشرنا فيما سبق أن عدد القواعد النيتروجينية  
أربعة، فلو أردنا أن نصيغ منها كلمات كيميائية على شكل  
شفر فيمكن أن تعطي ٦٤ كلمة كيميائية وكل كلمة مكونة من  
ثلاثة أحرف. وتتحكم هذه الكلمات الكيميائية في عشرين  
حمضاً أمينياً نصوغ بها آلاف المركبات البروتينية المعقدة.  
مثلها في ذلك مثل أحرف الهجاء والتي عددها ٢٨ حرفاً  
يمكن من خلالها صياغة آلاف الكلمات، بل يمكن من  
خلالها صياغة آلاف من أبيات الشعر ومقالات النثر وروايات  
القصص.



جزء الحياة الأساسي DNA ويلاحظ فتله من أحد الكروموزومات حيث يأخذ الشكل الحلزوني المزدوج.

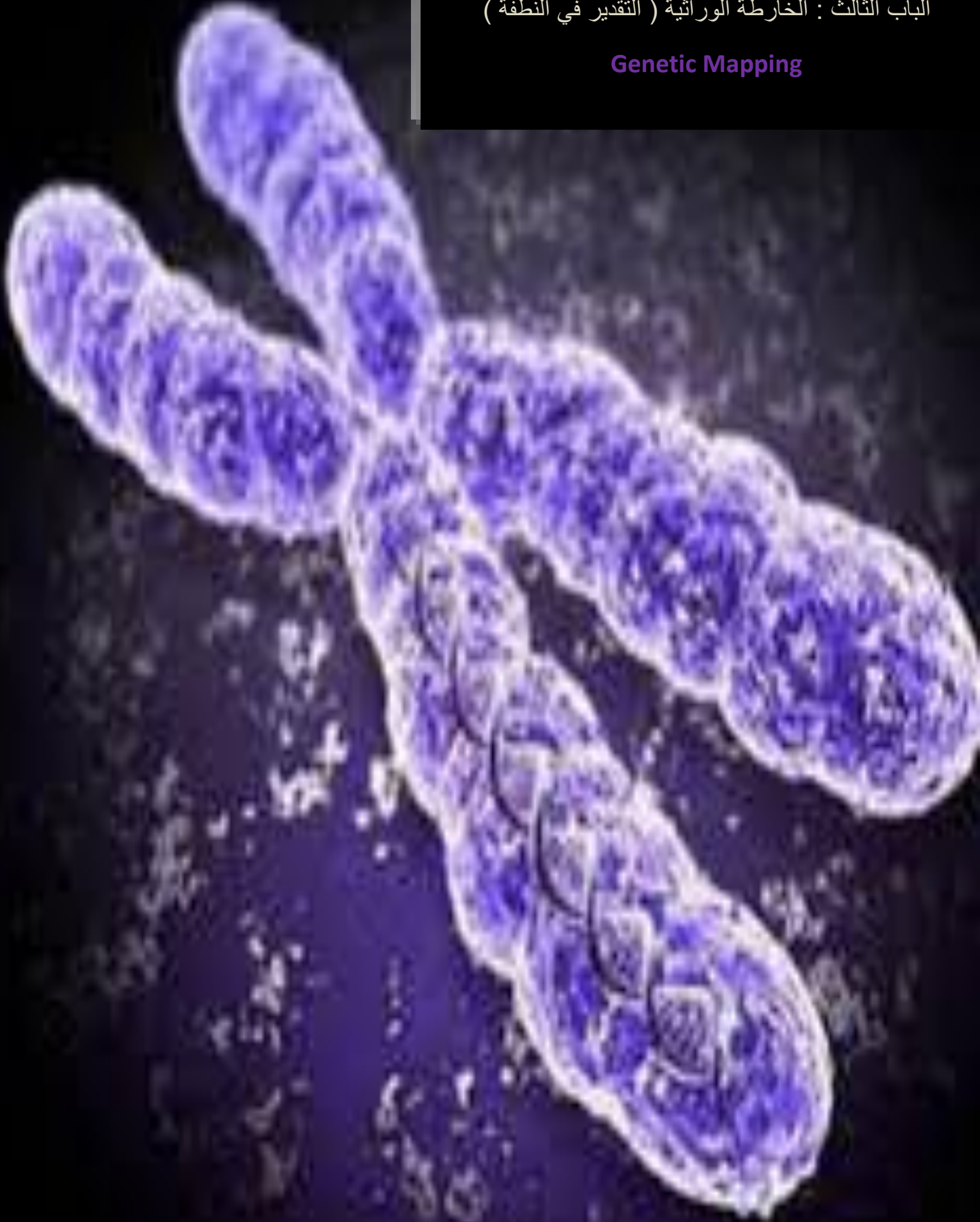


الشفرة السرية للخلق. الـ DAN عبارة عن مجموعة من النيوكليوتيدات وتتكون كل نيوكليوتيدة من مجموعة فوسفات وسكر خماسي ومجموعة قاعدة نيتروجينية يتم ارتباطها ببعضها البعض بخاصية الارتباط.



الباب الثالث : الخارطة الوراثية ( التقدير في النطفة )

## Genetic Mapping



## الباب الثالث

### الخارطة الوراثية (التقدير في النطفة)

قال الله تعالى : ﴿ قَدْ آتَيْنَا مَا أَكْفَرُوا مِنْ آيِ شَيْءٍ خَلَقْنَا مِنْ نُطْفَةٍ خَلَقْنَا فَقَدَرُوا ﴾ (سورة عبس).

إن النطفة الأمشاج التي يخلق الله منها الجنين تكون مقدر فيها كل أجهزة الجنين شكلاً ووظيفة وذلك على مستوى المورثات (الجينات). هذا التقدير في النطفة (البويضة المخصبة) يعرف بعلم الأجنة بالتحديد المسبق والبرمجة الجينية الداخلية حيث تتحدد داخلياً خصائص وميزات الخلايا قبل ظهورها شكلاً ووظيفة، وهي خطوة تمايزية في التحقيق التكويني لنوع الخلايا.

السؤال التالي يرد كثيراً من علماء الأجنة : ما الذي يجعل من خلية واحدة (البويضة المخصبة) تعطي كائناً حياً يحتوي على أنواع من الخلايا ذات تباين في أشكالها وأحجامها، وذات اختلاف كبير في وظائفها؟ وما الذي يحدد موقع هذه الخلايا



في الجسم؟ فلا تظهر العين في الرجل مثلاً ولا الأصابع في الرأس. ما هو لغز تمايز هذه الخلايا عن بعضها البعض؟

تضافرت جهود علماء الوراثة والخلية والجزيئية في محاولة تفسير هذا اللغز، حتى وضعت أخيراً نظرية التمايز الخلوي كتفسير لذلك الاختلاف، وهي أنه في حالة تمايز خلية من الخلايا، فإن الخلية يلحقها تنشيط لبعض الجينات دون الأخرى (يحدث تثبيط لبقية الجينات) بمعنى أن جميع الجينات تصبح مثبطة وغير نشطة *inactive genes* ما عدا الجزء المسؤول عن صفات الخلية المتميزة فإنه يعمل على تصنيع البروتين التمايزي للخلية، وتعتبر جيناته جينات فعالة *active genes*. فمثلاً الخلايا العضلية تحتوي على جين مسؤول عن تكوين الميوسين لذلك فإن لها القدرة على إنتاج الميوسين. أما الخلايا العصبية فتحتوي على جين الميوسين لكن غير نشط وفي هذه الحالة فإنها لا تنتج الميوسين.

البويضة المخصبة (النطفة الأمشاج) هي سر من أسرار الله في كونه، بداخلها يكمن اللغز. بداخلها الرأس والأرجل والأيدي والعيون والأجهزة البطنية والعضلية والهيكلية والمناعية والعصبية، بداخلها الألوان والأشكال والأحجام، بداخلها الصفات والخصائص والميزات... كل

ذلك يكون بداخل النطفة الأمشاج ﴿ مِنْ نُطْفَةٍ خَلَقَهُ فَقَدَرَهُ ﴾ ﴿١٩﴾ على شكل جينات ومورثات دقيقة جداً تحملها الكروموزومات. يعكف علماء البيولوجيا الجزيئية اليوم في معاملهم ومختبراتهم لفك أسرار التكوين البشري. وقد أطلعهم الله على شيء بسيط من هذا اللغز المحير.

فقد توصل العلماء مؤخراً إلى معرفة مواقع بعض الجينات وما تعطيه في التكوين، بمعنى آخر بدأ تحديد الخارطة الوراثية Genetic mapping.

والخارطة الوراثية ليست إلا معرفة ترتيب المعلومات الوراثية الكاملة عند الإنسان من خلال خارطة تحدد كتلة العوامل الوراثية البشرية. ولتقريب مفهوم الخارطة الوراثية يقول كوهن: إننا نشبهها برؤية القمر من بُعد، ولكن عند ذهاب العلماء إليه (أي إلى القمر) فقد تعرفوا على ما بداخل هذا الشكل الدائري من صخور ومناطق رملية ومرتفعات وسهول... كذلك الشأن بالنسبة للخارطة الوراثية، فإن العلماء عرفوا المادة الوراثية كنواة في داخل الخلية، ولكن الآن عرفوا تركيب ما بداخل النواة من فك لخيط الـ DNA والتعرف على تراكيب الصيغ الكيميائية له.

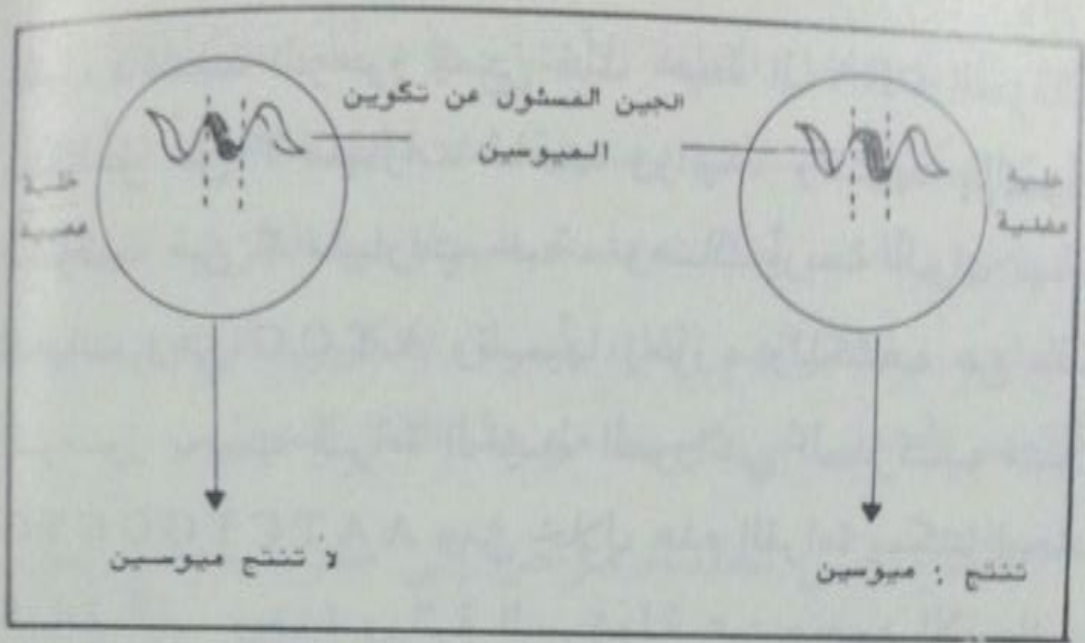
ولقراءة خيط رموز الشفرة الوراثية فقط نحتاج إلى ١٥

عاماً، (كشف الرموز يعني فك خيط الـ DNA المؤلف بالكامل من ٣ مليارات قاعدة وراثية، ولنشبهه بالطوق المؤلف من ٣ مليارات حبة، وهناك أربعة ألوان لهذه الحبات وهي A.T.C.G ونسميها رموز، وللكشف عن هذه الرموز يجب قراءة الخيط الوراثي المركب مثلاً A A T C T G G C T G ومن خلال هذه القراءة يمكننا إيجاد المائة ألف وحدة وراثية المسؤولة عن وجود الإنسان. ولقراءة هذا الطوق نحتاج إلى ١٥ عاماً، وهذا هو الطريق المؤدي إلى فهم واستيعاب الرموز، ولذلك يلزم إيجاد الوسائل العلمية الفنية التي تساعد على إتمام ذلك)<sup>(١)</sup>.

إذاً الخارطة الوراثية عبارة عن رسم لها بتحديد نوع وتسلسل الجينات الموجودة في الطقم الوراثي genome. لذلك تأسست في الولايات المتحدة الأمريكية حديثاً مؤسسة ويرمز لها برمز هوجو HUGO (Human Genome Organization) تهدف إلى محاولة رسم الخارطة الجينية البشرية الكاملة، وقد حدد عام ٢٠٠٥ م بتكلفة مالية قدرها ٣,٠٠٠ مليون دولار أمريكي. وقد أوضح كوهن شيئاً عن تلك الخارطة الوراثية عام ١٩٩٢ م.

---

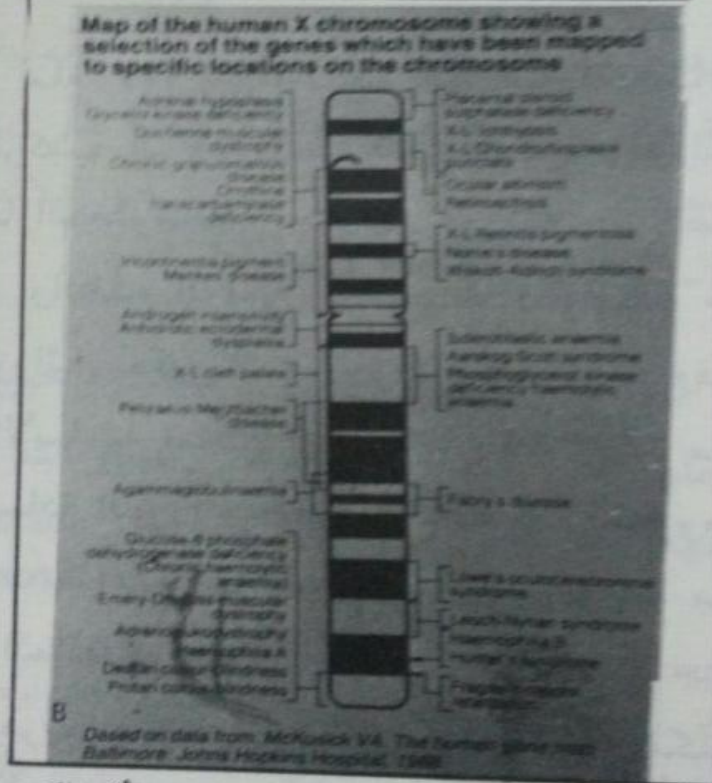
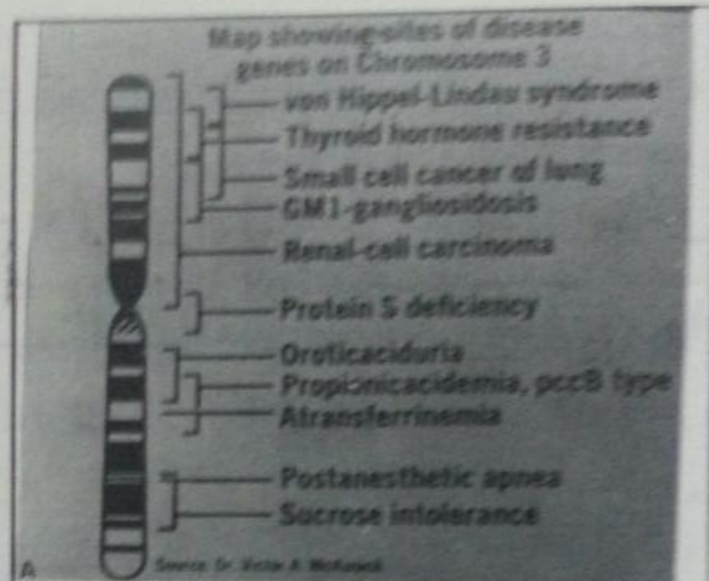
(١) بروفيسور كوهن، الشرق الأوسط، العدد ٥٣٠١.



