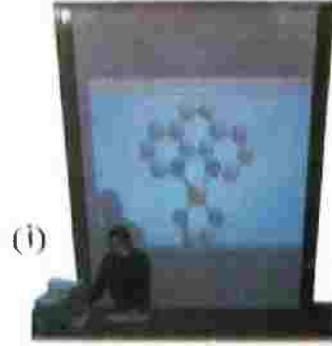


بيئتنا المهندسة وراثياً
كما تعبر عنها الصور

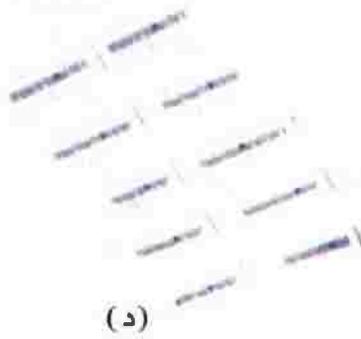
أحياناً تعبّر الصورة عما تعجز عنه الكلمة . .
تصف لنا الحقيقة دون إفراط أو تفريط . .
لتخبرنا بما قد لا ندرك سره من خلال الكلمة .
- فماذا ستقول لنا الصور عما أصاب بيئتنا من اختلالات عديدة ؟
- وهل ستمثل الهندسة الوراثية الإنقاذ الأخير للبيئة من مسببات الاختلال
البيئي ؟
* عندما نستعرض هذه الصور ، سنعرف الحقيقة . .

مخططنا الجيني لتحقيق بيئة سليمة وأمنة

يوضح هذا الشكل الخطة الاستراتيجية للتخلص من الملوثات البيئية خلال الفترة المقبلة حيث يوضح الجزء (أ) من الشكل مدى التعقد البيئي الضار الذي أضافته الجزئيات الناتجة عن الملوثات، والتي أصبحت من الكثرة بمكان ، بحيث لا يمكن إحصاؤها إلا من خلال أجهزة الحاسوب «الكمبيوتر» .



أما الجزء (ب) من الشكل فيشير إلى الأساس الجزيئي الذي ستبنى عليه أبحاث المعالجات البيئية في المستقبل حيث يشير الكروموسوم الظاهر في الشكل إلى المعالجات البيئية الجزيئية ، وليس الكروموسوم هو المستهدف، بل ما عليه من تنابعات نيوتيدية ممثلة لجينات على طول شريط الدنا الوراثي (D.N.A) ، وما يعتمد على هذه التابعات الدناوية من تقنيات اعتمدت عليها العديد من الأجهزة المعتمدة على خواص ومواصفات الدنا الوراثي ، وذلك هو الموضح في الجزء (ج) من الشكل ، أما الجزء (د) فيمثل لوحة وراثية لبعض الجينات الموجدة داخل بعض



الكائنات الحية الدقيقة ككائنات للملوثات البيئية، وهو ما يسمى «المخطط البيئي الجيني»، والذي تتحدد أهدافه فيما يلي :

١ - برمجة بعض الكائنات الحية وراثياً لإزالة الملوثات الأرضية المشتعلة على :

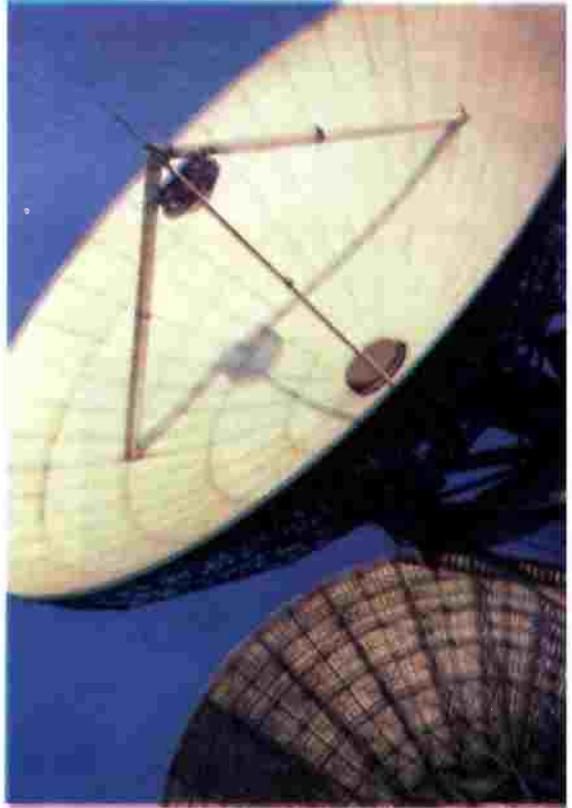
- (أ) الملوثات الموجودة في البحر .
- (ب) الملوثات الموجودة في البر .
- (ج) الملوثات الموجودة في الجو .

٢ - برمجة بعض الكائنات الحية وراثياً لتحليل السحب الغازية المحيطة بأجواء الكواكب الأخرى أملاً في إصهارها مستقبلاً .

٣ - وضع برنامج دولي يحقق الأمان الوراثي لمختلف البشر .



موجات كهرومغناطيسية في كل مكان .. والعالم ينتظر حلولاً قبل أن تقع كارثة بيولوجية



انتشرت العديد من محطات الأقمار الصناعية في جو الأرض محولة جوفه إلى جو مشبع بالموجات الكهرومغناطيسية الضارة بالبيئة البيولوجية على سطح الأرض .



استفاد الإنسان من المجالات المغناطيسية في نواح عديدة ، لكن هذا لم يمنع من تأثيراتها السلبية على الخلايا والأنسجة .



العديد من الأجهزة تستخدم المجالات الكهربائية ، لكن مع التقدم العلمي اكتشفنا أن المجالات الكهربائية تخفض معامل الأمان الصحي والبيولوجي .

▶ أجهزة التليفون والحاسوب «الكمبيوتر» من المصادر الخطيرة للمجالات الإشعاعية والموجات الكهرومغناطيسية .



◀ التليفون المحمول «الجوال» رغم ما قدمه من نيسيرات في حياة الإنسان ، لكنه مصدر مقلق للموجات الكهرومغناطيسية التي تؤدي إلى عمليات سرطنة في الخلايا .



◀ هذه الطفلة الوليدة المحاطة بأجهزة طبية تعمل من خلال جهود كهربية منخفضة للمحافظة على نموها وحياتها . . هكذا فعل الأطباء بها ، وأما تنظر إليها في شفقة بالغة ، والجميع تناسى أن هذا الكم من الأجهزة كقيل بتدمير بيتها البيولوجية ومخزونها الوراثي .
[انظر التعقيب الأول ص ٢١٩]

* * *

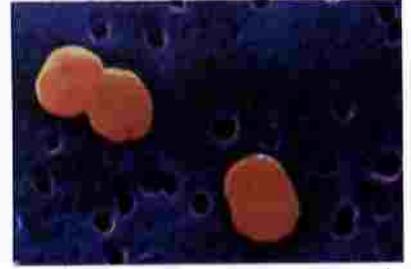
هل تمثل الجينات الإنقاذ للبشرية من التلوث.. أم تدمير بيئة الحياة على سطح الأرض؟؟



▶ «الشمار» من المنتجات المستهدفة في حرب الجينات ، حيث من الممكن هندستها وراثياً بإدخال جينات مرضية داخل جينوم البذور المكونة للنباتات المتجة لهذه الشمار.



▲ عن طريق حرب الجينات الموجهة لتدمير البيئة البيولوجية على سطح الأرض ، ستصبح الحشرة الواحدة أخطر من مائة طائرة حربية .



▲ البكتيريا من الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة بكثرة في برامج حرب الجينات للدول المتقدمة، نظراً لقدرتها السريعة على التكاثُر ، وفي كل تكاثُر تكاثُر معها الجينات المرضية المولجة داخلها .

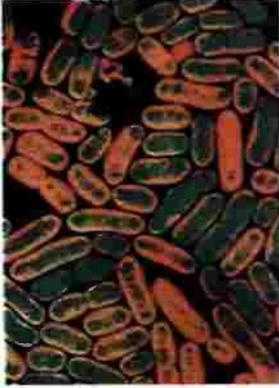


▶ الحبوب سواء كانت حبوب ذرة شامية أم حبوب قمح - فكلهما يستخدمه الإنسان في صناعة رغيف الخبز - من الوسائل المرشحة بكثرة لاستخدامها في برامج حرب الجينات .

[انظر التعقيب الثاني ص ٢٢١]

* * *

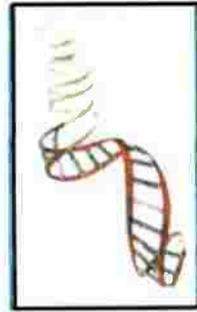
أكثر أنواع البكتيريا تجربة في مجال المعالجات البيئية ذات الأساس الجيني



(أ)



(ب)



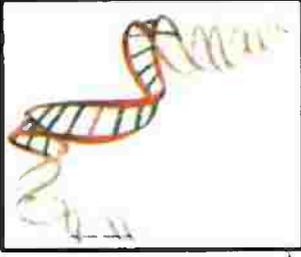
(ج)

بكتيريا القولون «إي كولاي» (E. Coli) الموضحة في الجزء (أ) من الشكل ، المستخدمة في تجارب الهندسة الوراثية ، وهي بكتيريا عسوية تأقلمت على الحياة في معامل الهندسة الوراثية .
يوضح المخطط وجود جين في شكل تتابع نيوتيدى على الدنا الوراثى في الجزء (ج) ، تم فصل هذا التتابع كما يتضح في الجزء (ب) ، ثم تم تطعيمه في أحد أفراد بكتيريا القولون ، والتي تكاثرت لتعطى ملايين الأفراد الحاملة لنفس الجين «بكتيريا مهندسة وراثياً» .

[انظر التعقيب الثالث ص ٢٢٦]

* * *

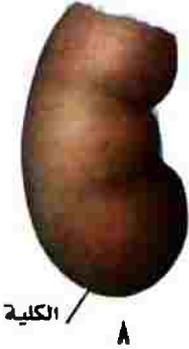
العلاج بالجينات ثورة طبية وبيئية في الوقت نفسه



المعلومات الوراثية الموجودة على طول شريط الدنا الوراثي (D.N.A) والمثلة لسدور الموجة لكل العمليات الحية داخل الخلية، هي أساس ثورة العلاج بالجينات ، والتي سيكون لها انعكاساتها المباشرة على البيئة البيولوجية .



هل ستمكّنا ثورة العلاج بالجينات من التغلب على السمكات المخية ، وتحقيق معدل أمان صحي جيد في بيتنا البيولوجية ؟



الفشل الكلوي ، الذي يعاني منه ملايين البشر، ازدادت آمالنا للتغلب عليه في ظل ثورة العلاج بالجينات ، مما سيحقق لنا بيئة بيولوجية آمنة صحياً .

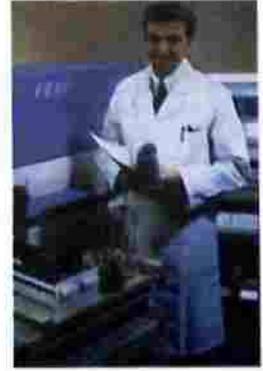


عن طريق الجينات أمكنا علاج التكبس الحوصلي ، والذي استعصى علينا لفترات طويلة .

[انظر التعقيب الرابع ص ٢٢٩]

أدوية مهندسة وراثياً ذات معدل أمان

ذات معدل أمان بيولوجى عالٍ



▲
مجهودات عديدة لإنتاج
أدوية مهندسة وراثياً
لتحقيق معامل أمان
صحي فى بيئتنا
البيولوجية .

▲
ساهمت الأدوية المخلفة كيميائياً فى رفع معدل
التلوث فى البيئة البيولوجية .

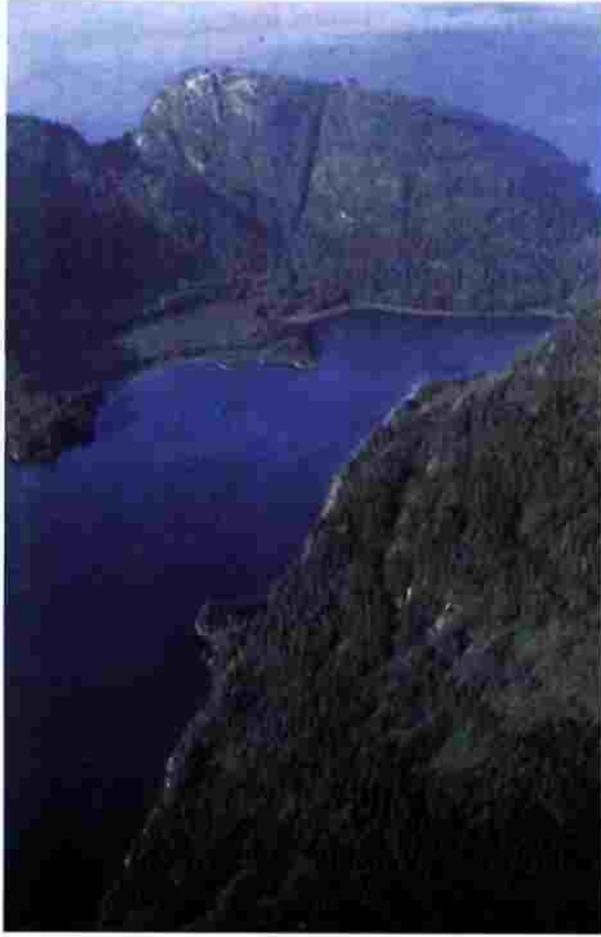
▶
العديد من النباتات المهندسة وراثياً بهدف الحصول من
خلالها على العديد من المركبات المستخدمة كمواد
دوائية، حيث يتم تحويل جينوم بعض هذه النباتات،
وذلك عن طريق إضافة بعض الجينات المأخوذة من
نباتات أخرى، والمشفرة لتكوين هذه المواد .



[انظر التعقيب الخامس ص ٢٣٦]

* * *

جينات لتحليل النفط العائم في البحار



في مضيق «برنس وليام» ظل النفط عائماً على سطح الماء قرابة عشر سنوات، فهل نستطيع عن طريق البكتيريا المهندسة وراثياً التخلص منه ؟ .

لقد كان للمهندسة الوراثية دورها الرائد في تكنولوجيا الغذاء ، وكان لها أيضاً دور رائد في إنقاذ العالم من التلوث ، وذلك عن طريق برمجية بعض أنواع من البكتيريا وراثياً لتحليل الملوثات المائية ، ثم يُستخلص الدنا الوراثي لهذه البكتيريا ويُنقَى ، ويولج من جديد داخل كائنات حية أخرى ، وقد يستخدم كبروتين أحادي الخلية إذا ما كانت الملوثات المحللة بواسطته مواد بترولية . ويعقد الكثير من العلماء آمالاً عريضة على استخدام هذه التقنية في تحليص الغلاف الجوي من الملوثات ذات الأثر الخطير على حياة الإنسان والكائنات الحية الأخرى .

هل ستقدم الجينات حلولاً للبيئة الملوثة ؟



تنتشر في الكون العديد من الإشعاعات الكونية المؤثرة على حياة الكائنات الحية ، وعلى الأطقم الوراثية بها .



رغم أن الأشعة قدمت لنا وسائل تشخيص دقيقة ، لكنها تؤثر على بيئتنا الخلوية محدثة بالدنا الوراثي بعض الطفرات .

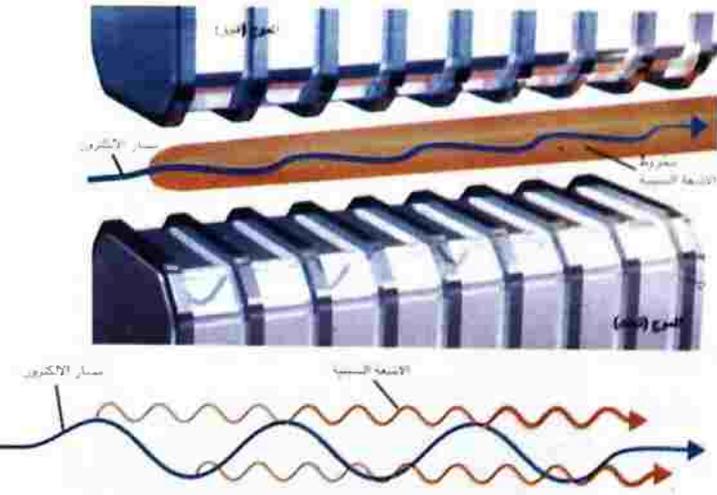
ستتخلص تماماً في عصر الهندسة الوراثية من المبيدات الحشرية ، حيث ستحوّر الطاقم الوراثي للنباتات لتدافع بنفسها عن نفسها ضد الحشرات التي مهاجمها .



يحلّم العلماء بإنتاج بكتيريا مهندّسة وراثياً تعيش في فوهات مخارج الغازات ، حيث تحلّل هذه الغازات إلى مركبات غير ضارة .



استفدنا كثيراً من الأشعة السينية (أشعة X) في تشخيص العديد من الأمراض، كما استخدمناها في العديد من الدراسات العلمية . فقد كان للصور التي التقطتها الباحثة فرانكلين للدنا الوراثي (D.N.A) من خلال تقنية حيود أشعة (X) تأثيرها التمييز في وضع نموذج الدنا الوراثي الحلزوني المزدوج بواسطة العالمين واطسن وكريك عام ١٩٥٢ م . لكن التعرض لجرعات مستمرة من الأشعة السينية ضار بالجسم وبالبيئة البيولوجية ويموروثنا الجيني (محتوى خلايانا من الجينات) .



[انظر التعقيب السادس ص ٢٤٠]

نباتات مُبرمجة وراثياً للتغلب على الظروف البيئية غير المناسبة



من خلال تقنية الجينات استطاع العلماء عزل الجينات التي تمكّن بعض النباتات أن تنمو في بيئة شديدة الجفاف ، وإيلاجها في أطقم وراثية لأصول نباتات أخرى لإنتاج نباتات مقاومة للجفاف على نطاق واسع .

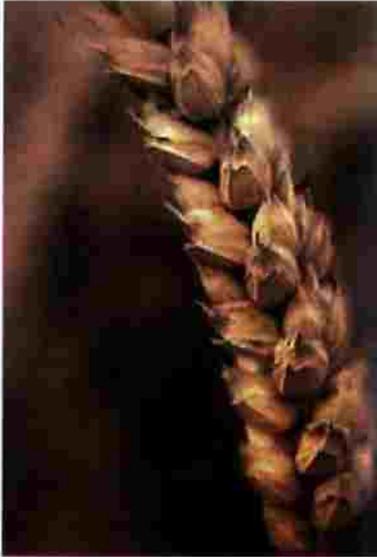
نباتات قطن مهندسة وراثياً ، حيث طُعّم جينوم أصولها النباتية بجين يجعل النبات يكوّن مواد سامة لديدان لوز القطن فتقضى عليها دون أن يمسه النبات أدنى ضرر .



إحدى الثمار التي أُنتجت بواسطة تقنيات الهندسة الوراثية حيث تبدو كبيرة الحجم في أضغاف حجمها الطبيعي .



من المشروعات البيولوجية ذات الأهمية مشروع خرطنة الجينات المتحكمة في تكوين مادة اليخضور «الكلوروفيل» بالنبات ، وهي مادة خضراء ، وتعتبر إحدى الصبغات النباتية .
 تكمن أهمية «الكلوروفيل» في امتصاصه لضوء الشمس وتأينه حيث ينتج عن ذلك إلكترونات غنية بالطاقة التي يتم اصطياها لتستخدم في شتى العمليات الحيوية بعد ذلك .
 إن كشف وعزل جينات اليخضور «الكلوروفيل» سيمكّننا من تحويل العديد من الكائنات الحية غير ذاتية التغذية إلى كائنات حية ذاتية التغذية، وهو حلم صعب لكن ليس بمستحيل .



▶ طموحات عديدة تراود علماء الجينات النباتية بعد أبحاث «د. سومر» في برمجة القمح وراثياً لإنتاج بلاستيك خالٍ من العناصر الضارة بالبيئة، ويرى العلماء أن لذلك فائدتين : أولاهما أن هذه المواد ستمنع أى مهاجمة حشرية لحبوب القمح ، وثانيتهما أننا سنحصل على منتجين من الحبوب : المواد الغذائية ، والمواد الأولية لإنتاج البلاستيك . .
 إن ذلك حقيقة وليس بخيال ، حقيقة تكمن فيها خلفته تجارب «د. سومر» من طموحات .



من خلال الجينات يمكننا إنتاج نباتات نستطيع الحياة في الظروف البيئية غير المناسبة، سواء كانت تلك الظروف رطوبة شديدة ، أو جفافاً شديداً ، أو ملوحة ، أو ضغطاً أسموزية عالية، أو انخفاضاً في كمية الضوء.



ثمار مختلفة أُنتجت بواسطة الهندسة الوراثية لنباتات أمكن محويرها لتعيش وتنمو وتزهر وتثمر في ظروف بيئية غير ملائمة ، ويظهر في أعلى الصورة نموذج للبذور المهندسة وراثياً ، والتي تُنتج نباتات حسب الطلب .

[انظر التعقيب السابع ص ٢٤٨]

* * *

لقاحات مهندسة وراثياً أكثر أماناً لبينتنا البيولوجية



أحدثت الجينات ثورة هائلة في إنتاج اللقاحات المهندسة وراثياً ، مما سيحمي بينتنا البيولوجية من مهاجمة العديد من الميكروبات الضارة .

في تلك الخريطة الكروموسومية ، والتي بها العديد من القطع الكروموسومية المعزولة : أي قطعة كروموسومية تحمل جيناً فانقاً في تعبيره الجيني نحو تكوين لقاحات أكثر فاعلية .

► لقاحات جينية عديدة تم إنتاجها وطرحها في الأسواق ، لكن يبقى السؤال : هل ستحدث هذه اللقاحات أماناً بيولوجياً أكثر للإنسان أم سيحدث العكس ؟ .



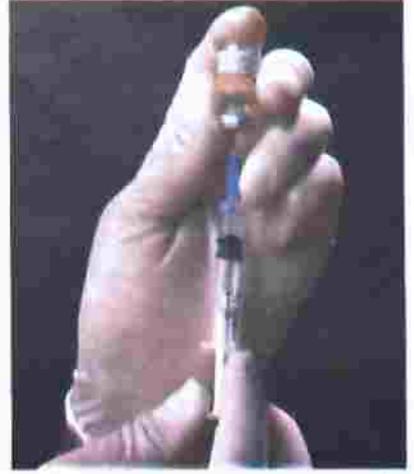
[انظر التعقيب الثامن ص ٢٥١]

* * *

ومن الأدوية - المخلقة كيميائياً - ما قتل ...!



من أكثر الأعضاء تأثراً بالتأثيرات الجانبية للمواد الدوائية المخلقة كيميائياً هو الكبد، ويتضح في الشكل مدى كم الحزبات الناتجة عن عمليات تحليل وتكسير الدواء وهي في طريقها إلى الكبد باعتبارها سموماً.



المواد الدوائية المخلقة كيميائياً سلاح ذو حدين حيث تقضى على الميكروبات ، لكنها تُضر إضراراً بالغاً بيئة الخلية .



يعاني «الجنين» - وهو في بداية مرحلة التخلُّق - من تأثير المواد الدوائية المخلقة كيميائياً التي تتناولها الأم ، مما قد يحدث العديد من التشوهات الخلقية بأنسجته وخلاياه، وقد تصل درجة التأثير إلى إحداث طفرات في مادته الوراثية .



لا يمكننا أن نحكم على تأثير مادة كيميائية معينة على صحتنا ، ما لم نُجرِ العديد من التجارب لتأكيد ذلك .

[انظر التعقيب التاسع ص ٢٥٦]

* * *

كاننات حية دقيقة مهندسة وراثياً لأداء مهام خاصة في الفضاء



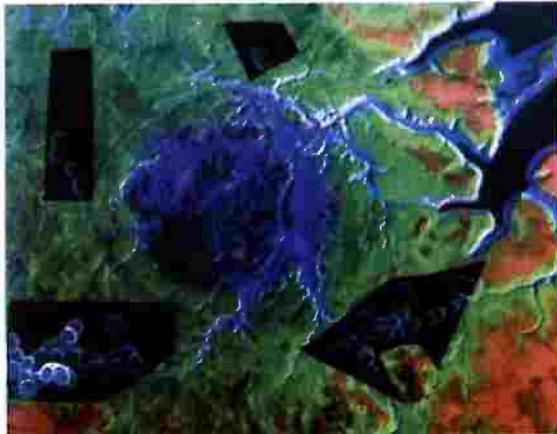
«ثقب الأوزون» كما يبدو من التصوير بواسطة الأقمار الصناعية في أحد أقطاب الأرض ، حيث أدى ذلك إلى زيادة الإشعاع الصادر عن الشمس والتي تبدو أعلى الشكل ذات لون أحمر .



هل ستتمكننا «الكائنات الحية الدقيقة» - المهندسة وراثياً ، والمحمّلة على أجهزة إطلاق فضائية خاصة - من التخلص من المكونات الغازية السامة على الكواكب الأخرى؟ .



ساعدت الطائرات - بها تخرجه من عوادم الغازات المحترقة - على اتساع ثقب الأوزون .

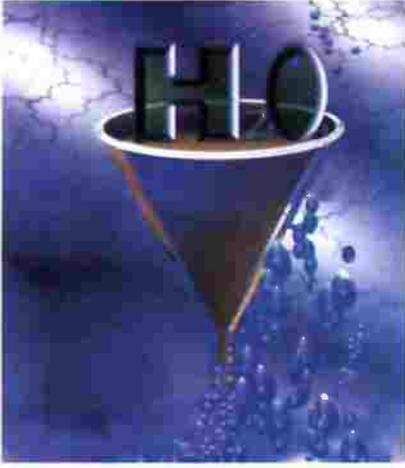


يوضح هذا الشكل إطلاق بعض البكتيريا ، والتي تم هندستها وراثياً لكي تعمل على لحام طبقة الأوزون ، وتظهر البكتيريا باللون الأخضر الداكن في الأشكال الكروية، ويتضح من الشكل مدى انتشار البكتيريا وزيادة قدرتها الوظيفية بما يتلاءم مع مهامها الصعبة الجديدة ، وهي منتشرة في طبقة الأوزون .

[انظر التعقيب العاشر ص ٢٦٢]

* * *

الجينات تنقى المياه من التلوث



تم إطلاق البكتيريا المهندسة وراثياً في تلك الأحواض المعروفة بأحواض التنقية ، حيث تتم أحدث تنقية مياه الشرب «تنقية بالجينات» .

الماء (H_2O) أساس الحياة . . كثيراً ما يصيبه التلوث بالأتربة والعوالق الجامة والميكروبات ؛ ولذلك كان ترشيح الماء وإزالة الملوثات منه ضرورياً ، وكان ذلك يتم من خلال العديد من العمليات الكيميائية والميكانيكية ، لكن الآن أصبح من الممكن استخدام البكتيريا المهندسة وراثياً للقيام بهذه العمليات جميعاً .



عمليات كثيرة تتم على المياه لتنقيتها ، وهذه العمليات سنستغنى عنها تماماً في ظل استخدام تقنية الجينات لتنقية المياه عن طريق الكائنات الحية الدقيقة المحورة جينياً .



تجارب عديدة تجرى في المعامل للحكم على مدى كفاءة عمليات التنقية التي تجرى للمياه بواسطة البكتيريا المهندسة وراثياً .

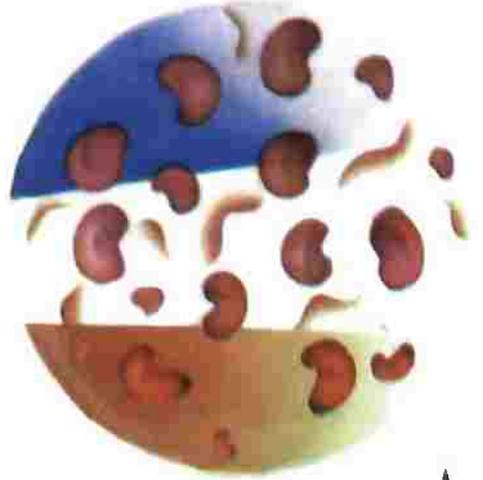


الباحثان (رودفيلر ، وماكليان) يختبران مدى كفاءة عمليات تنقية المياه ، التي تمت بواسطة البكتيريا المهندسة وراثياً .

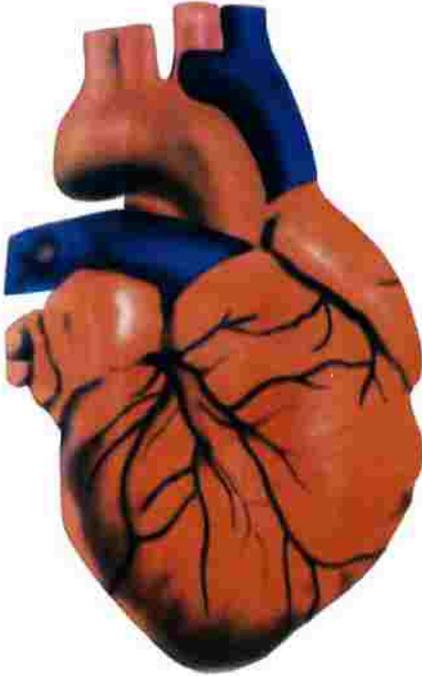
الدم المهندس وراثياً .. هل يمثل الإنقاذ الأخير لبينتنا الخلوية من الميكروبات القاتلة ؟



الدم الصناعي المهندس وراثياً هل يخلصنا من
المخاطر التي تحدث في كثير من الأحيان نتيجة
لنقل دم من شخص إلى آخر ؟



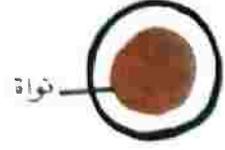
رغم أن قطرات من الدم قد تنقذ حياتنا ، لكنها قد
تدمرها إذا كانت محتوية على فيروس قاتل ..
تناقض غريب نأمل في التغلب عليه عن طريق
الدم المهندس وراثياً .



القلب يضخ الدم إلى سائر أعضاء الجسم .. لكنه
لا يمتلك ميكانيكية لترشيح ما يشوبه من
ملوثات .



