

عندما يحول العلماء
الخيال إلى حقيقة

obeikandi.com

الاختلاف سمة من سمات المخلوقات ، لكى يتكيف كل منها مع ظروف بيئته ويتأقلم معها ، وقد كان الإنسان ينظر إلى هذا الاختلاف نظرة عامة دون بحث عن سبب هذا الاختلاف .. حتى كان ذلك الغلام الفقير الذى عانى كثيراً وقست عليه الحياة أشد القسوة فلم يجد إلا الدير الأوجستينى ببلدته برون فى النمسا ليلجأ إليه ويعيش حياة الرهبنة مجبراً لا اختياراً ... إنه « جريجور مندل » الذى كان فى عقله نبوغ قتلته قسوة الحياة .

لقد لاحظ مندل اختلاف أزهار نبات بسلة الزهور وبدأ يُجرى تهجينات بين هذه النباتات ويدون نتائجه واستخلاصاته ، وقد استمر ذلك سبع سنوات ، وقد خلص مندل من تجاربه بقانونيه فى التوزيع الحر للعوامل الوراثية ، كما وضع فرضه الذى تنبأ فيه بالعامل الوراثي^(١) والذى ينص على أنه : « يتوقف ظهور الصفات المتفارقة كلون الأزهار الأحمر والأبيض فى البسلة على وجود شىء ما ينتقل من الآباء إلى الأبناء عن طريق الخلايا التوالدية أو الجاميطات »^(٢) .

لقد تقدم مندل بأبحاثه تلك إلى جمعية التاريخ الطبيعى برون عام ١٨٦٥ م ، لكن أبحاثه رُفضت وأُلقيت فى وجهه .. لكنه لم ييأس ، وأعاد صياغتها وتقدم بها فى ربيع العام التالى ١٨٦٦ م ، حيث قُبِلت على مضض وتم نشرها فى سجل الجمعية السنوى الذى وزع على مكاتب أوروبا ، ثم أُهمِلت هذه الأبحاث وأصبحت فى طى النسيان ،

(١) العامل الوراثي هو ما يعرف حالياً باسم الجين .

(٢) أساسيات علم الوراثة . ترجمة د. عبد العزيز مصطفى وآخرين (القاهرة - المركز القومي للإعلام والتوثيق -

١٩٦٩م) ص ٦٠ .

حتى أعدد اكتشافها ثلاثة من العلماء كل على حدة وهم: (العالم النمساوي: تشيرماك، والعالم الألماني: كورنيز، والعالم الهولندي: دي فريز) .

كان ذلك عام ١٩٠٠م ، أى : بعد أربعة وثلاثين عامًا من نشر أبحاث مندل في ١٨٦٦م ، ومنذ ذلك التاريخ بدأ الإنسان يهتم بهذا اللغز الذى كان مجهولاً .. إنه لغز الوراثة ، والذى ظل الإنسان يجهل حقيقته آلاف السنين .. لكن ثمة أسئلة كانت تفرض نفسها : ما المسئول عن حمل الصفات الوراثية ؟ وكيف يحملها ؟ ومم يتركب ؟

لقد بُذلت جهود مفضية وتجارب عديدة للإجابة عن هذه الأسئلة ، من استخدام سجلات نسب العائلة إلى الدراسات الخلوية إلى الدراسات الكيموحيوية ... إلخ ، وقد اتضح من خلال ذلك أن العامل الوراثي (الجين) يتركب من بروتين ومادة أُطلق عليها اسم « الدنا الوراثي »^(١).

لكن أيهما المادة الوراثية ؟ .. البروتين أم الدنا الوراثي ؟

لقد حاول العديد من العلماء الإجابة عن ذلك ، وكان أولهم العالم البريطاني «جريفث» ، والذي استغل موقعه البحثي كباحث في علم البكتيريا ، في كشف المادة الوراثية للبكتيريا من خلال تجارب التحول البكتيري .

لقد كان بحث جريفث منصباً على بكتيريا الالتهاب الرئوى حيث قام بعملية خلط للبكتيريا المميتة غير الحية والبكتيريا غير المميتة الحية ، ثم قام بحقن فئران التجارب بعينة من « البكتيريا غير المميتة الحية » فتسببت في موتها . وقد استنتج جريفث من ذلك أن ثمة مادة قد انتقلت من البكتيريا المميتة غير الحية إلى البكتيريا غير المميتة الحية وحولتها إلى بكتيريا مميتة حية ، وقد نشر جريفث أبحاثه تلك عام ١٩٤٣م ، وكان يأمل في فصل هذه المادة والتعرف عليها ، لكنه توفى قبل أن يحقق ذلك .