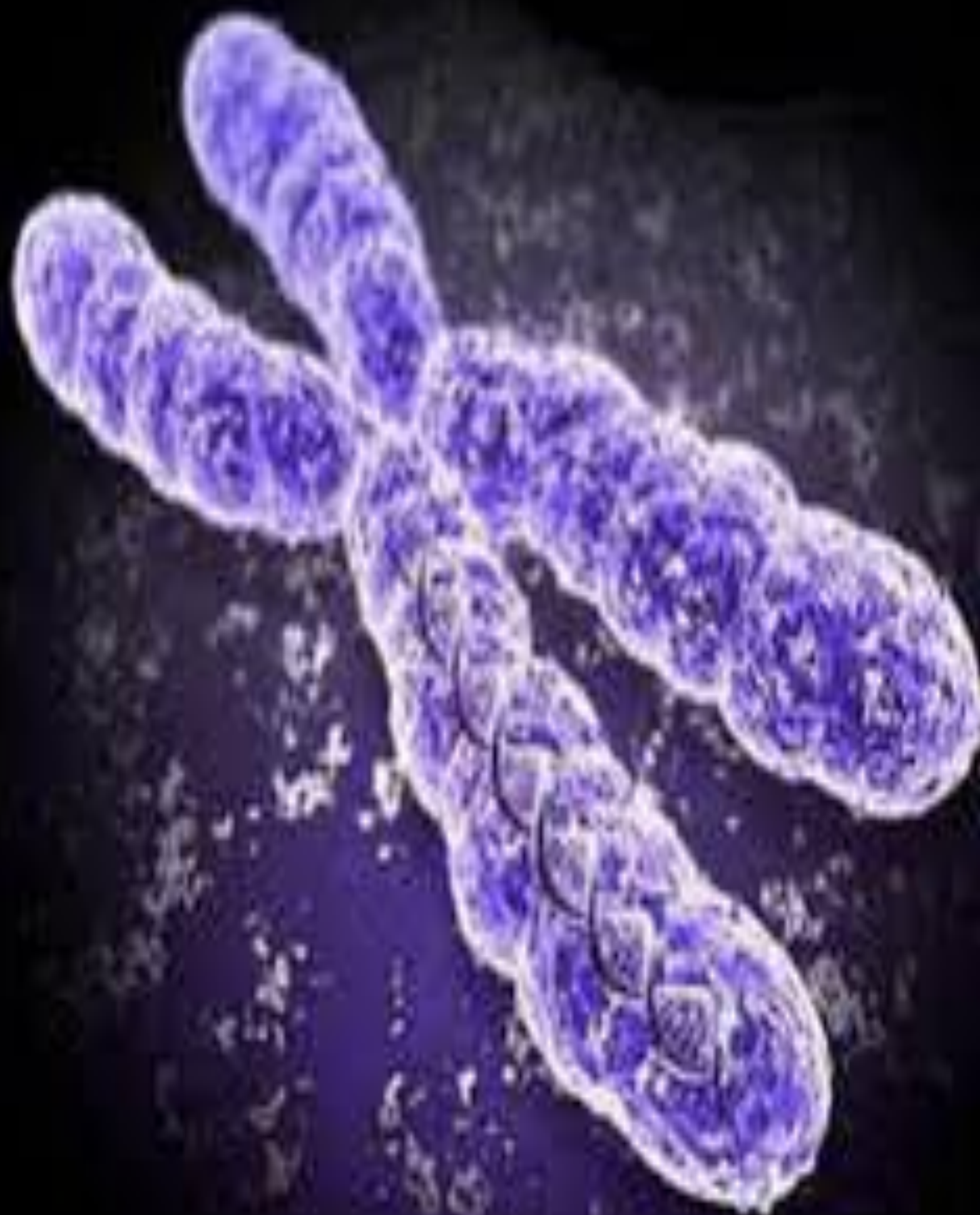
رسم توضيحي للجين المسئول عن تكوين الميوسين في الخلية العضلية والعصبية إلا أنه نشط ويعمل في العضلية وغير نشط في العصبية.



صورة بالمجهر الإلكتروني توضح إخصاب بويضة الإنسان بالحيوان المنوي، حيث يتم دمج نواتي الحيوان المنوي مع البويضة لتعطي البويضة المخصبة (التطفة الأمشاج).



تحديد مواقع الجينات المختلفة على (أ) الكروموزوم الثالث (ب) كروموزوم X.





الباب الرابع : الهندسة الوراثية / المفهوم والتطبيق

Genetic engineering: concept and application

## □ الباب الرابع

### الهندسة الوراثية: المفهوم والتطبيق

#### □ أولاً: المفهوم:

منذ عام ١٩٥٣ م عندما اكتشف العالمان واطسون وكريك تركيب الـ DNA ثم تلى ذلك معرفة الطريقة التي كتبت بها المعلومات الحيوية للوراثة على صورة شفرة كيميائية، والتقدم العلمي يوضح لنا إمكانيات متزايدة لدى المادة الوراثية يمكن أن تخدم الإنسان. ومعروف أن المادة الوراثية الأساسية تسكن في نواة الخلية. وقد سمي العلماء هذه المادة الوراثية الصبغيات أو الكروموزومات Chromosomes، وهي ثابتة في النوع الواحد من الكائنات الحية. والمادة الوراثية كما ذكرنا عبارة عن جزيئات كبيرة الحجم تعرف بحامض الـ دي أوكسي ريبونوكليك deoxy ribonucleic acid ويرمز لها بالرمز (DNA). ويحمل الـ DNA الرسالة الوراثية من جيل إلى جيل. والتغير في



تركيب الـ DNA ولو كان بسيطاً يعتبر تغيراً في صفات  
وخصائص الكائن الحي .

مصطلح الهندسة الوراثية يتكون من كلمتين :  
الهندسة<sup>(١)</sup> وهي تعني هنا التحكم في وضع المورثات  
(الجينات)، وترتيب صيغها الكيميائية فكاً (قطع الجينات عن  
بعضها البعض)، ووصلاً (وصل المادة الوراثية المضيئة  
بالجينات المتبرع بها) باستخدام الطرق المعملية . الكلمة  
الثانية : الوراثة، وهي مادة الاستخدام في العملية الهندسية  
وهي عبارة عن الجينات والصيغ الكيميائية التي يتكون منها  
الكائن الحي . والجينات كما ذكرنا هي دلائل صفات  
التكوين والسلوك لدى الكائن الحي .

تعتبر الهندسة الوراثية إحدى التقنيات الحيوية الحديثة  
ومادة تعاملها هي الكروموزومات والمورثات . كما أنه  
يتم فيها إظهار خصائص مرغوب فيها وكظم *supression* غير

---

(١) المهندس : الذي يُقدَّر مجاري القنى حيث تُحفر وهو مشتق من  
الهنداز وهي فارسية وصُيرت الزى سينا لأنه ليس في كلام العرب  
زاي بعد الدال . والاسم الهندسة . (كتاب مختار الصحاح للإمام  
محمد بن أبي بكر الرازي) .

المرغوب منها. هناك هندسة وراثية غير متحكم في جهازها الوراثي (هندسة عشوائية) تتم من خلال الطفرات غير المنتقاة وذلك بأحد العوامل الخارجية مثل الأشعة والمواد الكيميائية، وينتج عن الترتيب الوراثي الجديد إيجاد أو فقد بعض الخصائص للكائن الحي. وأعقب ذلك أن استدل العلماء على إمكانية إحداث طفرات منتقاة. ثم تمكنوا من نقل الرسالة الوراثية أي مجموعة جينات من نوع معين من الخلايا إلى نوع آخر بإحدى الطرق الخاصة بذلك. ويظهر إبداع الهندسة الوراثية في أنها فن التعامل مع المادة الوراثية. وهذا يقتضي معرفة المورثات، تركيبها، خصائصها، ووظائفها، وكيفية التعامل معها قطعاً ووصلاً، ومدى إمكانية عملها خارج طقمها الوراثي، ومن سيتكفل بنقلها إلى الوسط الجديد، وما هي النواقل vectors المناسبة لنقلها. وقد عُرف إلى الآن أن أشهر الأمهات استقبالاً للجينات هي خلايا في طور جنين أو كائنات دقيقة، وبكتريا القولون E.colli ترحب كثيراً باستقبال معظم الجينات ولا تجد غضاضة في تربية تلك الجينات وتكاثرها والمحافظة عليها. بل قد تنسلخ عن تركيبها الأصلي لتصبح كائناً حياً جديداً ذا صفات إنتاجية جديدة. فسيحان من سخر أحياء لأحياء وجينات لجينات.

إذا الهندسة الوراثية ترتبط بالمادة الوراثية كتعامل وهي على المستوى الكبير: جزيئات الـ DNA، وعلى المستوى الدقيق: الجينات. وكسر تاريخي فإنه بعد اكتشاف الـ DNA عام ١٩٥٣ م، بدأت الأبحاث تركز أكثر على أسرار هذه الجينات: تركيبها، موقعها، وظائفها وطريقة التعامل معها. في عام ١٩٦٤ م أوضح العالمان أبل ورتلز أن هناك أنواعاً من البكتريا لديها القدرة على استقبال مواد وراثية خارجية، وأنه يمكن لهذه المواد الوراثية (الجينات) أن تتكاثر داخل السيتوبلازم لتلك البكتريا. وفي عام ١٩٧٣ م أعلن عن التناسل الذاتي لأول جين. وفي عام ١٩٧٤ م تمكن العالم ستانلي كوهن من استعمال طريقة الترقيع الجيني Gene splicing وهي ما تعرف بعملية التهجين الكروموسومي حيث نقل قطع كروموسومية من الـ DNA للضفدع إلى بكتريا القولون. وفي نفس العام جرت أول مناقشة علنية لتجارب إعادة تنظيم المادة الوراثية (DNA) أو ما يعرف بالتقنية الهندسية للـ DNA. بعد ذلك أجازت التعليمات الأمريكية الخاصة بأبحاث الهندسة الوراثية. وأعقب ذلك إنشاء أول مؤسسة للاستفادة من تقنيات الهندسة الوراثية في الولايات المتحدة الأمريكية وهي ما تعرف بجنيك Genference. واقتدحت أبحاث الهندسة

الوراثية في عقول المتخصصين مما جعل العقد الزمني ما بين ١٩٨٠ - ١٩٩٠ عقداً حافلاً بتطبيقات كثيرة للهندسة الوراثية كإنتاج الأنسولين ونقل جينات من نبات لآخر.....

## النواقل Vectors :

ذكرنا أن فكرة الهندسة الوراثية تقوم على قطع جزء من المادة الوراثية المطلوب نقلها (جزء من الـ DNA)، ثم وصل ذلك الجزء أو إلحاقه بقطعة أخرى من الـ DNA للخلية المضيفة لها قدرة على التكاثر. يطلق على الـ DNA الأخير الناقل vectors. هناك أنواع من النواقل، نذكر على سبيل المثال أهم هذه النواقل هي: البلازميدات plasmids وهي عبارة عن جزيئات يمكن توارثها بثبات دون أن ترتبط بالكروموسومات وهي جزيئات من الـ DNA مزدوج الجديلة توجد في بعض خلايا البكتريا على هيئة جزيئات دائرية مغلقة. الوزن الجزيئي المنخفض للبلازميد يسهل عملية التعامل معه ويمكن من عزله بسهولة. ومن أهم ميزات البلازميد أنه يستطيع نقل نسخ من ذاته من بكتريا إلى أخرى، وينقل كذلك قطع الـ DNA الكروموسومي إلى البكتريا، كما أنه يستخدم كناقل للتناسل الذاتي للحمض النووي DNA.

هناك أنواع مختلفة من البلازميدات منها:

أ - بلازميدات الإخصاب .

ب - بلازميدات مناعية .

ج - بلازميدات كول Col.p. (تحمل جينات خاصة

بإنتاج الكوليسينيات colicine المضادة لبكتريا أخرى).

د - بلازميدات مرضية .

هـ - بلازميدات هدامة .

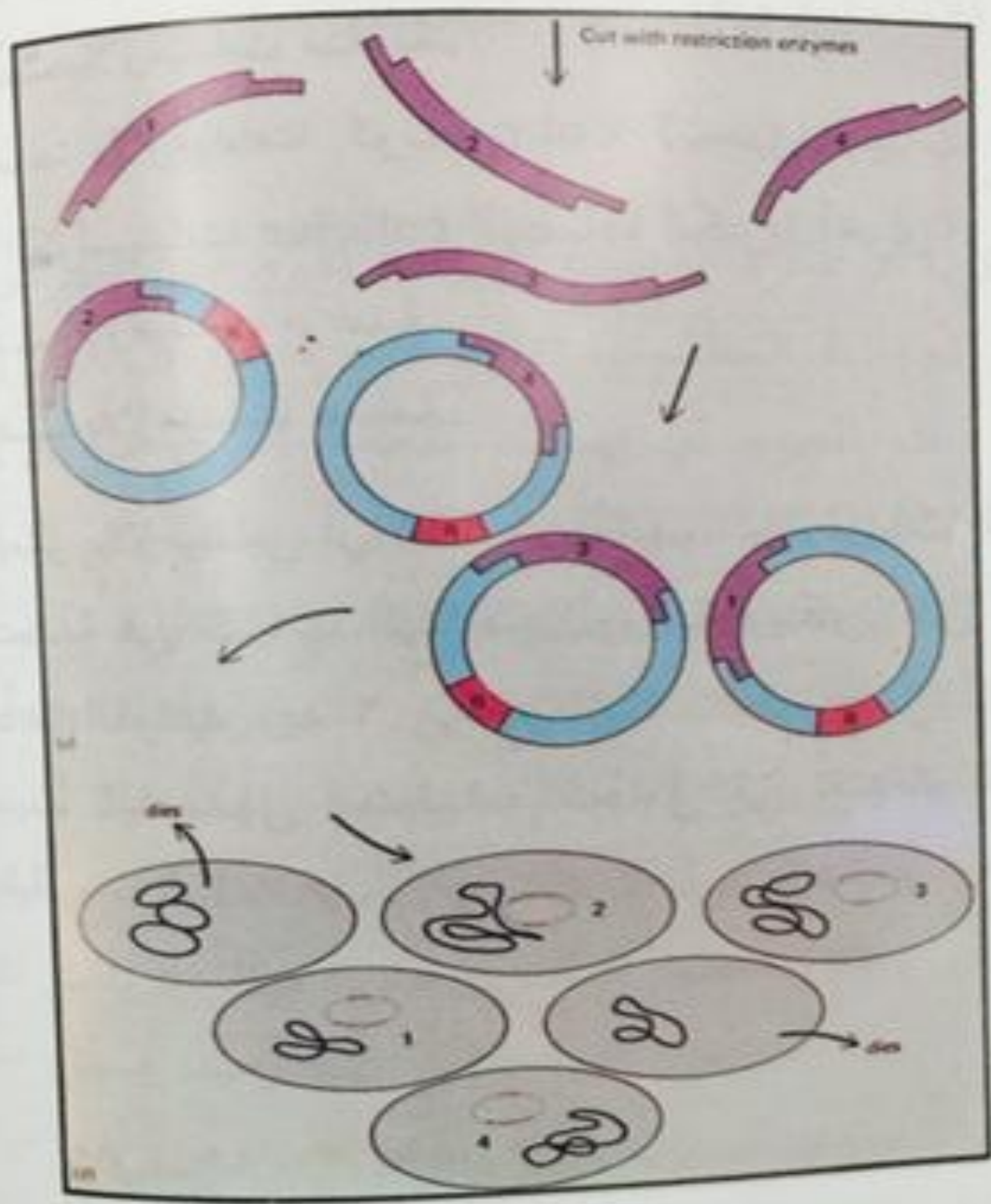
يعتبر بلازميد بي آر ٣٢٢ من أشهر البلازميدات البكتيرية

المستخدمة في تقنيات الهندسة الوراثية ويتكون من ٤٣٦٣

زوجاً من القواعد وبه ٦ مواقع قابلة للقص بفعل أنزيمات

التحديد، لذا يسهل استخدامه كحامل في تقنيات الهندسة

الوراثية .



رسم توضيحي يبين أحد أنواع النواقل (البلازميدات) وهي التي تأخذ الشكل الدائري في داخل البكتيريا.

## خطوات مختصرة لفهم فكرة الهندسة الوراثية

١ - عزل المادة الوراثية المطلوب نقلها أو ما يعرف بـ DNA المانع، وتحديد الجينات المطلوبة بتكسير هذا الجزيء من الـ DNA وفق الترتيب القاعدي باستخدام الأنزيمات المحددة Restriction enzymes.

٢ - دمج ما سبق الحصول عليه من الجينات مع جزيء DNA آخر يعرف باسم الناقل (موجود عادة في الخلايا بدائية النواة) باستخدام الأنزيمات اللاصقة للـ DNA DNA ligase. وينتج عن ذلك جزيء جديد من DNA يحوي تركيب الجينات المطلوبة.

٣ - العمل على إدخال التركيب الجديد للـ DNA المجموع (المؤلف) إلى الخلايا المضيفة والتي هي عبارة عن خلايا بكتيرية مع مراقبة إمكانية تكاثره في وسط السيتوبلازم.

٤ - دراسة نتائج تكاثر الـ DNA الجديد ومعرفة إمكانية قيامه بالوظائف الحيوية التي كان يؤديها قبل نقله .

### □ ثانياً: التطبيق :

#### أ - في مجال الزراعة والنبات :

كان عام ١٩٨٣ م السنة الأولى التي تم فيها استخدام أول نبات مهندس وراثياً. ومن ثم تمكن باحثون آخرون تطبيق الهندسة الوراثية على أكثر من خمسين نوعاً نباتياً. قد يظن البعض أن النباتات المهندسة وراثياً بها خطورة عند استخدامها أو إبرازها كنتاج تجاري للاستهلاك. والتقريب الأخير الذي صدر من الأكاديمية القومية للعلوم في أمريكا يوضح غير ذلك، حيث جاء في التقرير أن «المحاصيل المحورة بالطرق الجزيئية والخلوية لا تشكل من المخاطر ما يختلف عما تشكله الطرق الوراثية التقليدية للصفات نفسها». وصرح البيت الأبيض في فبراير ١٩٩٢ م بأن المنتجات المهندسة وراثياً يجب ألا تخضع لإجراءات فيدرالية إضافية، لأنها لا تشكل أي خطر جسيم. والتطبيق الهندسي للوراثة في النباتات يركز على إيجاد نباتات تقاوم



الحشرات والفيروسات ومبيدات الأعشاب، أو نباتات تنتج ثماراً تقاوم التلف، أو نباتات لها قيمتها الاقتصادية برفع قيمتها الغذائية أي تحسين الناتج الغذائي لها.