كرة دم حمراء
(عديمة النواة)



كرة دم بيضاء

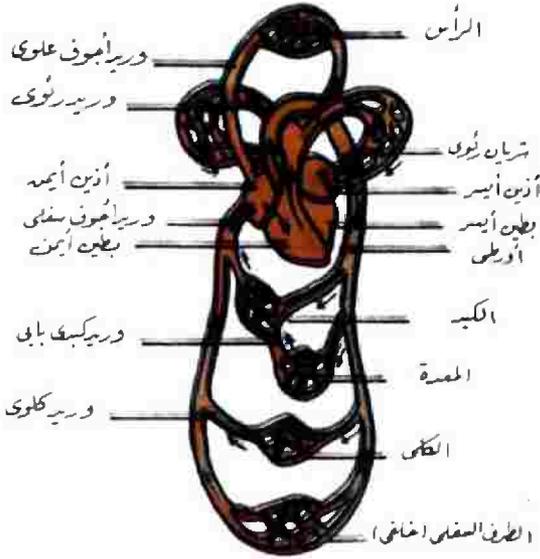


كرة دم بيضاء ثلاثية النواة



كرة دم بيضاء
ثنائية النواة

→ سيمكننا الدم الصناعى المهندس وراثياً من التحكّم في كمية وكفاءة مكوّن أو أكثر من مكوّنات الدم .



الدورة الدموية



في كثير من الاختبارات لابد أن نأخذ سحبة من الدم (كمية) لفحص ما نريده من اختبارات، والتي قد تكون تقدير كمية السكر في الدم، أو التأكد من وجود ميكروب ما داخل الدم.

تنقل الأوعية الدموية الدم من القلب إلى سائر أعضاء الجسم محملاً بالأكسجين والغذاء، ومن خلايا الجسم إلى القلب محملاً بالفضلات، والتي تعتبر ملوثات بيولوجية يجب ترشيحها والتخلص منها عن طريق وسائل الإخراج.

[انظر التلقيح الحادى عشر ص ٢٦٤]

* * *

الجينات تستكشف وتستخرج المعادن ومواد الطاقة والجواهر من البيئة



رسم كاريكاتيري يشير إلى أننا إذا أردنا في المستقبل إنتاج البترول، فما علينا إلا أن نضع بكتيريا مهندسة وراثياً لإنتاج البترول (بها جينات تكوين البترول المعزولة من النباتات السابقة) داخل بيئات برميلية الشكل لتفرز لنا بترولاً !!



بعض النباتات التي تكوّن إفرازات بترولية، وقد تم خرطنة الجينات المسئولة عن ذلك.

في كشف علمي مثير أثبت باحثو علم النبات - بجامعة «ميونيخ» بألمانيا - أن بعض النباتات لها القدرة على تكوين ثمار ذات غدد وراثية لإفراز وتكوين المواد البترولية ، وقد تم دراسة المواد المتكونة من هذه الغدد ، واستخدامها كوقود خالٍ من التلوث تماماً .

ويدرس العلماء الآن جينوم هذه النباتات لتحليل وعزل الجينات المسئولة عن تكوين هذه المواد، حيث يأمل العلماء في إكثار هذه الجينات بتحميلها في الدنا البكتيري الدائري «البلازميد» ثم عزلها والاحتفاظ بها في «بنوك الجينات» .

تستخدم هذه الجينات المعزولة في تحوير جينوم العديد من الأطقم الوراثية النباتية الأخرى لإنتاج كميات كبيرة من البترول النباتي ، بما يفى بحاجة البشر إلى مصدر دائم ونقي للطاقة ، وذلك سيساعدنا على التخلص من العديد من المشاكل البيئية الناتجة عن استخراج وتخزين ونقل البترول الحفري «التقليدي» .



▲
 «اللؤلؤ» . . ذلك الساحر لقلوب الكثيرين من هواة اقتنائه ، لم نعد بحاجة إلى كل ما كان يبذل من مجهود لاستخراجه والاستدلال على وجوده ، حيث يكفينا عدد قليل من البكتيريا المبرمجة وراثياً كمنقبات عن اللؤلؤ في داخل الكائنات البحرية المحارية .



▲ عمليات معقدة لاستكشاف وجود المعادن في مكان ما ، مع استخدام المسح الجوي بواسطة الطائرات العمودية (الهليكوبتر) أحياناً ، لكن في عصر الهندسة الوراثية سنستخدم الكائنات الحية الدقيقة المهندسة وراثياً كمنقبات عن المعادن .

[انظر التعقيب الثاني عشر ص ٢٧١]

* * *

الجينات تكشف اللثام عن مسنولية الدهون في سرطانة بينتنا البيولوجية



تقدمت تقنيات الفحص الخلوى للتأكد من وجود أو عدم وجود خلايا سرطانية ، ودراسة مدى تأثير السلوك الغذائى - وبخاصة الدهون - على عمليات إحداث سرطان بالخلايا ، وتحديد أى الأحماض الدهنية يمكنها إحداث عملية السرطنة ، كما يتم الاستعانة بالتحليلات الموجبة على جهاز الحاسوب «الكمبيوتر» ، مما ييسر عملية استخلاص وتحليل النتائج .



كثيرون منا ربما يستمتعون بالمأكولات الدهنية ، أو التى يتم طهيها بواسطة الدهون ، لكن ربما قليلون من يعلمون أن الدهون من مسببات حدوث السرطان فى الخلايا .



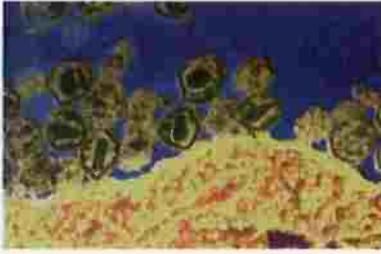
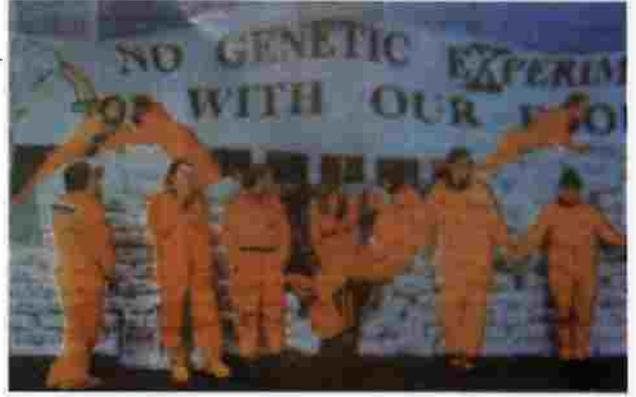
من الأنواع السرطانية التى يسببها الحامض الدهنى : «سرطان القولون» .

[انظر التعقيب الثالث عشر ص ٢٧٩]

* * *

هل يمكن أن تدمر الجينات بيئتنا البيولوجية؟!

إذا كان الكثيرون يشجعون أبحاث الهندسة الوراثية، إلا أن الكثيرين أيضاً يتخوفون منها على أنفسهم ، وفي هذا المكان - أمام أحد معامل الهندسة الوراثية - اجتمع هؤلاء ليقولوا:
لا . . لاستخدام أبحاث الهندسة الوراثية في إنتاج أغذية مهندسة وراثياً .



فيروس الإيدز



فيروس إيبولا



البكتيريا المحللة للحوم البشر

لا ينبغي أن نترك لتجارب الهندسة الوراثية العنان دون رقابة أو تقنين ، فقد تردد كثيراً أن الأخطاء التي حدثت في بعض معامل الهندسة الوراثية كانت سبباً مباشراً في تخليق كائنات حية دقيقة مدمرة كفيروس نقص المناعة المكتسبة « الإيدز » ، وفيروس « إيبولا » المحلل للدم البشري ، والبكتيريا المحللة للأنسجة البشرية .

مخزوننا الوراثى ومستقبلنا البيئى

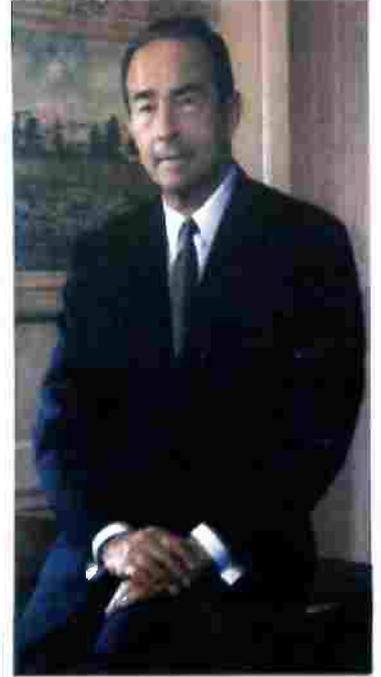
→ فى إحدى لوحاته البارعة وضع الفنان الأمريكى «تيرالد هوم»
الدنا الوراثى (D.N.A) ملفوفاً داخل الكرة الأرضية ، حيث
يعمها جميعاً ، وقد كتب تحت اللوحة هذه العبارة :
أخيراً نَجِدُّ الأمل فى بيئة سليمة وصحية عندما غمر هذا
«الدنا» أجواء الكرة الأرضية .



كثير من المعلومات الجينية الخاصة بالبيئة (استخدام تقنيات الجينات لتنقية البيئة) محمّلة فى ذاكرة
الآلاف من أجهزة الحاسوب «الكمبيوتر» للاستفادة منها مستقبلاً .

* * *

اختلفت الجنسيات واتفقت الآراء على أن الجينات
هي طريقنا الأخير إلى بيئة نظيفة



علماء عديدون يرون في تقنيات الهندسة الوراثية الأمل الأخير في صناعة بيئة نقية على سطح الأرض .

[انظر التعقيب الرابع عشر ص ٢٩٧]

* * *

الجينات تعيد صياغة مستقبلنا البيني بلغة جديدة

الدنا الوراثي



ونماذج من بيئة صنعتها الجينات

ملاصق من بيئة مهندسة وراثياً



بكتيريا مهندسة وراثياً



حيوانات مهندسة وراثياً



أجنة مهندسة وراثياً



كائنات حية دقيقة (ذات اللون الأخضر)
وهي مهندسة وراثياً لامتصاص السموم
من أجواء الكواكب لإعمارها فيما بعد .



نهار مهندسة وراثياً

➤ إذا كانت صناعة العطور ذات الروائح الجميلة تسعدنا وتدخل إلى أنفنا
 البهجة ، فإنها تضيف على الجانب الآخر مزيداً من الملوثات إلى البيئة ،
 وبخاصة إذا كانت هذه الروائح مخلقة كيميائياً ، لذا اهتم العلماء بدراسة
 الروائح الطبيعية التي تنتجها الزهور ، ومعرفة الجينات المشفرة لتكوين هذه
 الروائح ، ومن ثم إيلاج هذه الجينات في جينوم البكتيريا لتفرض لنا روائح
 جميلة ، أى أننا في المستقبل سنحتفظ ببكتيريا داخل «مخزن» ، وكلما
 احتجنا إلى رائحة جميلة ستفرض لنا هذه البكتيريا تلك الرائحة ، ولن يقتصر
 الأمر على استخدامنا الشخصي بل يمكن أن نملأ أماكن إقامتنا ومكاننا بل
 ومدننا روائح جميلة ، روائح لا تضر بالبيئة . .
 أتدرى لماذا ؟ . . لأنها روائح مهندسة وراثياً .



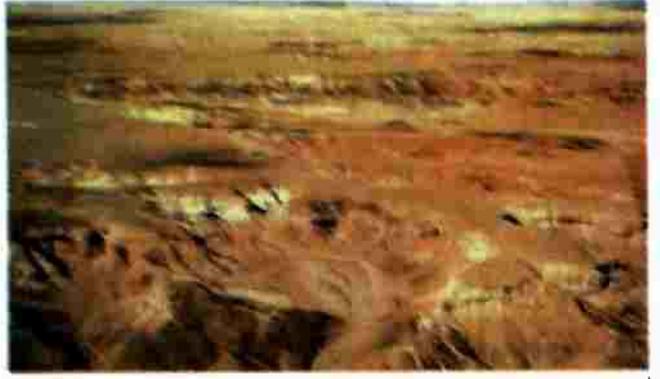
كان حلم الإنسان دوماً أن ينقى الكوارث البيئية الناتجة عن انفجار البراكين ، والتي كانت تدمر مدناً كاملة أحياناً ، ومع
 تقدم تقنيات الهندسة الوراثية بدأ حلمه يتحقق ، حيث اكتشف العلماء حدوث هجرة جماعية من بعض السلالات
 البكتيرية قرب حدوث انفجارات بركانية ، وكان الاستنتاج المنطقي من ذلك أن هذه البكتيريا تحس بقرب حدوث
 الانفجار البركاني ، أى أن لديها القدرة على التنبؤ بحدوث انفجار بركاني ، وبعد سلسلة من التجارب تأكد العلماء من
 وجود قدرات بيولوجية تكمن في جينوم هذه البكتيريا تجعلها قادرة على التنبؤ بحدوث الانفجارات البركانية ، ويتم الآن
 خرطنة هذه الجينات ومحاولة عزلها لاستخدامها في تحوير بعض الكائنات الحية كمتنبئات بحدوث الانفجار البركاني ،
 وذلك يعنى أن امتلاكك - في المستقبل - لبكتيريا من هذا النوع سيجعلك تشعر أنك أكثر أماناً من ذي قبل .



↑ مفاعل ذرى بحشى ، خُصّص لإجراء العديد من التجارب البحثية التى يُستخدم ليها الإشعاع، لكن هذا لا يمنع إمكانية حدوث أى تسرب إشعاعى فى أى وقت .



← يمثل الإشعاع الذرى الناتج عن التفجيرات الذرية كارثة بيئية ذات مدى طويل ، حيث تحدث العديد من الطفرات فى النظام البيولوجى القائم والممثل فى بلايين البلايين من الكائنات الحية .
لذا كان لابد من حلول جذرية للتعامل مع هذا النوع من الكوارث، وقد تحقق هذا الحلم بعد اكتشاف العلماء بعض البكتيريا ذات القدرة على امتصاص الإشعاع بشراهة ، وقد تم خرطنة جينات هذه البكتيريا أملاً فى إنتاج العديد من الأنواع البكتيرية الأخرى القادرة على امتصاص الإشعاع من خلال تطعيم الجينوم - الخاص بها - بتلك الجينات الموجهة للبكتيريا لامتصاص الإشعاع .
كما يحاول العلماء أيضاً نقل هذه الجينات إلى بعض النباتات ، ومن ثم زراعتها حول المفاعلات الذرية للسيطرة على أى تسرب إشعاعى يمكن أن يحدث فى وقت ما .



الغام عديدة منتشرة بالأراضي الصحراوية ، راح ضحيتها الآلاف ، وقد تم زرع هذه الألغام في الصحراء في أثناء الحرب العالمية الثانية ، والتي احتدم فيها الصراع بين دول المحور ودول الحلفاء .

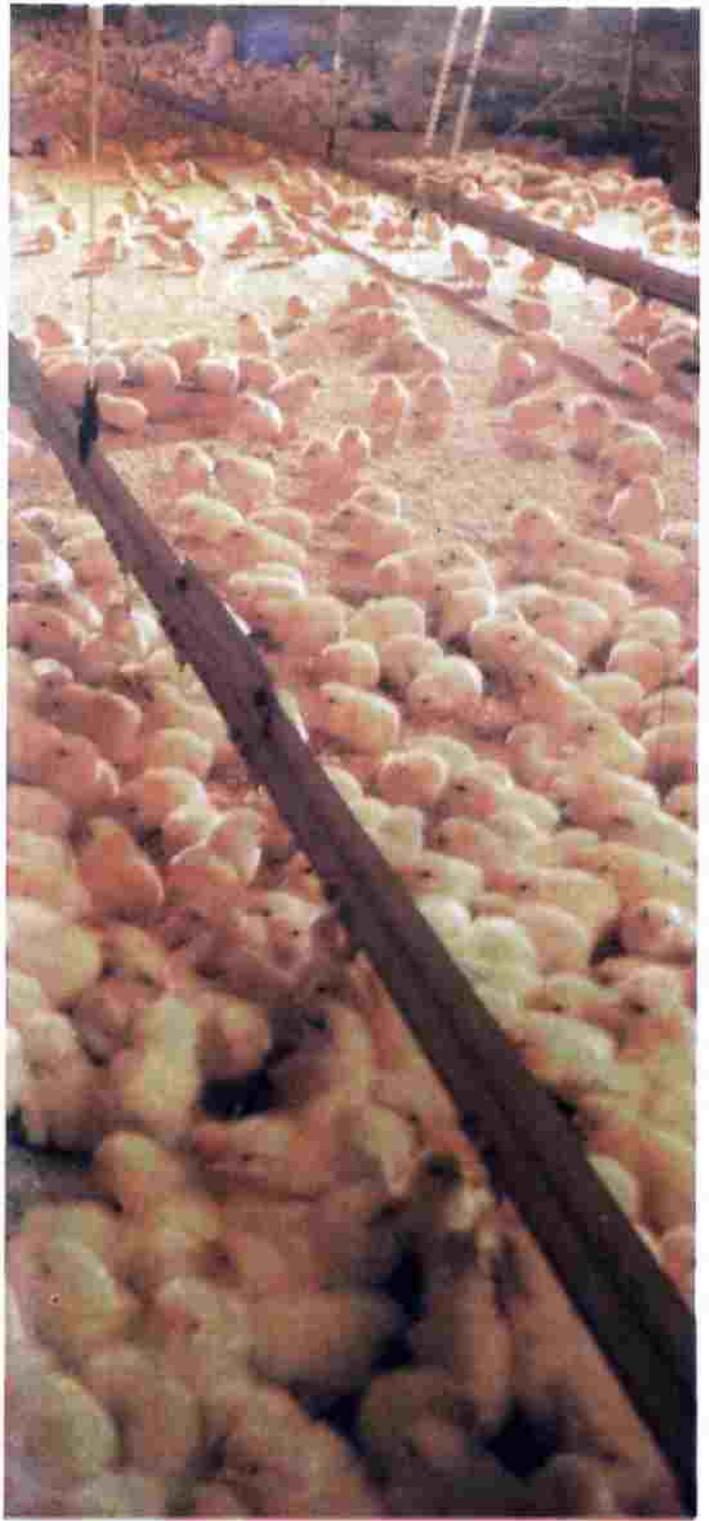
ومما يزيد الأمر تعقيداً أن كثيراً من الخرائط الخاصة بتوزيع هذه الألغام قد فُقدت ، مما يسبب صعوبات بالغة في التنقيب عن هذه الألغام ، وانتشالها من أماكن وجودها .

وقد استخدمت وسائل عديدة لتحديد أماكن انتشار هذه الألغام ، والتي تمثل كارثة بيئية حقيقية تهدد بإبادة كل مظاهر الحياة في الأماكن الموجودة بها تلك الألغام .

ومن هذه الوسائل : استخدام أشعة الليزر ، واستخدام العديد من وسائل الجس الإلكتروني ، وعمليات المسح بواسطة الأقمار الصناعية . . إلخ .

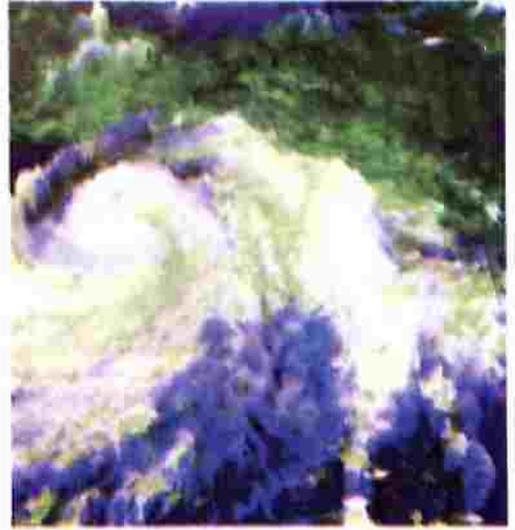
لكن من أحدث هذه التقنيات استخدام البكتيريا المهندسة وراثياً للكشف عن هذه الألغام من خلال برمجتها وراثياً ، ونشرها في أماكن انتشار هذه الألغام ، وتعمل هذه البكتيريا على تفجير الألغام ، وليس الاكتفاء بتحديد أماكنها فقط .

أحد الأجهزة المستخدمة في الكشف عن الألغام ، والموجهة بأشعة الليزر ، حيث يتم تحويل أماكن انتشار هذه الألغام إلى موجات ومن خلال دراستها يتم تحديد أماكن وجود الألغام ، لكننا في عصر الهندسة الوراثية سنستخدم البكتيريا المهندسة وراثياً للكشف عن الألغام .



بعض صغار الدواجن المهندسة وراثياً ، وقد
طرحت في الأسواق ، وسط آراء ترفض شراءها ،
وآراء أخرى تحببها وتفضلها !!

لقد نجح فريق بحثي بجامعة «كورنل» الأمريكية في هندسة بعض البكتيريا للتنبؤ بحدوث عواصف، وقد قال البروفيسور «كارل ديجارد» رئيس الفريق البحثي : رغم أن تجاربنا مازالت في مراحلها الأولية ، لكننا نؤكد على أنه - في المستقبل - ستساعدنا هذه البكتيريا على انتقاء العديد من الكوارث التي تحدثها العواصف والأعاصير المفاجئة .



«كوكب الأرض» . . وقد وُضعت عليه علامة استفهام في لوحة فنية جميلة ، وكان الأرض تسأل وتستفهم عن مصير الحياة فوقها في ظل التلوث البيئي القائم ، قائلة : أين المفر ؟ . . فهل تنجح الهندسة الوراثية في الإجابة عن هذا التساؤل ؟؟

[انظر التعليق الخامس عشر ص ٢٩٩]

تعقيبات على الصور التوضيحية

التعقيب الأول

لقد ساعد اكتشاف الكهرباء والمغناطيسية كثيراً فى التقدم الصناعى للبشرية، حيث يتم تشغيل معظم المصانع باستخدام الطاقة الكهربائية، كما تعمل كل الأجهزة الإلكترونية - والتي تكثر فى منازلنا - بالطاقة الكهربائية .

يتولد من مرور الكهرباء فى أسلاك الحمل الكهربائى مجالات مغناطيسية لها تأثيراتها الضارة على الخلايا الحية، رغم الفوائد الكثيرة التى تحققها للبشرية، ويرجع ذلك لتحملُ الخلايا الحية مجالاً كهربياً ومغناطيسياً ذا شدة معينة، فإذا زادت تلك الشدة على مقدار معين، فإن ذلك يؤدى إلى تأثيرات سلبية عديدة بالجسم، من أخطرها سرطنة بعض الخلايا من خلال التأثير على معدل انقسام تلك الخلايا، وتأيين جزيئات المادة الوراثية، مما يولد بها تغيراً فى التركيب الدناوى، ويؤدى ذلك إلى طفور المادة الوراثية، مما يؤدى إلى إصابة الخلايا السليمة بالسرطان .

لا تقتصر عمليات سرطنة الخلايا السليمة على تعرض الخلايا الحية لشدات عالية من المجالات الكهربائية والمغناطيسية فقط، بل قد ينتج عن الإشعاعات الصادرة عن حركة الإلكترونات فى دوائر الحمل الكهربائى، والتي ترجع إلى تحرر بعض الإلكترونات نتيجة لعمليات التأين التى تحدثها الطاقة الكهربائية .

من الذين يتعرضون لمجالات كهربية ومغناطيسية شديدة عمال اللحام الكهربائى والذين يستخدمون أسلاكاً (حبلأً كهربائياً) (Wire) ذا اتجاه واحد، ومن ثم تصل شدة المجال الكهربى إلى ذروتها، ويمكن إلغاء المجال الكهربى فى هذه الحالة بعكس اتجاه الحبل الكهربائى ليلاشى المجال الكهربى الناشئ فى اتجاه الحبل الكهربائى المجال الناشئ فى الاتجاه الآخر .

كذلك تتأثر ربات البيوت بالأشعة الكهرومغناطيسية الصادرة عن أجهزة الميكروويف (Microwave) وغيرها من الأجهزة المنزلية، وتشير الأبحاث التى أجريت مؤخراً إلى إحداثها لسرطان ابيضاض الدم .

لقد تركزت معظم دراسات العوامل المسرطنة الكهرومغناطيسية - حديثاً - على دراسة العلاقة بين الإشعاعات الصادرة عن وسائل الاتصال، وأمراض السرطان، وقد ساهمت تلك الأبحاث في إثبات الأثر المسرطن للإشعاعات التلغرافية (الصادرة عن التليفزيون) وبخاصة الأشعة السينية، والتي يؤدي تعرض الإنسان لجرعات عالية ومستمرة منها إلى التأثير على التركيب الدناوى، مما يؤدي إلى إحداث الطفور به، وتعرض الخلايا الحية - المتعرضة لتلك الأشعة - للسرطان، وبخاصة سرطان الشبكية والجلد، كما توجد مؤثرات علمية - لم تثبت بعد - تفيد بأن الاستخدام المتكرر للتليفون المنزلى يؤدي على المدى البعيد إلى الإصابة بسرطان الجلد، ومن أكثر المتعرضين لذلك النوع من السرطان: العاملون في مراكز الاتصالات، وتلقى الاتصالات في الشركات، لكن ما زالت نسبة حدوث سرطان الجلد بتأثير الإشعاعات الصادرة عن التليفون لا تتعدى (١٪) بينما تزداد الخطورة تماماً عند استخدام التليفون المحمول، لزيادة الإشعاعات الكهرومغناطيسية الصادرة عنه.



التعقيب الثانى

إن هندسة الجينات - كتقنية حديثة وليدة - سلاح ذو حدين، فكما أمكن استخدامه فى العديد من المجالات المفيدة للإنسان، يمكن استخدامه لتدمير الحياة على سطح هذا الكوكب، حيث يتم خرطنة الجينات المرضية فى العديد من الكائنات، وتطعيم هذه الجينات فى جينوم البكتيريا حيث يورث هذا الجينوم المرضى الجديد للأجيال الناتجة عن انقسامها.

يتم بعد ذلك تحميل هذه البكتيريا فى حاملات بكتيرية «كسولات خاصة» حيث يتم إطلاقها فى مجتمع ما لتخرج البكتيريا وتتكاثر لتغزو جيناتها المرضية أجسام الكائنات الحية لفتك بها وتقضى عليها.

إن هذا يعنى إحداث موت بطيء لمجتمع بأكمله، وليست البكتيريا فقط هى الكائن الحى المستخدم فى مثل هذه التجارب، فقد شملت التجارب الحشرات بمختلف أنواعها ورتبها، والنباتات - ولاسيما حبوب القمح - حيث يتم تطعيمه بجينات مرضية محددة ومبرمج بعضها لإصابة الجينوم البشرى فى حالة الحبوب المعدة للاستخدام الأدمى أو إنتاج نباتات قمح يسمح محتواها الجينى بإكثار الآفات..

ويتم ذلك على مستويات مختلفة كما يلى:

١ - التحميل على حبوب اللقاح:

يحدث فى هذا المستوى إدخال الجينوم المرضى فى جينوم حبة اللقاح بعد نضجها، واستعدادها للخروج من المتك، لتأخذ طريقها إلى الميسم، حيث تخصب البويضة فى المبيض حاملة معها الجينوم المرضى الذى يعبر عن نفسه بعد عمليات الإخصاب وتتابع الجنين لنموه ليعطى النبات الكامل، والذى ينقل - بدوره - الأمراض للإنسان عند تناوله كغذاء.

قد يتم التحميل للجينوم المرضى داخل جينوم البويضة، ويفضل التحميل على حبوب اللقاح لسهولة حركتها.

٢ - التحميل على المستوى البذرى:

بعد تمام الإخصاب ينمو الجنين إلى بذور، والذى تُستخلص بعد النضج بطرق

عديدة تختلف من عائلة نباتية لأخرى، ثم تجفف، وقد تزرع مباشرة أو تخزن للتخلص من سكون الجنين.

يتم تطعيم الجنوم المرضى فى جينوم البذرة، وبخاصة بذور العديد من النباتات الأساسية لغذاء الإنسان، مثل حبوب القمح.

٣ - التعميل الثمرى:

يتم فى هذا المستوى إدخال الجنوم المرضى فى جينوم الثمرة باستخدام تقنيات عالية المستوى، ويتم استخدام هذه التقنية مع العديد من الثمار المصدرّة والتي تخضع لإعادة برمجة طاقمها الوراثى ليوجه الأنسجة الثمرية إلى تكوين العديد من السموم، أو إلى تعميل الجنوم الثمرى كجينوم مرضى مباشر.

٤ - التعميل المشتلى:

يتم التعميل فى هذا المستوى بالجينات المرضية داخل جينوم الشتلات المعدة للتصدير لاستزراعها فى الأرض، ويكون التعميل فى هذه الحالة بهدف نشر آفة معينة فى بيئة ما، ومن الآفات المشكوك فى نقلها بهذا الأسلوب «إيدز النخيل» والذي انتشر فى مصر مؤخراً.

٥ - التعميل الحشرى:

يتم التعميل فى هذا المستوى بالجينات المرضية داخل جينوم الحشرات، والتي تتميز بتعدد أنواعها وسرعة تكاثرها ومعيشتها فى أكثر من بيئة ولكونها الوسيط لآلاف المسببات المرضية التى تصيب الإنسان والحيوان والنبات بالعديد من الأمراض وتصبح الحشرة فى هذه الحالة أخطر من مئات الطائرات المقاتلة تدميراً وفتكاً، وتعتبر الحركة المتنوعة والكبيرة المدى للحشرات من أهم عوامل اختيار الحشرة كأحد الكائنات الحية الأساسية فى «حرب الجينات».

٦ - التعميل الدقيق:

يتم التعميل فى هذا المستوى بالجينات المرضية داخل جينوم الكائنات الدقيقة، والتي تتميز بالسرعة الفائقة فى تكاثرها وتكاثر مع ذلك الجنوم المرضى المدخل فى

الجينوم الخاص بها، والذي تنقله إلى جينوم الإنسان أو الحيوان أو النبات عند إصابتها له .

من الكائنات المختارة بجديّة لهذه التقنية بكتيريا القولون (E.coli) بعد إجبارها على الارتداد لحالة الحياة خارج أنابيب الاختبار، وستساعد المعرفة شبه الكاملة للطاقم الوراثي لبكتيريا القولون على سهولة إدخال الجينات بها .

ويأمل العديد من علماء «حرب الجينات» في غد يمكن فيه تسخير واستخدام الكائنات الدقيقة كأسلحة تدمير حيوي واسعة المدى ومتعددة الأغراض .