(١) الدنا الوراثي : مادة DAN (وهى التسمية العربية التى أقرها مجمع اللغة العربية بالقاهرة) .

لقد كان حقيقاً على العلماء العاملين في علم البكتيريا أن يواصلوا أبحاث جريث وآماله في فصل مادة التحول البكتيري ، وقد كانت هذه مهمة ثقيلة قام بها العالم إفري في عام ١٩٤٥م ، وقد استطاع إفري عزل مادة التحول البكتيري وتحليلها كيميائياً حيث ثبت أنها مادة الدنا الوراثي الموجود منها نسبة تصل إلى ٣٪ من البروتين، ومن ثم لم تكن تجارب التحول البكتيري كافية لحسم القضية .

وفي عام ١٩٤٧م تقدم العالمان « هرشي وتشيس » بورقتها التي شرحا فيها خلاصة تجاربها على الفاجات ، حيث سمحا للفاج^(١) بمهاجمة البكتيريا والسيطرة على مادتها الوراثية ، ثم الكشف عن المادة التي تقوم بهذه السيطرة الوراثية ، وتحليلها وجد أنها مادة الدنا الوراثي ومعها نسبة من البروتين ، ومن ثم ظلت القضية معلقة حتى توصل العلماء إلى اكتشاف إنزيم الريبونوكليز (مادة عضوية تساعد على إتمام التفاعلات الكيميائية) الذي يتميز بقدرته على تحليل البروتين وعدم المساس بتركيب ووظيفة الدنا الوراثي ، واستخدم العلماء هذا الإنزيم بمعاملة مع الجين ، ثم قاموا بإجراء عملية التحول البكتيري والكشف عن المادة الوراثية ، حيث وجد أنها مادة الدنا الوراثي .

بعد أن استقر الرأي العلمي باعتبار مادة الدنا هي المادة الوراثية ، كان لا بد من معرفة تركيب هذا الدنا ، وقد بذلت لذلك محاولات عديدة من أهمها محاولات العالم البريطانية « روزلايند فرانكلين » ، والتي استطاعت استخدام الأشعة السينية في الحصول على صورة لبُلُورات عالية النقاء من الدنا الوراثي^(٢) ، ثم دراسته ووضع نموذج تركيبى له . وقد نشرت فرانكلين ورقتها الخاصة بالتوزيع التقطى الذى حصلت عليه للدنا الوراثي ثم نشرت ورقتها الخاصة بالنموذج التركيبى لمادة الدنا الوراثي . وفي الوقت نفسه كان العالمان الأمريكى « جيمس دوى واطسن » والإنجليزى « كريك » يجريان أبحاثهما على تركيب الدنا الوراثي ، وقد كان كلٌ منهما

(١) الفاج : كائن حى من الأوليات يسيطر على البكتيريا ويسخرها لإنتاج أجيال له .

(٢) صورة الأشعة السينية : تظهر كنقاط يمكن من تحليلها الحصول على المعلومات المطلوبة .

أميناً في بيان ذلك ، حيث أشار كلُّ منهما إلى استفادتهما من ورقة فرانكلين في كتاب كل منهما عن رحلته مع الدنا الوراثي .

وفي عام ١٩٥٢م تقدم العالمان واطسن وكريك بورقتهما والتي شرحا فيها النموذج التركيبي للدنا الوراثي ، وكان نموذجهما يوضح أن الدنا الوراثي عبارة عن « سُلَّم » جانبيه هما هيكل السكر فوسفات ، ودرجاته هي القواعد النيتروجينية . ويعرف الاثنان معاً (هيكل السكر فوسفات والقاعدة النيتروجينية بالنيوكليوتيدة ، وهذا السلم حلزوني ، حيث يلتف حول نفسه كل عشر نيوكليوتيدات ، كما أن القواعد النيتروجينية^(١) مترابطة بنظام تكاملي دقيق حيث يرتبط الأدينين (مركب بيوريني) مع الثايمين (مركب بيرسيديني) ويرتبط السيتوزين (مركب بيوريني) مع الجوانين (مركب بيرسيديني).