هناك ثلاث تقنيات تستخدم لتطبيق الهندسة الوراثية في النبات. سوف نعطي فكرة مختصرة عن كل واحدة منها:

١ - تقنية استخدام الأكروبيكتيريوم *Agrobacterium* (أحد أنواع البكتيريا الممرضة للنبات). وفي هذه التقنية يتم إلحاق الـ DNA أو الجينات المطلوبة ببلازميد البكتيريا، ثم تدخل البكتيريا خلية النبات ناقلة إليها الجينات أو الـ DNA المنقول. وتقوم المادة الوراثية المنقولة بالاندماج في كروموسومات النبات المصاب لتدفع الخلايا إلى إنتاج مستويات مرتفعة من الهرمونات النباتية. ويراعى في هذه الحالة استئصال أو إزالة الجينات المسببة للمرض في البكتيريا نفسها.

٢ - تقنية إدخال المادة الوراثية المطلوبة في خلايا النبات العارية *protoplasts*. في هذه التقنية تستخدم خلايا أزيلت جدرها بالإنزيمات مع بقاء الغشاء البلازمي. يمكن اختراق الغشاء البلازمي لتمرير الجينات بإحدى طريقتين،

الطريقة الكيميائية كاستخدام مادة البولي إثيلين جليكول، أو باستخدام الثقب الكهربائي للغشاء Electroporation.

٣ - من عيوب الطريقة السابقة أنها غالباً ما تنتج نباتات عقيمة. كما أن استجابة بعض النباتات لها ضعيفة مثل القمح والذرة. لذلك استخدمت الطريقة الحديثة وهي طريقة قاذفة الجسيمات حيث يُغلف الـ DNA المطلوب أو الجينات المرغوب فيها بجسيمات معدنية دقيقة يتراوح قطرها ما بين ميكرون وميكرونين. فإذا أطلقت هذه الجسيمات بالسرعة الكافية فستمكن من اختراق جدر الخلايا الكاملة لتتغلغل إليها الـ DNA أو الجينات، ثم تعاود هذه الثقوب الدقيقة جداً بالالتحام مرة أخرى. وفي عام ١٩٨٧ ابتكر عالمان من جامعة كورنيل جهازاً علمياً يقذف خلايا النبات بجسيمات التنكستن أسماه قاذفة الجسيمات الدناوية.

### ب - في مجال الصيدلة والدواء :

إن الكائنات الدقيقة مصنع لإنتاج الدواء. بل إن أنواعاً منها عبارة عن صيدلية منتجة لأصعب الأدوية وأندرهما حصولاً، سيما عند استخدام الهندسة الوراثية وتطبيقاتها على هذه الكائنات. التغيير في مورثات (جينات) الكائن الدقيق

يجعل ذلك الكائن مصنع يتخصص في إنتاج المطلوب من الدواء. وتوجد اليوم كائنات دقيقة خاصة لإنتاج هرمون الأنسولين المنظم للسكر في الدم، ومجموعة لإنتاج هرمون السوماتاتستاتين المنظم لأعمال بعض الغدد في الجسم (يستخدم في علاج عملاقة الأطراف وتأثيره عكس تأثير هرمون النمو). ومجموعة ثالثة لإنتاج الأنترفيرونات التي تستخدم في علاج السرطان ومنع الإصابة بالفيروسات... كل ذلك وغيره يمكن إنتاجه اليوم من خلال الهندسة الوراثية.

هرمون الأنسولين الذي يحتاج إليه آلاف المرضى المصابين بمرض البول السكري تم إنتاجه عن طريق بكتريا القولون، وذلك بإدخال الجينات المنتجة لهذا الهرمون في خلايا البكتريا، وعند نمو تلك الخلايا يصبح بالإمكان الحصول على هرمون الأنسولين بإنتاجية تصل إلى ١٠٠.٠٠٠ جزيء لكل خلية بكتيرية. وهذا فرج من الله لأولئك المرضى الذين أعياهم المرض وأقعدتهم حدته وضرارته. والأنترفيرونات مركبات طبيعية ينتجها جسم الإنسان (خلايا الدم البيضاء والأنسجة الضامة) لمنع الإصابة بالفيروسات. يمكن إنتاج تلك المركبات دوائياً باستخدام خلايا الخميرة حيث يعطي اللتر الواحد من الوسط المستزرع من تلك الخلايا ما يقرب

من ٦٠٠ ميكروجرام مقارنة بإنتاج نفس المركب من لتر واحد من دم الإنسان حيث يعطي نصف ميكروجرام.

من نماذج تلك المركبات أيضاً منشط البلازميد الذي يستخدم في تذويب التخثرات (الجلطات) الدموية. قد أمكن تحضيره ببرمجة بكتريا القولون E.coli. وهناك محاولات عديدة وكبيرة لإنتاج العديد من المركبات الدوائية من خلال قناة الهندسة الوراثية.

## ج - المعالجة بالمورثات (الجينات) Gene Therapy :

١٪ من الأطفال الذين يولدون يكونون مصابين ببعض الأمراض الوراثية، وذلك يجعلهم مصابين بتشوهات ظاهرية أو داخلية (فسيولوجية)، أو يؤدي وضعهم ذلك إلى الموت المبكر. معظم الأمراض الوراثية سببها جينات متنحية والأغلبية منها ترجع إلى طفرة تعطل جيناً ينتج طبيعياً بروتيناً هاماً. لا غرابة إذن أن يحمل العلماء تصوراً لمعالجة تلك الأمراض بالجينات.

إدخال الجين إلى الكروموزوم في الخلية يجب أن يكون في موقع محدد، بمعنى آخر إن الإدخال المحكم يزيد

احتمالية أن المعالجة بالجينات تؤدي دوراً صحيحاً ولأن الإدخال العشوائي قد ينشط جينات ورمية ساكنة.

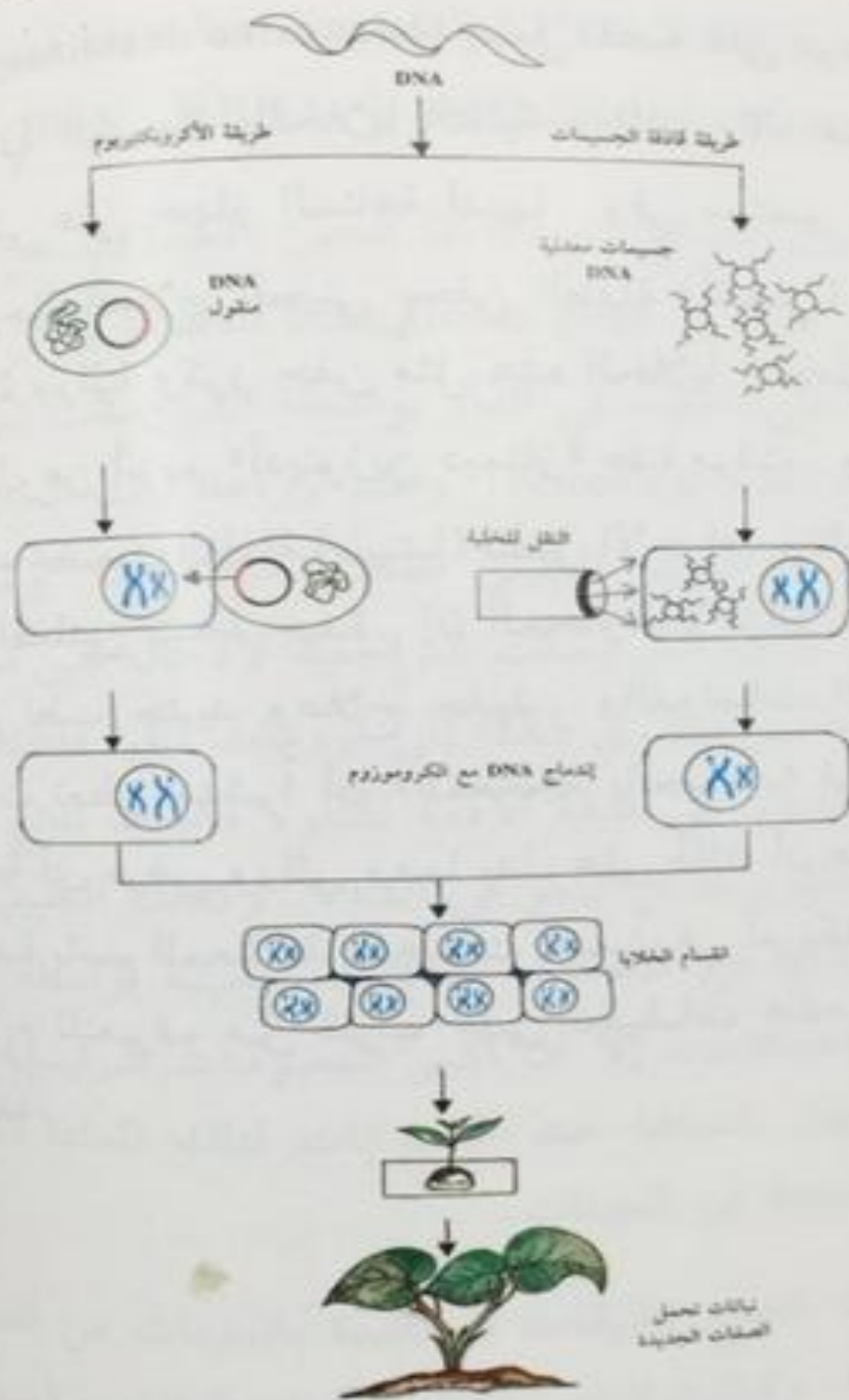
توصيل الجينات يمكن أن يتم بطرق كيميائية أو فيزيائية أو بالفيروسات. في الاتجاه الكيميائي يتم دمج عدة نسخ من DNA الحامل للجين السليم بمادة مثل فوسفات الكالسيوم DEAE-dextran أو لبييدات محددة، ثم يفرع ذلك في الخلية المستقبلية حيث تعمل المادة الكيميائية على تحطيم غشاء الخلية وتنقل بالتالي المادة الوراثية إلى الداخل. والطريقة الأخرى لتوصيل الجينات هي طريقة الحقن المجهرى microinjection ويستخدم لذلك ماصة على شكل إبرة دقيقة جداً تعمل بطريقة electroporation حيث يتم دخول المادة الوراثية إلى السيتوبلازم أو النواة. والطريقة الأكثر قبولاً وتطبيقاً هي طريقة استخدام الفيروسات كناقل أو عربات شحن في النقل الجيني. وهناك نوعان من الفيروسات أحدهما مادته الوراثية DNA والنوع الآخر RNA بين الاثنين اختلافات كيميائية، وكلاهما يتكونان من وحدات نيوكليوتيدة، وكلاهما يشمل شفرات منتظمة بالإضافة إلى تسلسل دقيق للقواعد النيتروجينية. معظم الفيروسات RNA غير مناسبة لعلاج الجينات بسبب أن RNA لا يستطيع أن

الوراثية في عقول المتخصصين مما جعل العقد الزمني ما بين ١٩٨٠ - ١٩٩٠ عقداً حافلاً بتطبيقات كثيرة للهندسة الوراثية كإنتاج الأنسولين ونقل جينات من نبات لآخر.....

## النواقل Vectors :

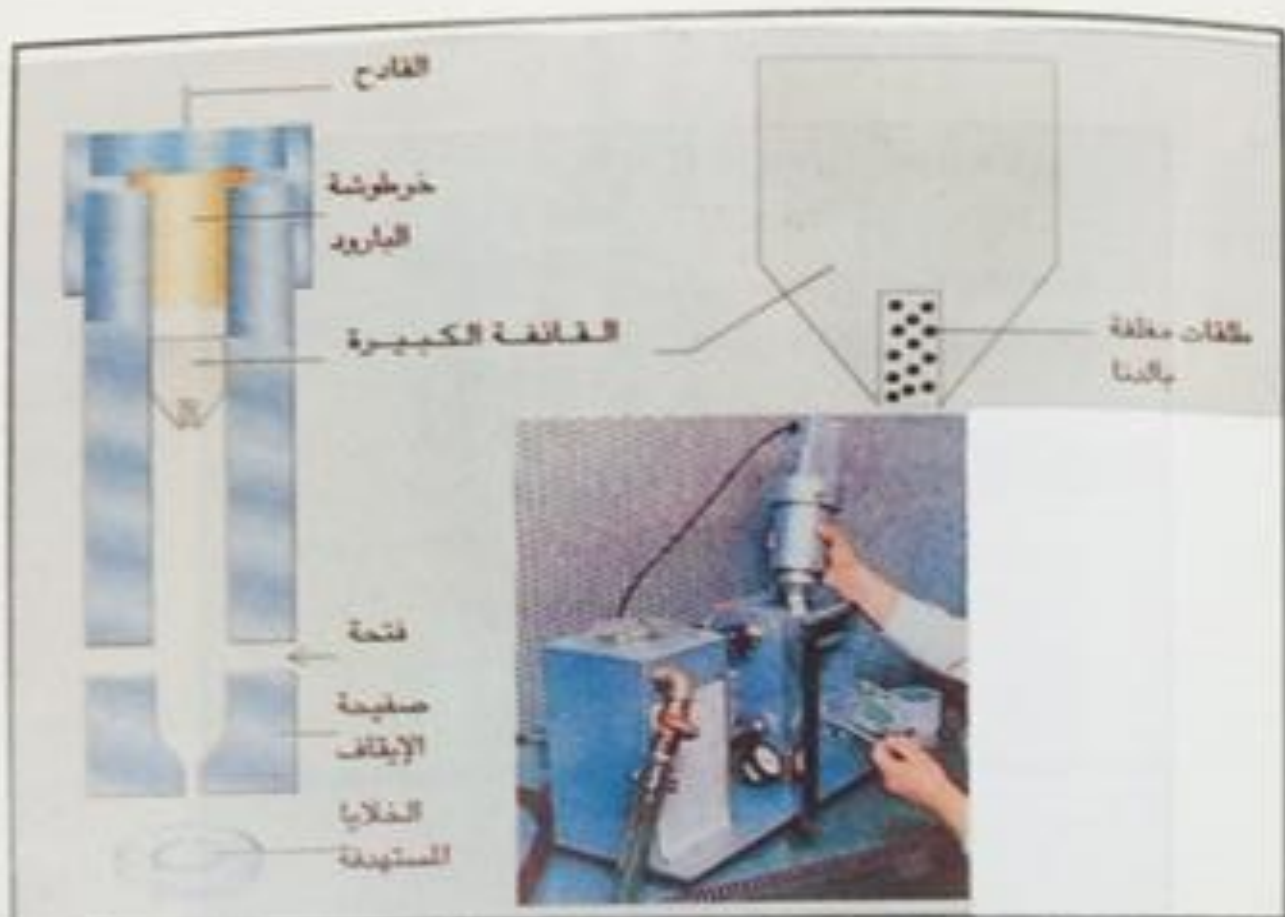
ذكرنا أن فكرة الهندسة الوراثية تقوم على قطع جزء من المادة الوراثية المطلوب نقلها (جزء من الـ DNA)، ثم وصل ذلك الجزء أو إلحاقه بقطعة أخرى من الـ DNA للخلية المضيفة لها قدرة على التكاثر. يطلق على الـ DNA الأخير الناقل vectors. هناك أنواع من النواقل، نذكر على سبيل المثال أهم هذه النواقل هي: البلازميدات plasmids وهي عبارة عن جزيئات يمكن توارثها بثبات دون أن ترتبط بالكروموسومات وهي جزيئات من الـ DNA مزدوج الجديلة توجد في بعض خلايا البكتريا على هيئة جزيئات دائرية مغلقة. الوزن الجزيئي المنخفض للبلازميد يسهل عملية التعامل معه ويمكن من عزله بسهولة. ومن أهم ميزات البلازميد أنه يستطيع نقل نسخ من ذاته من بكتريا إلى أخرى، وينقل كذلك قطع الـ DNA الكروموسومي إلى البكتريا، كما أنه يستخدم كناقل للتناسل الذاتي للحمض النووي DNA.

أنزيم (adenosine deaminases) يعمل نقصه على موت خلايا الدم التائية المسماة بالخلايا التائية «T - cells» مما يؤدي إلى التأثير على جهاز المناعة لديها. وفي سبتمبر ١٩٩٠ م بدأت رحلة العلاج الجيني بحقن الطفلة (أشانتى) بالخلايا المعالّجة وراثياً وكرر حقن مثل هذه الخلايا الحاملة للجين المسؤول عن أنزيم «أدينوزين ديمتاز» عدة مرات. وفي يناير ١٩٩١ م خضعت الطفلة (سينتيا) لنفس الإجراء. وكانت نتيجة علاج الطفلتين نتيجة جيدة. إن المحاولة لا تزال تمثل بداية التاريخ لطب جديد وعلاج جديد. والدراسات المتواصلة للأبحاث تعطي مؤشراً أن «المعالّجة بالجينات» في طريقها لمعالّجة أي مرض وراثي ومما يدل على ذلك أن هناك ندوة مخصصة باسم المعالّجة بالجينات أقيمت في أمريكا في يناير ١٩٩٤ م للتعرف من قرب على تطبيقات هذه الطريقة الجديدة.