٧ - التحميل الدوائي :

يتم التحميل في هذا المستوى بالجينات المرضية داخل المواد الدوائية، مع مراعاة توفير ظروف بيئية مناسبة لاحتفاظ الجينوم بقدرته الوظيفية بمستوى عالٍ ولكن في حالة كمون، حيث ينشط عند دخول الأنسجة الحية ويبدأ في التعبير عن نفسه مظهرًا الصفات المرضية المبرمج من أجلها .

يشمل التحميل الدوائي جميع المواد الدوائية فضلاً عن عينات الدم والتي يتم التعامل معها بنفس التقنية وكذلك الهرمونات التناسلية المهندسة وراثيًا كهرمون «الاستروجين» و«البروجسترون» والمعروفة بالمنظمات التناسلية .

تتنوع عمليات التحميل الجيني المرضي طبقاً لأسس عدة، نذكر منها:

(أ) التحميل طبقاً لعدد الجينات المستخدمة :

وتنقسم عمليات التحميل الجيني في هذا التقسيم إلى:

١ - التحميل الجيني المفرد:

يتم التحميل في هذا النوع باستخدام طاقم وراثي ذي توجيه مفرد للإصابة بأحد الأمراض الفتاكة والتي تؤدي غالباً إلى الموت السريع لحاملها، والوجه المقترح لاستخدام مثل هذا النوع هو وجود الحاجة للتدخل السريع لإنهاء حالة التكافؤ العسكري بين معسكرين .

٢ - التحميل الجيني المركب:

يتم فى هذا النوع من التحميل إضافة أكثر من جينوم مرضى للحامل الجينومى (طبقاً للمستويات سالفة الذكر) وتحدد نسبة كل جينوم للآخر ولجينوم الحامل وفقاً لمقاييس ثابتة ومحددة يتحدد على أثرها مقدار تعبير كل منهما عن نفسه .

ويستخدم هذا النوع من التحميل عند الرغبة فى إصابة المجتمع المعادى بنوع من الموت البطيء طويل المدى إمعاناً فى إيذاء أفرادہ .

(ب) التحميل طبقاً للأغراض المستهدفة:

يمكننا تقسيم التحميل طبقاً للأغراض المحددة له إلى:

١ - التحميل بغرض إنتاج أمراض جديدة:

تعمل الجينات المرضية فى هذا النوع من التحميل على إحداث العديد من الأمراض الوظيفية عن طريق عمليات التطفير (إحداث الطفرات) فى جينوم الكائنات الحية، وتكمن خطورة هذا النوع من التحميل فى حالة إصابة المطفرات الجينية للخلايا المشيجية (حبوب لقاح أو بويضات فى النبات، أو حيوانات منوية وبويضات فى الحيوان والإنسان) حيث ستورث الأمراض الفسيولوجية الناتجة فى هذه الحالة لجميع الأجيال الناتجة، مما سيوجد مجتمعاً جميع أفرادہ غير مؤهلين للحياة بشكل طبيعى؛ وهنا يكمن الحرص على إيجاد وسائل كشف وتحليل للأطعم الوراثية للمنظمات التناسلية، والتي انتشرت فى الدول النامية.

٢ - التحميل بغرض إكثار أمراض موجودة:

قد يتعرض الجينوم المرضى لحالة من التضاد فى أثناء التعبير عن نفسه عن طريق جينات مناعية موجودة بجسم الكائن الحى، وفى هذه الحالة يكون التحميل الجينى بهدف تثبيط الجينات المناعية بإجبارها على الدخول فى حالة كمون وراثى دائم أو مؤقت - حسب الحاجة - أو تدمير هذه الجينات تماماً، ومن ثم تُتاح الفرصة للجينات المرضية للتعبير عن نفسها بمدى واسع .

٣ - التحميل بغرض إخلال النظام الجيني الموجود:

توجد الخريطة الجينية للكائن الحى بنظام محدد وثابت وموزع وظيفياً بحيث لا يحدث تداخل ضار للجينات، ويهدف التحميل فى هذا النوع إلى إتلاف هذه النظم الجينية الوظيفية، مما يحدث عشوائية فى الأداء الجينى تؤدي إلى تدمير الأعضاء الحيوية بالجسم وانتهاء حياة الكائن الحى .

ميكانيكية التحميل الجينى:

يتم تحميل الجينوم المرضى على مراحل عديدة تتسم بالدقة المتناهية فى التنفيذ، وباستخدام أجهزة عالية المستوى تعمل تحت تحكم كامل . . ويمكننا بيان هذه المراحل فيما يلى:

١ - كشف وخرطنة الجينات المرضية وعزلها:

يتم فى هذه المرحلة كشف وعزل العديد من الجينات المرضية المحددة وخرطنة شفراتها، وانتقاء الجينات القوية منها وفقاً لمعايير محددة لاستخدامها فى عمليات التطعيم بعد ذلك .

٢ - زيادة فاعلية الجينات المرضية:

تستخدم فى هذه المرحلة منشطات جينية بدمجها مع الجينوم المتقى بهدف زيادة القدرة المرضية لهذا الجينوم أو لتحييط الجينات المناعية المحتمل وجودها فى الوسط الحى المستهدف .

٣ - تطعيم الجينات المرضية فى جينوم الحامل الحيوى:

يتم فى هذه المرحلة إدخال الجينوم المرضى إلى جينوم الحامل الحيوى بتطعيمه فيه باستخدام طريقة القص الجينى الإنزيمى المتجانس، حيث يتم بتر جينوم الحامل الحيوى عند شفرات خاصة يتم من خلالها إدخال الجينات المحددة، أو تستخدم طريقة القاذفات الجينية داخل جينوم الحامل الحيوى مباشرة حيث يتم قذف الجينوم المرضى باستخدام بخار النيتروجين السائل المبرّد، أو باستخدام المدفع الجينى .



التعقيب الثالث

إن تقنية الجينوم تعنى توظيف المعلومات الوراثية لخدمة الإنسان، فهى التطبيق العملى لعلم الجينات، وفى تعاملنا مع الأطقم الوراثية لابد أن نميز بين الأطقم السليمة والأطقم المعيبة والأطقم الكامنة، ولابد أن نكون على دراية تامة بنظام التشفير لكل طاقم وكيفية تعبيره عن نفسه، وما هى أحسن الظروف التى يظهر فيها أثره ؟

لقد انصبت تقنية الجينوم بداية على بكتيريا إيشيرشيا كولاي «بكتيريا القولون» وهى نوع من البكتيريا التى تعيش فى القولون بالأمعاء الغليظة، وقد استخدمت آلاف منها فى تجارب تقنية الجينوم، وأصبحت هذه البكتيريا متكيفة تماماً مع الحياة فى أنابيب الاختبار، وأجهزة التقنية الجينية، ولا يمكنها الحياة خارجها، وهذا يعطى نسبة أمان وراثى عالٍ، وإن كان احتمال الخطأ ما زال موجوداً لكنه قليل ويمكن التحكم فى حجمه .

تختص تقنية الجينوم بدراسة التطبيق العملى لكل أنواع الجينات النباتية والحيوانية والبشرية، وفى جميع المراحل العمرية للكائن الحى وعلى جميع المستويات الخلوية المختلفة، وهذا يشمل تقنيات عديدة من أهمها أبحاث الدنا المطعم .

والهدف من تقنية الدنا المطعم هو إيجاد دنا وراثى ذى خليط من جينات ذات صفات متميزة، ومن ثم يمكن إنتاج خلايا مطورة وراثياً لأداء مهام عديدة، ويعتمد نجاح تقنية الدنا المطعم على أسس عديدة، نوردتها فيما يلى:

(أ) اختيار الجين المراد التطعيم به:

لابد أن تتوافر فى الجين أو مجموعة الجينات المختارة صفات محددة متميزة تمثل إضافة متميزة إلى الطاقم الوراثى الموجود، ولمعرفة ذلك لابد من دراسة الأداء الوظيفى للجينات المختارة، والأداء الوظيفى للطاقم الوراثى المراد تطعيمه .

قد يكون الطاقم الوراثى المختار للتطعيم يعانى من نقص فى أحد الجينات الموجهة لتكوين إفراز معين مفيد وضرورى لحياة الكائن الحى، ومن ثم لابد من

تطعيمه بجين موجّه لتكوين الإفراز المطلوب، وقد يكون الطاقم الوراثى يعانى من جين ما مرضى، وللتغلب على هذا الجين لابد من إلغاء عمله بتطعيم الطاقم الوراثى بجين مضاد له وظيفياً، وتعتبر هذه التقنية بديلاً جديداً للجراحة الجينية عند وجود الجينات المرضية فى أنسجة يصعب إجراء الجراحات الجينية عليها.

(ب) ارتفاع نسبة الأمان الوراثى فى الجين المختار للتطعيم:

يقصد بالأمان الوراثى عدم حدوث اختلال وظيفى فى جينوم الكائن، بما يعرّضه هو والأجيال المقبلة للأمراض الوراثية.

وقد يحدث هذا الاختلال فى الأداء الجينى نتيجة لتثبيت الجين المطعم به لجين موجّه لتكوين إفراز مهم بالمحتوى الجينى «الدنا المراد تطعيمه» للكائن الحى، وتزداد الخطورة إذا كان هذا الإفراز من إفرازات الجهاز المناعى، مما يعمل على تعرض الكائن الحى للميكروبات المرضية مع افتقاده إلى السوائل المناعية اللازمة لمهاجمة هذه الميكروبات، وذلك لتثبيت الجينات الموجّهة لتكوينها بفعل الجينات المضادة المطعم بها المحتوى الجينى للكائن الحى.

ولا تقتصر الخطورة فى هذه الحالة على الكائن الحى المطعم جهازه الوراثى فقط، بل ينتقل هذا الاختلال الجينى الوظيفى إلى الأجيال التالية بعد ذلك، وإزالة هذا الاختلال لابد من إجراء استئصال جراحى جينى لمجموعة الجينات التى تم إدخالها، وتكمن صعوبة إجراء هذه الجراحة فى احتمال حدوث تلف - ولو قليل جداً - فى المحتوى الجينى يصعب التعامل معه بعد ذلك.

(ج) اختيار طاقم وراثى قابل للتطعيم الجينى:

يراعى فى عمليات التطعيم الجينى أن يكون الطاقم المختار لتطعيمه لا يحتوى على جينات موجّهة لتكوين إفرازات مناعية مدمرة للجينات المطعم بها، ويمكن التغلب على ذلك بإضافة جينات مضادة لتثبيت عمل هذه الجينات، بما يتيح لها أن تعبر عن نفسها.

وقد يجبر الطاقم الوراثى - المختار للتطعيم - الجينات المضادة على الدخول فى

مرحلة كمون طويلة، ومن ثم لا تستطيع التعبير عن نفسها إلا بعد إزالة هذا الكمون، والتي تحدث غالبًا بحركة فجائية مما قد يغير من التعبير الوظيفي للجينات المضافة، ويحولها إلى جينات مدمرة للبنية الجينية للجهاز الوراثي للكائن الحي، وللتغلب على ذلك لابد من إجراء اختبارات جينية قبل عملية التطعيم لمعرفة الأداء الوظيفي للطاقم المراد تطعيمه، أو إجراء عملية التطعيم الجزئي على خلية ما بعد نزعها من النسيج، وفي وسط محاكى للنسيج الحي، وقياس معدل تعبير الجين المضاف عن نفسه، وتحليل الأداء الوظيفي للطاقم الوراثي بعد التطعيم، ومقارنة الأداء قبل التطعيم وبعد التطعيم.

(د) ضمان تعبير الجينات المضافة عن نفسها:

لابد من التأكد من أن الجينات المضافة إلى الدنا الوراثي قادرة على التعبير عن نفسها، وإظهار الصفات المسئولة عنها، وعدم تعرضها للكمون الوراثي الذى يلاشى دورها، وقد يحولها إلى جينات مدمرة، ويمكن التحقق من فعالية الجينات المضافة بنزع خلايا من الأنسجة الحاوية على الأطقم الوراثية المراد تطعيمها، ثم إجراء تجارب أولية على الأطقم الوراثية لتلك الخلايا لاختبار مدى تعبيرها عن نفسها.

ويمكن باستخدام التحليلات الكيميائية معرفة تعبير هذه الجينات من عدمه، عن طريق إجراء الكشوفات الوصفية على المواد المتكونة نتيجة لعمل هذه الجينات، بل ويمكن باستخدام التحليل الكمي معرفة مقدار هذه المواد المتكونة، ولكل جين كمية مثلى من المواد المتكونة يمكن قياسها من خلال جداول خاصة، وبذلك يمكن قياس النسبة المثوية لمدى فعالية هذا الجين.

ويمكن التغلب على انخفاض فعالية جين ما بإضافة مواد كيميائية كمنشطات لعمل هذه الجينات، ولا بد أن تكون هذه المنشطات غير مؤثرة على باقى المحتوى الجيني، حتى لا يحدث ضعف فى الأداء الوظيفي للجهاز الوراثي فى الكائن الحي.



التعقيب الرابع

لقد دخلت هندسة الجينات فى كل مجال، وشملت نواحي عديدة، وأصبحت تطبيقاتها تمثل الأمل فى توفير المزيد من الغذاء الحيوانى والنباتى، والتخلص من الجينات المعيبة، واستخدام الدنا المطعم فى كشف أسرار الحضارات البشرية القديمة، وبعد أبحاث طويلة ودراسات مستفيضة بدأت التطبيقات العلاجية للهندسة الوراثية، من خلال تقنية عالية تُعرف «بالعلاج بالجينات»، والتي تمثل مرحلة متقدمة جداً فى تقنيات العلاج الطبية.

يتميز العلاج بالجينات عن النواحي العلاجية الأخرى بالتعامل على مستوى العوامل الوراثية الخاصة بالمسبب المرضى «الميكروب» والعوامل الوراثية الخاصة بالمرضى، بما يوفر آلية للتخلص من المرض نهائياً، وذلك عن طريق تعطيل الآلية الموجهة للميكروب لإفراز المواد السامة داخل الجسم «التوكسينات» بينما العلاج الكيماوى يهدف إلى إبطال مفعول المواد السامة ذاتها «التوكسينات» وليس التعامل مع المادة الوراثية الموجهة لتكوين تلك السموم.

تم تقنيات العلاج بالجينات على مستويات مختلفة كما يلى:

(أ) استئصال الجينات المعيبة:

قد توجد جينات معيبة بجينوم الكائن الحى، مما يؤدي إلى حدوث اختلال فى الأداء الوظيفى لتلك الجينات، ويؤدى ذلك إلى العديد من الأمراض الوظيفية «الفسىولوجية».

والعلاج الأمثل - فى تلك الحالة - الاستئصال الجراحى لتلك الجينات عن طريق جراحة دقيقة جداً تُعرف «بالجراحة الجينية»، مع مراعاة التحديد الدقيق لموضع الجينات فى الجينوم.

ولتوفير معامل أمان أكبر لتلك العمليات تُستخدم فى إتمام الجراحة الجينية أشعة الليزر، وبأقطار شعاعية دقيقة جداً، وتزداد دقتها فى الانتقال من جدار الخلية إلى جدار النواة ثم التعامل مع الكروموسومات والوصول إلى مستوى الدنا الوراثى، والتابعات المعيبة الموجودة عليه.

بعد استئصال الجينات المعيبة يستعيد الجينوم توازنه وتزول حالة الاختلال الوظيفي.

(ب) إدخال جينات سليمة:

قد لا تفيد عملية الاستئصال الجيني للجينات المعيبة فى عودة الاتزان الوظيفى للخلايا، وفى هذه الحالة لابد من إضافة جينات سليمة طبيعية أو مستنسخة لنفس الجينات المعيبة المستأصلة، ويتم ذلك بنفس التقنية السابقة فى عملية استئصال الجينات المعيبة، ولابد من اختبار أداء الجينات المراد إدخالها فى خلايا تجريبية للحكم على سلوك هذه الجينات فى المحتوى الجينى، وذلك لتلافى الآثار المدمرة التى قد تحدثها الجينات السليمة فى المحتوى الجينى للكائن الحى.

بعد نجاح التجارب الأولية تجرى عملية الاستبدال الجينى للجينات المعيبة بجينات سليمة، مع مراعاة المراقبة الجهازية الدائمة لأيض الخلية، وقياس معدل حدوثه، ومقدار تعرضه للاضطراب.

كما يجب فى إجراء التجارب الأولية قياس مدى مقاومة الجينوم للجينات المضافة، فقد تتم عملية استبدال الجينات المعيبة بجينات سليمة، وتعرض الجينات السليمة للتدمير الكلى من قِبَل جينوم الكائن الحى، إذا كانت مستنسخة وحدث خطأ ما فى عملية الاستنساخ.

أما إذا كانت الجينات المدخلة جراحياً إلى جينوم الكائن الحى - والمستبدلة مكان جينات معيبة - جينات طبيعية، فلا توجد أدنى مقاومة من جينوم الكائن الحى لهذه الجينات، لأنها تمثل نفس الجينات المستأصلة، لكنها تتميز بالنشاط والفعالية، ومن ثم تعمل على تنشيط الوظائف التى تم تثبيطها بسبب حدوث تغير فى تركيب الجينات.

(ج) إدخال جينات جديدة لأداء وظائف جديدة:

يتم إدخال جينات موجّهة لتكوين مواد مهمة لحياة الخلية، ولكنها غير موجودة بجينوم تلك الخلية، وقد يتم اختيار هذه الجينات من خلية أخرى فى أحد أنسجة

الكائن الحى، أو من خلايا كائن حي آخر، وفى حالة اختيار الجينات من نفس أنسجة الكائن الحى لا توجد مشاكل فى تقبل جينوم الخلية لهذه الجينات، والسماح لها بالتعبير عن نفسها.

بينما فى حالة إدخال جينات طبيعية أو مستنسخة من أنسجة كائن آخر، قد تتعرض هذه الجينات للمقاومة من الجهاز المناعى، ويتم لفظها مرة أخرى خارج جينوم الخلية كمواد غريبة، وإن كانت مقاومة السوائل المناعية قليلة بما يسمح ببقاء الجينات المدخلة فى جينوم الخلية المضيفة لهذه الجينات، إلا أن تلك المقاومة القليلة لا تسمح للجينات المدخلة إلى الخلية بالتعبير عن نفسها مما يعرض عملية الإدخال الجينى بالكامل للفشل.

ولا تقتصر عمليات المقاومة للجينات المنقولة للخلية على مقاومة السوائل المناعية، بل قد يوجد بجينوم الخلية - المنقول إليها الجينات - بعض الجينات المضادة للجينات المدخلة، وبمجرد إدخال الجينات تعمل الجينات المضادة - والتي قد تكون كامنة بجينوم الخلية لفترة طويلة - على تدمير تلك الجينات تماماً.

وللتغلب على هذه المشكلة لابد من إجراء جراحة جينية سابقة لإدخال الجينات ذات الوظائف الجديدة لجينوم الخلية، بهدف استئصال الجينات المضادة من الخلية، وذلك إذا كانت تلك الجينات نشطة، أما إذا كانت الجينات المضادة فى حالة كمون فلا بد من استثارتها بدقة، حتى لا تعمل الاستثارة القوية لها على تدمير بعض جينوم الخلية نفسها، ثم استئصالها وهى فى حالة نشاط.

يتم إدخال الجينات ذات الوظائف الجديدة إلى جينوم الخلية باستخدام الجراحة الجينية، والتي سبق شرحها، مع مراعاة تحديد المواضيع على دنا الخلية المنقول إليها، والتي سيتم إضافة الجينات إليها، مع ضرورة التأكد من عدم وجود جينات كامنة بتلك المواضيع سواء كانت مضادة للجينات المضافة أو غير مضادة، أو وجود شفرات موجّهة لعمل بعض الجينات الأخرى بالخلية، حتى لا ندخل وظائف جديدة ونعمل على تلاشى وظائف موجودة أصلاً.

وفى حالة وجود بعض الجينات الكامنة غير المضادة، لابد من إجراء اختبار لمعرفة وظائف تلك الجينات فى حالة نشاطها، فقد يكون لتلك الجينات وظائف مهمة بخلايا الكائن الحى، وقد تكون موجّهة لجينات أخرى، وقد تكون جينات بلا وظيفة، وأهمية وجودها ترجع إلى وضعها كجينات بديلة فى حالة عطب بعض جينات الخلية، حيث يعمل جينوم الخلية ذاتياً باستبدال الجينات المعيبة بها، إما فى نفس مواضع الجينات المعيبة بعد تدمير تلك الجينات، وذلك لفشل إنزيمات الإصلاح الجينى فى تعديل الخلل الذى أصابها، أو فى مواضع أخرى لا توجد بها أى جينات على طول شريط الدنا، والذى يقوم بتحديد هذه المواضع مجموعة إنزيمية كاملة تسمى «إنزيمات التحديد».

يتم استشارة إنزيمات التحديد، التى يتم من خلالها تحديد المواضع التى ستضاف إليها الجينات ذات الوظائف، وقد يتم استنساخ هذه الإنزيمات من خلال البناء الكيميائى لها، ثم إدخال هذه الإنزيمات للتعرف على المواضع التى تحمل الجينات، لكن يفضل استخدام الاستشارة الإنزيمية الطبيعية، حتى لا يحدث تداخل بين الأداء الوظيفى للإنزيمات الطبيعية والإنزيمات المستنسخة.

وفى حالة عدم توافر إنزيمات التحديد بالخلية، يتم استئصال هذه الإنزيمات من خلية أخرى من نفس النسيج، أو من نفس النسيج لكائن آخر، وإدخالها فى أماكنها بالخلية المراد نقل الجينات إليها، وذلك لتوفير آلية طبيعية للتحديد الموضعى على طول شريط الدنا بجينوم الخلية.

(د) عمليات التغيير الجينى الكامل:

قد يصل حد العطب الجينى إلى إصابة أغلب جينوم الكائن الحى، أو جينوم خلية منه، وعند الشك فى عطب الجهاز الوراثى «الجينوم» للكائن الحى، وهو فى بداية تكوينه الجنينى، يجرى استبدال هذا الجينوم بجينوم طبيعى سليم فى نفس المرحلة (الخلية الجنينية الأولية) وقد يتم استنساخ الجينوم المعيب وتعديله وراثياً إلى جينوم سليم، واستبداله بعد ذلك مكان الجينوم المعيب.

تمت العمليات السابقة بعد فشل إنزيمات الإصلاح فى التعامل مع هذا الجينوم المعيب، ولا بد فى هذه الحالة من التأكد من أن العطب الموجود بالجينوم يصعب على إنزيمات الإصلاح التعامل معه.

أما إذا كان عدم إزالة العطب الجينى الموجود ناتجاً عن عدم توافر الكمية المثلى من إنزيمات الإصلاح، أو قلة كفاءة الأداء الوظيفى لها، يتم تنشيط إنزيمات الإصلاح بإضافة منشطات إنزيمية للخلية الجينية، أو إضافة إنزيمات إصلاح جاهزة للعمل الفورى فى الخلية.

تعمل الإنزيمات المضافة على إصلاح الخلل الموجود بالجينوم، واستمراره بعد ذلك فى توجيه العمليات الحيوية.

تتم عملية الاستبدال الجينى لجينوم كائن حى ما بجينوم كائن حى آخر من نفس النوع، أو قريب منه وراثياً، ويستخدم فى إجراء الجراحة الجينية الخاصة باستبدال طاقم وراثى كامل، العديد من أشعة الليزر ذات القطر الإشعاعى الصغير جداً، والمحددة طاقته وطوله الموجى بدقة شديدة، وذلك لخطورة الآثار المترتبة على أى خطأ ولو كان صغيراً جداً فى هذه الجراحة، والذى يؤدى حدوثه إلى وجود خلل وظيفى بالخلية، أو بالكائن الحى، مما يستلزم إجراء جراحة جينية جديدة لإزالة هذا الخلل، لكن قد يكون الأثر الناتج عن هذا أخطر، مما يؤدى إلى تدمير الجهاز الوراثى بالكامل، وتوقف العمليات الحيوية بالخلية الجينية والوصول بها إلى حالة الوفاة.

لا تحدث عمليات الاستبدال الجينى الكامل بنزع جينوم الخلية الجينية، ثم وضع الجينوم البديل، إذ يؤدى ذلك إلى توقف العمليات الحيوية، ووفاة الخلية الجينية قبل إدخال الجينوم الجديد إليها، ولتلافى ذلك تتم عمليات الاستبدال والاستئصال فى وقت واحد.

إن ما يتم من تقنيات الاستبدال الجينى الكامل للجهاز الوراثى للخلية الجينية الأولية، يتم على الخلايا الناصجة فى حالة تعرض الجينوم الخاص بها لحالات

التلف، مثل حالات الإصابات السرطانية، وهى حالات أعقد جراحياً من الخلية الجينية الأولية، إذ يكون التعامل فى هذه الحالة مع العديد من الخلايا فى عديد من الأنسجة، وتوجد نسبة كبيرة من الجينوم كاملة، وتحتاج عملية استشارتها إلى تقنيات ذات تكاليف عالية، وتزداد الخطورة إذا كان العطب الجينى الموجود بخلايا أعضاء حساسة جداً، كخلايا العضلة الصقلية بالقلب، وخلايا المخ والجهاز العصبى.

فى تلك الحالات المعقدة السابقة لابد من إجراء العديد من التجارب الأولية للوصول إلى النتائج الإيجابية، كما يجب فى حالة استخدام الجراحة الفعلية على الخلايا وجود رقابة جهازية دائمة على ميكانيكية سير العمليات الحيوية بالخلايا التى تم استبدال جهازها الوراثى المعيب، أو بعض الجينات المعيبة فى جينوم تلك الأعضاء.

(هـ) علاج حالات الضعف الجينى:

تحتاج الجينات - مثلها مثل أى مركبات عضوية أخرى - إلى مستوى معين من الطاقة يسمح لها بأداء وظائفها، وفى حالة انخفاض مستوى الطاقة عن حد معين تتعرض هذه الجينات لحالات ضعف فى مستوى النشاط المعتاد لها، ويؤثر ذلك على مستوى تكوين المواد التى تتكون تحت توجيه تلك الجينات مثل البروتينات والهرمونات والإنزيمات والدهون والكربوهيدرات والفيتامينات . . . الخ.

يؤثر انخفاض مستوى الطاقة عن الحد الأدنى للجينات إلى إصابة تلك الجينات بحالة ضعف الترابط، والتى تتمثل فى ضعف الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية المتزاوجة على طول شريط الدنا الوراثى، كما يؤثر انخفاض مستوى الطاقة على طول الرابطة، وفى كلتا الحالتين يتعرض شريط الدنا الوراثى لفك ازدواجيته قبل الوصول إلى المستوى الحرارى المطلوب لهذا، وعند الانخفاض الكبير جداً والمفاجئ فى مستوى الطاقة للجينات قد يؤدي إلى فصل شريطى الدنا الوراثى عن بعضهما بسبب كسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية،

وبأقل طاقة حرارية ممكنة (طاقة التفاعلات العادية داخل الخلية)، مما يعرض الخلية بالكامل لاضطراب فوري فى عملياتها الحيوية، ثم موتها.

وفى بعض الحالات التى ينخفض فيها مستوى الطاقة للجينات عن حد معين يؤدى إلى تكسير بعض الروابط، وعدم المساس بروابط أخرى، مما يؤدى إلى تلاشى بعض الجينات تماماً من جينوم الخلية وزيادة نشاط جينات أخرى، وتعرض بعض الجينات الأخرى لحالة كمون وراثى، مما يؤثر على الناحية الوظيفية للخلية، والتى تتمثل فى:

١ - قلة تكوين المواد المستولة عن تكوينها الجينات.

٢ - نقص عمليات الهدم والبناء بالخلية، مما يعرض الكائن الحى للهزال والضعف.

٣ - يؤدى الانخفاض المفاجئ والمتكرر فى مستوى الطاقة إلى زيادة المواد التالفة بالخلية، وزيادة معدل تراكمها، وتعرضها للشيخوخة المبكرة.

٤ - تزداد الخطورة فى حالة تعرض الجينات الموجهة لتكوين بعض الخلايا والمكونات الحساسة جداً بالجسم إلى انخفاض مستوى طاقتها مثل خلايا المخ والعضلة الصقلية بالقلب والخلايا العصبية وسوائل الجهاز المناعى، مما يؤدى إلى فقد التحكم فى كل العمليات الحيوية، وتحول جسم الكائن الحى إلى فريسة سهلة للميكروبات؛ ويؤدى ذلك إلى الوفاة الحتمية إن لم يحدث تدخل جينى فورى عالى المستوى .

٥ - قد ينتج عن عمليات التغيير فى مستوى الطاقة الدناوية^(١) وتكسير وتكوين الروابط سموم «توكسينات» ضارة بعمليات التحول الغذائى وحيوية الخلايا.



(١) الطاقة الدناوية هى الطاقة الموجودة بالدنا الوراثى، والتى تسمح له بأداء وظائفه.

التعقيب الخاص

لقد ساهمت تقنيات الهندسة الوراثية مساهمة كبيرة الأثر فى إنتاج العديد من الأدوية، والتي حقق إنتاجها منفعة كبيرة للبشرية.

فالمادة الدوائية إما أن تكون عشباً طبيياً أو مركباً تخليقياً، وكلاهما يمكن أن يصيب الجسم بالضرر، فبعض الأعشاب الطبية تحتوى على بعض السمية، كما أن المركبات التخليقية لها آثار سلبية ضارة بالأنسجة والخلايا.

لذلك كان لابد من جديد فى أبحاث الدواء للتخلص من تلك السليبات، ولذلك لجأ باحثو الدواء إلى البيوتكنولوجيا الوراثية (الهندسة الوراثية) لارتياح هذا المجال الذى يهدف إلى التعامل مع المسبب المرضى من منظور وراثى.

من هذا المنطلق بدأت المحاولات العلمية لإنتاج العديد من «الأدوية الجينية» باستخدام تقنيات وراثية متعددة، ومن هذه المواد الدوائية التى تم إنتاجها باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية:

الأجسام المضادة، وبيروكيناز، وسوماتوستاتين، وثاوماتين، ولقاح الأنفلونزا، والأنسولين البشرى، ولقاح التهاب الكبد الفيروسي (ب)، ولقاح الجذام... إلى آخر هذه المواد المنتجة بتكنولوجيا الجينات، والتي ستعرض لبعضها بشيء من الإيجاز:

- الأجسام المضادة:

الأجسام المضادة هى بروتينات خاصة تقوم بالدفاع عن الجسم ضد الجراثيم، ومن ثم فهى من وسائل الطب الوقائى، كما يمكن إنتاج أجسام مضادة محددة للنسل عن طريق استعمال بروتين (مخلوق بواسطة تكنولوجيا الجينات) مضاد لذيل الحيوان المنوى الذى يتحول إلى حيوان منوى عاجز عن الحركة، ومن ثم يفشل فى الوصول إلى البويضة ليخصبها.