كان هذا النموذج يمثل انطلاقة كبيرة في علم الوراثة ، وكان لا بد من دراسة سلوك الدنا الوراثي وكيف يتحكم في الصفة الوراثية ؟ لقد كان ثمة سؤال يطرح نفسه : هل كل الكائنات الحية مادتها الوراثية هي الدنا ؟

وعن طريق العديد من التجارب على الفيروسات ثبت أن مادة بعضها تختلف عن مادة الدنا في أشياء عديدة ، فالدنا يتكون هيكله (السكر - فوسفات) من سكر الديوكسي ريبوزي أما هذه المادة فسكرها من النوع الريبوزي ، كما أن القاعدة النيتروجينية « الجوانين » في الدنا تستبدل باليوراسيل في المادة الجديدة والتي تتسم بكونها مفردة إلا في بعض أجزائها بعكس الحال في الدنا الوراثي الحلزوني المزدوج ، وهي ثلاثة أنواع بينما الدنا نوع واحد ، وقد أُطلق على هذه المادة الرنا الوراثي^(٢) والذي يوجد منه ثلاثة أنواع ، هي :

١ - الرنا الموصّل : المسئول عن توصيل الرسالة الوراثية من داخل نواة الخلية إلى السيتوبلازم .

(١) توجد بتركيب الدنا .

(٢) الرنا الوراثي هو المادة الوراثية R.N.A. اختصاراً لـ (Ribonucleic acid) .

٢ - الرنا الريبوسومى : المسئول عن عمليات بناء البروتين .

٣ - الرنا الناقل : المسئول عن نقل الأحماض الأمينية إلى الرنا الريبوسومى لبدء عملية بناء البروتين .

وكل نوع يختص بوظيفة محددة فى عملية تخليق البروتين والتي تتم داخل سيتوبلازم الخلية وبتعليمات من الدنا الوراثى ، كما أن الدنا الوراثى يقوم بنسخ ذاته فى عمله (النواة) وهو يمثل الموقع الإدارى الذى يقوم بإصدار الأوامر لكل أجزاء الخلية ، وعملية النسخ الذاتى للدنا الوراثى ضرورية نتيجة للانقسام الخلوى ، وحتى ترث الخلايا البنوية المادة الوراثية من الخلايا الأمية .

فى هذه العملية ينفك اللولب الحلزونى للدنا الوراثى بواسطة إنزيم اللولب إلى شريطين مفردين ، ثم تتم عملية البناء بين شريط مفرد من لولب وشريط مفرد للولب آخر وبواسطة إنزيم التجميع (البلمرة) .

لقد كانت الصفات الوراثية محل الدراسة بداية بسيطة ، ويمكن القول عنها أنها ذات تأثير جينى مفرد ، أى : يحكمها جين واحد ، وبالدراسة اتضح أن هناك صفات ذات تحكم جينى متداخل ، أى : يحكمها أكثر من جين ، وكل جين يشترك فى عملية إظهار الصفة فى خطوة من خطوات التفاعل ، كما وجد أن الجينات تتأثر تمامًا بالعامل البيئى ، وقد تغيب الصفة الوراثية عند غياب العامل البيئى رغم وجود العامل الوراثى ، ولهذا ظهر المبدأ المتأدى بأن الصفة الوراثية هى جين وبيئة ، فالجين يحكم ظهور الصفة الوراثية ، والبيئة تساعد على ظهور الصفة الوراثية ، فهما عنصران ضروريان ومكملان لبعضهما .