طريقة الأكروبيكتيريوم وقاذفة الجسيمات في إدخال الجينات المرغوب فيها إلى النبات.

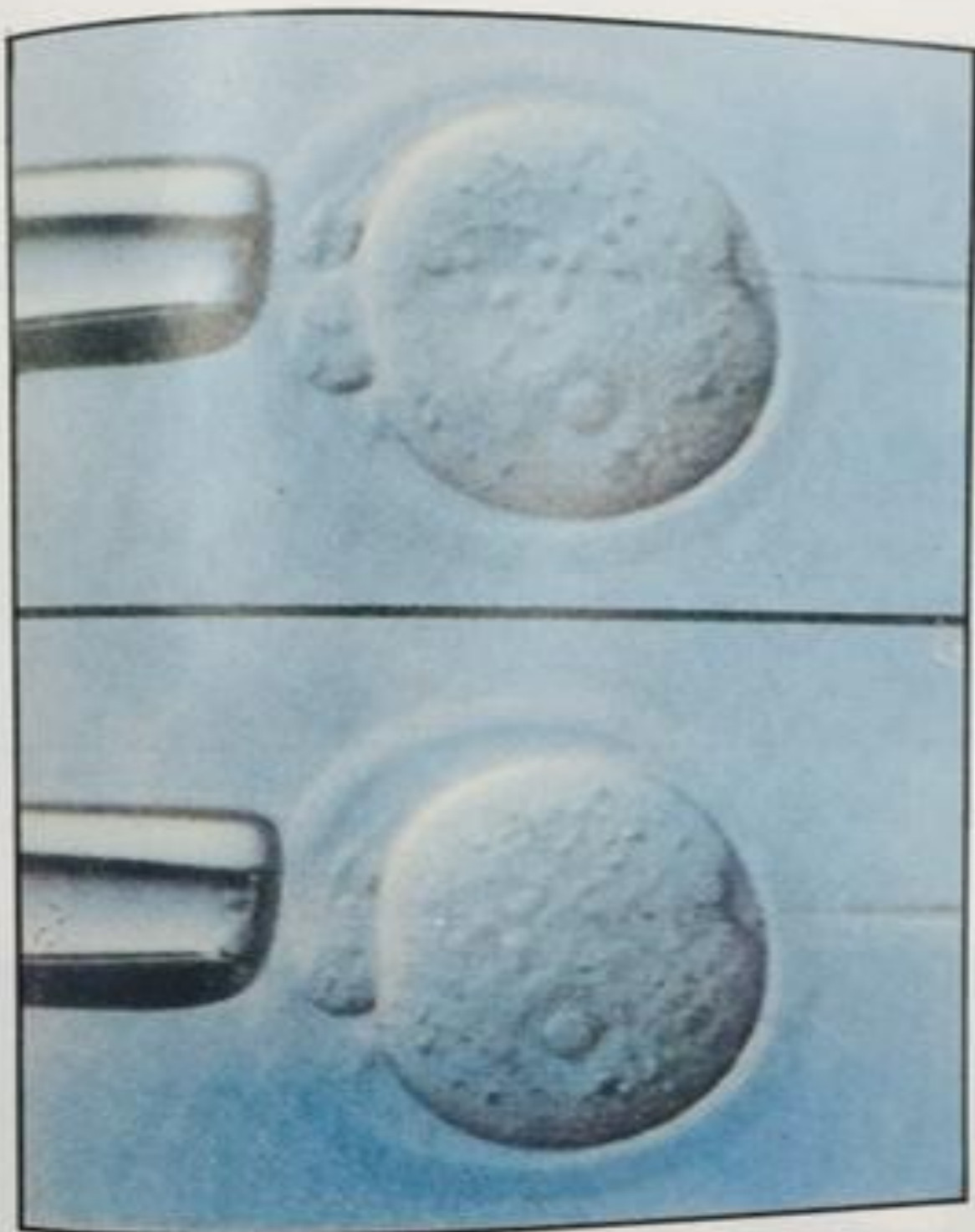




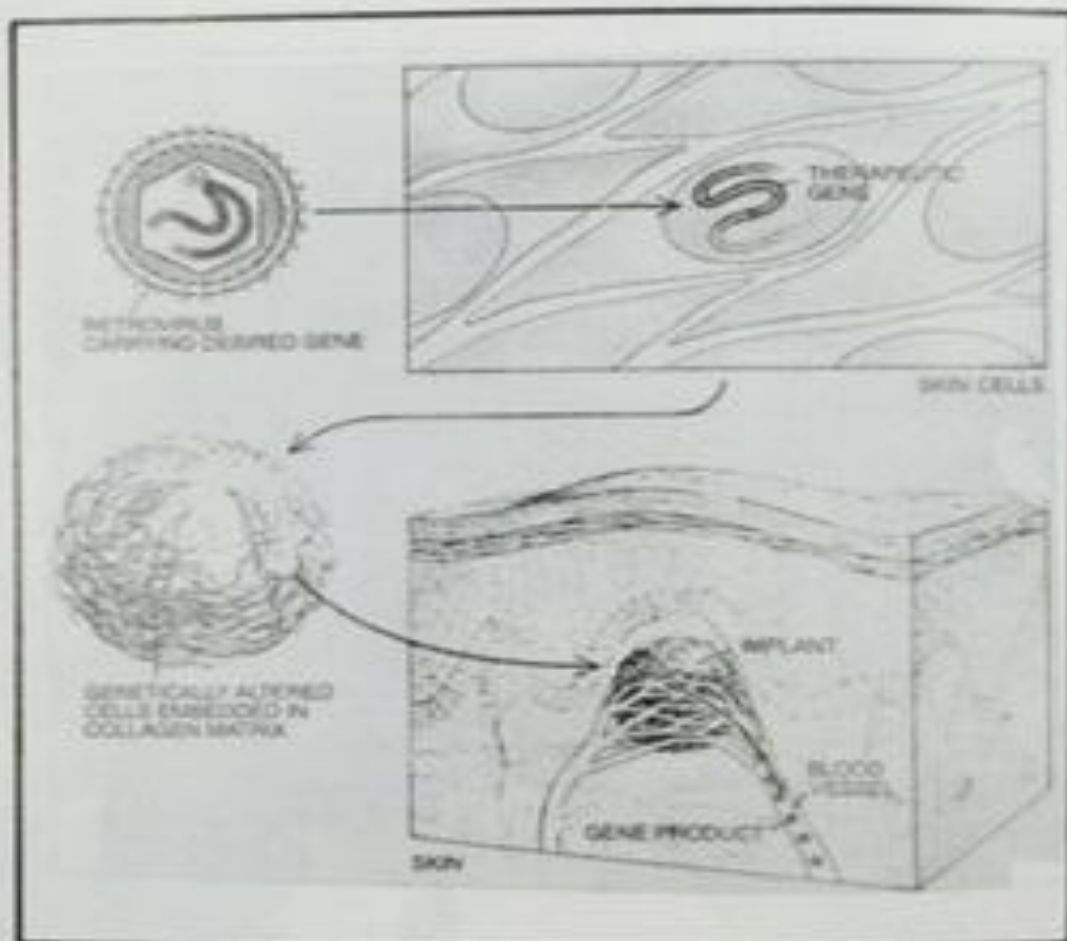
جهاز قاذفة الجسيمات المستخدم في إدخال الجينات المرغوب فيها إلى داخل النبات.



صورة بالمجهر الإلكتروني لمجموعة من بكتريا القولون المهندسة وراثياً بجين الأنسولين.



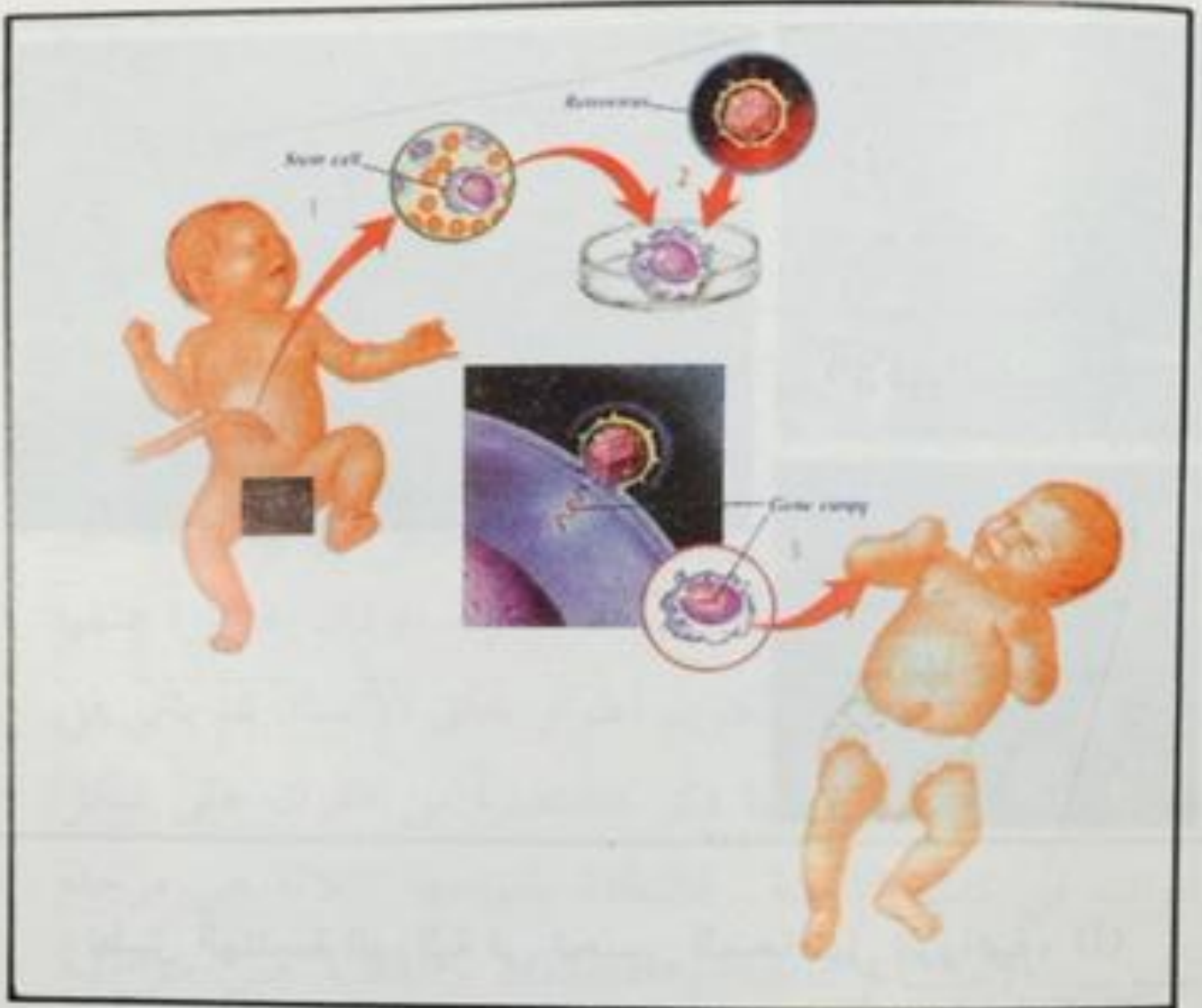
تقنية الحقن المجهري الدقيق. تُحمل البويضة بحذر ثم  
تحقن المادة الوراثية إلى داخل النواة بواسطة إبرة دقيقة  
جداً.



إدخال جين مسؤول عن عامل النمو البشري إلى خلايا ثم زراعة تلك الخلايا في طبقة الأدمة للفأر. فأعطت نتائج جيدة من حيث ظهور عامل النمو في الدم.



صورة للطفلتين اللتين تم علاجهما بالمعالجة الجينية



معالجة الأمراض الوراثية باستخدام المعالجة بالجينات .



تطبيق الهندسة الوراثية في تحسين المحاصيل الزراعية، (أ)  
نبات قطن يتحمل مبيدات الحشرات. (ب) نباتات تقاوم  
الحشرات. (ج) نبات طماطم ذات ثمار تقاوم التلف.





الباب الخامس : أجنة الحيوان و الإنسان .

**Animal & Human Embryos**



## أجنة الحيوان والإنسان

يذكر القرآن الكريم أن خلق الإنسان يتم في أطوار ﴿مَا لَكُمْ لَا تَرْجُونَ لِلَّهِ وَقَارًا ﴿١٣﴾ وَقَدْ خَلَقَكُمْ أَطْوَارًا ﴿١١﴾﴾ (سورة نوح). ويقول في موضع آخر: ﴿يَخْلُقُكُمْ فِي بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ خَلْقًا مِّنْ بَعْدِ خَلْقٍ فِي ظُلُمَاتٍ ثَلَاثٍ﴾ (سورة الزمر). وكان إعجازاً علمياً رائعاً أن وضع القرآن الكريم أطوار خلق الإنسان ثم يأتي في العصر الحديث شرح ما ذكر مختصراً من القرآن على شكل أبواب في كتب الأجنة. فالنطفة بأنواعها الثلاثة هي مرحلة تكوين الأمشاج Gamatogenesis، والعلقة هي مرحلة انغراس البلاستولا Implantation، والمضغة هي مرحلة القطع الجسمية Somites، ومرحلة تكوين العظام واللحم... هي مرحلة تكوين بداءات الأعضاء الجنينية Organogenesis واسمع إلى قوله تعالى في سورة المؤمنون: ﴿وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلالَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٥﴾ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٦﴾ ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا

الْمُضَغَّةَ عِظْمًا فَكَسَوْنَا الْعِظْمَ لَحْمًا ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ  
 أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١١﴾ (سورة المؤمنون). وفي تلك المراحل  
 تشابه كبير بين خلق الإنسان وخلق الحيوان، وعند تصوير  
 مرحلة تكوين بداءات الأعضاء لأجنة الإنسان والحيوان فإنه  
 يصعب أن نفرق في الشكل بينهم، لذلك فإن الله سبحانه  
 وتعالى يقول: ﴿ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ  
 الْخَالِقِينَ ﴿١١﴾. وفي هذه الرحلة لا نستطيع أن نفرق في  
 التكوين بين جنين السمكة والفأر والقرد والإنسان، فالكل  
 في البداية طريقة تكوينه واحدة وشكله الخارجي واحد حتى  
 أنك لتجد تكوين الخياشيم في الإنسان كالحال الموجودة في  
 بقية الحيوانات. وقوله تعالى: ﴿ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ﴾ أي  
 أنشأناه إنساناً ذا صفات وخصائص متميزة. وحوّلناه من  
 صفة جنين حيوان إلى جنين إنسان. تلك الخليقة المتميزة  
 صاحبة الارتقاء والكمال والتكريم ﴿وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ﴾،  
 ويبقى جنين الحيوان في مرتبة الحيوان مجرداً من خصائص  
 الارتقاء والكمال والتكريم.

والعجيب حقاً أن جنين الإنسان في نهاية الأسبوع الرابع  
 (جنين طوله ٧ ملمتيرات) يظهر فيه تكوين الرأس والجذع  
 والأطراف والذيل والقلب والخياشيم وذلك قبل عملية

التعديل والتصوير وقبل تحويل الجنين إلى الخلق الآخر  
المختلف عن شكل بقية الحيوانات.. شكل الإنسان  
المتميز. يقول قتادة وعكرمة مولى ابن عباس وغيرهما في  
تفسير قوله تعالى: ﴿يَخْلُقُكُمْ فِي بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ خَلْقًا مِّنْ بَعْدِ  
خَلْقِ فِي ظُلُمَاتٍ ثَلَاثٍ﴾ إن شاء ركبك في صورة قرد أو كلب  
أو خنزير لكن الله بقدرته ولطفه وحلمه يخلقك على شكل  
حسن مستقيم معتدل تماماً حسن المنظر والهيئة. يقول  
سبحانه وتعالى مخاطباً الإنسان: ﴿يَأْتِيهَا الْإِنْسَانُ بِمَا غَرَّكَ بِرَبِّكَ  
الْكَبِيرِ ﴿١﴾ الَّذِي خَلَقَكَ﴾. خلقك كمثل خلقه لبقية  
الحيوانات. فما الداعي للغرور إذا؟ ولكن أراد أن يوضح  
سبحانه وتعالى بأنه عدل في صورتك التي تشبه في أطوارها  
الجنينية الأولى الكلب أو الحمار أو... عدلها إلى صورة  
إنسان سوي كما قال تعالى: ﴿فَسَوَّيْنَاكَ فَعَدَّلَكَ ﴿٢﴾﴾.



أطوار التكوين الجنيني في المراحل المبكرة تتشابه في كل  
من الحيوان والإنسان. (أ) الإنسان (ب) الفأر (ج)  
الدجاج (د) الخنزير



جنين إنسان في أحد أطواره قبل التعديل والتسوية حيث  
شكله كبقية الحيوانات.