- بيروكيناز:

هو إنزيم له القدرة على إذابة الجلطات الدموية، والذى يعمل على توجيه وتكوين هذا الإنزيم هو أحد الجينات، وقد تم دراسة برنامجها الوراثى وتحميله على البكتيريا.

وقد استطاع فريق بحثى بشركة «إيجوت» الأمريكية للدواء إنتاج البيروكيناز باستخدام التقنية السابقة، وإن كانت تكاليف إنتاجه مرتفعة، وهذا يؤثر على الكمية المطروحة منه بالأسواق، لكن العلماء يأملون أن يتوصلوا إلى تقنيات أقل تكلفة مع تقدم الأبحاث.

- سوماتوستاتين:

هرمون بسيط يتكون من سلسلة قصيرة من الأحماض الأمينية، تبلغ أربعة عشر حمضاً أمينياً، وتفرزه غدة «الهيپوثلاموس» بالمخ، ووظيفته منع إفراز هرمون النمو وهرمونات الغدة النخامية، كما يقوم بدور المنظم لهرمونات البنكرياس والمعدة والأمعاء، وقد استطاعت شركة «جينيتك» إنتاج هذا الهرمون صناعياً لاستخدامه فى المجالات الدوائية.

- ثاوماتين:

بروتين بسيط يتكون من سلسلة قصيرة من الأحماض الأمينية، وهو ذو طعم فائق الحلاوة (أحلى من السكر بثلاثة آلاف مرة)، وحلاوته الفائقة هذه مفيدة لمرضى البول السكرى للاستغناء عن «السكرين» الذى يُشك فى تأثيره، كما أنه مادة سهلة الهضم.

وتحاول العديد من شركات الجينات تصنيع هذا البروتين عن طريق تقنية «الدنا المطعم» وطرحه فى الأسواق للاستخدام.

- لقاح الأنفلونزا:

الأنفلونزا مرض فيروسى واسع الانتشار، والفيروسات المسببة للأنفلونزا عديدة، ومن ثم فصناعة لقاح لنوع واحد من هذه الفيروسات سيكون عديم الفائدة لتعدد الفيروسات المسببة للأنفلونزا، لذا فقد اتجه الباحثون إلى صناعة لقاح شامل لكل الأنواع الفيروسية المسببة للأنفلونزا عن طريق كشف البرنامج الوراثى لكل جين مسئول عن الإصابة، ثم الوصول عن طريق ذلك إلى صناعة جينات مضادة لتثبيط عمل تلك الجينات، أو إجبارها على الكمون الدائم.

ومن الشركات الرائدة فى أبحاث فيروسات الأنفلونزا شركة «سيرل» الدوائية حيث سبق لها استنباط لقاح ضد الأنفلونزا من فيروسات كاملة، تمت زراعتها فى مزرعة، ثم أبطل مفعولها لتصبح عاجزة عن نقل المرض، مع الإبقاء على شكلها الخارجى للحفاظ على مواقع التعرف للأجسام المضادة، مما يسمح بمهاجمتها بمجرد دخولها إلى الجسم، وتكوين أجسام مضادة ذات كفاءة عالية تهاجم أى فيروسات أخرى «ناقلة للمرض».

- لقاح التهاب الكبد الفيروسي (ب) :

سُمح بتداول هذا اللقاح فى الولايات المتحدة الأمريكية، بتصريح من هيئة الأدوية والأغذية الأمريكية عام ١٩٨٦م، وقد قامت بتصنيع هذا اللقاح شركة «ميرك» للأدوية بولاية «نيوجرسى» الأمريكية بالتعاون مع شركة «شرون» المتخصصة فى أبحاث الهندسة الوراثية بولاية كاليفورنيا، وقد أطلق على اللقاح الجديد اسم (ريكومبيفاكس - ه . ب) "Recombivax" أما عملية تخليق هذا اللقاح باستخدام الهندسة الوراثية فقد تمت بأخذ جين من فيروس (ب) الكبدى، ثم تحميله على خلايا الخميرة، حيث تتكاثر هذه الخلايا منتجة بروتيناً مشتقاً من الفيروس، وهو أساس صناعة اللقاح الذى أنقذ الكثيرين ممن كان يفتك بهم هذا الفيروس، والذين كانوا يبلغون مئات الآلاف.

- لقاح الجذام :

توجد جراثيم الجذام فى الإنسان والفئران وحيوان المدرع (فى الدم) وقد قام علماء الهندسة الوراثية بصناعة لقاح له مستخدمين فى ذلك دم حيوان المدرع، وتمت تجربته على (١٠٠,٠٠٠ شخص) من سكان ملاوى، وعدد مماثل من سكان القارة الهندية.

وتتم هذه التقنية بأخذ الجينات المطلوبة وتحميلها على بكتيريا «إيشيرشيا كولاي» (E.coli).

- مواد دوائية أخرى:

يوجد العديد من المواد الدوائية التي تم إنتاجها عن طريق تقنيات الهندسة الوراثية كهرمون الأنسولين، وبروتين الإنترفيرون، كما تم التوصل إلى إنتاج لقاحات للكوليرا والتيفود والملاريا.

وقد نجح فريق بحثى فى إنتاج لقاح جديد لمنع الحمل يتكون من جزء من هرمون «جوناودوتروبين» المشيمى الإنسانى، تحقن به المرأة فيعمل الجهاز المناعى على تكوين أجسام مضادة له تعمل على مهاجمة البويضة المخضبة وتدميرها، كما أن المبيض يفشل فى نفس الوقت فى إنتاج هرمون «البروجسترون» المهم فى عملية التبويض.

إن ذلك يعنى أن تُحقن المرأة بحقنة واحدة من هذا اللقاح فى السنة بدلاً من تناول قرص يوميًا، ناهيك عن الآثار الجانبية (تجلط الدم، زيادة وزن، غثيان، قىء) التى تحدث نتيجة لاستخدام الأقراص، والتى تسبب اضطرابًا بالطمث.

هذا هو الدور الذى لعبته الهندسة الوراثية فى أبحاث الدواء، وسنرى فى المستقبل الكثير من تطبيقات هذا العلم، وهذا ما سيتضح نتيجة لآثار الاستنساخ الحيوى على صناعة الدواء.



التعقيب السادس

تساهم البيئة - بما تحتويه من عناصر ضارة - فى إحداث العديد من أنواع السرطنة الخلوية، وتسم تلك المسببات بوجودها الطبيعي فى البيئة دون تدخل الإنسان كالأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، وكإشعاعات الرادون التى تصدر طبيعياً عن بعض الصخور، أو نتجت عن تدخل الإنسان بالتغيير والتحويل فى النظام الطبيعي القائم كالغازات الكيماوية المتصاعدة من أذخنة المصانع، والمخلفات الصناعية السائلة التى تلقى فى مياه الأنهار، وزيادة التعرض للرادون فى المناجم، واستخدام المواد الدوائية المخلفة فى العلاج، والمبيدات الكيماوية الحشرية للتخلص من الحشرات المسببة للأمراض النباتية، أو التخلص من الحشرات المنزلية.

كيفية تأثير عوامل البيئة المسرطنة:

أولاً: المسببات البيئية المسرطنة:

١ - الأشعة فوق البنفسجية:

تصدر الشمس العديد من الإشعاعات الكونية إلى الفضاء الخارجى، حيث تكون كواكب المجموعة الشمسية هى الأقرب تعرضاً لتلك الإشعاعات، والأرض كواحدة من تلك الكواكب تتعرض للعديد من الإشعاعات، والتى يكون بعضها مفيداً كطاقة ضرورية لعمليات التمثيل الضوئى للنبات، مما يسمح للحياة بالاستمرار على سطح الأرض، كما تعمل الأشعة الأخرى على تدفئة التربة، وتبخير الماء من الأسطح المائية الموجودة على سطح الأرض، والتى تشكل أكثر من (٧٠٪) من مساحتها.

لكن بعض الأشعة الشمسية قاتلة للكائنات الحية على سطح الأرض، ويحدث بعضها الآخر أنواعاً من السرطانات فى الجلد، ولكى يقي الله الأرض من تلك الإشعاعات القاتلة: أحاطها بغلاف جوى يعكس العديد من هذه الأشعة إلى الفضاء الخارجى.

من هذه الأشعة الضارة بالكائنات الحية - ولاسيما الإنسان - الأشعة فوق

البنفسجية، والتي يتم حمايتها منها بواسطة طبقة الأوزون ذات التركيب الأكسجيني الثلاثي (O₃)، لكن قليلاً من هذه الأشعة كان يصل إلى سطح الأرض محدثاً بعض حالات سرطان الجلد، لكن التقدم الصناعي الذي شهده الإنسان مؤخراً أضاف العديد من المواد الكيماوية التي أتلفت طبقة الأوزون وأزالت مساحات من أغطية الحماية الأوزونية التي تقوم بحمايتنا من أخطار الأشعة فوق البنفسجية.

التركيب التشريحي للجلد:

يمثل الجلد الغطاء الخارجي الذي يغلف كل الأنسجة والأعضاء، ومن ثم فهو يقوم بحماية الأعضاء الداخلية للجسم، كما يساهم في عملية الإخراج لبعض نواتج التمثيل الغذائي داخل خلايا الجسم، كالماء الزائد والأملاح.

للجلد دور أساسي في عملية الإحساس من خلال نقل المؤثرات البيئية من البيئة الخارجية إلى المخ، ويتم ذلك من خلال المنظومة العصبية المنعكسة حيث تستقبل الخلايا العصبية الحسية المؤثرات البيئية كالحرارة والضوء... إلخ، ويعمل على نقلها من خلال شبكة الأعصاب الحسية إلى مراكز التحكم في المخ، حيث يتم تحليل تلك الإشارات العصبية لاتخاذ القرار اللازم لمواجهة المؤثر البيئي، والتي تتخذ صورة الاقتراب أو الابتعاد عن المصدر البيئي.

يتركب الجلد من الطبقات التالية:

(أ) طبقة الأدمة:

خلايا قرنية متجمدة تعمل على حماية الأجزاء الداخلية في الجلد، كما تحفظها من الجفاف وتحميها من المؤثرات الخارجية السيئة.

(ب) طبقة البشرة:

تتكون البشرة من خلايا مسامية لتساعد في التخلص من فضلات التمثيل الغذائي، والتي يتم التخلص منها عن طريق خلايا خاصة تُعرف «بالغدد العرقية»، والتي تعمل على امتصاص السوائل العرقية لتسلك قناة مرور تمتد من الخلايا المرشحة للعرق حتى تصل إلى المسام الموجودة بالجلد.

(ج) طبقة الخلايا القاعدية:

تمثل هذه الطبقة غشاء ارتكاز قاعدى لما فوقها من خلايا، كما تمثل محور التلامس بين خلايا الجلد وغيرها من الخلايا التى تكون أسفلها.

ميكانيكية سرطنة الأشعة فوق البنفسجية لخلايا الجلد:

تعمل الأشعة فوق البنفسجية على طفور بعض الجينات فى جينوم خلايا الجلد، وذلك من خلال التأثير على القواعد الأزوتية الموجودة فى شريط الدنا الوراثى الخاص بخلايا الجلد، حيث تتكون من ثنائيات الثايمين (T = T)، ويعتبر تكونها حالة شاذة فى الترتيب الأزوتى الدناوى، مما يؤثر فى خواص الجين الذى حدثت به الطفرة، والذى يتكون على الأقل من ألف قاعدة آزوتية، ومن ثم يمكننا القول بأن تتابع ثنائيات الثايمين تمثل البصمة الشفرية للأشعة فوق البنفسجية، ويفيد ذلك فى عمليات تشخيص مرض السرطان بهدف تحديد المسبب له، حيث يدل وجود ثنائيات الثايمين على التأثير المسرطن للأشعة فوق البنفسجية.

يؤدى الطفور فى جينوم خلايا الجلد إلى تحفيز سرطنة هذه الخلايا من خلال انقسامها المتكرر غير المنتهى، أو تثبيط البروتينات المناعية التى يؤدى وجودها إلى إعاقة النمو السرطانى.

لقد اتضح من الدراسات العديدة التى أجريت أن الأشعة فوق البنفسجية تؤدى إلى طفور الجين (P53) والذى يشفر لتكوين البروتين (P53) الذى يؤدى لانتحار الخلايا السرطانية مانعاً - بذلك - الانتشار السرطانى.

إن حدوث طفور فى الجين (P53) يعنى فقد الخلايا لإحدى قدراتها المضادة لمرض السرطان، وهى تعتبر بالنسبة لها الوسيلة الأخيرة للتخلص من الدمار السرطانى الذى سيصيب خلايا النسيج بأكمله، بل ويمتد من خلال الخلايا السرطانية المتقلة ليصيب أنسجة أخرى، ويأخذ ذلك مظهر الخلايا الجلدية المحترقة فى بعض الأحيان.

تقوم خلايا الجسم - كنتيجة منطقية للتلف المحيط بها - بتصحيح التباينات الأزوتية الشاذة، والمسببة للطفور في الجين (P53) والتي نعنى بها ثنائيات الثايمين (T = T) من خلال منظومة إنزيمية متكاملة تُعرف «بإنزيمات الإصلاح والصيانة».

تم عملية الصيانة للدنا الطافر بارتباط إنزيمات بتر آزوتى حول ثنائيات الثايمين (T = T) وتُعرف تلك الإنزيمات والتي تعمل على كسر ثنائيات الثايمين فى موقعها على طول شريط الدنا الوراثى «بإنزيمات البتر» Endonucleases ثم ترتبط إنزيمات الإزالة بثنائيات الثايمين Exonucleases والتي تعمل على إزالة ثنائيات الثايمين، ليظل موقعهما خاليًا من أية تباينات آزوتية، ومن ثم لا بد من إضافة القواعد الأزوتية الصحيحة إلى الموقع الخالى من التباينات الأزوتية، ويتم ذلك بارتباط إنزيمات بلمرة الدنا الوراثى (D.N.A) بالقواعد المكملة على الشريط الآخر المكمل مضيفة قواعد جديدة فى الموقع الخالى بناء على خاصية التكامل بين القواعد الأزوتية فى الشريطين.

بعد إتمام عملية بناء قواعد جديدة فى الفراغ الدناوى، يتم ربط القواعد الجديدة بما قبلها وما بعدها من قواعد آزوتية من خلال «إنزيمات الربط» (Ligase) ليتم بذلك تصحيح الخطأ الناتج عن الطفور بواسطة الأشعة فوق البنفسجية إذا تعطلت ميكانيكيات الإصلاح تلك، فإن معدل إصابة الخلية بأمراض السرطان يكون كبيراً، بينما تكون تلك الإصابة قليلة كلما كانت ميكانيكية الإصلاح أقل كفاءة.

لقد ثبت بالعديد من الدراسات وجود صلة وثيقة بين الإصابة ببعض الفيروسات البشرية، وبخاصة الفيروسات المسببة للخلل النسيجي الثؤلى، وبين ارتفاع معدل الإصابة بمرض السرطان عند التعرض للأشعة فوق البنفسجية، وتظهر التآليل فى صورة نموات صغيرة كروية على سطح الجلد، وينبغى العلاج من هذه التآليل، وبخاصة الذين يتعرضون فترات طويلة لأشعة الشمس كالمزارعين، والرعاة فى الصحارى... إلخ.

ورغم أن العلماء استطاعوا كشف الصلة الوثيقة بين النمو الثؤلى الفيروسى

وارتفاع معدل الإصابة بمرض السرطان عند التعرض للأشعة فوق البنفسجية إلا أن ميكانيكية حدوث ذلك لم تكن مفهومة لفترة ليست بالقليلة، ولكن الباحث هولى وزملاءه بالمعهد الوطنى الأمريكى للسرطان استطاعوا أن يثبتوا قدرة فيروس النمو الثؤلى على تكوين بروتينات تؤدى إلى تثبيط البروتين (P53) الكابت للورم السرطانى، مما يتيح للورم أن يكاثر نفسه وينمو ويزداد حجمه.

٢ - أشعة الرادون:

الرادون أحد الغازات الإشعاعية عديمة الرائحة واللون، وينبعث تلقائياً من صخور القشرة الأرضية، وهو - كغاز - سريع الانتشار، مما ينبئ بكارثة فى حالة انبعائه فى أرض أهلة بالسكان، حيث يدخل مع هواء الشهيق إلى الرئتين محدثاً سرطان الرئة، وتزداد خطورة التعرض لغاز الرادون فى المناجم، حيث يكون معدل انبعائه من صخور القشرة الأرضية مرتفعاً، كما يساعد عدم وجود تيارات هوائية صاعدة إلى سكون الغاز وتشبع جو المناجم به، مما يجعل عمال المناجم فى حالة استنشاق دائمة له، وتصبح إصابتهم بسرطان الرئة شيئاً مؤكداً.

٣ - الإشعاع النووى:

تتميز الأشعة الناتجة عن التفجيرات النووية بعظم الطاقة التى يحتوى عليها الشعاع النووى، مما يجعل قدرته عالية على إحداث تأيين فى جزيء الدنا محدثاً له العديد من الطفرور، مما يرفع معدلات الإصابة بأنواع مختلفة من السرطان.

لذلك لابد من وضع أطر خاصة للأمان النووى، تتضمن إقامة المنشآت النووية بعيداً عن الأماكن السكنية، وأن تكون تلك المنشآت محاطة بسياج واحد من المواد الرصاصية لمنع نفاذ الإشعاع النووى إلى خارج المنشآت النووية.

لقد كنا فى الماضى نخشى من جرعات الإشعاع النووى المرتفعة، لكن ثبت مع تقدم الأبحاث أن للجرعات المنخفضة تأثيراً مسرطناً، وهذا سيزيد حذرنا عند التعامل مع أى جرعات نووية، ففى إحدى الدراسات التى أجريت على بعض الأماكن البعيدة عن مفاعل تشيرنوبل النووى والذى انفجر فى الاتحاد السوفيتى -

سابقاً - عام ١٩٨٦م، ثبت أن (١٪) من سرطان ابيضاض الدم قد نتج عن التعرض للجرعات المنخفضة، وقد زادت هذه النسبة حتى وصلت إلى ذروتها في المنطقة الموجود بها مفاعل تشيرنوبل .

إن دولاً عديدة قد دخلت إلى المجال النووي دون الإعلان عن ذلك، وتفكر دول أخرى في أن تكون دولاً نووية لحماية أمنها القومي والاستراتيجي، وبخاصة بعد التفجيرات (الهندية - الباكستانية)، وقد تجاهلت الدول أهم بُعد في أمنها، وهو البعد البيولوجي، والذي يتمثل في ثروة تلك الدول من الكائنات الحية المختلفة، وبخاصة الإنسان .

إن القضية لا تتعلق بالكائنات الحية الموجودة الآن فقط، ولكنها أيضاً تتعلق بجميع الأجيال التالية .

إنني لفي عجب من الاستراتيجيات الخاطئة لتلك الدول . . . أي أمن هذا الذي يهمل أهم نوع من أنواع الأمن، والذي يمس حياة الإنسان ذاته، ووجوده في بيئته؟! .

- ما جدوى وجود إنسان مصاب بأكثر من نوع من أنواع السرطان؟

- ماذا سيستطيع أن يقدمه لمجتمعه ولل بشرية كلها؟

- هل يمكن أن يقوم أمن على حساب صحة الإنسان؟! .

لا شك أننا في حاجة إلى تقنين لكي نحدد الاستخدام النووي فقط في المجالات السلمية كالاستخدامات الطبية التشخيصية والعلاجية، واستخدام الطاقة النووية ذات معامل الأمان المرتفع في تحلية مياه البحر .

٤ - المبيدات الحشرية:

تضاف المبيدات الحشرية إلى النباتات كوسيلة لمقاومة الآفات التي قد تصيب تلك النباتات، والتي تؤدي إلى تلف النباتات وإصابة المحصول، ولذلك تضاف المبيدات كمواد كيميائية سامة وقاتلة للحشرات، لكن أثرها يتجاوز الهدف المحدد لها

«الحشرة» ليؤثر على النبات أيضاً، مسمماً أنسجته، حيث تتراكم بداخل تلك الأنسجة العديد من المواد السامة والتي تصيب الخلايا البشرية عند تناولها بالطفور الذى يؤدي إلى حدوث السرطان وبخاصة سرطان الرئة، ومن أخطر أنواع تلك المبيدات مركب (D.D.T).

إن ذلك يدعونا إلى مراجعة أنفسنا، والوصول بقرارنا إلى المستوى الأمثل. لنحقق فى النهاية ما يفيدنا، ويتحقق ذلك بالبحث عن البدائل المطروحة للتخلص من السلبيات الموجودة، فمن خلال العديد من التقنيات الوراثية يمكننا مقاومة الآفات الحشرية التى تصيب النباتات دون وجود أية جوانب مرضية يمكن أن تنتج عن ذلك.

٥ - عوادم السيارات وغازات المصانع:

تحتوى عوادم السيارات وغازات المصانع على مواد كيميائية ضارة بالخلايا الحية، حيث تؤثر هذه المواد على التركيب الكيماوى الدناوى، مما يغير من التتابعات الشفرية به ويحدث به العديد من الطفور، ولاسيما فى الجينات التى تشفر للبروتينات المناعية، والتى يؤدي حدوث خلل بها إلى ضعف المناعة الذاتية لمقاومة المواد الضارة، والعمليات الحيوية الشاذة، والتى تؤدي فى كثير من الأحيان إلى إحداث السرطنة بالعديد من الخلايا.

تزداد درجة الخطورة، ويرتفع معدل الإصابة بمرض السرطان إذا ما كانت المركبات الكيماوية - المنطلقة مع عوادم السيارات وغازات المصانع - مركبات كيميائية حلقيه، أو تحتوى على مادة الكلورين، والتى تتصاعد من وحدات المعامل بالمصانع، أو على مستوى أكبر من المصانع الخاصة بإنتاج تلك المادة أو المواد المحتوية عليها.

من أنواع السرطان التى يرتفع معدل الإصابة بها عند وجود المركبات الكيماوية الحلقيه: سرطان الثدي، ويرجع ذلك للتأثر الشديد الذى يلحق بهرمون الأستروجين الأثنوى والذى يفرزه المبيض، ويعمل على إضفاء ملامح ومظاهر الأنوثة على

الأنتى كطول الشعر ونمو الثديين والأرداف، ومن ثم فأى اختلال سيحدث بهرمون الأستروجين سينشأ عنه اختلال فى الوظائف المسئول عنها هذا الهرمون، والتي منها النمو الطبيعى للثدى، بينما فى حالة النمو غير الطبيعى (لتأثر هرمون الأستروجين) فإن بعض خلايا الثدى تنقسم انقساماً مفرطاً غير منتظم، مما يؤدي إلى تكوُّن الأورام السرطانية بخلايا الثدى، وتزداد الخطورة إذا ما تعرضت خلايا الغدد والمسالك اللبنية لمعدل عالٍ من عمليات السرطنة، وهذا يؤثر ليس فقط على الأم، بل يؤثر على الجنين أيضاً، من خلال السائل اللبنى غير الطبيعى، والذي يتم إفرازه من خلايا غدية غير سليمة.

كما سُجلت حالات سرطانية أخرى ناتجة عن تأثير عوادم السيارات وغازات المصانع المتصاعدة، ومن تلك الأنواع السرطانية: سرطان الكبد والجلد والرئة والأنف وبيضاض الدم، وقد سُجلت حالات سرطان الرئة أعلى نسبة بين أنواع السرطانات المختلفة، وهو من أخطر أنواع السرطان.



التعقيب السابع

لنبدأ معاً في التعرف على مدى استخدام هذه التقنيات الوراثية في عالم النبات، وكيف يستفيد الإنسان من هذا الاستخدام سواء كان ذلك بطريق مباشر أو غير مباشر.

ليس للنبات جهاز مناعى يستطيع من خلاله أن يقاوم ما يصيبه من آفات، لكنه يستعاض عن ذلك بإفراز مواد سامة، أو منفرة ذات رائحة كريهة. وقد تم دراسة المحتوى السّمى في البروتين السام الذى تفرزه بكتيريا «باسيلص سارنجنسز»^(١) والذى يكون موجهاً للحشرات حرشفية الأجنحة كفراشات دودة ورق القطن وديدان اللوز، ولقد استطاع العلماء من خلال دراساتهم لهذا البروتين التأكد من عدم سميته للإنسان أو لحيوانات المزرعة، ثم قاموا بعزل هذا الجين الذى يشفر لهذا البروتين السام ونقله إلى نبات «الطباق» ليصبح هذا النبات مقاوماً للحشرات ذاتياً بدون استخدام مواد كيميائية، لأنه أصبح مهندساً وراثياً لهذا الهدف، وهذا ما تهدف إليه الهندسة الوراثية من توظيف الطاقم الوراثى لهدف معين، وهناك تجارب جارية بالفعل لتطبيق هذه التكنولوجيا على نبات القطن ليكون مقاوماً لديدان القطن، وعلى نبات اللوز ليكون مقاوماً لديدان اللوز، وربما يستغرق ذلك سنوات عديدة، لكن الأمل باق فى إنتاج نباتات مقاومة للحشرات، ومن ثم يمكننا التخلص من التلوث وآثاره السيئة على البيئة والإنسان.

إن ثمة أفكاراً عديدة تراود علماء الهندسة الوراثية، وكل المؤشرات تؤكد ارتفاع نسبة نجاحها، فهناك آمال كبيرة معقودة على نقل جين من حيوانات القطب الشمالى إلى حيوان بالمنطقة الاستوائية، والعكس، ومن ثم يمكن للإنسان إقامة مزارع حيوانية لأى نوع من الحيوانات يريده بعد تعديل طاقمه الوراثى بتطعيمه بجين يمكن الحيوان من الحياة فى هذه البيئة.

إن العملية كلها تتطلب إيلاج هذا الجين المرغوب داخل الطاقم الوراثى للكائن الحى، وهو ما يُعرف «بالجراحة الجينية».

(١) نوع من البكتيريا تفرز بروتيناً ساماً.

لقد تمكن عالم الهندسة الوراثية «كريس سومرفيل» بمعهد «كارنيجي» بكاليفورنيا - بعد ست سنوات من البحث العلمى - من استنباط نباتات مهندسة وراثياً لإنتاج بعض أنواع البلاستيك المسمى «بولى هيدروكسى بيوترات» (P.H.B)، وهو ما يشبه - إلى حد كبير - نوع البلاستيك المستخدم فى المنازل (P.V.C) ويمتاز عنه بقابليته للتحلل بعد فترة زمنية قصيرة تصل إلى ستة أيام، بعكس (P.V.C) الذى يحتاج إلى سنوات عديدة لكى يتحلل.

لقد كان العالم سومر شديد الملاحظة للبكتيريا المنتجة لمادة (P.H.B)، واستطاع أن ينقل الجين المشفر لهذه المادة إلى الطاقم الوراثى الخاص بنباتات العائلة الخردلية، وهناك آمال كبيرة معقودة على نقل جينات الـ (P.H.B) إلى نباتات مثل القمح والبطاطس والطماطم.

وثمة تجارب أخرى تجرى على النباتات ذات القدرة على التمثيل النيتروجينى (لها القدرة على تثبيت النيتروجين من الجو) لكشف الطاقم الوراثى المتحكم فى ذلك، ثم إيلاجه فى الأطقم الوراثية للنباتات التى تفتقر إلى هذه الأطقم الوراثية، ومن ثم يمكن إنتاج نباتات تقوم بتسميد نفسها ذاتياً.

لقد استحوزت مشكلة توفير الغذاء للبشرية على فكر علماء الهندسة الوراثية منذ بزوغ هذه التقنية، وبدأ فكر العلماء يتجه إلى محاصيل ذات أهمية قصوى للإنسان فى غذائه كالأرز والقمح.

وقد كان للمعهد القومى لبحوث الأرز بالفلبين تجارب رائدة على نبات الأرز، فقد أعلنت إدارة المعهد فى نهاية عام ١٩٩٥م عن توصل الفريق البحثى بالمعهد إلى نبات أرز يعطى ثماراً ذات حجم كبير ومعدل إنتاجية وفيرة، وقد بلغت نسبة نجاح التجربة كما أعلنها المعهد (٢٥٪) وكان ذلك يرجع للصعوبات البالغة التى واجهت الباحثين فى تعاملهم مع الصفات الكمية لنبات الأرز، فالأطقم الجينية الحاكمة لهذه الصفات متعددة وذات فعل متداخل، ومن ثم فهناك صعوبة فى فصل هذه الجينات، ونقلها من نباتات برية إلى نبات الأرز، ويأمل علماء الهندسة الوراثية فى

تطبيق نفس التقنية على نبات القمح مما يعنى توفير الغذاء للكثير من الأفواه الجائعة والتي لا تمتلك قوت يومها من هذا المحصول المهم.

وقد استطاع مؤخراً علماء الوراثة - فى مؤسسة «روكفلر» للأبحاث الزراعية بنيويورك - فصل الأطقم الوراثية المتحكمة فى الصفات الكمية من نبات برى قريب إلى الطماطم، ونقل هذه الأطقم الوراثية إلى أنواع الطماطم المستزرعة، ثم إجراء تزاوج بين الهجين الناتج والنبات المستزرع.

وقد تأكد الباحثون من استقرار الأطقم الجديدة فى نبات الطماطم وقدرتها على التعبير عن نفسها، مما عمل على زيادة حجم الثمرة بنسبة (٨٪) كما ارتفع إنتاج المحصول بنسبة (١٠٪).

ولم تكتف المؤسسة بهذا، بل تجرى أبحاثها حالياً لتطبيق نفس التقنية على نباتى الذرة والأرز؛ بهدف الحصول على نباتات ذات مواصفات خاصة مرغوبة.