لكن كيف يحكم الجين ظهور الصفة الوراثية ؟

أو بمعنى آخر : كيف يعبر الجين عن نفسه (يُظهر شخصيته) ؟ وهل هذه الشخصية تظل كما هى .. أم أنها قابلة للتغير ؟

لقد اتضح من خلال الدراسات التى أُجريت على تركيب الدنا الوراثى ، وكيفية

تعبيره عن ذاته ، أن كل ترتيب من ثلاث قواعد نيروجينية يعبر عن حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد^(١) (البروتين) ، وأطلق على القواعد النيروجينية الثلاث تلك الشفرة الوراثية ، والحمض الأميني يعبر عنه بأكثر من شفرة ، لكن الشفرة الوراثية الواحدة لا تعبر إلا عن حمض أميني واحد ، ومن الآيات البديعة التي تظهر عند دراسة الشفرة الوراثية عمومية الشفرة ؛ بمعنى أن الحمض الأميني الواحد يحمل نفس الشفرة في جميع الكائنات الحية ، فالقواعد النيروجينية التي تشفر له واحدة ، والشفرة الوراثية شأنها كشأن الموجودات التي أوجدها الله كآليات تحكم أداء العمليات الحيوية داخل جسم الكائن الحي قابلة للتغير في ترتيب قواعد النيروجينية إما طبيعياً بفعل الأشعة الكونية ، أو باستخدام التقنيات الحديثة والمواد الكيميائية المطفرة بواسطة الإنسان ، وعملية التغير في ترتيب القواعد النيروجينية للمادة الوراثية هي ما يسمى بالطفرة ، والتي قد تكون طبيعية لا دخل للإنسان فيها ، أو ناتجة عن تدخل الإنسان وتعرف بالطفرة المستحدثة ، وهذا النوع من الطفرات الناتج عن تغير في تركيب الدنا الوراثي يُعرف بالطفرة الجينية ، وهي تورث للأجيال التالية ، بينما يوجد نوع آخر من الطفرات ينتج عن تغير في أشكال وأعداد الكروموسومات^(٢) الموجود عليها الجينات ، وهي قد تكون أيضاً طبيعية أو مستحدثة ، وهذا النوع من الطفرات يعرف بالطفرات الكروموسومية ، وأثارها تظهر على الفرد الحامل لها لكنها لا تورث للأجيال التالية .

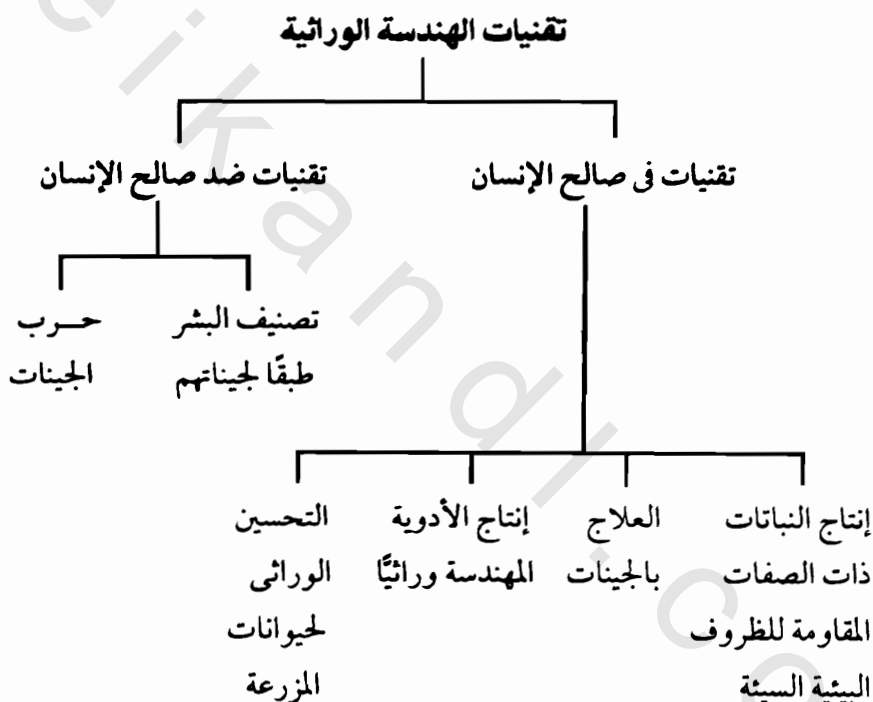
لقد كانت معرفة وكشف أغوار الشفرة الوراثية بداية لثورة حقيقية في علم الوراثة، ثورة مادتها الحياة وهدفها خدمة الإنسان والقضاء على آلام المرضى وكابوس الأمراض المستعصية ، وتوفير الغذاء للملايين الجائعة من البشر ، واستخدام الكائنات الحية الدقيقة بتسخيرها لخدمة الإنسان .