الفصل السادس : التقنية الحيوية وتحديد جنس الجنين

Biotechnology & fetus sex identification



التقنية الحيوية وتحديد جنس الجنين

يقول الله سبحانه وتعالى في سورة القيامة: ﴿أَيَحْسَبُ  
 الْإِنْسَانُ أَنْ يُتْرَكَ سُدًى ﴿٣٦﴾ أَلَمْ يَكُ نُطْفَةً مِنْ مَنِيٍّ يُمْتَنَى ﴿٣٧﴾ ثُمَّ كَانَ عَلَقَةً فَخَلَقَ  
 فَسَوَّى ﴿٣٨﴾ فَعَمَلَ بَيْنَهُ الزَّوْجَيْنِ الذَّكَرَ وَالْأُنثَى ﴿٣٩﴾. وقال سبحانه في  
 موضع آخر: ﴿وَأَنَّهُ خَلَقَ الزَّوْجَيْنِ الذَّكَرَ وَالْأُنثَى ﴿١٥﴾ مِنْ نُطْفَةٍ إِذَا  
 تُمْتَنَى ﴿١٦﴾﴾ (سورة النجم). فالآيتان توضحان أن الذي يتحكم  
 في تحديد جنس المولود ذكر أم أنثى - بعد الله سبحانه  
 وتعالى - هو مني الرجل، وهذه عين الحقيقة العلمية، حيث  
 أن الكروموزومات الجنسية الموجودة في الحيوانات المنوية  
 بعد الانقسام الاختزالي تكون على نوعين: نوع يحمل شارة  
 الذكورة (Y) والآخر يحمل شارة الأنوثة (X)، بينما المرأة  
 تحمل دائماً شارة الأنوثة (X) (X) فعند عملية التلقيح إما أن  
 تلتقي:

البويضة (X) بحيوان منوي حامل لشارة الذكورة (Y) ويكون

المولود ذكر بإذن الله أو البويضة (X) بحيوان منوي حامل  
لشارة الأنوثة (X) ويكون المولود أنثى بإذن الله فمن الذي  
أخبر محمد ﷺ بهذه الحقيقة العلمية؟ إن هو إلا وحي  
يوحي.

إن وجود نوعين من الحيوانات المنوية أحدهما خاص  
بإنجاب الذكر بإذن الله، والآخر خاص بإنجاب الأنثى  
بإذن الله جعل العلماء يفكرون في شيئين: الأول: ما هي  
الخصائص والصفات التي تميز كل نوع منهما؟ وثانيهما:  
وبناءً على الأول: هل يمكن تحديد الجنس وإنجاب ذرية  
حسب الطلب؟ وما هو دور التقنية الحيوية في ذلك؟

لقد سخر الله لعباده وسائل تقربهم نسبياً إلى ما يشتهون  
ويرغبون، وذلك من خلال استخدامات التقنية الحيوية.  
فالأصل في ذلك قوله تعالى: ﴿لِلَّهِ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ  
يَخْلُقُ مَا يَشَاءُ يَهَبُ لِمَنْ يَشَاءُ إِنثَاءً وَيَهَبُ لِمَنْ يَشَاءُ الذُّكُورَ ﴿١٩﴾ أَوْ  
بُرُوجَهُمْ ذَكَرَانَا وَإِنثَاءً وَيَجْعَلُ مَنْ يَشَاءُ عَقِيمًا إِنَّهُ عَلِيمٌ قَدِيرٌ ﴿٢٠﴾﴾  
(سورة الشورى). إن كلمة يهب تعني يعطي، فالله سبحانه  
وتعالى يعطي من يشاء ذرية ويجعل من يشاء عقيماً، ويعطي  
من يشاء ذكوراً أو إناثاً أو كليهما معاً. والله سبحانه وتعالى  
يعطي الإنسان وسائل وطرق تكون سبباً فقط في منح الذرية.



كما أرشد أحد السلف الرجل الذي كان يشكو من العقم بأن  
يستغفر الله كثيراً مسترشداً بقوله تعالى : ﴿ فَقُلْتُ اسْتَغْفِرُوا رَبَّكُمْ  
إِنَّهُ كَانَ غَفَّارًا ﴿١٠﴾ يُرْسِلِ السَّمَاءَ عَلَيْكُمْ مِدْرَارًا ﴿١١﴾ وَيُمْدِدْكُمْ بِأَمْوَالٍ وَيَبِينْ  
وَيَجْعَلْ لَكُمْ جُنُودًا وَيَجْعَلْ لَكُمْ أَنْهَارًا ﴿١٢﴾ ۞ .

ويتدفق من الرجل ما يقرب من مائة مليون حيوان منوي  
في قذفة واحدة . فكم نسبة الحيوانات المنوية الحاملة لشارة  
الذكورة أصلاً مقارنة بالحيوانات المنوية الحاملة لشارة  
الأنوثة؟ فالنسبة العالية لأي نوع منهما تتيح فرصة أكبر  
لإنجاب المطلوب سواء ذكور أو إناث . فمن الذي يمنح  
تلك النسبة المحددة غير الله؟ . والزواج هو الطريق الشرعي  
الذي تطلب فيه أو بواسطة الذرية . في هذه الحالة لا يعلم حال  
الذرية والإنجاب وما سيهب الله به عباده إلا هو ، ولكن هناك  
احتمالية للتسبب في جلب الذكور أو الإناث - في الحالة  
العادية دون استخدام التقنية - باستخدام توقيت الجماع ،  
فالجماع بعد خروج البويضة يعطي احتمالية أكبر في إنجاب  
الذكور بإذن الله . والجماع قبيل خروج البويضة يعطي  
احتمالية أكبر في إنجاب الإناث بإذن الله . وكذلك اتخاذ  
السبب الفسيولوجي بأن تضع المرأة في فرجها قبل الجماع  
وسطاً قلوياً مثل بيكربونات الصوديوم فإن ذلك يعطي حيوية

ونشاطاً أكبر للحيوانات المنوية الحاملة لشارة الذكورة  
والعكس بالعكس في الوسط الحمضي .

فإذاً ماذا قدمت التقنية الحيوية؟ إن التقنية الحيوية  
أعطت الإنسان طريقة - سبب - يتغلب فيها على العقم  
الجزئي سواء عند الرجل أو عند المرأة. أعطته دواء يتغلب  
فيه على داء العقم. وقد أمرنا الشرع أن نطلب الدواء للداء  
(لكل داء دواء فتداووا ولا تتداووا بمحرم) رواه أبو داود.

أما من يريد الله سبحانه وتعالى أن يبقى عقيماً، ففي  
هذه الحالة فإن الحيوان المنوي، عند الرجل لا يستطيع أن  
يخصب إطلافاً، أو البويضة عند المرأة لا تستطيع أن تستقبل  
أو ترتبط بأي حيوان منوي فأغشيتها في ذلك عقيمة. وقد  
نشر في أمريكا أن سيدة أخذت تعالج نفسها من العقم إثنا  
عشر عاماً وباءت كافة الحلول للحصول على البويضات،  
وعندما انقطعت المرأة عن مواصلة العلاج كان الأمر مذهلاً  
فقد حملت ووضعنت طفلة جميلة وهكذا فإن قدرة الله فوق  
كل شيء.

بهذا فإن تحديد جنس المولود ذكراً أو أنثى محصور في  
حالة واحدة وهي ما تعرف بالتلقيح الاصطناعي الخارجي

(طفل الأنابيب) أو التلقيح الاصطناعي الداخلي (طريقة جفت) ويستخدم لتحقيق ذلك بعض الطرق منها:

## ١ - الفصل بواسطة الطرد المركزي :

هذه الطريقة هي الأحسن نتيجة في تحديد الجنس وهي تعتمد على فصل الحيوانات المنوية المذكرة (Y) عن الحيوانات المنوية المؤنثة (X) بواسطة الطرد المركزي بناء على صفات وخصائص يمتاز بها كل نوع، حيث ترسب الحيوانات المنوية المذكرة وتطفو الحيوانات المنوية المؤنثة. طبقت هذه الطريقة في حالات كثيرة خاصة في اليابان فأعطت نتائج عالية تصل إلى ٩٠٪. وينتشر اليوم استخدام هذه الطريقة كأحسن طريقة لتحديد جنس المولود، لكن لا يزال كما يذكر الباحثون والأطباء أنفسهم أنه يكفي أن يكون حيوان منوي واحداً مغايراً للجنس المطلوب فيسبق البقية إلى إخصاب البويضة وبذلك تكون النتيجة عكسية.

## ٢ - استخدام الطريقة الفسيولوجية :

تعتمد هذه الطريقة على وضع الحيوانات المنوية في وسط قلوي للحصول على نسبة أكبر من الحيوانات المنوية المذكرة ثم إخصاب البويضة بها أو وضع الحيوانات المنوية

في وسط حامضي للحصول على نسبة أكبر من الحيوانات  
المنوية المؤنثة ثم إخصاب البويضة بها. في هذه الطريقة  
نجد أن نسبة المطلوب من الإنجاب تكون عالية فقط وليس  
تحديداً كاملاً للجنس.

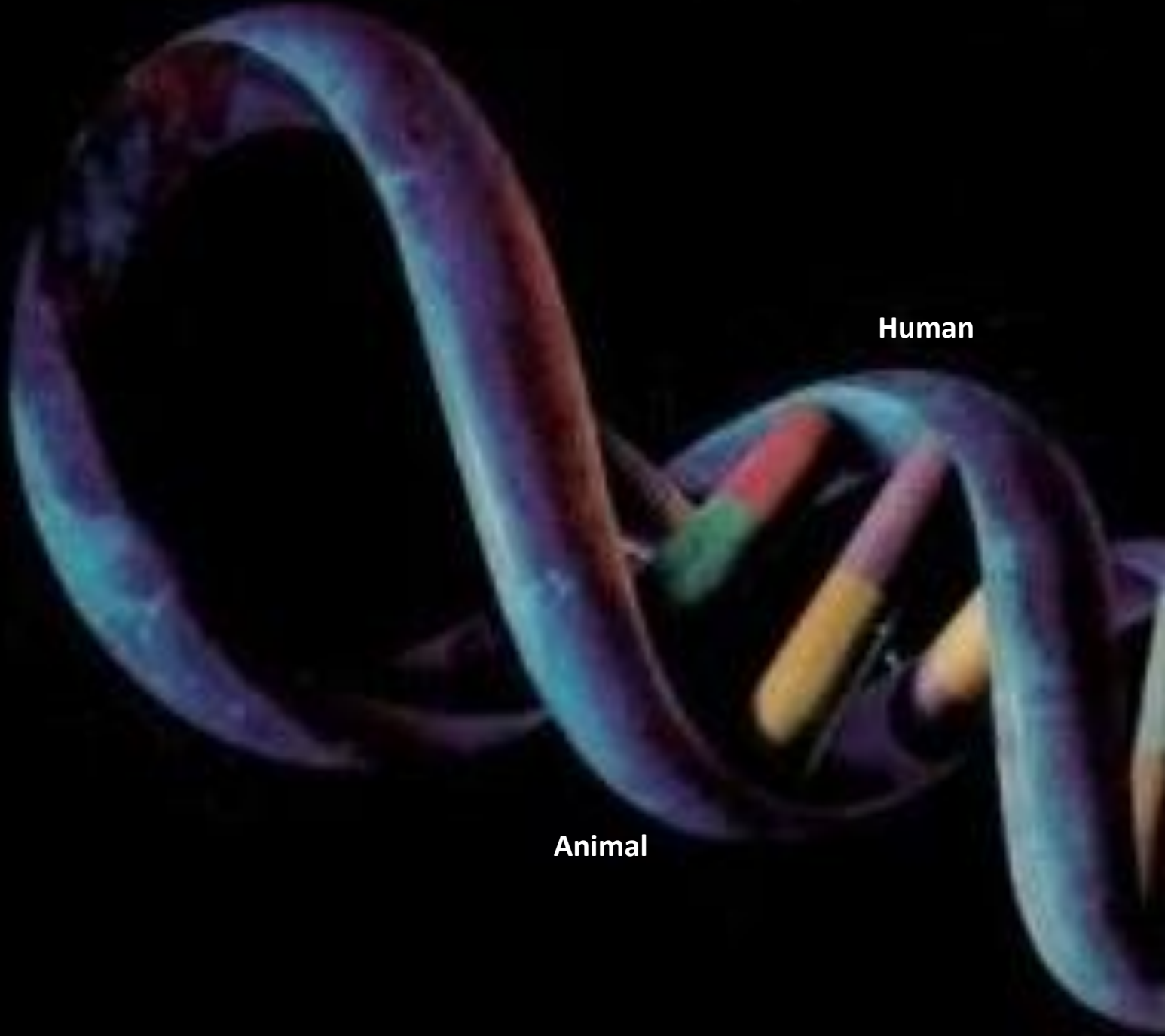


صورة توضح الحيوانات المنوية الحاملة لشارة الذكورة «y»  
يكون رأسها أشد لمعاناً ووميضاً، من الحيوانات المنوية  
الحاملة لشارة الأنوثة (x)



# الفصل السابع : التزاوج بين الحيوان والإنسان

Mating Between Animal & Human



## التزاوج بين الحيوان والإنسان

(إخصاب بويضة الإنسان بحيوان منوي لحيوان)

لقد عُرف أن أساس التكوين في الفقاريات بما فيها الإنسان إنما يكون بإخصاب الحيوان المنوي للبويضة. هذه الحقيقة إعجاز علمي فريد، حيث أن البشرية وعلماءها التجريبيين لم يتأكدوا من ذلك حتى أوضح العالم مورجان سنة ١٩١٢ م أن خلق الإنسان يتم بمشاركة المادة الوراثية من الأب (الحيوان المنوي) والمادة الوراثية من الأم (البويضة)، ليتحول العدد الفردي للكروموزومات إلى العدد الزوجي. وبذلك تتحول الخلية التناسلية إلى خلية جسدية. هذه الحقيقة العلمية أوضحتها القرآن الكريم بقوله تعالى: ﴿ إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ نُطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا بَصِيرًا ﴾ (سورة الإنسان). ولقول رسول الله ﷺ لليهودي الذي مر به وهو يحدث أصحابه، فقالت قريش: يا يهودي إن هذا يزعم

أنه نبي فقال: لأسألنه عن شيء لا يعلمه إلا نبي، فقال يا محمد: مما يخلق الإنسان؟ فقال رسول الله ﷺ: «يا يهودي من كل يخلق: من نطفة الرجل ونطفة المرأة»<sup>(١)</sup>.

الإخصاب علمياً يعني قدرة رأس الحيوان المنوي على اختراق أغشية البويضة وتميرير نواته إلى داخل البويضة لتتحد بنواة البويضة وينتج عنه البويضة الأمشاج التي اختلطت فيها المادة الوراثية لكل من الأب والأم. وهو يعتبر الفتيل الأول والأمر الأساسي لسلسلة تكوين الجنين، وبدون إخصاب لا تتكون الأجنة (إلا بما يعرف بالتكاثر العذري لبعض البويضات في مفصليّة الرجل). والسؤال الذي يطرح نفسه في عصرنا هذا: هل يمكن أن يخصب حيوان منوي لكلب بويضة امرأة؟ والعكس بالعكس؟ أو هل يستطيع حيوان منوي لفأر أن يخصب بويضة ضفدعة؟<sup>(٢)</sup>.

---

(١) للمزيد من معرفة الإعجاز العلمي في خلق الإنسان يمكن مراجعة كتاب د. محمد علي البار، خلق الإنسان بين الطب والقرآن.

(٢) يوجد في البيئة المائية بويضات لمجموعات مختلفة من الحيوانات، ويضع الذكر الحيوانات المنوية في الماء فلا يتم إخصاب إلا بويضات نفس النوع، ولو تم غير ذلك لأصبحت فوضى ونتج عن ذلك أشكال غريبة.



إن كل كتب الأجنة وكل علماء الأجنة يجمعون على أن أي حيوان منوي لأي نوع من الحيوانات وكذلك الإنسان لا يستطيع أن يخصب بويضة لنوع آخر وهو ما يعرف بخصوصية النوع Species - Specific ما عدا حالة واحدة في الطبيعة وهي تكوين البغل من ذكر الحمار وأنثى الحصان.

فالحيوان المنوي للسماك لا ينجذب إلى بويضة الضفدعة أبداً، إنما ينجذب كل نوع إلى نفس النوع وذلك بسبب وجود مادة جذب خاصة تفرز من البويضة تسمى مادة الإخصابين Fertilizin، وبالمقابل فإن الحيوان المنوي يستجيب لذلك الجذب بإفراز مادة تعمل على تقريب البويضة أكثر نحوه وهي ما يُسمى بمضاد الإخصابين Anti-fertilizin. بل أبعد من ذلك فإن أحد العلماء (واسرمان) تمكن حديثاً (١٩٨٨ - ١٩٩١) من معرفة النواحي الجزيئية لعملية الإخصاب وأثبت أن هناك جزيئات خاصة بالغلاف الخارجي لبويضة الثدييات تعمل على استقبال الحيوان المنوي، وقد صورتها وعرف خصائصها وسمّاها «مستقبلات الحيوان المنوي» بحيث يتطابق كل جزيء منها على مستقبل خاص من الحيوان المنوي كما يتطابق المفتاح مع القفل. وهذا يدل بوضوح كما يقول

علم الأجنة التجريبي إنه لا يمكن لأي حيوان منوي من الثدييات أن يخصب بويضة نوع آخر، وذلك لدقة التعرف التي وضعها الله سبحانه وتعالى على المستوى الجزيء بين كل من الحيوان المنوي والبويضة. ليس ذلك فحسب ولكن دخول حيوان منوي لبويضة من نفس النوع يجعل من المستحيل دخول حيوانات منوية أخرى<sup>(١)</sup> وذلك بتغيير التركيبة الخارجية للبويضة بفعل إفرازات الحبيبات القشرية التي بداخل البويضة مما يؤدي إلى تغير البروتينات السكرية (جزيئات الاستقبال).