التعقيب الثامن

يمكننا الاستفادة من الهندسة الوراثية وتجارب الاستنساخ الحيوى فى تخوير الطاقم الوراثى لكائن ما، بهدف تسخير هذا الطاقم الوراثى لإنتاج بروتينات بشرية علاجية، وهذا يجعلنا نتخلص من الطرق التقليدية لإنتاج هذه البروتينات والتي كان من أهمها:

١ - الحصول على كميات كبيرة من دم متبرع:

يتم فى هذه التقنية عملية تجميع بيوكيميائى للبروتينات العلاجية المطلوبة لكن هذه الطريقة محفوفة بمخاطر النقل الميكروبى للمتفعين بهذه البروتينات، فثمة تخوف من انتقال الفيروس المسبب لمرض الإيدز (HIV) وفيروس الالتهاب الكبدى (C) خلال هذه الطريقة.

لقد أدى الجدل الواسع الذى أثير فى الولايات المتحدة الأمريكية وأوربا حول انتشار مرض تنكس الجهاز العصبى «كروتسفلت جاكوب» إلى سحب العديد من البروتينات المنتجة بهذه الطريقة من الأسواق.

لكل ذلك حاول مهندسو الكيمياء الحيوية وباحثو الدواء إيجاد مشطبات للنموات الميكروبية داخل البروتينات المنتجة بهذه التقنية، إلا أن هذا لم ينجح فى التخلص التام من العوامل المرضية.

٢ - استزراع الخلايا المنتجة للبروتينات:

تستخدم فى هذه التقنية مفاعلات حيوية عبارة عن أوعية كبيرة من فولاذ غير قابل للصدأ، وبداخلها سائل النمو «الذى تنمو به الخلايا»، ويتم وضع الجهاز تحت ظروف تحكم قوية ومعقدة إلكترونياً، وبالرغم من كون هذه التقنية أكثر أماناً من عملية التجميع الحيوى للبروتينات من الدم، إلا أنها أكثر تكلفة.

إن العديد من الأمراض فى حاجة لمثل تلك البروتينات، فالمصابون بالناعور يحتاجون إلى أحد العوامل الداخلة فى عملية تخثر (تجلط) الدم، كما يحتاج البعض الآخر إلى كميات إضافية من البروتين (C) لدعم ما لديهم من مخزون ضعيف منه، وهذا البروتين (C) مهم جداً لمن يجرون عمليات الاستبدال المفصلى.

وهناك الكثيرون ممن يعانون من السكتات المخية والنوبات القلبية، ولا بد لهم من توافر بروتين «منشط البلازمينوجين» (Plasminogen Activator) المذيب للجلطات الدموية.

ورغم الأهمية القصوى لتلك البروتينات العلاجية، إلا أن إنتاجها بإحدى التقنيتين السابقتين صعب للغاية، وذلك لوجود هذه البروتينات بكميات صغيرة في الدم، وصعوبة استزراع ومعاملة الخلايا المنتجة لها.

لذا كان لابد من حل لمشكلة الحصول على هذه البروتينات، وهو ما قام به الفريق البحثي الذي تكوّن من الباحثين: «فلاندر»^(١)، و«لوبون»^(٢)، و«دروهان»^(٣).

لقد أجرى الباحثون الثلاثة دراسات وتجارب عديدة بهدف توظيف الأظقم الوراثية للكائنات الحية لإنتاج البروتينات المعالجة، ومن ثم تحويل الأنسجة الحيوية إلى مفاعلات ذات تحكم وراثي تستخدم كبديل لمفاعلات الفولاذ وتتميز عنها بالأمان الحيوي والإنتاج الفائق وقلة التكلفة.

إن تحويل الأظقم الوراثية للكائنات الحية يعني إحداث توجيه لهذه الأظقم الوراثية نحو أغراض محددة «إنتاج البروتينات المعالجة» وهذا يتطلب إجراء اختبارات دقيقة لجينوم^(٤) النسيج المختار في التجربة لضمان عدم تكون بروتينات ضارة.

لقد سبق فلاندر وزميلييه تجارب عديدة أجريت في نفس المجال، لكنها لم تبلور في صيغتها النهائية، وذلك لوجود معوقات كثيرة، وقد كان على فلاندر وفريقه البحثي دراسة تلك التجارب بدقة لمعرفة المعوقات ومحاولة تلافيتها.

في عام ١٩٨١م أثبت الباحث «كوردن» وفريقه البحثي بجامعة «يال» أن جينوم الجنين الأول للفأر يمكنه تقبل قطع جينومية من جينوم آخر، وفي نفس العام

(١) أستاذ هندسة الكيمياء الحيوية بمعهد «فرجينيا» للتقنية الوراثية.

(٢) أستاذ بمعهد الصحة الوطني الكيميائي.

(٣) أستاذ ورئيس قسم مشتقات البلازما بمركز هولاند الأمريكي.

(٤) الجينوم هو محتوى الكائن الحي من الجينات.

استطاع «واكتر» ومساعدوه بجامعة «أوهايو» تحميل جينوم الفأر بتتابع وراثي من جينوم الأرنب من خلال عملية حقن مجهرى، وقد سجل «واكتر» وفريقه حدوث عملية تناغم وراثي تام بين الطاقمين، وبزراع تلك الأجنة فى أمهات فئران بديلة وجدوا أن الفئران الناتجة تحمل الجينوم المطعم بتتابع من الطاقم الوراثة للأرانب، واستطاعت هذه الفئران إنتاج هيموجلوبين الأرانب فى دمائها.

وفى عام ١٩٨٧م تمكن الباحث «هينيكهوزن» بالمعهد الوطنى للكلية وأمراض الهضم بالولايات المتحدة الأمريكية وزميله الباحث «كلارك» بمعهد فسيولوجيا الحيوان والوراثة بأدنبرة باسكتلندا من تنشيط الجينوم المولج داخل جينوم الغدة الثديية للفأر، مما أدى إلى تحفيز الغدد الثديية لإنتاج بروتينات أمكن جمعها من حليب الفأر.

لقد نجحت تجربة «هينيكهوزن» فى إنتاج تركيزات منخفضة من بروتين «منشط نسيج البلازمينوجين» بينما أنتجت فئران كلارك - التى أجرى تجربتها الباحث كلارك وفريقه العلمى - ٢٣ جراماً من بروتين بيتالاكتوكلوبين فى اللتر، كما نجح كلارك فى تطعيم جينوم الغدة الثديية للغنم بجين مشفر لبروتين مخثر للدم من نوع (IX)، مما أدى إلى إفراز الغنم للعامل (IX) فى لبنها بكميات قليلة.

وقد أجرى «فلاندر» وفريقه العلمى تجاربهم على الخنزير، وذلك للأسباب الآتية:

١ - تتميز الخنازير بدورات حمل قصيرة.

٢ - ذات زمن نسل قصير.

٣ - كثرة عدد المواليد «فى الجيل الواحد».

استطاع فلاندر وزميله إيلاج تتابع بشرى لإنتاج البروتين (C) فى جينوم أجنة الخنازير، ثم زرع هذه الأجنة فى أمهات بديلة، وقد وجد فلاندر أن الفرد الناتج عن ذلك خنزير يحمل التتابع الجديد فى طاقمه الوراثة، وهذا ما يجعله معداً لأن يعمل كمصنع حيوى لإنتاج البروتين (C).

لقد كان جُلّ اهتمام «فلاندر» وفريقه منصباً على اختبار فعالية الجين المولج فى جينوم الخنزير ومدى تعبيره عن نفسه، وكان السؤال المطروح على فلاندر وفريقه وقتئذ:

- هل سيستطيع الجين المولج بجينوم الخنزير توجيه عمليات بناء البروتين ؟

كان لابد - للإجابة عن هذا التساؤل - من عزل البروتين البشرى من حليب الخنزير بواسطة عمليات فصل مختلفة تشمل:

(أ) إجراء عملية طرد مركزى لمخلوط الحليب لفصل البروتين البشرى عن باقى مكونات حليب الخنزير.

(ب) إجراء عملية استخلاص كيميائى لاستخلاص الجزء الفعال فى البروتين البشرى.

لقد بلغت نسبة الجزء الفعال فى البروتين البشرى ثلث كميته، مما عدّ نجاحاً غير مسبوق، وقد أطلق فلاندر وفريقه العلمى اسم «جينى» على أنثى الخنزير التى أجروا عليها تجاربهم.

بعد التأكد من فعالية البروتين البشرى المنتج بواسطة «جينى» اتجه فريق البحث إلى دراسة إمكانية زيادة فعالية البروتين البشرى المنتج، ولتحقيق ذلك كان لابد من وجود محفز يزيد من تعبير الجين عن نفسه، مما يؤدى إلى زيادة الكمية المنتجة من البروتين.

لقد بلغت كمية الحليب المفرز من حليب «جينى» بعد استخدام محفز تم إدخاله فى طاقمها الوراثى ثلاثة أمثال الكمية المنتجة فى الحالة العادية، مما يفتح آفاقاً رحبة فى مجال الكائنات المهندسة وراثياً، بل ويزيد من فرص العلاج الجينى من خلال بروتينات التحوير الوراثى.

لكن ثمة سؤال يفرض نفسه:

- ماذا يحدث لو أدخل الجين المتحج لبروتين، بطريقة غير سليمة، داخل جينوم كائن
حي آخر؟

حتمًا سيؤدى هذا إلى حدوث عملية خلل بالجينوم، والتي قد تصل إلى كارثة
وراثية إذا استطاع الجينوم المولج السيطرة على جينوم الخلية الأصلية، مما قد يؤدى
إلى حدوث عملية سرطنة للخلايا.

ومما يزيد الأمر تعقيدًا أن «فلاندر» وفريقه العلمى لم يجربوا خلايا غير خلايا
الغدد الثديية للحكم على عمومية صحة النتائج من عدمه، وقد أشار «فلاندر» فى
التجارب السابقة إلى حدوث آثار جانبية تمثلت فى إفراز الغدد اللعابية لبعض
البروتينات غير المرغوب فيها.

ورغم ذلك، فإن استخدام الكائنات المحورة وراثيًا هو بداية متميزة نحو الإقلال
من العقاقير، وتحقيق معدل أعلى من الأمان الحيوى للإنسان.



التعقيب التاسع

منذ أن اكتشف الإنسان التفاعل الكيميائي، وعرف كيفية حدوثه، وتكوين الروابط بين العناصر الكيميائية المختلفة، وهو يحاول أن يستفيد من تلك التفاعلات، ويستخدمها في حياته في نواح مختلفة.

لقد كان الإنسان في بداية تعامله مع المواد الكيميائية لا يدرك السلبيات المحتواة في تلك المواد، لكنه عندما استمر في استخدام هذه المواد لفترة زمنية طويلة لاحظ ظهور بعض الجوانب السيئة الناتجة عن استخدام الكيماويات، إلا أنه فشل في تفسير ذلك.

ومع التقدم العلمي في علوم الكيمياء بدأ الإنسان يضع تفسيرات عديدة لحدوث الآثار السيئة لاستخدام المواد الكيميائية، وقد قادت تلك التفسيرات إلى الحقيقة العلمية التي لا جدال فيها.

ومن الاستخدامات الكيميائية ذات الخواص المزدوجة (إيجابية وسلبية) ما يلي:

المواد الدوائية المخلقة كيميائياً:

منذ أن هبط الإنسان إلى الأرض، وهو يعيش مع عديد من الكائنات الحية تؤثر على صحته وحياته، فمنها ما يفيد، ومنها ما يصبه بالعديد من الأمراض الفتاكة، ولكي يقاوم الإنسان تلك الأمراض بدأ يبحث في بيئته عن بعض الوسائل الممكنة لمقاومة إصابته بتلك الأمراض، ولعلاجه منها إذا ما أصيب بها.

وكانت الأعشاب النامية في البيئة - دون تدخل من الإنسان - الوسيلة الأولى التي اكتشفها الإنسان لمقاومة الأمراض التي تفتك به، فقد لاحظ بعد استخدام بعض تلك الأعشاب أنها تخفف آلامه وتحقق له الشفاء من ألم ما ألمَّ به.

لكنه لم يستطع أن يعرف كيفية تأثير الأعشاب على ما أصابه من علل، أو أن يشخص العلل التي أصابته، ويصفها ويصنفها.

وباستمرار البحث تمكّن الإنسان من تشخيص الأمراض التي تصيبه واكتشاف العديد من الأعشاب التي تؤثر على تلك الأمراض، وتقضى على مسبباتها الميكروبية.

لكن الأعشاب لم تعد تكفى مع كثرة انتشار الأمراض، ومن ثم كان لابد من وسائل أخرى غير الأعشاب الطبية يدافع بها الإنسان عن وجوده في هذه الحياة ضد الميكروبات التي تهاجمه، وتغزو جسمه محدثة به العديد من الأمراض الفتاكة.

كان ذلك يمثل مشكلة معقدة للإنسان، لم يكن من اليسير التغلب عليها، لكن لم يكن يوجد طريق آخر لكى يسلكه الإنسان تخفيفاً عن آلامه. لقد كانت النباتات هي المنتجة للمواد الدوائية التي كانت تكفى لمداواة الإنسان، ومن ثم فالنباتات هي مصنع إنتاج الدواء.

لكن ما تنتجه النباتات الطبية من كميات دوائية لا يكفى لعلاج الأمراض العديدة التي تصيب الإنسان.

- إذن : ماذا يمنع من محاكاة النبات في إنتاج المواد الدوائية ؟

كانت تلك هي البداية . . البداية لتخليق العديد من المركبات الكيميائية، والتي كانت في البداية عمليات تخليق بسيطة تتم في المعمل بواسطة بعض الباحثين، كل بمفرده في معمله، ثم اتسعت دائرة التخليق الصناعى، حتى وصلت إلى قمتها، فأنشئت المصانع الخاصة بالدواء، وتم ابتكار العديد من المواد الجديدة التي تفيد في مداواة الإنسان، ومن أمثلة ذلك: المضادات الحيوية المختلفة، ومركبات التاكسويدات المضادة لمرض السرطان.

إن اقتحام الإنسان للتخليق الصناعى يعد إنجازاً كبيراً، لكنه رغم ذلك لم يخلُ من سلبيات، فقد أدى التراكم المستمر للمواد الدوائية داخل الجسم إلى إنهاك الكبد الذى يمثل المصفاة البشرية للسموم، كما أنهك الكلية والتي تعمل على ترشيح وإخراج المواد المختلفة التي لم تستفد منها خلايا الجسم حيث تمر بالجهاز البولى للخارج.

كما ثبت أن العديد من المركبات الدوائية المخلفة عوامل مسرطنة للخلايا الحية، حيث تصيب الرئة والمثانة والجلد والسائل الدموي والثدي والمبيض والخصية بالسرطان . .

ومن أمثلة ذلك ما يلي:

المادة الدوائية	التأثير الإيجابي	التأثير السلبي
* هرمون الأستروجين المخلق	- معالجة الأعراض الناتجة عن سن اليأس في الإناث .	- يسبب حدوث سرطان الرحم، والثدي .
* الستيرويدات	- علاج فقر الدم .	- تسبب حدوث سرطان الكبد .
* التاموكسيفين	- علاج سرطان الثدي .	- يسبب حدوث سرطان الرحم .
* أدوية الإخصاب	- تزيد من نسبة الخصوبة .	- تسبب حدوث سرطان المبيض، والخصية .
* هرمونات النمو	- تزيد من معدل النمو، وتنظمه .	- تسبب حدوث سرطان ابيضاض الدم لدى الأطفال .
* المدرات البولية	- تنظم معدل إدرار البول .	- تسبب حدوث سرطان الكلية .
* الأدوية الخافضة للكوليسترول	- تخفض نسبة الكوليسترول بالدم، ومن ثم تمنع حدوث تجمع دموي داخل الأوعية الدموية .	- تسبب حدوث سرطان القولون، والمستقيم .
* أدوية منع الحمل العمومية	- تنظم حدوث الحمل، وتخفض نسبة حدوث سرطان المبيض، والرحم، والقولون، والمستقيم .	- تسبب حدوث سرطان الكبد وسرطان الثدي، وبخاصة قبل سن اليأس .
* معالجات هودجكين	- علاج مرض هودجكين .	تسبب حدوث سرطان ابيضاض الدم، وسرطان المثانة .

<p>* أدوية المناعة</p> <p>- تنشيط الجهاز المناعي، وزيادة إفراز بروتينات المناعة.</p> <p>- تسبب حدوث سرطان الخلايا اللمفاوية.</p>	<p>* المواد الكيميائية المحدثة للطرد المبكر للجنين من الرحم</p> <p>- طرد الجنين من الرحم عند تعرض حياة الأم للخطر.</p> <p>- تسبب حدوث سرطان الرحم، وسرطان عنق الرحم.</p>
<p>* الهرمونات الجنسية</p> <p>- تنشيط الإفرازات الجنسية.</p> <p>- تسبب حدوث سرطان المبيض فى الإناث، وسرطان الخصية فى الذكور.</p>	<p>* المنظمات الهرمونية التناسلية</p> <p>- تنظيم دورة المبيض والتبويض فى الأنثى.</p> <p>- تسبب حدوث سرطان المبيض.</p>
<p>* معالجات أمراض الجلد</p> <p>- علاج الأمراض التى تصيب الجلد.</p> <p>- يسبب بعض منها سرطان الجلد.</p>	<p>* أدوية منع التجمعات الدموية داخل الأوعية الدموية</p> <p>- منع تكون الجلطات داخل الأوعية الدموية.</p> <p>- تسبب فى بعض الأحيان سرطان الدم.</p>
<p>* الميلاتونين</p> <p>- تأخير هرم الخلايا.</p> <p>- له العديد من التأثيرات السيئة على الخلايا.</p>	<p>* معالجات عسر الهضم فى المعدة</p> <p>- رفع مستوى الهضم فى المعدة.</p> <p>- تسبب حدوث سرطان المعدة.</p>
<p>* الأدوية المنظمة لضغط الدم</p> <p>- تنظيم ضغط الدم.</p> <p>- تسبب سرطان الدم، والمثانة، والرحم.</p>	<p>* الأدوية المعالجة لهبوط القلب</p> <p>- علاج هبوط القلب.</p> <p>- تسبب سرطان الكبد.</p>

(ب) المواد الكيماوية غير الدوائية :

لقد دخلت المواد الكيماوية المصنفة مجالات عديدة، منها النافع ومنها الضار، وقد تعرضنا فيما سبق للآثار المسرطنة للمواد الكيماوية الدوائية، لكن توجد استخدامات أخرى عديدة للمواد الكيماوية المخلفة غير الاستخدام الدوائى، وينتج عن استخدامها إيجابيات جيدة، وسلبيات سيئة جداً .

ويمكننا إدراج ذلك كما يلى فى الجدول التالى:

المادة الكيماوية	التأثير الإيجابى	التأثير السلبى
* الزرنيخ	- يستخدم فى صناعة المبيدات الحشرية .	- يسبب سرطان الرئة والجلد .
* البنزين	- يستخدم فى صناعة البتروكيماويات، وكوقود، ويدخل فى صناعة الأصباغ .	- يسبب سرطان ابيضاض الدم .
* المركبات الكيماوية الناتجة عن احتراق الديزل	—	- تسبب سرطان الرئة .
* المواد الكيماوية المستخدمة فى صناعة أصباغ الشعر	- تجميل الشعر .	- تسبب سرطان المثانة والجلد .
* الزيوت المعدنية	- تقليل الاحتكاك بين أجزاء الآلات الثقيلة .	- تسبب سرطان الرئة .
* مواد الدهان والطلاء	- تستخدم فى الدهان، والطلاء .	- تسبب سرطان الرئة .
* مواد طلاء منتجات الجلود	- تستخدم فى تليين النسيج الجلدى .	- تسبب سرطان الرئة والجلد .

* ثنائيات الفينيل عديد الكلورين	- تستخدم فى صناعة الخبر والمواد اللاصقة .	-تسبب سرطان الكبد والجلد .
* مواد البناء	- تستخدم فى البناء .	- تسبب سرطان الجلد .
* مواد النقاشة والتبييض	- تستخدم كمواد خام فى عمليات نقش وتبييض الجلدان .	- تسبب سرطان الجلد والرئة .
* الألياف المعدنية	- تستخدم كعوازل للأنايب .	- تسبب سرطان القناة الهضمية، والرئة، والجلد .
* خيوط «البولى إستر»	تستخدم فى صناعة الملابس .	تسبب سرطان الجلد (نادر الحدوث) .



التعقيب العاشر

لقد شهدت أبحاث الفضاء تطوراً ملحوظاً فى الآونة الأخيرة، وأصبحت التجارب البيولوجية والطبية توضح اهتمام العديد من المراكز المتخصصة فى أبحاث الفضاء، وأصبح طاقم رواد الفضاء يشمل علماء فى الطب والبيولوجيا والفيزياء الطبية والكيمياء الحيوية، وذلك لإجراء العديد من التجارب والأبحاث لفهم آليات الحياة فى الفضاء.

تركزت العديد من الدراسات على فهم طبيعة النمو الخلوى فى الفضاء والأداء الوظيفى لكل جهاز من أجهزة الجسم، ومحاولة دراسة الفروق بين عمليات الأيض الخلوى^(١) على الأرض وفى الفضاء، ومدى تأثير الإفرازات الغذائية فى الجسم بالبيئة الفضائية، وطبيعة أداء السائل الدموى لوظائفه، والمشكلات التى قد تواجهه فى أداء تلك الوظائف.

إن ثمة دراسات أجريت لفهم سلوك الجهاز المناعى للإنسان، ولبعض الكائنات الحية الأخرى، ومحاولة قياس معدل الممانعة الميكروبية لأى ميكروب قد يغزو جسم الكائن الحى.

لقد نشأ علم جديد لدراسة تلك الظواهر هو «بيولوجيا الفضاء» الذى يركز على دراسات العمليات البيولوجية فى البيئة الفضائية، ومع تقدم الأبحاث فى علم البيولوجيا، ونشأة أهم وأخطر العلوم الحديثة «علم الهندسة الوراثية» والتطور الهائل الذى شهدته تقننة الجينات فى شتى المجالات، بدأ فكر العلماء فى الاتجاه لفهم سلوك الجينات فى الفضاء، وهل يعبر الجينوم عن نفسه فى البيئة الفضائية بنفس معدل تعبيره عن نفسه فى البيئة الأرضية. لقد سجل علماء البيولوجيا حالات تسارع فى النمو للعديد من النباتات عند استنباتها فى البيئة الفضائية وكان ذلك بمثابة المؤشر الذى وجه فكر علماء الهندسة الوراثية إلى احتمالية حدوث تغير فى طبيعة الجينات المسؤولة عن النمو والتكوين الجينى، فزاد معدل تعبيرها عن نفسها، ومن ثم زاد الأداء الوظيفى لتلك الجينات، وهذا أدى بدوره إلى زيادة

(١) عمليات الأيض الخلوى: هى عمليات الهدم والبناء التى تتم داخل الخلية، والتى تهدف إلى استمرار الخلية فى أداء دورها.

الكميات المفترزة من هرمونات النمو، مما أدى إلى حالات تسارع فى عمليات النمو.

إن فهم عمليات التوجيه الجينى للعمليات الحيوية بجسم الكائن الحى ليس سهلاً، بل يحتاج لوقت طويل، إذ لابد من فهم حركة الجينوم فى الفضاء، ومدى حدوث الطفرات فى البيئة الفضائية المتخمة بالأشعة الكونية، وتأثير ذلك على سلوك الجينات، وكيفية حدوث تفاعلات المادة الوراثية لبناء البروتين، وهل تؤدى البيئة الفضائية إلى إدخال بعض الجينات فى حالة كمون، وتنشيط البعض الآخر وما هى الأسباب التى تحكم عمليات الانتقاء تلك ؟.

يحاول بعض الباحثين من خلال أنظمة المحاكاة الحيوية، تصميم بيئات فضائية على سطح الأرض، وتوفير كل الظروف البيئية الفضائية بها، وإجراء العديد من تجارب الجينات فى تلك البيئات لمحاولة الوصول إلى إجابات عن الأسئلة المثارة حول السلوك الجينى فى الفضاء.

لقد نشأت مدارس بحثية تنصب كل اهتماماتها على دراسة هذا المجال وتأسس علم جديد له باحثوه فى بعض الدول المتقدمة فى أبحاث الفضاء وهندسة الجينات معاً، ويأمل الباحثون العاملون والمؤسسون لهذا العلم فى الوصول إلى نتائج جيدة، وإلى تطبيقات متميزة عن طريق هذا العلم الذى أطلقوا عليه «جينوميا الفضاء» (Genoms of Space).

لقد تبلورت طموحات العلماء كثيراً فى عصر الهندسة الوراثية، حيث تم برمجة العديد من الكائنات الحية المهندسَ وراثياً - وبخاصة البكتيريا - وذلك بهدف تسخيرها لتحليل السحب الغازية السامة المحيطة بالبيئات الجوية للكواكب، حتى يتسنى للإنسان أن يحيا عليها ويقيم عليها مستعمرات بشرية أملاً فى إعمار كواكب أخرى غير كوكب الأرض. . فهل يتحقق طموح الإنسان !؟.



التعقيب الحادس عشر

الدم هو السائل الحيوى لكل خلايا الجسم، إذ يقوم بحمل المواد الغذائية إلى جميع خلايا الجسم، وتخليصها من الفضلات التى تنتج عن عمليات الهدم والبناء فى الخلايا.

يتكون السائل الدموى من كرات الدم الحمراء، وكرات الدم البيضاء، وبلازما الدم... إلخ، وتمثل الأوردة والشرايين «القنوات الدموية» التى يمر فيها الدم من المضخة الدموية (القلب) إلى سائر خلايا الجسم، ومن خلايا الجسم إلى القلب.

يمثل السائل الدموى المسار الذى تسلكه الميكروبات عند انتشارها فى خلايا الجسم، ويشكل ذلك خطورة كبيرة على جميع خلايا الجسم، وذلك لسهولة وصول تلك الميكروبات إلى خلايا الجسم، ومن ثم لا بد من وجود جهاز مناعى يقوم بالدفاع ضد الميكروبات التى تسلك المسار الدموى فى طريقها لغزو الخلايا، وهو ما تقوم به كرات الدم البيضاء والتى تمثل الجهاز الدفاعى بالدم.

بينما تمثل كرات الدم الحمراء مصنع المادة الدموية الأساسية «الهيموجلوبين» والتى تعطى الدم لونه الأحمر، وهى المسئولة عن حمل الأوكسجين اللازم لتنفس الخلايا، حيث يتحد الهيموجلوبين الدموى غير المؤكسج - والقادم من القلب إلى الرئتين - بالأوكسجين؛ ليتحول إلى مادة الأوكسى هيموجلوبين (الهيموجلوبين المؤكسج).

ينتقل الدم بعد ذلك من الرئتين إلى القلب الذى يضخه إلى كل خلايا الجسم عن طريق مجموعة الشبكات الدموية المغذية «الشرايين» حيث يتم إفراغ الحمولة الغذائية والأوكسجينية الموجودة بالدم فى خلايا الجسم من خلال الشعيرات الدموية الدقيقة، وعن طريق الخاصة الأسموزية.

يتم تحميل السائل الدموى بعد إفراغ حمولته بفضلات الخلايا، والتى يتم نقلها عن طريق الشبكات الدموية الناقلة «الأوردة»، لتمر بعد تجميعها نهائياً فى الأوردة الكلوية لىتم ترشيحها وإخراجها.

يحتفظ السائل الدموي بسيولته ما دام موجوداً في الأوعية الدموية، ويتجلط عند خروجه منها، ويفيد ذلك في تجلط الدم عند حدوث أى جرح بالأنسجة، حيث يفرز الدم مادة الفيبرين التي تعمل على تكوين خيوط دموية متشابكة مكونة الجلطة الدموية على سطح الجرح، مما يعمل على وقف النزيف، ويتحكم في تكوين كل مكون من مكونات الدم عوامل وراثية، مثل كرات الدم الحمراء والبيضاء والهيموجلوبين، كما تتكون مادة الفيبرين تحت توجيه جيني تام، وعند غياب الجينات المسئولة عن توجيه مكونات التجلط الدموي لا يحدث تجلط للدم عند حدوث جرح، ويؤدى ذلك إلى حالة نزيف مستمر، ويُعرف ذلك بمرض «الهيموفيليا» أو «سيولة الدم»، وهو مرض وراثي ينشأ عن غياب العوامل الوراثية الموجهة لتكوين مادة «الفيبرين».

وقد أجريت أبحاث عديدة لعلاج مرض سيولة الدم، وانتهت هذه الأبحاث إلى طرق عديدة للعلاج، كما يلي:

١ - إدخال الجينات الموجهة لتكوين مواد التجلط:

يتم في هذه الطريقة كشف شفرات الجينات التي تحكم وتوجه تكوين مواد التجلط، والتعرف عليها واستنساخها، ثم تطعيمها في الجينوم البشرى.

ويتم التطعيم بجينات بشرية طبيعية، أو جينات طبيعية لثدييات قريبة من الإنسان في جهازها الوراثي، وإن كانت طرق التطعيم الجيني غير البشرى ليست مرغوبة، لما قد ينتج عنها من آثار جانبية لوجود عدد من الفروق التركيبية بين الأجهزة الوراثية للكائنات الحية، ولا بد من معرفة عدد الجينات المشفرة لتكوين مواد التجلط، وإدخال نفس العدد، لأن نقص عدد الجينات سيؤدى إلى نقص تكوين مواد التجلط، وزيادة عدد الجينات سيؤدى إلى زيادة تكوين مواد التجلط، وعند تجاوز حد معين قد تؤدى هذه الزيادة إلى تكوين جلطات دموية داخلية في الأوردة والشرايين.

قد يتم إضافة منشطات جينية إلى الجينات المضافة للجينوم البشرى سواء كانت

طبيعية أو مستنسخة، وذلك بهدف توجيه الجينات لتكوين مواد التجلط في فترة زمنية أقل من فترة التكوين العادية.

٢ - استخدام المثبرات الجينية في حالة كمون جينات التجلط الدموي:

تستخدم هذه الطريقة في حالة وجود الجينات المسثولة عن تكوين مواد التجلط، لكن هذه الجينات كامنة، ومن ثم لا تستطيع التعبير عن نفسها، ولا تتكون الجلطات الدموية عند حدوث الجروح.