كل ذلك كان نتيجة لهذه الشفرة الوراثية والتي حوّلت طموح الإنسان وأحلامه إلى واقع يسوده الأمل في غد أفضل .. كل ذلك كان من خلال هندسة هذا « الجينوم »

(١) عديد الببتيد هو سلسلة من الأحماض الأمينية المرتبطة معاً بروابط ببتيدية .

(٢) الكروموسوم هو الحامل للجينات ، ولكل خلية عدد محدد وثابت من الكروموسومات .

وتوظيفه فيما يريد من مجالات محددة ومدرسة ، وهندسة الجينوم شأنها شأن أى علم آخر ؛ قد تستخدم فى أوجه حسنة مفيدة للإنسان ولحياته على سطح الأرض ، وقد تستخدم كذلك لتدمير الإنسان بل وكل مظاهر الحياة على سطح الأرض ، والذي سيحكم هذا هو حكمة الإنسان ، ومقدرته على ضبط الأمور متزنة دون إفراط أو تفريط، فهندسة الجينوم سلاح ذو حدين ، ونحن مطالبون بتنفيذ ما يسر الحياة للبشرية ، لا ما يفسدها .. ما يخفف آلاماً ، لا ما يزيدها .. كل ذلك يتم من خلال آليات الهندسة الوراثية كالدنا المطعم والاستنساخ الحيوى ... إلخ، وهو ما يتضح من الشكل التالى:



إن محتوى الكائن الحى من الدنا الوراثى أو الرنا الوراثى هو ما يعبر 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 لا بد 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 باستزاعه داخل الخلية .. أى : عمل نسخة من الطاقم الوراثى الأصيل ، 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 فيقضى عليها والكائنات المفيدة فيعمل على إكثارها من خلال التحكم فى الأطقم الوراثية لهذه الكائنات الحية .

إن مجالات استخدام هندسة الجينات رحبة متعددة ، فهى قابلة للتطبيق على الإنسان والحيوان والنبات ، ويجمع بينهم شىء واحد هو مادة الوراثة .. مادة الحياة .

الهندسة الوراثية وأبحاث النبات :

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

ليس للنبات جهاز مناعى يستطيع عن طريقه أن يقاوم ما يصيبه من آفات ، لكنه يستعاض عن ذلك بإفراز مواد سامة ، أو منفرة ذات رائحة كريهة .. وقد تم دراسة المحتوى السُمى فى البروتين السام الذى تفرزه بكتيريا « باسيلس سارنجنسز »^(١) والذى يكون موجهاً للحشرات حرشفية الأجنحة كفراشات دودة ورق القطن

(١) نوع من البكتيريا تفرز بروتيناً ساماً .

وديدان اللوز ، وقد تمكّن العلماء عن طريق دراستهم هذا البروتين من التأكد من عدم سميته للإنسان أو لحيوانات المزرعة ، ثم قاموا بعزل هذا الجين الذي يشفر لهذا البروتين السام ونقله إلى نبات « الطباقي » ليصبح هذا النبات مقاومًا للحشرات ذاتيًا بدون استخدام مواد كيميائية ، لأنه أصبح مهندساً وراثيًا لهذا الهدف . وهذا ما تهدف إليه الهندسة الوراثية من توظيف الطاقم الوراثي هدف معين . وهناك تجارب لتطبيق هذه التكنولوجيا على نبات القطن ليكون مقاومًا لديدان القطن وعلى نبات اللوز ليكون مقاومًا لديدان اللوز ، وربما يستغرق ذلك بعض الوقت ، لكن الأمل باقٍ في 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 حيوانات بالمنطقة الاستوائية والعكس ، ومن ثم يمكن للإنسان إقامة مزارع حيوانية لأى نوع من الحيوانات يريده بعد تعديل طاقمه الوراثي بتطعيمه بجين يمكن الحيوان من الحياة فى هذه البيئة .

إن العملية كلها تتطلب إيلاج هذا الجين المرغوب داخل الطاقم الوراثي للكائن الحى ، وهو ما يعرف بالجراحة الجينية .

وقد تمكّن عالم الهندسة الوراثية « كريس سومرفيل » بمعهد « كارنيجى » بكاليفورنيا بعد ست سنوات من البحث العلمى من استنباط نباتات مهندسة وراثيًا لإنتاج بعض أنواع البلاستيك المسمى بـ « 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 الـ (P.V.C) الذى يحتاج إلى سنوات عديدة لكى يتحلل .