لقد اطلعت على بعض ما نشرته بعض المجلات والجرائد من صور توضح أن هناك طفلاً نتج بتلقيح حيوان منوي غير بشري لبويضة امرأة يكون وجهه وجه كلب أو حمار وبقية جسمه إنسان أو نصفه سمكة والجزء العلوي منه إنسان وينسبون ذلك إلى التطور العلمي والهندسة الوراثية والحق أن ذلك كله بعيد عن الصحة للأسباب التالية:

---

(١) هناك ظاهرة تعدد دخول الحيوانات المنوية polyspermy وهي خاصة في بعض أنواع الزواحف فقط، ولكن تتلاشى بقية الأنوية للحيوانات المنوية الإضافية.

١ - لم أجد شيئاً من ذلك في المجلات العلمية الموثوق بها على حسب اطلاعي .

٢ - إن مادة الجذب بين بويضة المرأة والحيوان المنوي لأي حيوان غير متوفرة .

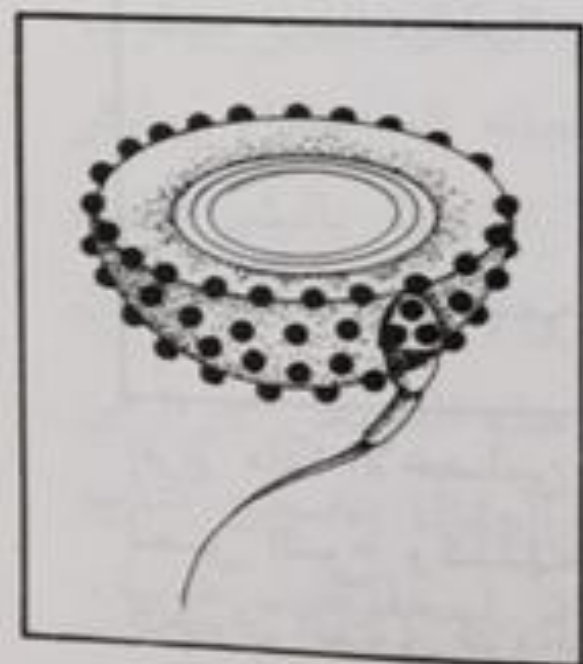
٣ - اختلاف عدد الكروموزومات يؤدي إلى تغير الخريطة الوراثية وبالتالي إلى التشوهات الخلقية والموت المحقق .

٤ - إن تحديد وجه الطفل عادة بوجه كلب أو حمار يدل على عدم صحة الأمر لأنه كيف تم تحديد جينات الوجه وترك بقية الجسم ، مع أنه لو صح اتحاد بويضة الإنسان بحيوان منوي لحيوان لنتج عن ذلك اتحاد جينات لمناطق مختلفة في الجسم وليس الوجه لوحده فقط .

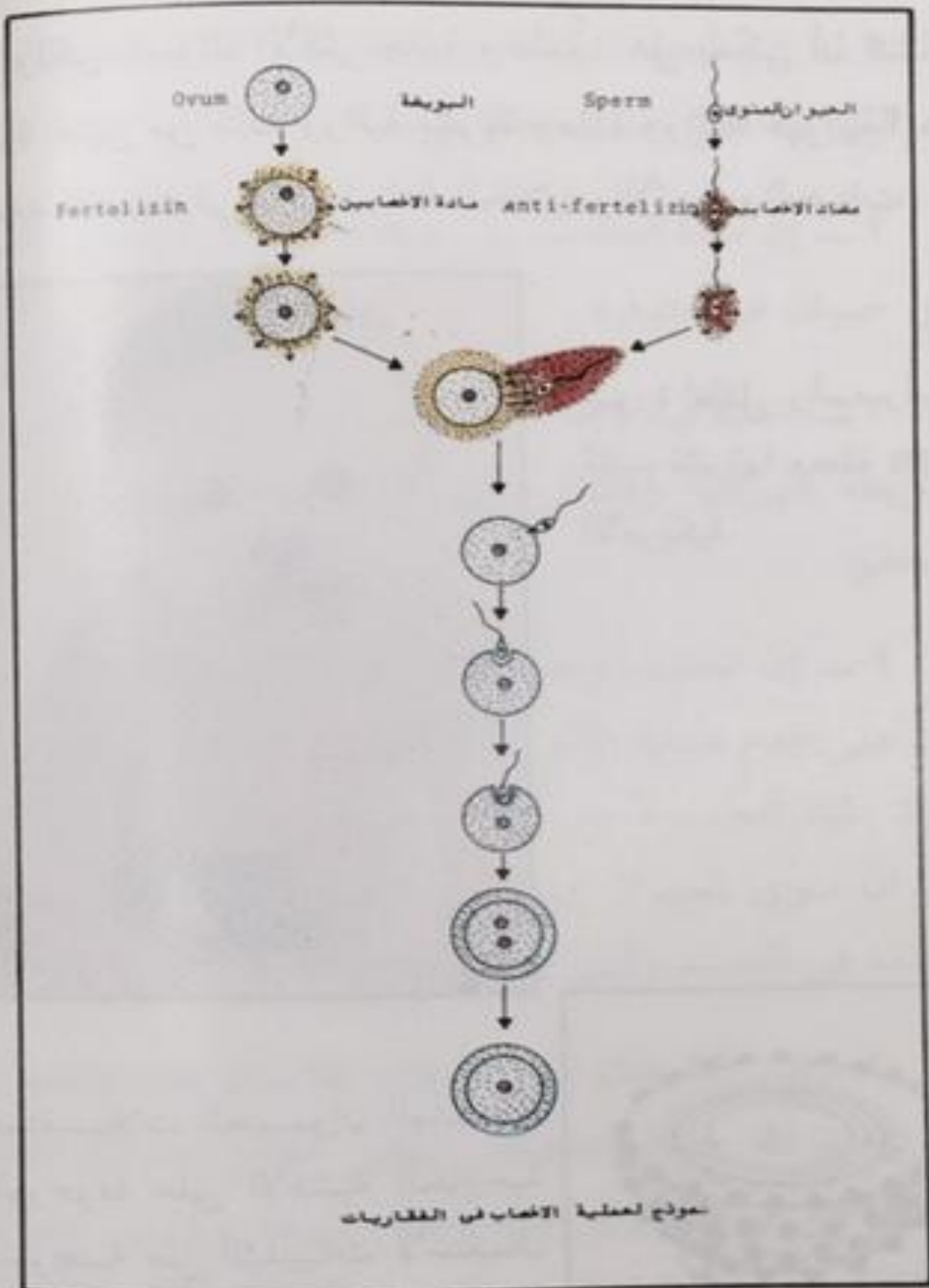
ولحرص الشيطان في إضلال الإنسان فإنه يدفعه إلى تغيير خلق الله حيث تخصص بعض معامل ومراكز التلقيح الاصطناعي في محاولة إنتاج أجنة مشوهة برؤوس حيوانات مختلفة . . . كما قال تعالى : ﴿ وَلَا ضَلَّانَهُمْ وَلَا مَبِينَهُمْ وَلَا مَرْنَهُمْ فَلْيُبْتَئِكُنَّ آذَانَ الْأَنْعَامِ وَلَا مَرْتَهُمْ فَلْيَغَيِّرُنَّ خَلْقَ اللَّهِ ﴾ (سورة النساء).

ولكن السؤال الأكثر جدية وعلمياً: هل يمكن أن تتشكل صورة جنين من مادة وراثية بشرية ومادة وراثية حيوانية؟ هذا ما نجد تفصيله في باب زراعة الخلايا والأنوية والجينات.

صورة لطفل رأسه رأس  
كلب نشرتها مجلة Sun  
الأمريكية



مستقبلات الحيوان المنوي  
الموجودة على الأغشية الخارجية  
للبيضة من الشدييات لاستقبال  
الحيوان المنوي من نفس النوع.



إفراز مادة الأخصاب من البويضة لجذب الحيوان المنوي لنفس النوع وكذلك إفراز مادة مضاد الأخصاب من الحيوان المنوي لتزداد عملية الجذب.





الفصل الثامن : صور تكوينية لاهندسة وراثية

**Formative Photos Non Genetic Engineering**

صور تكوينية لا هندسة وراثية

بُعد الإنسان عن ربه يجعله يتخيل أشكالاً وأوهاماً، مع الوقت يخافها فيتخذها آلهة تعبد من دون الله. وفي القديم انتشرت كثير من الأساطير تحكي وضع أوثنان وآلهة لها رأس إنسان وجسم حيوان وأجنحة طائر. ولا يزال أبو الهول في مصر أكبر شاهد على ما كان يعتقد قدماء المصريين.

وقد ذكر كوهن أن «إدراكات كولومبوس الحسية للأمريكيين الأصلاء متأثرة بقصص عن البحارة الذين سبقوه، وبالأساطير اليهودية والمسيحية وبتوقعاته الخاصة». ويذكر أيضاً: «قصص المخلوقات الخرافية الشبيهة بالبشر كانت عنصراً مشتركاً في أدب الرحلات والأساطير التي كان كولومبوس يؤلفها، وكذلك أصبحت هذه القصص جزءاً من كتابات كولومبوس». وعلى سبيل المثال يتضمن كتاب ماركو بولو «عجائب العالم» أوصافاً لمخلوقات غريبة،



ويذكر كولومبوس أنه من المعلومات التي وصلت إليه أن هناك شعباً له ذنب وآخر ليس له شعر وثالث بعين واحدة في جباههم، وآخرون بفناطيس كلاب ومجموعة لهم رؤوس موضوعة في صدورهم... وننقل هنا بعضاً من تلك الرسومات الموجودة في كتب الرحالة والبحارة تبين مدى التخيل والصور الخيالية في أشكال البشر وتكويناتهم. ويظهر في القرن العشرين من يريد أن يخدع الناس باسم العلم وباسم الهندسة الوراثية فيتخيل مرة طفلاً برأس كلب ومرة برأس حمار... تماماً كالأساطير الذي تخيلها الرحالة والبحارة السابقون.

وقد اشتبه كذلك على بعض المؤرخين المسلمين وكتاب التاريخ وجود أشكال حيوانية في البحار لم يروها من قبل فظنوا أنها ذات صلة بالآدميين كما أورد ذلك القزويني في كتابه «عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات» حيث تصور أن هناك إنساناً يسمى إنسان الماء وأن هناك سمكة كخلقة البقرة تلد وترضع... ولعل ذلك سببه وجود أشكال ثديية تعيش في البحار وهي على هيئات خلقية مختلفة، فدفع ذلك بالبحارة وبعض المؤرخين إلى اختلاق القصص والأساطير والأشكال والرسومات حولها. ولو أنك نشرت

اليوم شكلاً من تلك الأشكال وقلت للناس تقدم العلم وأصبح لدينا إنسان برأس حمار وجذع إنسان وذيل سمكة لقال كثير من الناس: لقد تقدم العلم وهذه هي الهندسة الوراثية... سبحان الله! إن العين وحدها لكي «تهندس وراثياً» تحتاج إلى فهم العديد من جيناتها، لأنها ليست جيناً واحداً.. بل جينات متعددة تشترك في إظهار صفة العين شكلاً وحجماً ووظيفة.. ولتحديدتها على الكروموزوم سأخذ وقتاً طويلاً من العلماء.. ولكيفية فكها من أصلها ثم ربطها بكروموزوم مستقبل سيكلف ملايين الملايين.. وعلى أي شيء؟ ولماذا؟ لكي تسعد البشرية بوجود خلق آخر لا هو حيوان فيسعد بالحياة مع الحيوانات ولا هو إنسان يشعر بإنسانيته ﴿وَلَا ضَلَلْنَاهُمْ وَلَا أَمْنَيْنَاهُمْ وَلَا مَرَّيْنَاهُمْ فَلَيبْتَكُنَّ أَذَانُ الْأَنْعَامِ وَلَا مَرَّيْنَاهُمْ فَلَيعْرِضْكَ اللَّهُ﴾ (سورة النساء).

وصور التشوهات الخلقية جانب آخر من جوانب الخلط العلمي. وقد كانت العصور الوسطى عند الأوروبيين فترة زمنية لإظهار حالات التشوهات الخلقية على أنها حالات خيالية بحتة. وكانت المرأة التي تلد طفلاً مشوهاً تحرق في كثير من الأحيان حية بكل قسوة على اعتبار أنها خادنت أحد الشياطين. وقد غرق العلماء الأوروبيون في تلك الفترة إلى

آذانهم في تخيل مخلوقات غريبة شاذة مثل رأس إنسان  
وجسم حيوان . . . . .

والتشوهات الخلقية في التعبير العلمي عبارة عن  
انحراف المسار الجنيني، قد يكون ذلك وراثياً أو مؤثراً عليه  
ببعض العوامل المختلفة. قد يظهر تشابهاً كبيراً بين حقيقة  
من حقائق التشوهات الخلقية وبين شكل أو جزء من شكل  
لبعض الحيوانات البرية أو البحرية مثل الحالة التي تعرف  
باسم Sirenomelia (لاحظ الصورة) وهي حالة من حالات  
التشوهات الخلقية ناتجة من نقص السائل الأمينوسي الذي  
يحيط بالجنين أثناء فترة بقائه في بطن أمه.

يتسبب ذلك النقص في السائل إلى ولادة طفل مشوه في  
الأطراف السفلية يشبه إلى حد بعيد عروس البحر أو حورية  
البحر Sirenomelia وهي حالة لاتحاد الطرفين السفليين في  
طرف واحد يخرج من أسفله بروز يشبه القدم من جهة  
والزعنفة من جهة أخرى مما يجعله يعطي شكلاً يشبه ذيل  
السمكة.



صورة توضح أحد الأشكال التي كان اليونانيون القدامى  
يعتبرونها أحد المسوخ الشبيهة بالبشر ويُعرف هؤلاء  
بقوم «وحيدي العين» (from: Cohen, 1992).



رسمة لرسام الخرائط التركي ريس الذي خص أمريكا الجنوبية بأنها مأوى المسوخ. وهذه المسوخ من نوع «كلبي الرأس» (from: Cohen, 1992).

صورة لأحد الحيوانات  
البحرية التي كان الناس  
يعتقدون بأنها مسوخ



إحدى حالات التشوهات  
الخلقية في طفل بشري  
والتي تعرف Sirenomelia  
وهي تشبه في جزئها  
السفلي أحد الحيوانات  
البحرية. (Larsen, 1993)  
(from:



الفصل التاسع : زراعة الخلايا والانوية

Cells & Nuclei Culture





زراعة الخلايا والأنوية

انطلق علم زراعة الأنسجة في بداياته الأولى من علماء الأجنة الذين كانت مهمهم معرفة الأنسجة تمايزاً وتكويناً ونشأة. ويعتبر عالم الحيوان الأمريكي روس هرسون هو المؤسس الأول لعلم زراعة الأنسجة. ثم توالى الدراسات التجريبية حتى تمكن العلماء من زراعة معظم أنواع الخلايا في المعمل إما في أطباق بتري أو أنابيب... كما يمكن دراسة أية تأثيرات فسيولوجية أو هرمونية على هذه الخلايا، وأصبح في مقدور العلماء التأثير على مسار الخلية شكلاً ووظيفة. ومن تلك الخلايا التي تمكن العلماء من المحافظة عليها وزراعتها الخلايا التناسلية.

استخدمت طريقة زراعة الخلايا في التعرف على أوجه الشبه بين الخلايا الجنينية والخلايا السرطانية وذلك بطريقة دمج بعض أنواع من الخلايا مع بعضها البعض أو نقل خلايا

سرطانية وزراعتها في بلاستولا جنين وملاحظة تحوّل تلك الخلايا السرطانية إلى خلايا طبيعية في الأجنة المتكونة. وهكذا فإن أبحاثاً كثيرة تجري الآن للتوصل لفهم دقيق لمعنى التمايز الخلوي ولحل معضلة السرطان.