وفي حالة نشاط تلك الجينات الكامنة قد تؤدي إلى اضطراب جيني يستتبعه تكوين جلطات عشوائية بالمسارات الدموية، وللتغلب على هذه المشاكل يتم استشارة الجينات الكامنة بطريقة منظمة للخروج من حالة كمونها، لتبدأ في أداء وظائفها بتوجيه تكوين مواد التجلط الدموي، وتستخدم وسائل محددة لعملية الاستشارة الجينية، منها:

(أ) استخدام المواد الكيميائية:

تستخدم في تلك الوسيلة مواد كيميائية معينة تُحدث نوعاً من الاستشارة الكيميائية للجينات الكامنة، ولا بد من إجراء العديد من التجارب الأولية للتأكد من عدم التأثير السلبي للمستثيرات الكيميائية على الجينوم.

(ب) استخدام الذبذبات الكهربائية:

تستخدم في هذه الوسيلة ذبذبات كهربائية بترددات محددة، ومضبوطة نسبة الطاقة الناتجة عنها، وتعتمد الإثارة في هذه الحالة على إجبار الشحنات الكهربائية المتوزعة على سطح الجين وبداخله على الحركة بامتداد الجين، مما يعمل على تخلص الجين من حالة كمونه وبداية النشاط، ويحتاج تطبيق هذه الوسيلة إلى تقنية عالية المستوى، وذلك لارتفاع نسبة المخاطرة فيها عن الطريقة السابقة، ويأمل العديد من علماء الكهرباء الجينية^(١) في تحقيق نتائج جيدة مستقبلاً عن طريق الذبذبات الكهربائية.

(١) يهتم علم الكهرباء الجينية بتوزيع الشحنات الكهربائية داخل وخارج الجينات.

(ج) استخدام الموجات الإشعاعية:

يتم استخدام موجات إشعاعية ذات طاقة محددة تكفي لإثارة الجينات الكامنة وتنشيطها، ومن هذه الموجات «أشعة الليزر»، وهي موجات إشعاعية وحيدة الطول الموجي مركزة الطاقة، ويجرى استخدام مثل هذه التقنيات بتحكم فائق، للمدى التدميري الذي يمكن أن يحدث في حالة حدوث خطأ في التطبيق، وإن كان استخدام هذه التقنية غير منتشر بصورة كبيرة إلا في مراكز أبحاث الجينات الدولية، والتي تتجه إلى استخدام التقنيات الفائقة في حقل الجينات.

(د) استخدام المجالات المغناطيسية:

الجينات - مثلها مثل أى جزيئات بيولوجية - تتميز بوجود المغناطيسية البيولوجية لها، والتي أصبحت الآن موضع اهتمام العديد من الباحثين، أملاً في استخدام هذه الخاصية الجينية في إثارة الجينات وتوجيهها إلى مواضع محددة في الجينوم.

تستخدم الخاصية المغناطيسية الجينية عن طريق التأثير بمجالات مغناطيسية محددة الشدة على الجينوم، في استثارة الجينات الكامنة لتبدأ نشاطها، وما زال العديد من تقنيات الإثارة المغنيسوجينية^(١) في مرحلة التجارب الأولية، ونتوقع تحقيق نتائج متميزة من خلال التقنية في العقود الأولى من القرن الواحد والعشرين.

٣ - استخدام الاستئصال الجيني في حالة وجود جينات مضادة لجينات التجلط الدموي:

قد تكون جينات التجلط الدموي موجودة ويمكنها التعبير عن نفسها، لكن وجود جينات مضادة لها في جينوم الخلية يمنعها من أداء وظائفها، ولا بد في هذه الحالة من إجراء جراحة جينية لاستئصال الجينات المضادة من الجينوم، لتبدأ جينات التجلط الدموي في توجيه وتكوين مواد التجلط.

٤ - استخدام إنزيمات الإصلاح في حالة وجود خلل جيني:

تستخدم إنزيمات الإصلاح في حالة وجود عطب في جينات التجلط الدموي

(١) الإثارة المغنيسوجينية: استخدام المجالات المغناطيسية لإثارة الجينات.

يمنعها من تكوين مواد التجلط، حيث يغيب - عن إنزيمات الإصلاح - الإنزيم المسئول عن علاج هذا الخلل الوراثي.

وللتغلب على هذه المشكلة يتم إدخال الجين المسئول عن تكوين هذا الإنزيم، لمعالجة الخلل الجيني الموجود، ومتابعة مدى تعبير الجين عن نفسه في تكوين الإنزيم، ثم مدى قدرة الجين على إصلاح العطب في جينات التجلط الدموي، والذي يمكن الاستدلال عليه بقياس قدرة جينات التجلط التكوينية لمواد الجلطة الدموية.

٥ - استخدام المجالات الكهربائية في حالة وجود خلل في ترتيب النيوتيدات:

يحدث أحياناً اختلال في ترتيب النيوتيدات ناتج عن اختلال ترتيب القواعد النيتروجينية في تركيب الجين، والذي يتميز بوجود شحنات كهربية ومجالات مغناطيسية. ووجود مجال مغناطيسي في وسط مجال كهربى قد يحدث نوعاً من الحركة إذا تم ضبط هذه المجالات بكيفية محددة، حيث يتم التحكم في حركة القواعد النيتروجينية على طول شريط الدنا، ومن ثم يمكن إرجاع الترتيب الصحيح للقواعد النيتروجينية، وإزالة الخلل الجيني الناتج عن اختلال ترتيب القواعد النيتروجينية، ووضعها في غير مواضعها، وقد قمنا ببعض الأبحاث في هذا المجال، وحققنا من خلالها نتائج جيدة، ونأمل في أن يحظى هذا المجال باهتمام علماء هندسة الجينات، لما يمكن أن يحدثه هذا من تقدم في تقنية العلاج بالجينات.

لقد استطاع فريق بحثى يابانى بقيادة «د. نجاي» كشف الشفرات الخاصة بالجينات الموجهة لتكوين الهيموجلوبين الدموي، وقد أعلن عن كشفه هذا في عام ١٩٩٦م، مؤكداً أنه لن يكتفى ببحثه هذا في كشف هذه الجينات، بل سيحاول في الفترة القادمة - هو وفريقه البحثى - تصنيع هذه الجينات واستخدامها في إنتاج الهيموجلوبين الصناعى، وهى الخطوة الأساسية لإنتاج الدم الصناعى، ويمثل هذا أمالاً بشرية كبيرة، يحاول العلماء تحقيقها في المستقبل.

إن إنتاج الدم الصناعي ليس بالشىء اليسير، فلا بد من معرفة وتصنيع الجينات المستولة عن كل المكونات الدموية: كرات الدم الحمراء، والهيموجلوبين، وكرات الدم البيضاء، وعامل ريساس، وفصائل الدم المختلفة، ويمثل ذلك مشروعاً جينياً كبيراً، وهو ما يشرف عليه د. نجاي «مشروع إنتاج الدم البشرى»، ويهدف د. نجاي إلى رسم خريطة كاملة لكل الجينات المستولة عن تكوين المكونات الدموية السابقة.

لا شك أن «مشروع إنتاج الدم البشرى» سيخلص البشرية من العديد من الأمراض التى تسلك مسبباتها المرضية المسارات الدموية، ومن أهم الفوائد التى يحققها «مشروع إنتاج الدم البشرى» ما يلى:

١ - إنتاج دم خالٍ من الميكروبات:

تسلك بعض «الميكروبات» الأوردة والشرايين فى طريقها إلى الخلايا والأنسجة، ويعيش بعضها فى تجويف المسار الدموى متغذياً على ما يحمله الدم من غذاء، ومفرزاً سمومه فى الدم مثل «طفيل تريماتودا الدم».

يحقق الدم المنتج بالهندسة الوراثية نسبة عالية من النقاء الميكروبى، حيث يتم القضاء على الميكروبات التى قد توجد فى المحتوى الدموى عن طريق التقنيات الجينية السابقة، وفى حالة إنتاج دم صناعى يتم إدخاله كاملاً فى الأوعية الدموية وسحب المحتوى الدموى الأسمى لها، ويتم إنتاج هذا الدم تحت ظروف تعقيم عالية، تضمن النقاء التام من أى ميكروب يتخذ من المسار الدموى طريقاً له، أو يعيش فى تجويف الدم.

٢ - التحكم فى الهيموجلوبين الدموى:

يمكن - عن طريق زيادة نسبة الجينات المستولة عن تكوين الهيموجلوبين - زيادة كميته فى المحتوى الدموى، وتزداد - بذلك - كمية الأكسجين المحملة على الهيموجلوبين، والتى تصل إلى الخلايا لإعطائها حاجتها من الأكسجين، ويعمل هذا على توزيع أكبر نسبة من الأكسجين على الخلايا، مما يجعل هذه التقنية مهمة

فى المحافل الرىاضية؁ حيث يتم التحكم من خلالها فى كمية الهيموجلوبين؁ وزيادة نسبة الاكسجين الواصلة الى الخلايا؁ مما يؤدى الى حرق كمية اكبر من المواد الغذائية للحصول على كمية اكبر من الطاقة.

٣ - زيادة كمية كرات الدم البيضاء لزيادة مناعة الجسم ضد الميكروبات:

سيفيدنا إنتاج الدم الصناعى فى إمكانية زيادة كمية كرات الدم البيضاء الموجودة فى السائل الدموى؁ مما يزيد من فرص التهام واحتواء الميكروب الداخلى الى الجسم عن طريق المسار الدموى؁ كما يمكن تحفيز المواد المناعية فى السائل الدموى ضد وجود كائنات حية دقيقة معينة كفيروس الإيدز؁ وفيروس إيبولا؁ وفيروسات الالتهاب الكبدى الوبائى.

إننا أمام ثورة علمية فى مجال الطب؁ ستحدث طفرة فى مدى إمكانية حماية بيئتنا الخلوية من مهاجمة الميكروبات الغازية.



التعقيب الثانى عشر

تمثل المعادن ثروة قومية من ثروات الدول، حيث ترجع أهميتها إلى أسباب عديدة، ومن هذه الأسباب أنها:

١ - مادة خام تستخدم فى الصناعات التحويلية:

المقصود «بالصناعة التحويلية» الصناعة التى يتم فيها تحويل المواد الخام إلى منتج مختلف تماماً عنها، وتعتبر الصناعة التحويلية من دعائم الاقتصاد القومى للعديد من الدول، وبخاصة الدول المتقدمة.

وتدخل المعادن فى الصناعات التحويلية حيث يمكن تحويل المعدن إلى منتج يمكن استخدامه.

ومن أمثلة ذلك:

استخدام الحديد فى تصنيع الأسلاك والوسائل المعدنية والتروس وآلات الصناعة المختلفة، واستخدام النحاس فى صناعة أسلاك الكهرباء، واستخدام الألومنيوم فى صناعة الأدوات المنزلية... إلخ.

٢ - مصدر من مصادر الطاقة:

تستخدم بعض «أنوية العناصر» فى الحصول على كمية هائلة من الطاقة، حيث يمكن استخدام هذه الطاقة - بعد ذلك - فى مجالات عديدة، سواء كانت مجالات تخدم مصالح البشرية أم مجالات تدمر هذه المصالح.

ومن أنوية العناصر هذه: نواة ذرة الهيدروجين، والتى يمكن الحصول على طاقة هائلة عن طريق اندماج أنوية ذرات الهيدروجين، فيما يُعرف «بالقنبلة الاندماجية» أو الاندماج النووى.

بعض أنوية العناصر الأخرى يمكن الحصول على الطاقة من خلالها بواسطة شطر أنوية هذه العناصر، فيما يُعرف «بالانشطار الذرى».

ومن أمثلة أنوية تلك العناصر: نواة اليورانيوم المشع، والذي أصبحت تجارته تمثل خطورة كبيرة جداً على مستقبل البشرية.

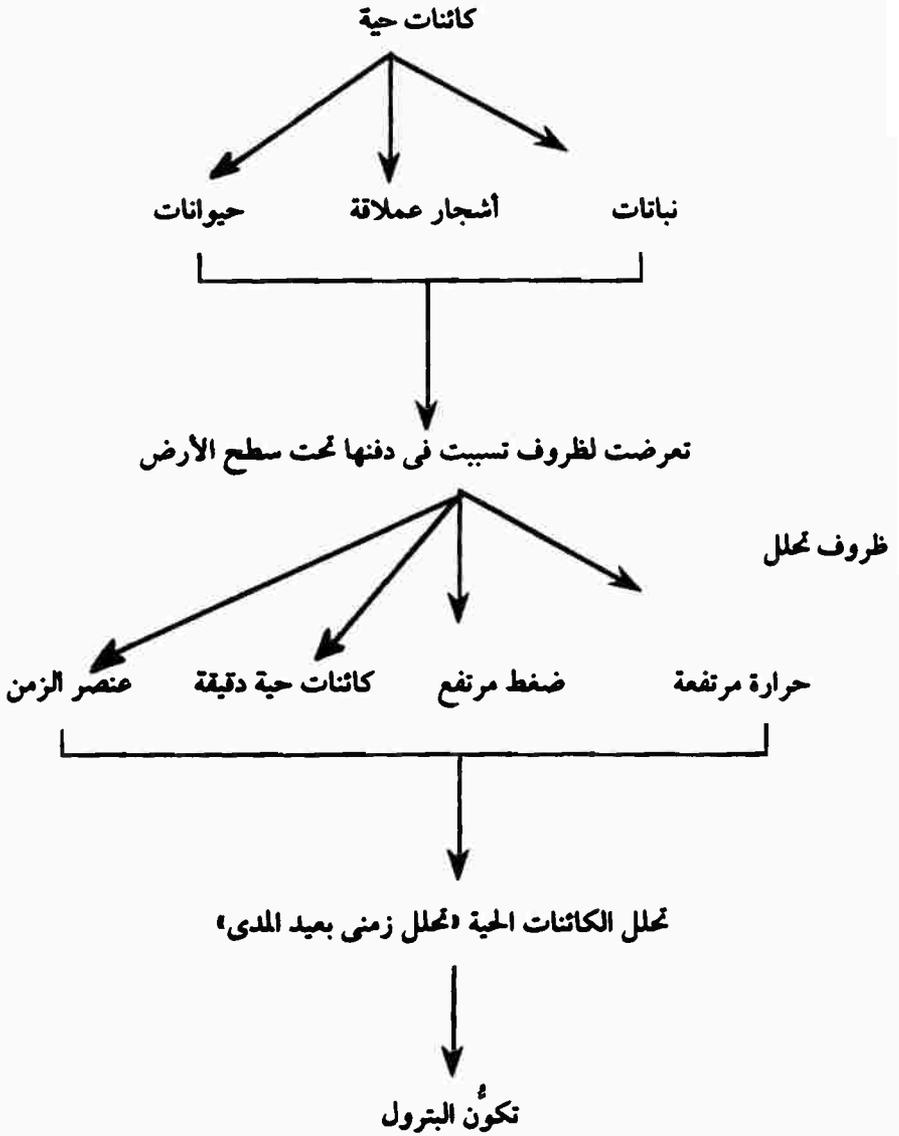
فبعد تفكك الاتحاد السوفيتي إلى دويلات وحكومات - وعدم رعاية خبراء الذرة في تلك الدول - بدأ هؤلاء العلماء يعرضون خبراتهم على العديد من الدول النامية لتحقيق أكبر ربح ممكن من امتلاكهم للخبرة والتقنية في تخصيب اليورانيوم وبناء المفاعلات الذرية بهدف إنتاج القنابل الذرية، مما يحقق أطماع بعض الدول الصغيرة في امتلاك أسلحة الدمار الشامل، وصناعة ثقل دولي وهمي عن طريق التلويح باستخدام هذه الأسلحة عند نشوب أية مشكلة - ولو كانت صغيرة - بينها وبين جيرانها، ويحقق أطماع بعض العلماء في كسب أكبر قدر من الأموال يمكنهم من استعادة مكانتهم وتأمين مستقبلهم، بعد أن تم إهمالهم في دويلات الاتحاد السوفيتي المتفككة.

لم يقف الأمر عند هذا الحد، بل إن حكومات بعض دول الاتحاد السوفيتي المتفككة بدأت تباع اليورانيوم المخصب جاهزاً لاستخدامه في صناعة القنابل الذرية للدول النامية، أملاً في الحصول على أكبر قدر من العملات الصعبة، وإنعاش الاقتصاد القومي لتلك الدول.

ويعتبر البترول من المواد المهمة للحصول على الطاقة، حيث يمكن استخدامه كوقود في السيارات والطائرات والمصانع، ومركبات الفضاء... إلخ.

يتكون البترول نتيجة التحلل الزمني بعيد المدى للمواد الحيوية التي دفنت تحت سطح التربة سواء كانت غابات أم حيوانات... إلخ، حيث تؤدي ظروف باطن الأرض - حيث الحرارة المرتفعة والضغط العالي - إلى التأثير على هذه المكونات مسببة لها التحلل.

يتضح ذلك من الشكل التالي:



إذن: يمكننا القول بأن احتمال وجود البترول - في المناطق التي أثبتت دراسات الحفائر والجيولوجيا أنها كانت منطقة ثراء حيوى فى العصور الجيولوجية القديمة - احتمال كبير قد يصل إلى (٩٠٪) بينما احتمال وجود البترول - فى المناطق ذات الثراء الحيوى المتوسط فى العصور الجيولوجية القديمة - احتمال متوسط قد يصل

إلى (٥٠٪)، أما المناطق التي كانت في العصور الجيولوجية القديمة ذات ثراء حيوى قليل، فاحتمال وجود البترول قليل قد يصل فيها إلى (١٠ - ٢٠٪)، أما المناطق التي كانت ذات ثراء حيوى قليل جداً في العصور الجيولوجية القديمة فاحتمال وجود البترول فيها قليل جداً لا يتعدى (١٪)، بينما في المناطق التي كانت تفتقر إلى أى نسبة من الثراء الحيوى في العصور الجيولوجية القديمة - ومن ثم يمكن اعتبارها مناطق جذب (فقر) حيوى - فلا يمكن احتمال وجود البترول فيها، وتوضح هذه التقسيمات في الشكل البياني التالى:



شكل يوضح نسب احتمال وجود البترول فى مناطق مختلفة من باطن الأرض

فى إحدى التجارب التى تركزت على الأشجار النادرة - فى محافظة أسوط
بجمهورية مصر العربية - ثبت من خلال التحليل الكيمائى احتواء ثمار هذه
الأشجار على البترول فى صورة سائلة، وقد كان ذلك إثباتاً علمياً له قدره من
الناحية العلمية، والناحية الاقتصادية، وقد حرصت على أن أطلب بعضاً من هذه
الثمار من صديق لى يقيم بالقرب من المنطقة التى تنمو فيها هذه الأشجار، والتى
سنسميها مجازاً «أشجار البترول»، وقد بعث بهذه الثمار إلى صديق آخر يعمل فى
مجال التحاليل البترولية، وقد قام بتحليل مكونات هذه الثمار، وتابعت التحليل
بنفسى وتوخيت الدقة الكاملة فى إثبات نتائج التحاليل عن طريق إجراء التحاليل
على أكثر من ثمرة ولأكثر من مرة وفى كل مرة نقيس نسبة وجود المادة البترولية
فى العينة، وقد استنتجنا من ذلك أن نسبة وجود المادة البترولية فى العينة تبلغ
(١٢٪) من حجم سوائل الثمرة، ورغم هذه النسبة القليلة، والتى قد لا يهتم بها
الاقتصاديون من أول وهلة، إلا أنها فى الحقيقة تمثل أهمية قصوى - من الناحيتين
العلمية والاقتصادية - كما يلى :

أولاً - من الناحية العلمية:

لا تكمن الأهمية العلمية فى هذه الحالة على معرفة المادة البترولية المتكونة، بل
معرفة الميكانيكية البيولوجية لتكوين المادة البترولية، والتى توجه إلى تكوين هذه
المادة .

وجد العلماء بالدراسة أن ثمة جينات محددة داخل جينوم الخلية الإفرازية تؤدى
إلى تكوين هذه المادة، ومن ثم فإنه من خلال كشفنا لتلك الجينات وعزلها يمكننا
تطعيمها فى البكتيريا، لنحوّرها إلى بكتيريا منتجة للبترول، كما يمكن تحوير بعض
النباتات الإفرازية (المفرزة لبعض المواد) عن طريق نفس التقنية .

إذن: يمكننا القول بأننا مقدمون على عصر سنعوض فيه النقص فى البترول
الموجود فى باطن الأرض عن طريق إنتاج البترول المهندس وراثياً، ومن ثم يمكن
القول بأن الأصول الوراثية (الجينات المشفرة لتكوين هذه المادة البترولية) من

الثروات القومية الحيوية الواجب عزلها وحفظها في «بنوك الجينات»، وذلك لأهميتها الاقتصادية العالية.

ثانياً - الأهمية الاقتصادية:

تكمن الأهمية الاقتصادية في هذه الحالة في إيجاد بديل للبتروال الناتج من الأرض، والذي ثبت تماماً أنه سيتعرض للنضوب يوماً ما، وذلك لكونه مصدراً غير متجدد، فقد تكون نتيجة لتحلل المواد العضوية المدفونة في باطن الأرض عبر حقبة زمنية طويلة بفعل الضغط ودرجة الحرارة الشديدين.

وللأهمية الاقتصادية للبتروال - كمصدر مهم من مصادر الحصول على الطاقة - أصبح العالم يعيش في قلق من اقتراب تعرض البتروال للنضوب، لذلك كان وجود الثمرة البتروالية فتحاً جديداً للبشرية وأملاً في الحصول على البتروال ليس من باطن الأرض، ولكن من الكائنات الحية عن طريق عمليات التحويل الوراثي.

يمكننا - إذن - إيجاد جوانب الأهمية الاقتصادية للبتروال المهندس وراثياً فيما يلي:

١ - ضمان استمرار الحصول على البتروال كمصدر مهم من مصادر الطاقة.

٢ - تحويل البتروال إلى مصدر متجدد وليس ثابتاً.

يعتبر البتروال المتدفق والمتكون في باطن الأرض مصدراً غير متجدد لأنه تكون منذ حقبة زمنية بعيدة، ثم توقفت عمليات التحلل، وتوقف تكون البتروال، فالكمية الموجودة من البتروال في باطن الأرض محددة، وغير قابلة للزيادة.

أما في حالة البتروال المهندس وراثياً، فيمكن التحكم في كمية إنتاجه عن طريق عمليات التطعيم الجيني للكائنات الحية بالجينات المشفرة لتكوين المواد البتروالية، فعن طريق تطعيم الجين المشفر لتكوين المادة البتروالية في بكتيريا ستتكاثر هذه البكتيريا وتنتج ملايين الأفراد البكتيرية، والتي تحمل نفس الجين، مما سيزيد من

معدل إنتاج البكتيريا للمادة البترولية. ويمكننا إيضاح دور التقنيات الجينية وتطبيقاتها في مجالى الثروة المعدنية ومواد الطاقة، فيما يلي:

١ - إنتاج المنقبّات المهندسة وراثياً:

المقصود بالمنقبّ استخدام وسيلة ما للبحث عن أماكن وجود الثروة المعدنية من ذهب، وماس، ونحاس... إلخ، وكذلك مواد الطاقة كالبتروول والغاز الطبيعى، ومن الوسائل المستخدمة فى عمليات التنقيب: الحفر العميق عن طريق وسائل حفر فائقة القدرة، واستخدام أشعة الليزر... إلخ.

فى بعض الأحيان يتم بذل مجهود كبير جداً عند استخدام وسائل الحفر الممكنة، ولكن يثبت فى النهاية عدم وجود البتروول أو المادة التى نبحث عنها، ومن ثم تحدث خسارة اقتصادية للتكاليف التى أهدرت فى البحث والتنقيب، كما تتعرض عمليات الحفر أحياناً لصعوبات بسبب وجود عوائق صخرية لا يمكن التغلب عليها، كوجود صخور صلدة... إلخ.

لذا بدأ العلماء فى الاتجاه إلى إنتاج المنقبّات المهندسة وراثياً، والتى تعنى ببساطة: هندسة بعض أنواع النباتات والبكتيريا جينياً لتحويلها إلى ملتهمات لذرات المعادن أو مكونات البتروول والغاز الطبيعى.

ثم يتم إطلاق البكتيريا فى المكان الذى نشك فى وجود المادة فيه، حيث تنتشر البكتيريا وتلتهم المادة عند وجودها، ثم نأخذ هذه البكتيريا ونعمل على تحليلها فى المعمل للاستدلال على وجود المادة من عدمه، كما يمكن عن طريق القياس الكمى معرفة كمية المادة المعدنية أو البترولية الموجودة داخل الخلية البكتيرية.

بعد ثبوت وجود البتروول فى منطقة ما، أو مادة معدنية كالذهب أو غيره، تأتى مرحلة استخدام وسائل استخراج هذه المواد للحصول عليها.

يطمح بعض العلماء إلى إلغاء عمليات الحفر تماماً، واستخراج جميع الكميات الموجودة من المعادن فى باطن الأرض عن طريق استخدام ملايين الملايين من البكتيريا مع وجود ميكانيكية عالية للتحكم فيها.

لكن البعض الآخر يتخوف من الزيادة الرهيبة فى أعداد المنقبّات المهندسة وراثياً، حتى لا تتحول إلى ملتهفات للثروة المعدنية والبتروولية، ونصل فى النهاية إلى نقطة الصفر فى تلك الثروات، بل ويتخوف البعض من وجود برامج هندسة وراثية لدى بعض الدول المتقدمة تهدف إلى إنتاج ملتهفات وراثية تنهى تماماً ثروات الدول النامية، مما يعد نوعاً من أنواع حرب الجينات التى تهدد كيان البشرية ومستقبلها فى القرن الواحد والعشرين.

٢ - إنتاج البترول المهندس وراثياً:

ويتضح فى الشكل التخطيطى التالى:

جينات تشفر لتكوين المادة البتروولية داخل شجرة البترول

عزل الجينات

تطعيمها فى جينوم الخلايا البكتيرية

إنتاج بكتيريا منتجة للبترول

استخلاص المواد البتروولية من البيئة واستخدامها



التصقيب الثالث عشر

لم تكن العلاقة الوثيقة بين السرطان والأحماض الدهنية واضحة، رغم وجود دلائل لم تكن مؤكدة وضعت الأحماض الدهنية موضع الشك والريبة في كونها أحد المسببات السرطانية .

جاء ذلك في خلاصات عالم الأورام الإنجليزي «د. آلن إدلمان»، والذي كان يقيم في الأربعينيات من القرن العشرين في حي «كامب شيزار» بالإسكندرية، وقد كان إدلمان حريصاً على زيارة الريف المصرى، وقد ذكر في خلاصاته العلمية أن أصابع الاتهام كانت تشير في ذلك الوقت إلى الدهون كمسببات، أو فنقل - والحديث لإدلمان -: أحد مسببات حدوث السرطان .

ورغم ذلك كان ثمة تساؤل يلح على إدلمان:

- لماذا تنخفض نسبة «الإصابات السرطانية» بين أهل الريف، رغم أنهم من مدمنى الإفراط في تناول الدهون ؟

كان هذا التساؤل موضع ملاحظة جيدة من العالم الإنجليزي إدلمان، ولكى يسلك مساراً منهجياً قام بدراسة خمسين عينة من قرى محافظة سوهاج، وقد اختار محافظة سوهاج، والتي كانت تسمى فى ذلك الوقت «مديرية جرجا» لارتباطه بصداقة شديدة مع مسئول الأمن الإنجليزي «مستر برتيوس»، والذي ذكر له أن الرجل من ريف سوهاج يمكنه أن يشرب - بتعبير أهل سوهاج - رطلاً من السمن كما لو كان يشرب زجاجة ماء .

كان حديث برتيوس مع إدلمان عند زيارة الأول للإسكندرية مغرباً لأن يقرر إدلمان السفر مع برتيوس إلى ريف سوهاج لإجراء دراسة تفصيلية، خاصة وأن موضوع كون الدهون من المسببات السرطانية كان قد دخل إلى الساحة العلمية بقوة حينئذٍ .

عند وصول إدلمان لمديرية جرجا (محافظة سوهاج حالياً) اختار خمس قرى من مراكز مديرية جرجا، هى كما يلي:

١ - قرية برخيل: وهي تتبع مركز البلينا.

٢ - قرية خارفة جرجا: وهي تتبع المديرية مباشرة.

٣ - قرية الصوامعة: وهي تتبع مركز سوهاج.

٤ - قرية شطورة: وهي تتبع مركز طهطا.

٥ - قرية مشتتا: وهي تتبع مركز طما.

قام إدمان باختيار خمسين حالة من أهل هذه القرى، وقد حرص في اختياره على ما يلي:

(أ) أن تكون العينة ممثلة للشيوخ والشباب.

(ب) اختيار عشر عينات من كل قرية.

وقد ذكر إدمان نتائجه كما يلي:

عدد عدم حدوث أورام سرطانية	عدد حدوث أورام سرطانية	عدد الحالات الكلية
٤٨ حالة	حالتان	٥٠ حالة

أى أن نسبة حدوث الأورام السرطانية تمثل (٤٪)، ونسبة عدم حدوث الأورام السرطانية هي (٩٦٪).

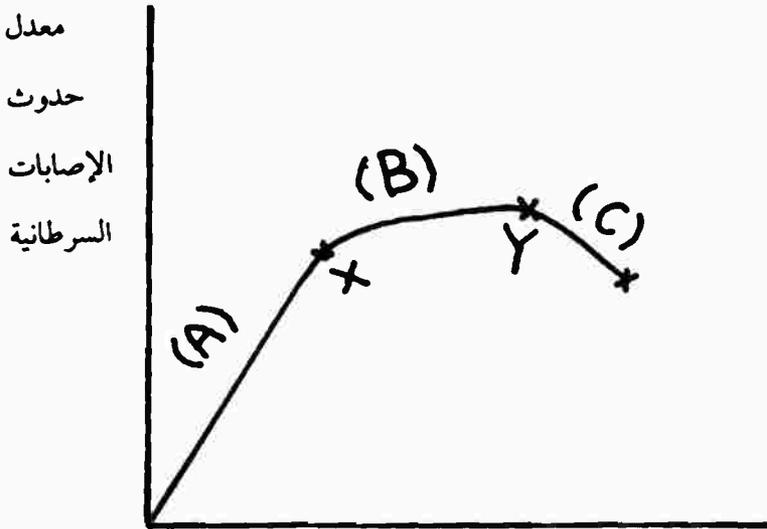
وقد خلص إدمان من تجاربه تلك إلى أن الريفيين فى مصر يكثرون من أكل بعض المأكولات الخضراء والمسمأة بالسريس والخس البلدى، وأن هاتين المادتين تحتويان على مركبات تمنع التأثير الضار للدهون كمسيبات سرطانية.