لقد كان العالم سومرفيل شديد الملاحظة للبكتيريا المنتجة لمادة الـ (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 والبطاطم .

وثمة تجارب أخرى تجرى على النباتات ذات القدرة على التمثيل النيتروجينى (لها القدرة على تثبيت النيتروجين من الجو) للكشف عن 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 ذاتيًا .

لقد استحوذت 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 ثمارًا ذات حجم كبير ومعدل إنتاجية وفيرة ، وقد بلغت نسبة نجاح التجربة كما أعلنها المعهد (٢٥٪) ، وكان ذلك يرجع إلى الصعوبات 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 من نبات برى واستزراعها فى نبات الأرز .

ويأمل علماء الهندسة الوراثية فى تطبيق نفس التقنية على نبات القمح مما يعنى توفير الغذاء للكثير من الشعوب الجائعة والتى لا تمتلك كفايتها من هذا المحصول المهم .

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

الجديدة في نبات الطماطم وقدرتها على التعبير عن نفسها ، مما عمل على زيادة حجم الثمرة بنسبة (٨٪) كما ارتفع إنتاج المحصول بنسبة (١٠٪) ولم تكتفِ المؤسسة بهذا ، بل تجرى أبحاثها حالياً لتطبيق نفس التقنية على نباتى الذرة والأرز بهدف الحصول على نباتات ذات مواصفات خاصة مرغوبة .

وكما كان للهندسة الوراثية دورها الرائد في تكنولوجيا الغذاء ، فقد كان لها أيضاً دور رائد في إنقاذ العالم من التلوث وذلك من خلال برمجة بعض أنواع من البكتيريا وراثياً لتحليل الملوثات المائية ، ثم يُستخلص الدنا الوراثى لهذه البكتيريا وينقى ، ويولج من جديد داخل كائنات حية أخرى . وقد يستخدم كبروتين أحادى الخلية إذا ما كانت الملوثات المحللة بواسطته مواد بترولية ، ويعقد الكثير من العلماء آمالاً عريضة على استخدام هذه التقنية في تخليص الغلاف الجوى من الملوثات ذات الأثر الخطير على حياة الإنسان والكائنات الحية الأخرى .

الهندسة الوراثية وأبحاث الحيوان :

لقد كان للهندسة الوراثية مساهمة فعالة في زيادة الإنتاج الحيوانى ، وكان لها الدور الرائد في إنتاج سلالات قوية من الحيوانات ذات فعل مقاوم للطفيليات ، كما أمكن - عن طريق 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 في التحكم في حجم الحيوان عن طريق تطعيمه بجينات نمو محددة، ويطمح البعض إلى غدنرى فيه الأرانب بحجم الخراف والماشية بحجم الفيلة !

ليس ذلك مستبعداً من الناحية العلمية ، وهذا ما أود أن أنبه القارئ إليه ، فإدامت توجد أطعم وراثية حاكمة للعمليات الحيوية ؛ فهناك أمل في كشف هذه الأطعم ونقلها إلى حيوانات أخرى لتكتسب الصفات المسئولة عنها هذه الأطعم ، بل وتقوم بتوريثها للأجيال التالية لها . وإن الآمال تنعقد على ما هو أكثر من ذلك وهو

إنتاج حيوانات هجينة ، فكما يمكن إنتاج البطاطس والبطاطم ؛ ومن ثم تتوافر القيمة الغذائية لنباتين في نبات واحد ؛ يمكن إنتاج « العنم »^(١) من الغنم والماعز عن طريق عمليات مزج للأطعم الوراثية لكل منها بهدف توفير صفات خليطة من كائنات عديدة في كائن واحد تتركز فيه هذه الصفات .