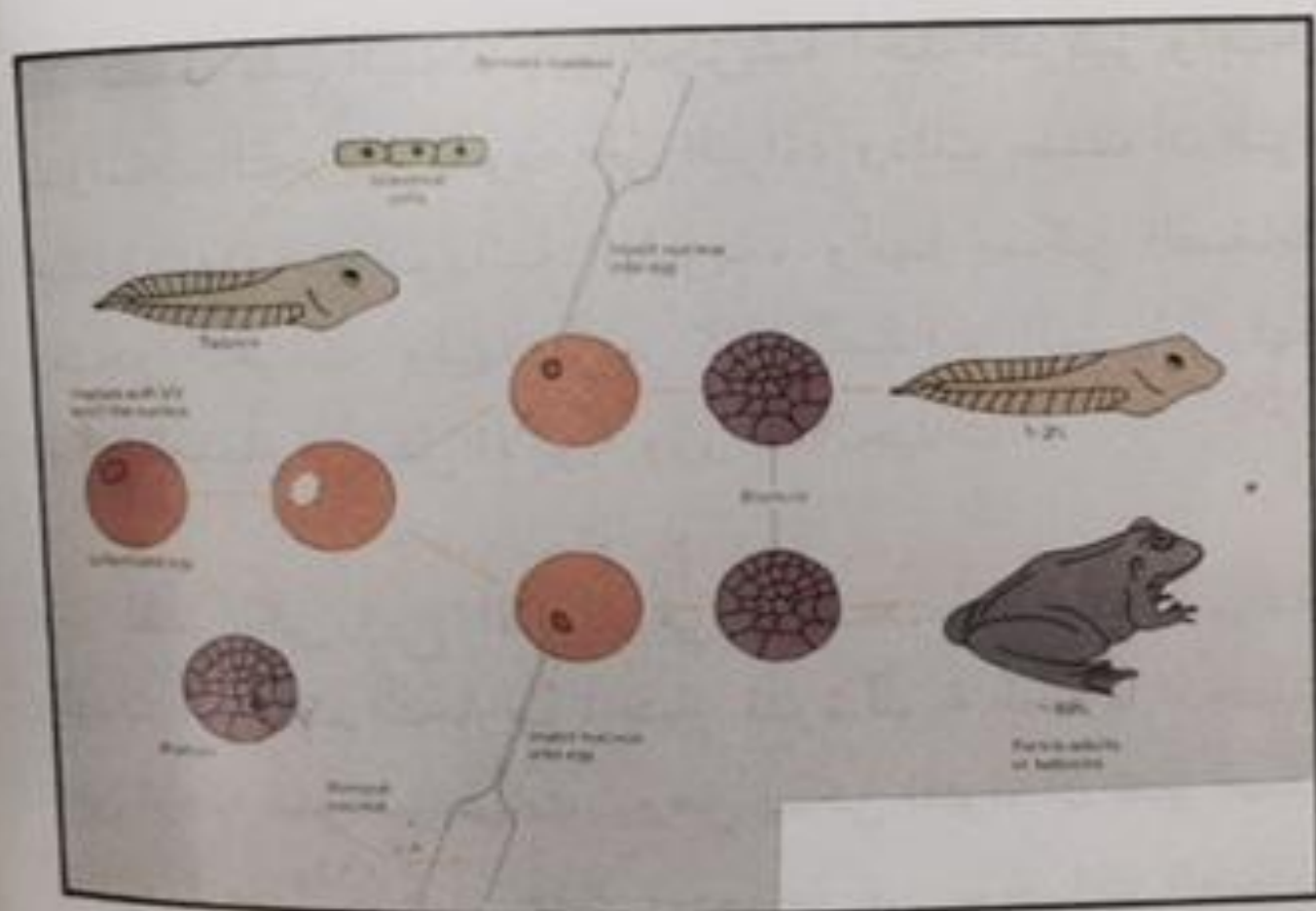
بتقدم علم البيولوجيا الجزيئية أخذ التركيز واضحاً للدراسات التجريبية يكون على النواة، وذلك بسبب أن النواة حاملة للصفات الوراثية البشرية، وأنها مسكن الصفات ومهجع الجينات وفيها ترقد كل الصفات البشرية. فهل تمكن العلماء من نقل الأنوية وزراعة الجينات؟

لقد أمكن زرع الأنوية في بويضات البرمائيات. كان الهدف من تلك التجارب اختبار قدرة أنوية الخلايا الجسدية على توجيه نمو البويضات. وهل يمكن للنواة أن تدير عملية جنينية كاملة؟<sup>(١)</sup> عند حقن مجموعة من بويضات الضفادع منزوعة النواة بأنوية الأمعاء مثلاً فإن الأجنة تتكون وتعطي أجنة كاملة (لاحظ الصورة). هل مثل هذه التجارب تمت في

---

(١) لمعرفة المزيد يمكن مراجعة كتاب آخر للمؤلف بعنوان: المدخل إلى علم الأجنة الوصف التجريبي.

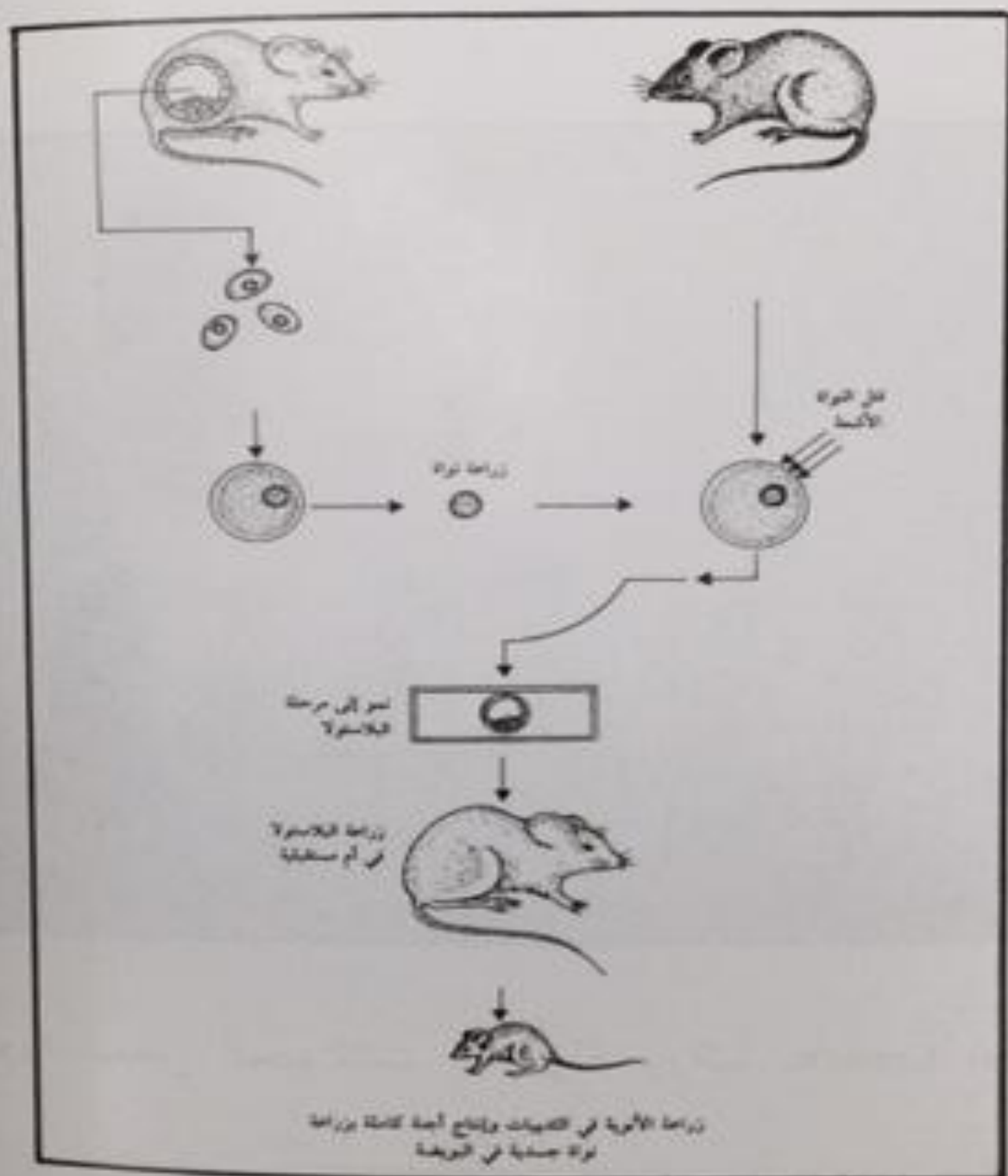
الثدييات وهل يمكن أن تتم في الإنسان؟ ذكر Illmensee and Hoppe أنه بعد أكثر من ٣٦٣ محاولة استطاع أن يحصل على فئران بطريقة زرع الأنوية. ونظرياً فإن مثل تلك التجارب يمكن أن تتم في حالة الإنسان.



زراعة الأنوية في البرمائيات وإنتاج أجنة كاملة بزراعة نواة الأمعاء في البويضات وهو ما يعبر عنه في بعض الحالات بالاستنساخ الحيوي (from: Vilee, etal, 1989).



صورة لبعض الحيوانات المحولة وراثياً (from: Larsen, 1993).



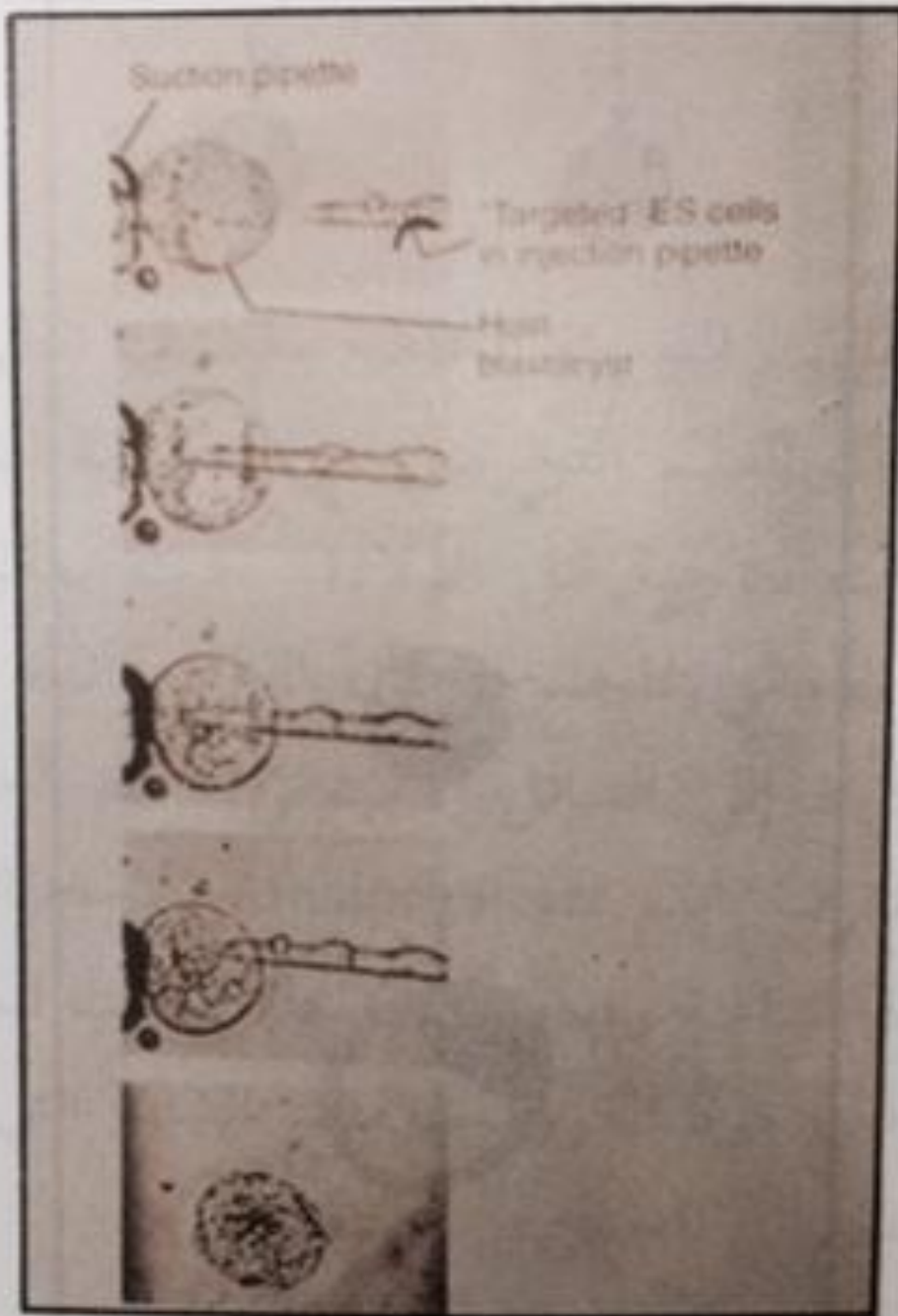
زراعة الأنوية في الثدييات وإنتاج أجنة كاملة بزراعة نواة  
جسدية في البويضة.

## التلاعب بجينات الحيوانات الثديية

أعطت تقنية إدخال سلاسل من المادة الوراثية DNA في الخلايا إمكانية للعلماء للتغيير والتلاعب بالمورثات. وكان التطبيق واضحاً في النماذج الحيوانية للثدييات فيما يخص الأمراض الوراثية وعلاجها. وهناك اليوم بعض الحيوانات الثديية المحولة وراثياً تسمى Transgenic animals. والطريقة المباشرة لتكوين مثل تلك الحيوانات يكون بحقن عدة نسخ من سلسلة DNA المتبرع في داخل النواة الذكرية للبيضة المخصبة (وتستخدم النواة الذكرية لأنها أكبر من النواة الأنثوية). حقن DNA في بعض حالات التجارب يدخل بـثبات إلى كروموزومات العائل ويعتبر عن بعض الجينات الموجودة فيه.

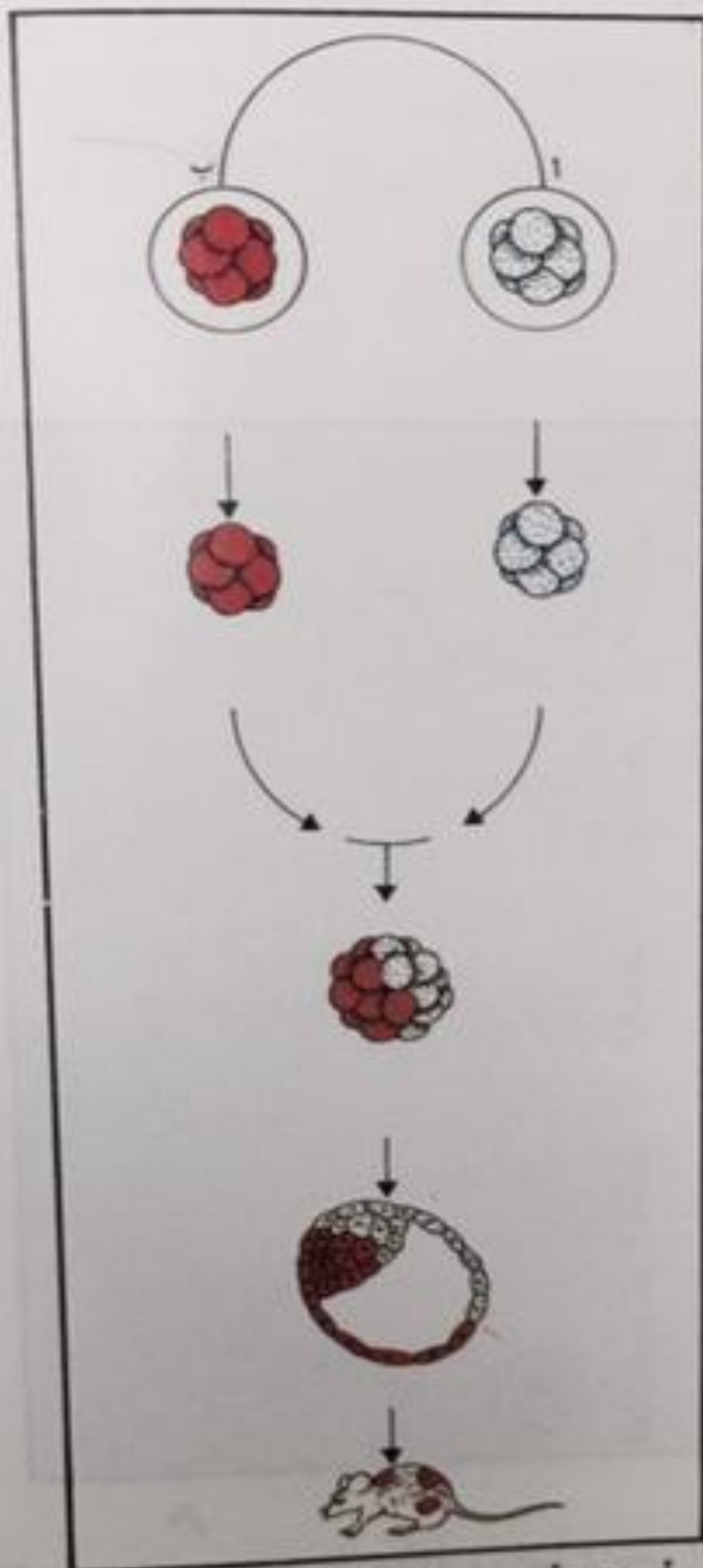
هناك ما يعرف بـ injection chimera وهي عبارة عن تكوين لحيوان ثديي دخل في تكوينه بعض المورثات

(سلسلة من DNA) في مرحلة البلاستولا. ويتم ذلك بزراعة خلايا الكتلة الداخلية Inner cells mass والتي يخلق منها الجنين إلى أن يتم الحصول على خط خلوي يعرف باسم الخلايا الجنينية الأصلية Embryonic Stem Cells (تمتاز بقدرتها على إعطاء أي نوع من الخلايا). سلسلة DNA المانح (المطلوب نقله) يمكن إدخالها في تلك الخلايا بتقنية الثقب الكهربائي electroporation. تحققن ٨ - ١٢ من الخلايا السابقة - المحتوية على الجينات المنقولة - في تجويف البلاستولا لفأر طبيعي حيث تتحد مع كتلة الخلايا الداخلية وتشارك في تكوين الجنين. تفرز بعد ذلك البلاستولا في رحم أنثى مهيأة فسيولوجياً وتترك لتنمو الأجنة. الجينات الممنوحة (المنقولة) تمر غالباً إلى الأجيال. تسمى الأجنة الناتجة بهذه الطريقة Chimeras بسبب احتوائها على خلايا من مصدرين مختلفين.