ثم أجرى جولة أخرى بين عرب الإسكندرية، حيث يفرطون فى تناول الدهون، لكنهم لا يتناولون الخس أو السريس، وقد اختار عينات من العرب الذين يقطنون الأماكن المحيطة بالإسكندرية من خمس مناطق مختلفة، وحرص على أن يكون عدد الحالات خمسين حالة، وقد خلص من ذلك إلى النتائج التالية:

عدد الحالات	عدد حدوث أورام سرطانية	عدد عدم حدوث أورام سرطانية
٥٠ حالة	٣٢ حالة	١٨ حالة

بتحويل هذه الأرقام إلى نسب نجد أن نسبة حدوث الإصابات السرطانية تبلغ (٦٤٪).

ونسبة عدم حدوث الإصابات السرطانية (٣٦٪).
ثم حوّل إدمان هذه النتائج إلى منحنيات للمقارنة كما يلي:



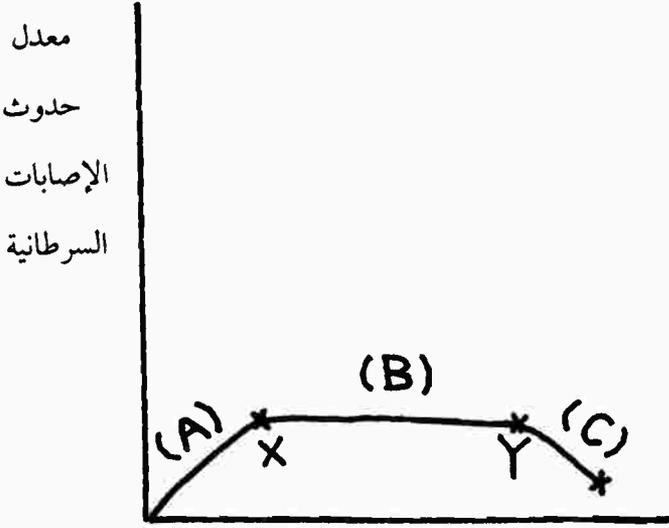
معدل تناول الدهون (مع عدم تناول الخس والسريس)

بتحليل هذا المنحنى نلاحظ ما يلي:

في الجزء (A) من المنحنى يزيد معدل حدوث الإصابات السرطانية مع زيادة معدل تناول الدهون حتى نقطة (X) حيث يثبت هذا المعدل في الجزء (B) من المنحنى، ثم يبدأ في التناقص بداية من النقطة (Y).

أشار إدلمان إلى أن معدل حدوث الإصابات السرطانية يرتبط بعمر الخلايا، وأن اقتراب الخلايا من الشيخوخة يفقدها القدرة البيولوجية للوصول إلى حالة فرط التنسج (الانقسام غير المقيد للخلايا).

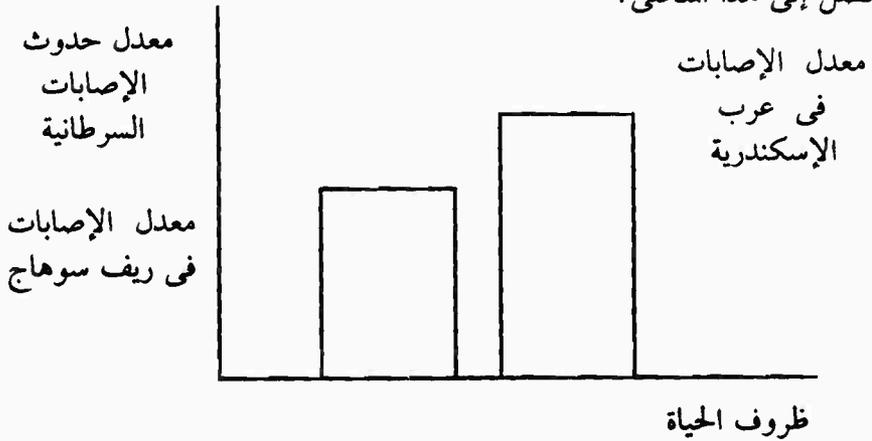
وبمقارنة المنحنى السابق بالمنحنى التالى الذى وضعه إدلمان :



معدل تناول الدهون (مع تناول الخس والسريس)

نلاحظ حدوث انخفاض حاد فى معدل الإصابات السرطانية، وبمقارنة المنحنيين

نصل إلى هذا المنحنى:



أبحاث أخرى عاصرت أبحاث إدلمان:

فى الوقت الذى كان فيه إدلمان غارقاً فى الاهتمام بتحديد مدى كون الدهون مسبباً سرطانياً أم لا، كان ثلاثة علماء من دول مختلفة يجرون أبحاثاً متقدمة على نفس المحور، وهم على التوالى:

١- ماري كورنرز (ألمانيا).

٢- جيمس هنيفان (الولايات المتحدة الأمريكية).

٣- بوريس (الاتحاد السوفيتى - روسيا حالياً).

كان كل منهم مهتماً بإثبات مدى مساهمة الدهون فى إحداث الإصابات السرطانية، وقد خلص كل منهم إلى نتيجة واحدة تفيد بأن الدهون مسئولة عن بعض الحالات السرطانية.

نقاط الضعف فى تجارب (إدلمان - بوريس):

رغم أن الرباعى الذين عاش كل منهم فى بلد غير الآخر:

١- إدلمان (مصر).

٢- ماري كورنرز (ألمانيا).

٣- جيمس هنيفان (الولايات المتحدة الأمريكية).

٤- بوريس (الاتحاد السوفيتى - روسيا حالياً).

قد استطاعوا أن يتأكدوا من أن الدهون أحد مسببات حدوث الأورام السرطانية، إلا أن عدم فهمهم للأساس الجزيئى لحدوث السرطان لم يمكنهم من تفسير النتائج السابقة، وقد سجل ذلك «كورنرز» فى خلاصاته العلمية المنشورة بجمعية تأريخ العلوم الشهيرة فى برون بجمهورية تشيكوسلوفاكيا، وهى تتبع جمهورية التشيك حالياً، وهى جمعية تهتم بالتأريخ لمجهودات العلماء المقيمين فى مناطق كانت تتبع الإمبراطورية النمساوية قبل ذلك. ومما جاء فى هذه الخلاصات ما يلى:

«لقد بذلت جهداً كبيراً ليقيني أن للدهون دوراً في إحداث السرطان، وقد كانت مهمتي صعبة، لكنني استطعت أن أنجزها في ثلاث سنوات (١٩٤٩ - ١٩٥٢م) ورغم أنني لم أستطع أن أضع تفسيراً منطقياً لما توصلت إليه من نتائج إلا أن عدم وضوح الأساس الجزيئي لما يحدث في الجسم من أورام سرطانية قد ساهم كثيراً في عدم إكمال بحثي، إلا أن الثورة العلمية التي أحدثها البيولوجيان (واطسن وكريك) بوضعهما للنموذجة الدناوية (D.N.A - helix) قد جعلني أوقن بأن كشف اللثام الحقيقي عن هذه الميكانيكيات سيتم بعد اكتشاف الأساس الجزيئي لحدوث الأورام».

وللأمانة العلمية فإنني أذكر حديثاً مسجلاً للعالم الأمريكي «واطسن» سمعته في المركز الثقافي الأمريكي عام ١٩٩٧م حول دور نمذجته للدنا في إثراء البحث العلمي، وكان نص حديثه ما يلي:

«عندما كنت أنا وزميلى كريك مشغولين تماماً بدراسة ما نشرته الباحثة القديرة روزلايند فرانكلين من صور لـ (D.N.A) بواسطة تقنية حيود أشعة (X) ومعنا رفيقنا الثالث ولكنز، وكنا نعلم أن فرانكلين مصابة بالسرطان، يومها قال لي كريك: يشق عليّ إصابة هذه الباحثة بهذا الداء اللعين.

ثم ذكر ولكنز، وكانت تربطه بباحث ألماني يدعى كورنر صداقة متينة، وتحدثنا عن أبحاث كورنر في مجال السرطان.

يومها عقبته على حديث ولكنز بقولي:

إن ما نفعه اليوم هو وضع الأساس الجزيئي الذي سيعمل عليه من سيأتي بعدنا سواء في مجال الأورام أم غيره، ولن يتحقق هذا إلا في نهاية هذا القرن».

كان «واطسن» يشير من طرف خفي إلى نقاط مهمة جداً مفادها أنه إذا كنا نطمح إلى تحديد دور عامل ما في إحداث السرطان - سواء كانت الدهون أم غيرها - فعلياً أولاً أن نفهم الأساس الجزيئي لما يلي:

١ - كيفية نشأة السرطان.

٢ - كيفية انتشار السرطان.

٣ - كيفية إحداث المسببات السرطانية لفعالها.

ويتطلب فهمنا لهذين العنصرين تحديد الجينات المسرطنة، والإجابة عن استفسارات محددة بعد تحديد هذه الجينات:

١ - ما هي الجينات المسرطنة؟

٢ - كيف تؤدي الجينات المسرطنة إلى نشأة السرطان؟

٣ - كيف تتحكم الجينات في انتشار السرطان؟

ثم ندرس تأثير العامل محل الدراسة «الدهون» في عملية التعبير الجيني (Gene Expression) لهذه الجينات، وعلاقة تمثيل الدهون بالتابعات النيوتيدية على الدنا الوراثي (D.N.A).

وسوف نحاول - فيما يلي - توضيح كيف استطاع الباحثون أن يثبتوا أن للأحماض الدهنية غير المشبعة - أى: المحتوية على روابط زوجية - والتي نرسم لها بالرمز (C = C) حيث تشير (C) إلى ذرة الكربون، و(=) للرابطة الزوجية، وبخاصة الحامض الدهنى اللينولينيك، والذي كان يُنظر إليه على أنه مفيد في علاج تصلب الشرايين... إلخ، لكن الأبحاث الحديثة أثبتت أنه يسبب السرطان.

أبحاث أدلر

حول العلاقة بين الأحماض الدهنية وأمراض السرطان:

أشار «د. جون أدلر» فى ورقته المقدمة إلى مركز أبحاث «تيجر» المركزى - المتخصص فى هندسة الجينات - إلى وجود علاقة وثيقة بين حدوث أمراض السرطان ووجود الأحماض الدهنية، ففى إحدى التجارب التى أجراها جون أدلر على عينة إحصائية للمصابات المرضية السرطانية اتضح أن نسبة (١٠٪) من الأسباب كانت ترجع إلى السلوك الغذائى المقترن بتناول الدهون، وذلك يتضح من الجدول التالى^(١):

(١) انظر : Genetic - Nature (U.S.A- No. 2 - VoL. 48 - 1999)

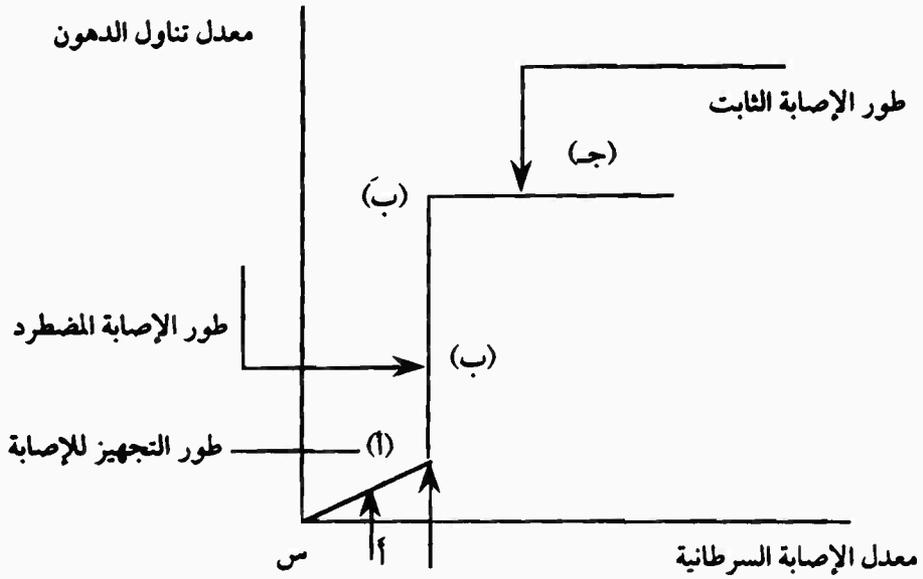
تصنيف مسببات الحالة		إجمالي العينة
٨٪ تناول الغذاء الغنى بالدهون.	١٠٪ سلوك غذائي غير سليم.	١٠٠٠ حالة
٢٪ تناول العناصر الأخرى المؤدية للإصابات السرطانية.		
٧٠٪ مسببات سرطانية بيئية.	٩٠٪ مسببات أخرى.	
٢٠٪ مسببات سرطانية وراثية.		

إن جون أدلر من المهتمين كثيراً بكشف العلاقة الوثيقة بين الأحماض الدهنية والإصابة السرطانية، لذلك تلا ورقته السابقة، والمنشورة في مجلة "Genetic - Nature" بورقة عمل نشرها في نفس المجلة، والتي تناول فيها الموضوع بإسهاب، وقد خلص منها إلى ما يلي:

يتوقف مدى الإصابة السرطانية - الناتجة عن تناول المواد الدهنية - على ما يلي:

١ - كمية الدهون المتناولة:

وجد أدلر من خلال تجاربه التي أجراها على الحالات المثلة لـ (٨٪) من العينة البالغ عددها ألف حالة - والذين يبلغون عددياً ثمانين حالة - أن معدل الإصابة قد ارتفع باضطراد عند زيادة كمية الدهون المتناولة، ويمكن توضيح ذلك من خلال المنحنى الذي ذكره أدلر ضمن ورقته:



من خلال تحليلنا للمنحنى الذى ذكره أدلر يتضح ما يلى :

١ - فى الجزء (أ) من المنحنى نلاحظ أن الكمية (س أ) من محور معدل تناول الدهون تمثل الكمية الطبيعية المتناولة من الدهون للإنسان، وتختلف هذه الكمية طبقاً للحالة الصحية للإنسان وطبيعة البيئة الموجود فيها ونوعية الجهود الذى يبذله، وعمر الإنسان، وهذه الكمية لا تسبب أى إصابات سرطانية، بينما عند تجاوز النقطة (أ) تبدأ مرحلة الخطورة حيث تبدأ الإعداد للإصابة المرضية، والتي تترادى حتى تبلغ النقطة (أ)، والتي تمثل النقطة الحرجة، حيث بتجاوزها يحدث اضطراب حاد فى معدل الإصابة يؤدي إلى ارتفاعه.

٢ - فى الجزء (ب) من المنحنى والذى يبدأ عندما تتجاوز كمية الدهون المتناولة - خلال وحدة الزمن «معدل تناول الدهون» - النقطة (أ)، حيث يتسم هذا الجزء من المنحنى بالزيادة المضطربة الحادة فى معدل الإصابة حتى النقطة (ب) والتي تمثل نقطة عظمى لمعدل الإصابة، بينما تمثل النقطة (أ) نقطة صغرى لمعدل الإصابة.

٣ - فى الجزء (ج) من المنحنى يثبت معدل الإصابة بالرغم من زيادة كمية الدهون المتناولة.

٢- محتوى الدهون من الأحماض الدهنية:

اتضح من الدراسات العديدة التي أجراها أدلر - على الكميات المتناولة من الدهون المسببة لحدوث الإصابة السرطانية - أن معدل الإصابة يختلف باختلاف محتوى كمية الدهون من الأحماض الدهنية، وذلك يتوقف على نوع الحامض الدهنى هل هو مشبع أم غير مشبع؟.. وقد لخص أدلر ذلك فى الجدول التالى^(١):

الحامض الدهنى	التأثير
حامض اللينولينيك Linolinic	سرطان البنكرياس. سرطان الكبد. سرطان القولون.

لقد ربط أدلر بين التأثيرات المختلفة للأحماض الدهنية وعمليات التعبير الجينى، ولخص نتائجه فى الجدول التالى:

أولاً - الجينات التى يحدث لها تنشيط عند حدوث تراكم من الأحماض الدهنية غير المشبعة فى الجسم:

الجين	تأثيره
PDGF	منشط لسرطان المخ.
erb - B ₁	منشط لسرطان الثدي.
erb - B ₂	منشط لسرطان المبيض.
N - myc	منشط لسرطان الخلايا العصبية.
C - mgc	منشط لسرطان الرئة.

(١) انظر : Int - J - oncol, 1998, VoL. 13, No.3, pp. 61L6M.

ثانياً - الجينات التي يحدث لها تثبيط عند حدوث تراكم من الأحماض الدهنية:

تأثيره	الجين
يثبط الجين (P_{16}) الذى يكبت الانقسام الخلوى مما يوجد نوعاً من عدم التحكم فى الانقسامات الخلوية.	Anti - P_{16}
يثبط عوامل تثبيط الجين المنشط لسرطان الثدي.	Anti - DPC_4

ذكر أدلر فى أبحاثه أن الوضع (ألفا) هو الأنسب لإحداث التأثير المسرطن سواء كان تنشيطياً أم تثبيطياً، وقد طرح ذلك فى مؤتمر عقد فى «باسادينيا» بالولايات المتحدة الأمريكية، وأشار قائلاً:

إننا أمام لغز محير، وسؤال مهم:

لماذا الوضع (ألفا) بالذات هو الأكثر إحداثاً لعملية السرطنة؟ . . ودعا أدلر طلبة الماجستير والدكتوراه إلى تكثيف أبحاثهم للإجابة عن ذلك.

أبحاث ناريزاوا وآخرين:

أجرى هذا البحث عام ١٩٩٨م فى جامعة «اكتنا» باليابان - كلية العلوم التطبيقية الطبية، حيث قام بالبحث فريق عمل يضم الباحثين:

[ناريزاوا - فاكورا - يازاوا - إيشى كاوا - إيسودا - نيشى زاوا].

وقد قاد هذا الفريق الباحث ناريزاوا.

ركز الفريق فى تجربته على دراسة تأثير الحامض الدهنى «اللينولينيك» على إحداث سرطان القولون، وقد استخدموا فى تجربتهم الأولى على الأرانب عينة تتكون من (٤٠ أرنباً) وقد قسّموها إلى أربع مجموعات، وتمت تغذيتها على وجبات غنية بحامض اللينولينيك، وتم التصنيف كما يلى^(١):

(١) يشير الرمز [α L . A] إلى الحامض الدهنى «اللينولينيك» فى الوضع (α) وهو أحد الأوضاع الترتيبية لذرة الكربون.

و [A = (Acid) ، [لينولينيك (Linoliniec) = L] ، [ألفا = α].

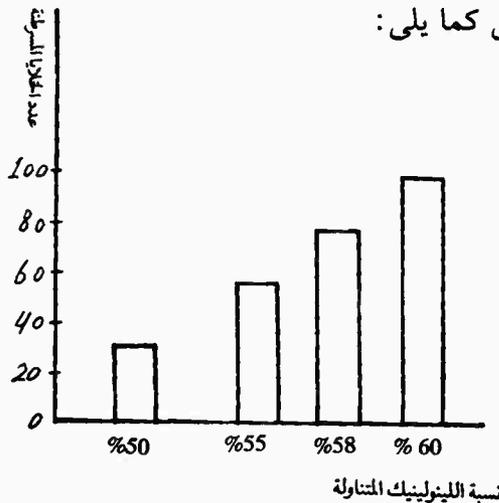
المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة	المجموعة الرابعة	
عشرة أفراد	عشرة أفراد	عشرة أفراد	عشرة أفراد	العدد
التغذية ثلاث مرات أسبوعياً				النظام
بمعدل L.A \propto	بمعدل L.A \propto	بمعدل L.A \propto	بمعدل L.A \propto	
٥٠٪ من قيمة الوجبة	٥٨٪ من قيمة الوجبة	٥٥٪ من قيمة الوجبة	٦٠٪ من قيمة الوجبة	

استمرت هذه التجربة ستة أشهر ثم أخذت بعض الفئران (٤) من كل مجموعة وتم ذبحها، كل مجموعة على حدة، ثم تم فحص القولون، وقد ثبت وجود أورام سرطانية بالقولون، وكان ترتيب عدد الخلايا السرطنة كما يلي:

$$١ج < ٢ج < ٣ج$$

حيث يرمز (ج) إلى المجموعة.

أى أن شكل المنحنى كما يلي:



واستخدم ناريزاوا وفريقه البحثى طرق تشخيص متقدمة تمثلت فيما يلي:

١ - تقنية "M.R.I" التصوير بالرنين المغناطيسي :

حيث أفادت هذه التقنية فى إيضاح الأنسجة المسرطنة داخل القولون، كما أوضحت حدوث انخفاض فى الأداء الوظيفى، لكن حدث خلط فى تمييز بعض الخلايا من حيث كونها مسرطنة أو غير مسرطنة، لذا استخدموا تقنية التصوير الطبقي بواسطة الكمبيوتر "C.T".

٢ - تقنية "C.T" التصوير الطبقي باستخدام الحاسوب :

تعتبر تقنية "C.T" من أحدث أنواع التصوير التى استخدمها ناريزاوا للأورام، وتستخدم الحاسبات الرقمية، حيث يتم استقبال الظلال الناتجة عن الامتصاص الإشعاعى من الأنسجة، وإعطاء صورة ثلاثية الأبعاد يمكن التحكم فى أبعادها.

انتقل ناريزاوا - بعد ذلك - إلى دراسة وفحص مدى تأثير جينات خلايا القولون نتيجة لتناول ألفا - لينولينيك، وقد اعتمد ذلك على تقنية تسمى «المسبرات» أو المنقبات الجينية، وتعتمد هذه التقنية على إدخال التابع النيوكليوتيدى المكون لجين ما [كشريط (D.N.A) مفرد] على جل، واستخراج شريط الـ(D.N.A) من بعض خلايا القولون المشكوك فى كونها مسرطنة، وتفريدها على الجل بطريقة التفريد الكهربى (Electrophoresis)، ثم التصوير بالأشعة السينية (X) حيث أظهرت حدوث تكاملات ظهرت كنقاط سوداء أو ظلال، وقد ثبت حدوث طفور فى شريط الـ(D.N.A) باستخدام التقنية السابقة، ويتضح ذلك فى صورة الجينات الطافرة التالية :

الجين الطافر	عدد تابعاته النيوكليوتيدية	تصنيفه	تأثيره
Ri - ras	1200 seg.	جين منبه ومحفز	- مسئول عن سرطان القولون.
N - ryt	1500 seg.	جين نمو	- مسئول عن سرطان القولون.
Anti - Apc	1250 seg.	جين مثبط	- مسئول عن تثبيط جين (Apc) المانع لحدوث سرطان القولون.

أبحاث ألنج وفريقه :

كان هدف ألنج وفريقه واضحًا من البداية، حيث ركز على دراسة تأثير الحامض الدهنى (L.A) على معدل الانقسام غير المقيد للخلايا، ومن ثم كانت وجهته هى التركيز على مركبات «السيكلى كينيز» فى الخلية.

تكوّن فريق ألنج البحثى من ستة أفراد، وأجريت الأبحاث بقسم الأورام فى «جامعة لند» بالسويد.

محور البحث:

أعاد ألنج وفريقه تجربة ناريزاوا اليابانى كما هى، وبعد فترة ستة أشهر قام بذبح الفئران وتشريحها والحصول على خلايا مسرطنة من القولون، والثدى، ثم قام باستخدام تقنية (C.T) مع التفريد الكهربى بدراسة «معقد السيكلى كينيز»، حيث وجد أن زيادة مفرطة من «معقد السيكلى كينيز» (E-D) قد زادت بدرجة كبيرة داخل الخلية، وكانت هذه هى الملاحظة المهمة التى لفتت نظر ألنج.

انتقل ألنج - بعد ذلك - لدراسة التتابعات النيوكليوتيدية المشكّلة فى مجملها للجينات المشفرة لتكوين معقد السيكلى كينيز من خلال تقنية التتابعات المتكاملة المعروفة «بالمقْب»، وقد أثبت - من خلال ذلك - وجود طفور فى التتابعات النيوكليوتيدية التالية التى تحكم كمية «السيكلى كينيز» فى الخلية، كما يظهر فى هذا الجدول:

ملاحظات	تأثيره	الجين الطافر
يؤدى هذا إلى دخول الخلية فى دورات تناسخ مكررة، مما يؤدى إلى انقسام غير مقيد، وحدثت أورام سرطانية.	- زيادة معقد السيكلى كينيز (E - D). - زيادة مفرطة فى السيكلى كينيز (E - D).	P* 21 P** 21

عمل فى هذه التجربة من ستة أفراد هم: ونجر - جاكوبى - كيلان - زبرن - جوسف - مولر.

وقد كان هذا الفريق تحت قيادة «جاكوبى، ومولر»، واللذين نشرت الأبحاث باسمهما فى مجلة (Genetic - Nature) الأمريكية فى يناير من عام ٢٠٠٠م. قام الفريق البحثى بتقسيم فئران التجارب - والتي كانت من النوع الهندى - إلى خمس مجموعات، كما يلى:

المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة	المجموعة الرابعة	المجموعة الخامسة
أطعمت بوجبة من زيت فول الصويا ٢٥ وزن / جم مع وجود نسبة ٢,٥% من (α L.A).	أطعمت بوجبة من زيت فول الصويا ٢٥ وزن / جم مع وجود نسبة ٥% من (α L.A).	أطعمت بوجبة من زيت فول الصويا ٢٥ وزن / جم مع وجود نسبة ٧,٥% من (α L.A).	أطعمت بوجبة من زيت فول الصويا ٢٥ وزن / جم مع وجود نسبة ١٠% من (α L.A).	أطعمت بوجبات من زيت فول الصويا ٢٥ وزن / جم مع وجود نسبة ٣% من (α L.A).

استمرت مدة هذه الأبحاث ١٦ أسبوعاً، أى: أربعة شهور، ثم أخذت عينات من الفئران وذبحت، وتم الفحص الهستولوجى والجزيئى، والذي كانت نتائجه كالتالى:

العينة القياسية «المجموعة الخامسة»				العينات الأخرى: المجاميع (١ - ٤)
لم تحدث إصابات سرطانية.				نسبة حدوث السرطان فى البنكرياس كانت كما يلى:
المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة	المجموعة الرابعة	
٧٠%	٧٥%	٩٠%	١٠٠%	
ونسبة حدوث سرطان الكبد كانت كما يلى:				
المجموعة الأولى	المجموعة الثانية	المجموعة الثالثة	المجموعة الرابعة	
١٨%	٢٧%	٥٠%	٩١%	

بعد نشر هذا التقرير فى عام ٢٠٠٠م على شبكة الإنترنت ونشره فى "Genetic Nature" - لوحظ ما يلى :

١ - وجود اهتمام مكثف لدراسة الأساس الجزيئى للإصابات السرطانية الناتجة عن تناول كميات كبيرة من (L.A). (٥٤).

٢ - محاولة تفسير الترابط بين الإصابات السرطانية بالكبد، والإصابات السرطانية بالبنكرياس.

وقد وعد جاكوبى أن يجيب قريباً عن هذين الاستفسارين، وقدم تفسيراً منطقياً نظرياً ستركز عليه الأبحاث فى الفترة القادمة.

وينص هذا التفسير على :

حدوث تأثير من (L.A) (٥٤) وبخاصة من الشقوق الحرة الناتجة عن تمثيله على التركيب الجينى للجينات المثبطة للهجرة السرطانية.

ويتضح هذا فى الجدول التالى :

تأثيره	تصنيفه	الجين
- يثبط هجرة الخلايا السرطانية من البنكرياس للكبد.	جين مثبط	GRBA ₁
- يحفز الأداء الشفرى للجين (GRBA ₁).	جين محفز	WT ₂
- يثبط الجين (GRBA* ₁) الذى يقوم بتثبيط عمل الجين (GRBA ₁).	جين مثبط	VB ₂

لذلك فتأثير (L.A) (٥٤) على هذه الجينات وإحداث طفور بها يشجع على حدوث هجرة خلايا سرطانية من البنكرياس إلى الكبد، وقد وعد جاكوبى بدراسة ذلك عملياً خلال العامين القادمين.

رأى علماء البيولوجيا الجزيئية فى ذلك :

أثارت أبحاث «أدلى، وناريزاوا، وجاكوبى، وألنج» اهتمام علماء البيولوجيا الجزيئية، حيث تكون فريق عمل فى يناير ٢٠٠٠م فى معهد «تيجر» لأبحاث الجينات بالولايات المتحدة الأمريكية لدراسة الأساس الجينى لعمليات السرطنة الناتجة عن الحامض الدهنى L.A. بقيادة د. كريج فتر، وقد حدد هذا الفريق خطته فيما يلى :

١ - مدة البحث خمس سنوات.

٢ - يتم دراسة الميكانيكية التى تؤثر بها نواتج تمثيل (L.A. α) على (D.N.A).

٣ - دراسة احتمالية تأثير (L.A. α) على إنتاج بروتينات التثبيط الموجه المانع

لحدوث السرطان، ومن ثم دراسة تأثير (L.A. α) على الرنا الوراثة (R.N.A).



التعقيب الرابع عشر

- د. جفرى فريدمان (الباحث بمعهد هوارد هوجز الطبي - نيويورك):
«لابد من وضع القوانين لترشيد طموحات علماء الهندسة الوراثية إلى تحقيق بيئة خالية من التلوث».
- د. جان ميشيل (مدير المركز القومى الفرنسى للبحوث العلمية):
«إن هندسة الجينات ستلعب دوراً مهماً فى علاج التلوث الذى أصاب المنظومة البيئية».
- د. كريج فنتر (مدير معهد تيجر لأبحاث الجينات - بواشنطن):
«إننا بصدد صنع التاريخ، فلم تعد القضية هى كم من الوقت نحتاج لحل شفرة الحياة، بل من سيجنى ثمارها، ويوظفها لخدمة بيئته».
- كاترين فولان (الباحثة بمركز سنتنجز - بالولايات المتحدة الأمريكية):
«قد تمثل تجارب الهندسة الوراثية الكابوس الذى يهدد البيئة، وذلك من خلال حرب الجينات».
- جيم هارتز (باحث وراثى أمريكى):
«الجينات هى الطريق الجديد نحو بيئة نظيفة».
- ليروى هود (باحث أمريكى فى الجينات الطبية):
«ستغير الهندسة الوراثية الوسائل الطبية فى المستقبل، مما سيجعلنا نتخلص من سلبيات المواد الدوائية».
- د. نيرون بارون (الباحث بجامعة كولومبيا - الولايات المتحدة الأمريكية):
«البيئة تمثل شيئاً مهماً فى حياة الإنسان، ودوماً يبحث الإنسان عن وسيلة يحافظ بها على اتزان البيئة، فهل سيجد فى تكنولوجيا الجينات ذلك؟».

د. نانسى وفلسكر (الباحثة بجامعة كولومبيا - الولايات المتحدة الأمريكية):
«إننى شديدة الطموح والأمل فى نتائج الثورة الجينو بيئية وانعكاساتها المباشرة على الإنسان».

د. شارلز كانتور (عالم الوراثة الأمريكى):
«دعونى أخلق فى غرفة مظلمة لأحلم بما ستحققه تقنية الجينات فى مجال البيئة».

د. هنكا بيللر (الباحث بمعهد كاليفورنيا):
«إن الكائنات المحورة وراثياً هى أملنا للحام طبقة الأوزون».
كيميائى/ وليم ديجارد (شركة وبيونت - الولايات المتحدة الأمريكية):
«الأدوية المهندسة وراثياً هى الطريق الأكثر أماناً من المواد الكيميائية».
د. سنس هايمر (باحث وراثى أمريكى):

«الآن يستطيع الكائن الحى أن يعيش فى بيئة نظيفة فى ظل تكنولوجيا الجينات».



التعقيب الخامس عشر

إن محتوى الكائن الحى من الدنا الوراثى أو الرنا الوراثى هو ما يُعبر عنه «بالطاقم الوراثى» لهذا الكائن الحى، ولكل كائن حى، بل لكل خلية من خلايا هذا الكائن طاقمها الوراثى الخاص بها، وبعض هذه الأطقم الوراثية مفيد للعمليات الحيوية، والبعض الآخر ذو طابع مرضى، كما أن هناك أطقماً وراثية تتسم بالكمون لفترات قد تطول وقد تقصر، لكنها عندما تتحرك تصبح ذات تأثير كبير على المحتوى الجينى للكائن الحى. لكل هذا كان لابد من متابعة هذا السلوك للأطقم الوراثية المختلفة وتصنيف هذا السلوك، ثم محاولة توظيف هذا السلوك للأفضل، ومحاولة تحجيم تعبير الأطقم الوراثية المرضية عن ذاتها، ومن ثم تقليص تأثيرها. وعملية التوظيف هذه قد تكون بنقل بعض الجينات السليمة من كائن حى إلى كائن حى آخر قريب منه تصنيفياً، أو تدمير الطاقم الجينى المعيب للكائن المريض، أو صناعة الطاقم الجينى خارج الخلية والقيام باستزراعها داخل الخلية. . أى: عمل نسخة من الطاقم الوراثى الأسمى، واستخدامها لإصلاح الخلل الذى قد يصيب الخلية وأداءها الخلوى.

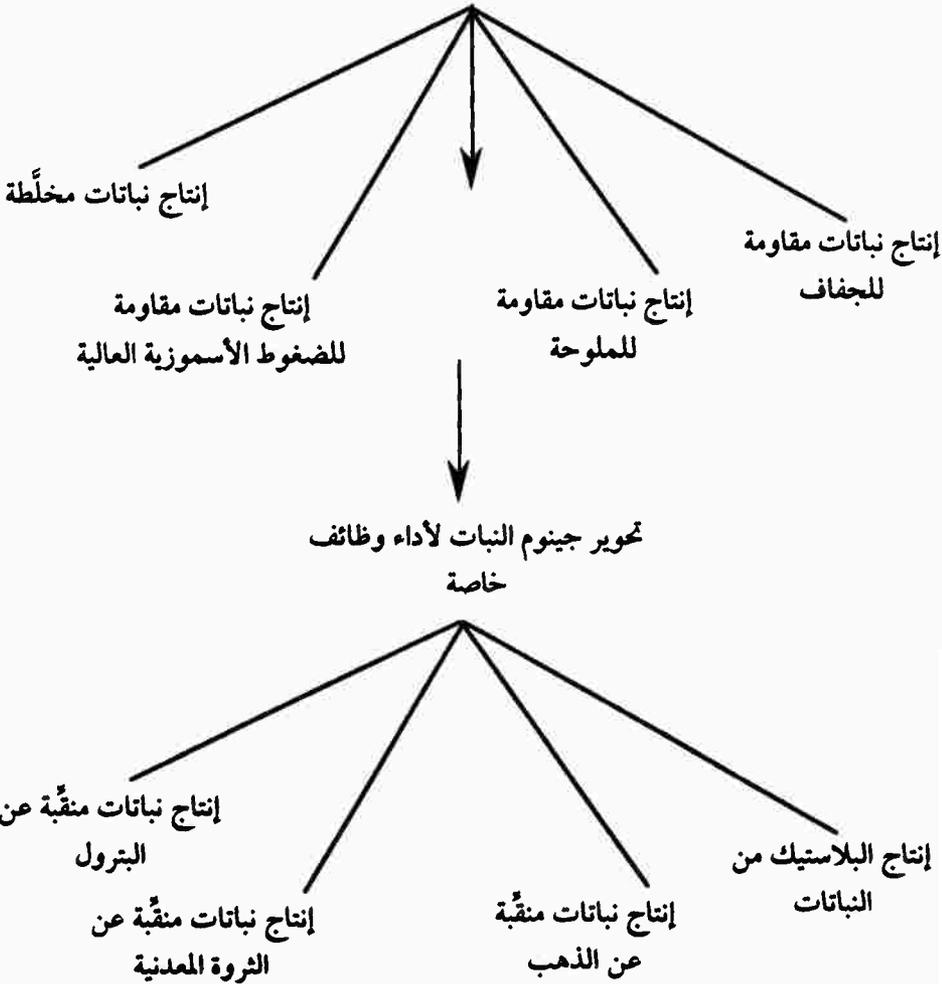
وهذا ما يعطى الأمل فى غد مهندس وراثياً، غد يستطيع فيه الإنسان التحكم فى الكائنات المرضية فيحجمها، والكائنات المفيدة فيعمل على إكثارها؛ من خلال التحكم فى الأطقم الوراثية لهذه الكائنات الحية.

إن مجالات استخدامات هندسة الجينات رحبة ومتعددة فهى قابلة للتطبيق على الإنسان والحيوان والنبات، ويجمع بينهم شىء واحد وهو «مادة الوراثة». . مادة الحياة، والتى يمكننا - من خلال فهمها - تحقيق الكثير من طموحاتنا.

لقد أوجدت تقنيات الهندسة الوراثية بيئة مهندسة وراثياً، بيئة نُقشت برسوم جينية وحُفرت بلغة وراثية، فأوجدت بيئة نلاحظ - من مكوناتها - أنها أصبحت كلها مهندسة وراثياً، فالنباتات قد تم تحوير الجينوم الخاص بها حتى تستطيع أن تتحمل الظروف غير المناسبة، وتنمو بها، فالجفاف ليس مهماً، ودرجات الملوحة الشديدة ليست مهمة، والضغط الأسموزية العالية ليست مهمة فى عصر الهندسة الوراثية، فجميع النباتات سيتم تحويرها وراثياً بحيث يمكنها أن تقاوم مثل هذه الظروف، كما تم إنتاج الثمار كبيرة الحجم والمعدلة وراثياً، والنباتات التى تحمل صفات خليطة بين صفات نباتين.

لقد استطاع العلماء إنتاج بعض النباتات التي يمكنها أن تثبت ذاتياً النيتروجين الجوى، ومن ثم فهي ليست بحاجة إلى إضافة أسمدة آزوتية (نيتروجينية) إليها. ذلك هو عالم النبات المهندس وراثياً، أو فلنقل: البيئة النباتية التي يتم صياغتها بلغة الجينات من خلال عدة محاور، نوجزها فيما يلي:

الجينات والنبات



ولقد كان للهندسة الوراثية مساهمة فعالة فى زيادة الإنتاج الحيوانى، وكان لها الدور الرائد فى إنتاج سلالات قوية من الحيوانات ذات فعل مقاوم للطفيليات، كما أمكن من خلال تطعيم بعض الحيوانات بأطعم وراثية لصفات مرغوبة لحيوانات أخرى - إنتاج حيوانات ذات صفات معينة كحيوانات ذات لحم كثيف أو حيوانات مدرة للبن، أو حيوانات ذات صوف بمواصفات مرغوبة، كما يأمل علماء الجينات الحيوانية فى التحكم فى حجم الحيوان من خلال تطعيمه بجينات نمو محددة، ويطمح البعض إلى غد نرى فيه الأرناب بحجم الخراف، والماشية بحجم الفيلة!!

وليس ذلك مستبعداً من الناحية العلمية، وهذا ما أريد أن أنبه القارئ إليه، فمادامت توجد أطقم وراثية حاكمة للعمليات الحيوية، فهناك أمل فى كشف هذه الأطقم ونقلها إلى حيوانات أخرى لتكتسب الصفات المسئولة عنها هذه الأطقم، بل وتقوم بتوريثها للأجيال التالية لها. وإن الآمال تتعقد على ما هو أكثر من ذلك مثل إنتاج حيوانات هجينة، فكما يمكن إنتاج «البطاطم» من البطاطس والطماطم ومن ثم تتوافر القيمة الغذائية لنبتين فى نبت واحد، يمكن إنتاج العنم^(١) من الغنم والماعز عن طريق عمليات خلط للأطعم الوراثية لكل منهما بهدف توفير صفات خليطة من كائنات عديدة فى كائن واحد تتركز فيه هذه الصفات.

وبما لا شك فيه أن الهندسة الوراثية لها انعكاساتها الإيجابية على مستقبل الإنسان سواء بالتشخيص الوراثى للأمراض الوراثية، أو بتقنيات العلاج الجينى لهذه الأمراض، فقد استطاع العلماء كشف بعض الأطقم الوراثية السليمة والمرضية، ومن ثم يمكن التحكم فيها من خلال قصّها ثم نزعها خارج «الجينوم البشرى» إذا كانت ضارة، ويتم ذلك من خلال إنزيمات محددة يمكنها التعرف على التابع الوراثى محل الدراسة وقصّه عند الموضع المراد، وإننا إذ نذكر ذلك لننوّه إلى أن بعض الكائنات الدقيقة تستطيع أن تكون مواد مضادة لهذه القواطع

(١) العنم: كائن افتراضى يطمح علماء الهندسة الوراثية إلى إنتاجه من خلال الأطقم الوراثية، وهو يجمع فى صفاته بين الغنم والماعز.

الإنزيمية، ومن ثم يصعب التعامل معها فى هذه الحالة، إذ لا بد أولاً من إزالة المواد المضادة لتأثير الإنزيم المحدد، ثم التأثير بواسطته على التابع محل الدراسة .

لقد استخدم العلماء وسائل تقنية عديدة فى نقل الجينات المرغوبة للإنسان، أو نقل الجينات المرضية منه، والجينات المنقولة للإنسان قد تكون موجّهة لإنتاج مواد ذات أهمية بالغة لحيوية الخلية، أو تكون موجّهة لإنتاج مواد إفرازية كالهرمونات أو مواد كيميائية ضرورية لحياة الإنسان .

ففى إحدى التجارب التى قام بها علماء من جامعة «ميتشجان» ومعهد «هوارد هوفر» الطبى بالولايات المتحدة الأمريكية، حدث حقن خلايا جدران القلب «للفأر» بجينات تعمل على إنتاج مادة كيميائية تقوم بالعمل على زيادة نمو الوعاء الدموى، وذلك بإنتاج خلايا دموية جديدة، وقد تراوحت نسبة نمو الخلايا بين (٣٠٪ - ٤٠٪) وقد أكد الفريق العلمى الذى أجرى هذه التجربة على أن حقن الأطقم الوراثية - محل الدراسة - فى خلايا العضلات الصقلية بالقلب يحوّل هذه الخلايا إلى مصانع منتجة للأنسيولين البشرى، أو البروتينات المضادة لتجلط الدم .

ولاشك أن هذا يمثل طفرة حقيقية فى عالم الطب، فمن خلال حقن هذه المورثات يمكن تفادى حدوث الجلطات الشريانية، ولاسيما فى الشريان التاجى الغذى لعضلة القلب، وحدث جلطة به يعنى: توقف عضلة القلب عن ضخ الدم لأجزاء الجسم الأخرى، ومن ثم الوفاة المؤكدة، أما أهمية هذه التجربة لإنتاج الأنسيولين البشرى فهى تفوق ما سبق أن توصل إليه العلماء - من قبل - من تصنيع الأنسيولين البشرى عن طريق نسخ طاقمه الوراثى المتحكم فيه والذى يشفر له، ثم إيلاجه داخل الطاقم الوراثى للبكتيريا، والتى تتكاثر بمعدل سريع جداً، وتكاثر فى نفس الوقت محتواها الوراثى المولج به الطاقم الوراثى للأنسيولين .

أى أن البكتيريا - فى هذه الحالة - تحولت إلى مصنع لإنتاج الأنسيولين البشرى، ثم يُستخلص هذا الأنسيولين البشرى بتقنيات دقيقة، ويستخدم بعد ذلك، وهو رغم قضائه على ما يحدث من مقاومة للجسم المستخلص من بنكرياس الماشية

لوجود بعض الفروق بين الأنسيولين البشرى وأنسيولين الماشية، إلا أنه ما زال على التكلفة، والطريقة الجديدة التي قام بها علماء «ميتشجان» مع علماء «معهد هوارد هوفر» هي تحويل الجسم إلى منتج ذاتي للأنسيولين، وهنا تكمن الأهمية فلا توجد أدنى مقاومة من الجهاز المناعي للجسم لأن الجسم هو الذي أنتجه، فضلاً عن ضمان سلامته من أى محتوى مرضى يمكن أن يؤثر على جسم الإنسان، ربما تكون تقنية إنتاجه بهذه الطريقة مكلفة لكنها تحقق الأمان الوراثي للإنسان من خلال الإنتاج الجسمي الذاتي له.

في تجربة أخرى رائدة قام بها العالم «رايان سلفر» رئيس قسم علوم الأمراض والميكروبات بجامعة «بريستول» البريطانية، حيث أعلن عن توصل الفريق البحثي برئاسة «د. كريس إيلسون» إلى مواد تُفرز طبيعياً بالدم تمنع الإصابة بالتهاب المفاصل الروماتيزمية.

وقد استطاع العلماء في عام ١٩٩٤م استخدام الهندسة الوراثية كسلاح فعال للحد من انتشار مرض السرطان بأنواعه المختلفة عن طريق إدخال جينات إلى الخلايا السرطانية تجعلها تفرز مواد سامة تحطم بها ذاتها، وقد نجحت هذه التجارب في علاج حالات سرطان الخلايا الملونة، كما استطاع العلماء إدخال جينات تعمل على إثارة الجهاز المناعي للإنسان لمقاومة خلايا الورم السرطاني، وإنا إذ نذكر دور الهندسة الوراثية في أبحاث السرطان لنؤكد على دورها الرائد في علاج سرطان البروستاتا، ذلك الداء العضال الذي كان الحل الوحيد له في الماضي (وما يزال في دول العالم الثالث) هو الجراحة أو الأشعة العميقة أو استخدام الهرمونات، وكان دور الهندسة الوراثية هو صناعة مصل يعمل على توجيه الخلايا السرطانية، وإثارتها لتكوين أجسام مضادة للسرطان الموجود، ومن ثم يحدث تدمير لخلايا السرطان، فيتخلص الإنسان من الأورام السرطانية التي تهدد حياته.

وكما حققت هندسة الجينات نجاحاً كبيراً في علاج أمراض السرطان، فقد حققت نجاحاً مائلاً في علاج الأمراض الجلدية الوراثية مثل البقع الجلدي الوراثي

والتحلل الفعالي الوراثي، كما حققت نجاحاً آخر في تشخيص وعلاج الأمراض الفيروسية كالأنفلونزا والحصبة والغدة النكفية.

وقد لجأ العلماء إلى طرق التشخيص باستخدام الهندسة الوراثية لصعوبة عزل الفيروس خارج العينة الحية لتشخيصه، لأن الفيروس بمجرد خروجه خارج العائل يتبلر^(١)، ومن ثم كان لابد من استخدام الحامض النووي الفيروسي كأداة تشخيصية دقيقة للميكروبات عامة وللفيروسات خاصة، وتُعرف هذه التقنية «بتفاعلات إنزيم التجمع (البلمرة) المتسلسل» أو الـ (P.C.R) اختصاراً لاسمها العلمي (Polymerase chain Reaction)، وترجع أهمية هذه الطريقة إلى دقتها في تشخيص أقل كمية موجودة بالعينة، بل وتحديد سلالة الفيروس لتحديد العلاج المناسب، حتى لا يحدث خلط في تناول أي دواء دون تشخيص دقيق، ويمكن استخدام مثل هذه التقنية في تحديد نوعية السلالة من الفيروس الكبدي، ومن ثم تحديد نوع العلاج.

لقد أصبح استخدام «المعلومات الوراثية» بالطاقم الوراثي - لتصحيح سير العمليات الحيوية - أمراً ممكناً، وهكذا أصبحت المادة الوراثية هي أمل الإنسان في التخلص مما يعانیه، فعن طريق «الهندسة الوراثية» استطاع الإنسان أن يحدد ويعزل العديد من الجينات المرضية، مثل جينات التليف الكيسي وأنيميا الدم، وداء الرقص اللا إرادي (هينجتون كوريا)، كما نجح العلماء في التعرف على تركيب الطاقم الوراثي لمرض «تحوصل الكلى» الذي يؤدي إلى تضخمها وقد يؤدي إلى الفشل الكلوي.

كل ذلك يعتمد على تحليل الطاقم الوراثي للميكروب المسبب للمرض داخل العينة الحية من خلال تقنيات جزيئية وتحديد سلسلة القواعد النيتروجينية في المادة الوراثية، وتوجد أربعة اختبارات وراثية يمكن إجراؤها لمعرفة تركيب الطاقم الوراثي، وهي:

(١) أي : يتحول إلى حالة صلبة غير حية.

أولاً - اختبار السلي:

يجرى هذا الاختبار بعد عشرة أسابيع من الحمل، وفيه تؤخذ خلايا من غشاء السلي (غشاء جنيني) وذلك بهدف معرفة حدوث شذوذ في الكروموسومات من عدمه.

ثانياً - اختبار المشيمة:

يجرى هذا الاختبار بعد عشرة أسابيع - أيضاً - من الحمل، وفيه تؤخذ بعض خلايا المشيمة النامية لفحص كروموسوماتها.

ثالثاً - الاختبار التجويفي:

يجرى هذا الاختبار قبل مضي عشرة أسابيع من الحمل، وفيه تؤخذ بعض الخلايا من التجويف المحيط بغشاء السلي حيث تفحص كروموسوماتها.

رابعاً - اختبار المضغفة:

يجرى هذا الاختبار عند وصول «الزيجوت»^(١) إلى مرحلة الخلايا الثمانية للكشف عن العيوب الوراثية المحتملة.

خامساً - اختبار الحيوان المنوي:

يجرى هذا الاختبار على الحيوان المنوي، وذلك لمعرفة الطاقم الوراثي المحمل به، وهل يحتوي على جينات معينة أم لا ؟

سادساً - اختبار البويضة:

يتناظر - هذا الاختبار - اختبار الحيوان المنوي للرجل، وفيه تؤخذ بويضة سليمة جاهزة للإخصاب من قناة المبيض بالأنثى، ويجرى عليها هذا الاختبار لمعرفة طاقمها الوراثي، وهل يحتوي على جينات معينة أم لا ؟ .

إن كل ما تقدم من ذكر لدور الهندسة الوراثية في التشخيص والعلاج يجعلنا في شوق لمعرفة كيفية العلاج بالجينات . .

(١) الزيجوت هو المرحلة الأولى من مراحل التطور الجنيني، ويتج عن اتحاد الحيوان المنوي والبويضة.

لقد استطاع العلمان «ميركولا، وكلاين» عام ١٩٧٩م القيام ببعض المحاولات الجادة للعلاج الجيني للإنسان رغم أن تجربتهما لم تنجح، لكنها فتحت أبواباً من الآمال أمام العلماء لتحقيق هذا الغرض. ولنستطيع أن نستوعب تكنولوجيا العلاج بالجينات لابد لنا - أولاً - من فهم الأساس الجينومي للأمراض الوراثية.

الأساس الجينومي للأمراض الوراثية:

لقد وضع عالم الإنزيمات «أرشيبالد جارود» عام ١٩٠٨م فرضه التالي:

جين واحد يساوي إنزيمًا واحدًا.

وقد تأكد جارود من أن المرض الوراثي ينتج من عجز الجين عن التعبير عن نفسه في المحتوى الجينومي للإنسان، كما وضع عالم الهندسة الوراثية «لسيدلي» تعريفًا للعلاج بالجينات على أنه عملية إدخال أو نقل جينات سليمة إلى خلايا جسمية وذلك للحصول على وظيفة جينية غير موجودة.

بعض الأمراض الوراثية:

أولاً - داء التخلف العقلي المبكر:

هذا المرض ينتج بسبب نقص الإنزيم الكبدى «فينيل آلانين هيدروكسيلاز» وهو يؤدي إلى تخلف عقلى منذ الطفولة المبكرة، ويمكن علاجه بنقل الطاقم الوراثي (المستول عن تكوين الإنزيم) إلى خلايا الكبد.

ثانياً - شحاب البحر المتوسط «أنيميا البحر الأبيض المتوسط»:

أحد أنواع الأنيميا الوراثية (فقر الدم) وهو ينتج عن نقص جين «الجلوبين» وأمكن علاجه بنقل جين «جلوبين» سليم إلى خلايا الدم الحمراء ليمنع تحملها وفقدتها لكرويتها، ومن ثم نقص قدرتها على حمل الأكسجين.

ثالثاً - التخلف العقلي الناتج عن عيب جينى بخلايا المخ:

وقد استطاع العلماء مؤخراً زرع بعض الجينات المعدلة والمبرمجة وراثياً فى

مخ أحد حيوانات التجارب «الفأر»، وقد استطاع هذا الجين أن يعيد الاداء الوظيفى للمخ إلى حالته الطبيعية.

- لكن هل كل الخلايا يتم نقل جينات إليها ؟

أم أن هناك خلايا معينة يمكن التعامل بسهولة - وعلى أسس علمية - مع محتواها الجينى ؟

- وهل عملية النقل تتم مع خلية نظفية أم خلية جسمية ؟

إن عملية النقل الجينى إلى الخلايا التناسلية تعنى توارث الأجيال التالية لهذا الجين المولج داخل الطاقم الوراثى، وقد نجحت بالفعل تجارب عديدة على الخلايا التناسلية لفئران التجارب وتم الحصول على فئران مهندسة وراثياً. . وعملية النقل هذه إلى الخلايا التناسلية مفيدة فى ضمان خلو الأجيال التالية من المرض الوراثى الذى يتم علاجه، لكن هذا يحتاج أيضاً إلى اختبارات متعددة وبصورة مكثفة ولاسيما فى المراحل الجنينية المبكرة حتى لا يحدث تعبير غير سوى للجين المولج بالخلية، لأن معنى حدوث خلل فى تعبير الجين عن نفسه أن الأجيال المقبلة جميعها ستدفع ثمن هذا الخطأ، وليس الإنسان محلاً للتجريب، ولكن هذا وارد وليس بمحال؛ ولذلك أحيطت هندسة جينوم الخلايا التناسلية بكثير من الحذر حتى لا يحدث تلاعب بهذا الكتر الذى حباننا الله به. . إنه «الطاقم الوراثى».

لهذا كانت عمليات النقل الجينى منصبة بصورة مكثفة على الأطقم الوراثية للخلايا الجسمية لأن معنى هذا هو عدم توارث الأجيال للصفات الجديدة، ويتم هذا بتقنية عالية وخطوات محددة، نوردها فيما يلى:

أولاً: يتم التعرف على الجين المعيب داخل الخلية المريضة.

ثانياً: يتم تحديد الجين الجديد المطلوب إيلاجه داخل الخلية المريضة ليصلح الخطأ الوراثى الموجود، ويتم ذلك عن طريق أنظمة النقل الجينية إلى أماكن محددة من الطاقم الوراثى للخلية.

ثالثاً: قد يتم نزع الخلية المريضة إلى خارج الجسم، ثم معاملتها جينومياً (بالجين المرغوب)، ثم إعادة زرعها فى مكانها الصحيح.

رابعاً: قد يتم إدخال الجين المرغوب عن طريق بعض العمليات الوظيفية للكائن الحى (الإنسان)، وقد نجحت هذه التقنية فى إدخال الجينات إلى الرتتين عن طريق عملية الاستنشاق، باستخدام جهاز خاص.

التقنيات المتعددة لتكنولوجيا الجينات:

لقد نشأ - عن التقدم المتسارع للعلاج بالجينات - تقنيات عديدة أرى أن نتعرض لها بشيء من الإيجاز:

أولاً - إصلاح الجين المعيب:

تحتاج هذه التقنية إلى قصّ الجين المعيب من الطاقم الوراثى، ثم إصلاح العطب الوراثى الموجود فيه، وهى تقنية تحتاج إلى عمليات معقدة، لكن لا بد من طرقها لاستخداماتها المتعددة.

ثانياً - إضافة جين سليم:

يتم فى هذه التقنية إضافة جين سليم إلى الخلية المعيبة وراثياً، وذلك بهدف تثبيط عمل الجين المرضى، ولا يتم فى هذه التقنية استبدال الجين المرضى، بل يظل موجوداً بالمحتوى الجينى، لكنه مثبط عن العمل والتعبير عن نفسه.

ثالثاً - استحداث وظائف جينية جديدة:

فى هذه التقنية يتم إدخال الجين بغرض تغطية نقص وظيفى موجود، أو إظهار صفة لم تكن موجودة؛ لغياب الجين المسئول عنها بالطاقم الوراثى للكائن محل الدراسة، وهى تقنية مفيدة فى حالة فشل التقنيتين السابقتين.

رابعاً - تغيير نظام تعبير الجين:

يتم فى هذه التقنية إحداث تحكم فى نشاط الجين داخل المحتوى الوراثى عن

طريق أنظمة جينية محددة؛ وذلك بهدف زيادة نشاطه، أو تثبيط نشاطه، أو إعدام دوره الوظيفي تمامًا، وهذا يستلزم استخدام أنظمة نقل حساسة جدًا حتى لا يحدث تغيير في التركيب الكيماوي للجين المنقول أو المحتوى الجينومي المنقول إليه الجين.

ويوجد لذلك نظامان للنقل .. هما:

(أ) النقل الجيني المباشر:

في هذا النظام يتم نقل الجين مباشرة إلى المحتوى الجينومي المراد دون وسيط في العملية.

(ب) النقل الجيني غير المباشر:

في هذا النظام يتم نقل الجين المرغوب إلى المحتوى الجينومي عن طريق وسيط قد يكون فيروسًا، أو فاجًا، أو بكتيريا... إلخ.



خاتمة

وبعد.. فهذا كتابنا «الهندسة الوراثية وأبحاث البيئة» والذي نرجو أن نكون قد أوضحنا من خلاله الدور الذي يمكن أن تلعبه تقنيات الهندسة الوراثية فى علاج ما أصاب بيئتنا من اختلالات حولتها إلى بيئة غير صالحة للحياة إلا بمشقة وصعوبة.

كما نرجو أن نكون قد وقَّعنا إلى تبسيط استخدام الجينات فى المعالجات البيئية، وأن يكون القارئ قد تعرَّف على التطبيقات البيئية العديدة التى دخلتها هندسة الجينات، ومدى ما ستستفيد به البشرية من ذلك.

وأملى أن يكون هذا الكتاب بداية لتوجيه جميع الأنظار لاستخدام مثل هذه التقنيات فى عالمنا العربى.

والله الموفق.

عبد الباسط الجمل

مراجع الكتاب

أولاً - المراجع العربية:

- ١ - الأدوية الجينية الجديدة (العلوم الكويتية - مجلد ١١ - ١٩٩٥م).
- ٢ - شبح الحرب البيولوجية (العلوم الكويتية - مجلد ١٣ - ١٩٩٧م).
- ٣ - اكتشاف جينات لإنتاج عقاقير جديدة (العلوم الكويتية - مجلد ١٣ - ١٩٩٧م).
- ٤ - د. عبد الباسط الجمل: الهندسة الوراثية.. الأمل والألم (القاهرة - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٨م).
- ٥ - المعالجة الجينية (العلوم الكويتية - مجلد ١٤ - ١٩٩٨م).
- ٦ - م/ محمد عبد القادر الفقى: البيئة.. مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث (القاهرة - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٩م).
- ٧ - د. زين العابدين متولى: قصة الأوزون (القاهرة - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٩م).
- ٨ - م/ سعد شعبان: التلوث.. لعنة العصر (القاهرة - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٩م).
- ٩ - مجموعة من العلماء: ندوة «الجينات والأمل الأخير فى إنقاذ البيئة» (القاهرة - ملتقى الشباب - ١٩٩٩م).
- ١٠ - د. عبد الباسط الجمل: ندوة «المخطط الجيني لإنقاذ البيئة» (القاهرة - ملتقى علوم المستقبل - ١٩٩٩م).
- ١١ - د. عبد الباسط الجمل: ندوة «بيئتنا المهندسة وراثياً» (القاهرة - جمعية شباب المخترعين المصرية - ٢٠٠٠م).

١٢ - مجموعة من العلماء: ندوة «غذاؤنا المهندس وراثيًا بين الإيجابيات والسلبيات» (القاهرة - جمعية شباب المخترعين المصرية - ٢٠٠٠م).

١٣ - مناقشات وتوصيات المؤتمر الدولي لمنتجات الهندسة الوراثية (كندا - ٢٠٠٠م).

ثانياً - المراجع الأجنبية:

1 - Alan. Thomaas: Environment: Presnts The Future (U.S.A - H.M.S Company - 1998).

2 - Bellkindy: Gene Technologys Environment (Canada - M.T.D.C - 1999).

3 - Genetics is The Rood to Purfied Environment (London - L.L.D - 1999).

4 - Genetical Micro Organism and Osonе Ciminar: (U.S.A - NASA - 1999).

5 - Gene Technology: to Environment or Distruction Forit.

6 - Group of Discussion: (U.S.A - C.G.S.E.F - 2000).