طريقة تكوين الحيوانات المعدلة وراثياً (انظر الشرح)





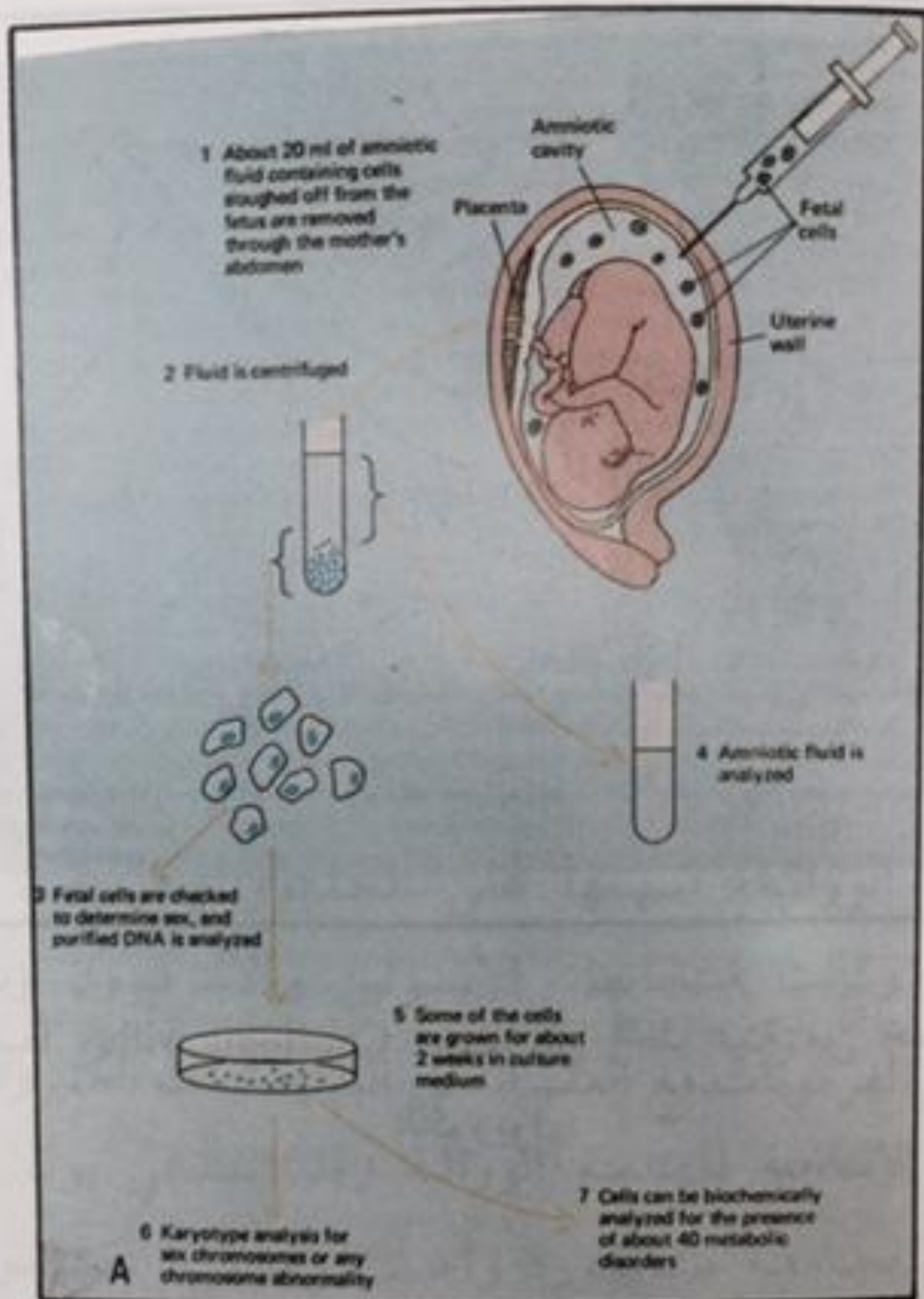
طريقة تكوين أجنة فأر من أربعة آباء . مجموعة أ جنين (في طور الثماني خلايا) من والدين يختلفان عن جنين (ب) ثم دمجت خلاياها لتنتج جنيناً متكوناً من أربعة آباء .

## معالجة الأجنة قبل ولادتها بالجينات

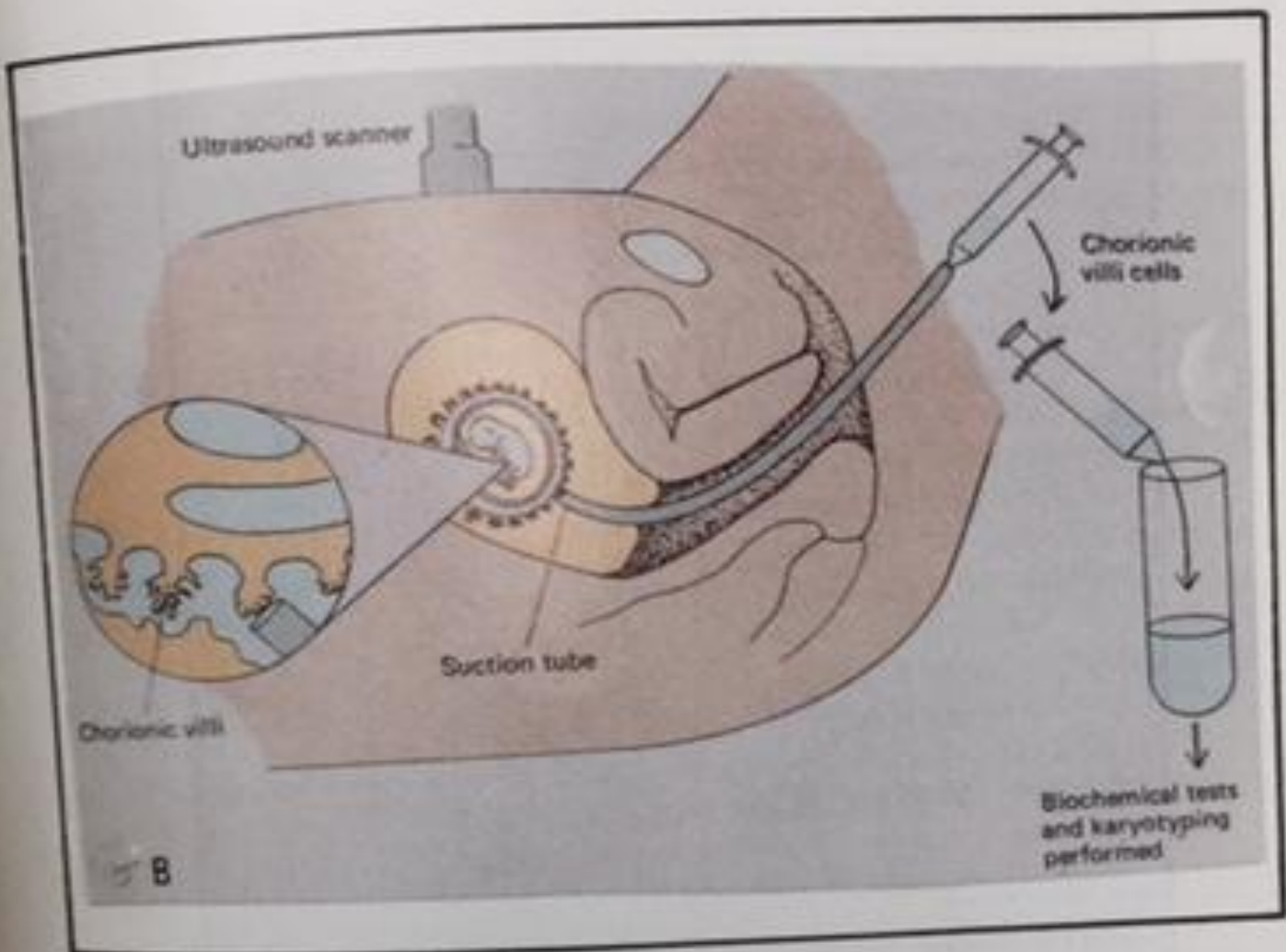
ساعدت التقنيات الحديثة الخاصة بالكشف الطبي على الأجنة مع تقنيات العلم التجريبي في إمكانية استخدام المعالجة بالجينات للأجنة قبل الولادة، حيث يمكن الآن معرفة التكوين الوراثي للجنين، لأن الجنين أثناء تكوينه يطرد بعض خلاياه إلى السائل الأمنيوتي، عند أخذ هذه الخلايا بطريقة تعرف باسم Amniocentesis (لاحظ الشكل) وزراعتها في بيئة صناعية وفحصها بواسطة الطبيب المختص فإنه يمكن معرفة وجود الكروموسومات الشاذة التي تؤدي إلى تكوين تشوه وراثي للجنين.

نجح تطبيق المعالجة الجينية للأجنة قبل الولادة على حيوانات التجارب، كما أنه جاري تطبيقات أولية على أجنة الإنسان خاصة الأمراض الوراثية مثل الأمراض الخاصة بالجهاز المناعي وكذلك مرض التلاسيميا. وذلك بطريقة

زراعة خلايا الكبد الجنيني، حيث تحضّر خلايا من كبد الجنين الطبيعي المجهض وتغرس عن طريق إبرة خاصة في وريد الحبل السري للجنين المشوه. تذهب هذه الخلايا إلى كبد الجنين وتعمل بعد ذلك على تصنيع البروتين المطلوب. ولأن جهاز المناعة في الطور الجنيني غير مكتمل فإن زراعة خلايا من جنين إلى آخر لا ترفض كما في حالة زراعة الأعضاء.



تشخيص الأمراض الوراثية قبل الولادة وذلك بطريقة أ  
 amniocentesis حيث يتم أخذ عينة من السائل الأمينوسي.



(ب) Chorionic villus حيث يتم أخذ عينة من خملات الكوريون.

## □ أفاق المستقبل

كما عرفنا إندفعت عواطف المستثمرين لشراء أسهم شركات الهندسة الوراثية، وهذا مؤشر كبير إلى أن تطبيقات البيولوجيا الجزيئية خرجت من المعمل إلى السوق، عرضت شركة جينتيك في بداية الثمانينات (إحدى شركات بحوث الهندسة الوراثية) أسهمها على الجمهور وتضاعفت قيمة أسهمها وكانت منتجاتها: الأنسولين والأنترفيرون وبعض أنواع من الهرمونات مع العلم أنه في البداية شكك الكثيرون في الفائدة الإنتاجية للهندسة الوراثية وقد استدعي بول بيرج الأستاذ بجامعة ستانفورد وأحد مؤسسي التكنولوجيا الوراثية، استدعي للمثول أمام لجنة فرعية للكونجرس تحقق فيما إذا كانت لهذه التكنولوجيا الجديدة أية فائدة علمية حقاً. بعد ذلك أثبتت قضية أمان هذه التقنيات ومشكلة قوانين البراءات وترخيص السلالات المهندسة وراثياً وكذلك

ملكية السلالات، وهكذا صاحب ظهور الهندسة الوراثية ظهور مشكلات قانونية وأخلاقية سيما عندما بدأ التوسع في تطبيقاتها.

والحقيقة أن التوسع في دائرة العمل الهندسي للنواحي الوراثية يحمل جوانب إيجابية كبيرة إلا أننا لا نستطيع أن نغفل الدور الخطير الذي يمكن أن يتلى به العالم من جراء عدم وضع ضوابط لهندسة الكائنات والخلايا سيما أنه يوجد اليوم أكثر من ٢٥٠ مختبراً متخصصاً في الوراثة، والمعامل هذه تتسابق في إنتاج الجديد ويذكر كوهن - أحد علماء الهندسة الوراثية - أن كل مختبر من هذه المختبرات لا يطلع البقية على نتائجه الجديدة خاصة المختبرات الأمريكية التي في كثير من الأحيان لا ترغب أن تعطي أي نتائج لبقية المختبرات في العالم وذلك وفقاً للالتزامات معينة، وهنا يمكن القول أن هناك سلالات أحيائية للهندسة الوراثية ونتائج لا تزال تحت الكتمان، ولا يستبعد في يوم من الأيام خروج شيء من تلك الكائنات المهندسة وراثياً وتحمل إما أمراضاً جديدة أو جراثيم بيولوجية مدمرة. وإن كان الإدعاء قائماً على أن سرية وتكتم المختبرات على تلك النتائج مرتبط بأحقية احتكار تسويقها، لكن من يعلم: ماذا يعمل العلماء أساساً؟ وما هي الكائنات التي يعملون على إنتاجها؟ وهل

هناك ضمانات لعدم انتشارها؟ إن هناك مخاوف كبيرة تمس الوجود الإنساني والإخلال بالنظام الفطري كأن يتوصل العلماء إلى نتائج خاطئة تؤدي إلى تشكيل مخلوق لا يمكن التخلص منه! أو ينتشر في الكون أحد الكائنات أو الفيروسات ذات جين خبيث أو خطير! .

ما هو مصير الهندسة الوراثية بعد نصف قرن؟

هذا السؤال نجده يتكرر لدى المتخصصين في هذا الحقل . والحقيقة يجب أن نفصل بين الخرافات والحقائق، لأن هناك تخيل علمي حول: قدرة الهندسة الوراثية على استنساخ عباقره مثل إنشيتين أو قادة مثل هتلر أو إعادة ما انقرض من حيوانات أو نباتات أو إيجاد حيوانات ذات توليفة جديدة: كحيوان رأسه أسد ونصفه الآخر بقرة وتعرف باسم «أسقرة» أو حيوان له رأس ثعبان وأرجل ديناصور وهكذا...

إنه بلا شك فيما أعطا الله للإنسان من استخدام للجينات يستطيع أن يزرع نواة جسدية لشخص ما (مثل إنشيتين) بشرط أن تكون النواة مأخوذة من خلية حية - في بويضة مخصبة قد نزعت نواتها، هذه التجربة مع مستقبل الأيام قد يصل العلماء فيها إلى تكوين جنين ولكن ليس شرطاً أن



يحمل هذا الجنين صفات وخصائص إنشيتين والسبب في ذلك أن جينات إنشيتين قد تصبح متنحية في هذا الجنين وتظهر عوضاً عنها جينات أخرى كانت متنحية عند إنشيتين. لذلك فإن هناك مساحة كبيرة للتخيلات العلمية حيث سمعنا عن بيع الجينات وأنه يكفي أن تمر على صيدلية أو بقالة الحي ليشتري منه تركيبة «إنشيتين» أو «هتلر» أو غيره من منتجات الهندسة الوراثية.

إن هناك مجالاً واسعاً لتطبيقات الهندسة الوراثية المفيدة وهذا ما يعمل عليه العلماء اليوم كإمكانية تحضير أمصال اللقاح لمقاومة الطفيليات والأمراض الفيروسية وإعطاء الحيوانات جينات تضع بروتينات مفردة (مثل تطوير دودة القز لتصنع الأنترفيرون كما تصنع الحرير)، أو تحسين الحيوانات لإنتاج الغذاء كتغير الدهون في لبن الأبقار ليصبح اللبن أكثر دسماً، وهندسة الأغنام والتحكم في صنع الصوف ونوعه. أما ما يخص الإنسان ومستقبل الهندسة الوراثية فإني أنقل لكم ما قاله عالم الهندسة الوراثية كوهن عندما سُئل:

س: بعد وضعكم لخارطة العوامل الوراثية في سبتمبر ١٩٩٢ م هل يمكننا في المستقبل إصدار هوية شخصية تشرح ما عندنا من أمراض وراثية مثل بطاقة زمرة الدم مثلاً؟

ج: ما زالت هذه الأشياء قيد التصور... لا أكثر. لكن في المستقبل مثلاً، يمكن إصدار هذه البطاقة الوراثية بعد إجراء فحص عينة من الدم للشخص الذي يطلبها... وتملاً هذه البطاقة بالرموز الطبية اللازمة، ودور هذه البطاقة يكون تحذيرياً، وبعد عبور الشخص عامه العشرين، نقول له مثلاً، إنته من إرتفاع الضغط فوراً عندك قابلية الإرتفاع، فلا داعي لأكل ما يمرضه أو تحذيره مثلاً من إمكانية مرض الربو. أما لشخص آخر نقول مثلاً إنته مستقبلاً فعندك إمكانية تفشي سرطان القولون، وبالفعل في المستقبل عند وجود أي أعراض معينة، يمكننا التدخل جراحياً وإنهاء المرض تماماً.

س: لماذا لا يمكن التدخل مباشرة واستئصال الوحدة الوراثية المسؤولة عن المرض؟

ج: هذا هو حلم المستقبل ويمكن تحقيقه بعد ٥٠ عاماً على الأقل، ويمكننا الوصول إلى عدم إستئصال الجراحة، إذ مجرد حقنة قد تكون كافية عند ذلك. وهذا ما اعتبره الطب الحقيقي الذي نحلم به جميعاً.