الهندسة الوراثية والإنسان :

لا شك أن الهندسة الوراثية لها انعكاساتها الإيجابية على مستقبل الإنسان سواء بالتشخيص الوراثي للأمراض الوراثية ، أو بتقنيات العلاج الجيني لهذه الأمراض ، فقد استطاع العلماء كشف بعض الأطعم الوراثية السليمة والمرضية ، ومن ثم إمكانية التحكم فيها عن طريق قصها ونزعها خارج « الجينوم البشري » إذا كانت ضارة . ويتم ذلك عن طريق إنزيمات محددة يمكنها التعرف على التابع الوراثي محل الدراسة وقصه عند الموضع المراد ، وإننا إذ نذكر ذلك لننوه إلى أن بعض الكائنات الدقيقة تستطيع أن تكون مواد مضادة لهذه القواطع الإنزيمية ، ومن ثم يصعب التعامل معها في هذه الحالة ، إذ لا بد من إزالة المواد المضادة لتأثير الإنزيم المحدد ، ثم التأثير بواسطته على التابع محل الدراسة .

لقد استخدم العلماء وسائل تقنية عديدة في نقل الجينات المرغوبة للإنسان ، أو نقل الجينات المرضية منه ، والجينات المنقولة للإنسان قد تكون موجهة لإنتاج مواد إفرازية كاهرمونات أو مواد كيميائية ضرورية لحياة الإنسان .

ففي إحدى التجارب التي قام بها علماء من جامعة « ميتشجان » ومعهد « هوارد هوفر » الطبي بالولايات المتحدة الأمريكية ، حدث حقن خلايا جدران القلب (للفأر) بجينات تعمل على إنتاج مادة كيميائية تعمل على زيادة نمو الوعاء الدموي ، وذلك بإنتاج خلايا دموية جديدة ، وقد تراوحت نسبة نمو الخلايا بين (٣٠٪ -

(١) العنم : كائن افتراضي يطمح علماء الهندسة الوراثية إلى إنتاجه عن طريق الأطعم الوراثية ، وهو يجمع في صفاته بين الغنم والماعز .

٤٠٪). وقد أكد الفريق العلمى الذى أجرى هذه التجربة على أن حقن الأطقم الوراثية (محل الدراسة) فى خلايا العضلات الصقلية بالقلب يحول هذه الخلايا إلى مصانع منتجة للأنسولين البشرى، أو البروتينات المضادة لتجلط الدم . ولا شك أن هذا يمثل طفرة حقيقية فى عالم الطب ، فعن طريق حقن هذه المورثات يمكن تفادى حدوث الجلطات الشريانية، ولا سيما فى الشريان التاجى المغذى لعضلة القلب والذى يعنى حدوث جلطة به توقف عضلة القلب عن ضخ الدم لأجزاء الجسم الأخرى ، ومن ثم الوفاة المؤكدة، أما أهمية هذه التجربة لإنتاج الأنسولين البشرى فهى تفوق ما سبق أن توصل إليه العلماء من قبل من تصنيع الأنسولين البشرى عن طريق نسخ طاقمه الوراثى المتحكم فيه والذى يشفر له ، ثم إيلاجه داخل الطاقم الوراثى للبكتيريا ، والتى تتكاثر بمعدل سريع للغاية وتكاثر فى نفس الوقت محتواها الوراثى المولج به الطاقم الوراثى للأنسولين أى أن البكتيريا فى هذه الحالة تحولت إلى مصنع لإنتاج الأنسولين البشرى ، ثم يُستخلص هذا الأنسولين بتقنيات دقيقة ، ويستخدم بعد ذلك ، وهو رغم قضاؤه على ما يحدث من مقاومة جسم الإنسان للأنسولين المستخلص من بنكرياس الماشية لوجود فروق طفيفة بين الأنسولين البشرى وأنسولين الماشية ، إلا أنه مازال على التكلفة. والطريقة الجديدة التى قام بها علماء « ميتشجان » مع علماء معهد «هوارد هوفر» هى تحويل الجسم إلى منتج ذاتى للأنسولين ، وهنا تكمن الأهمية فلا توجد أدنى مقاومة من الجهاز المناعى للجسم لأن الجسم هو الذى 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 الوراثى للإنسان عن طريق الإنتاج الجسدى الذاتى له .

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

لقد 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 . وإننا إذ نذكر دور الهندسة الوراثية في أبحاث السرطان لنذكر لها دورها الرائد في علاج سرطان البروستاتا ، ذلك الداء العضال الذي كان الحل الوحيد له في الماضي (وما يزال في كل دول العالم الثالث) هو الجراحة أو الأشعة العميقة أو استخدام الهرمونات ، ودور الهندسة الوراثية هو صناعة مصل يعمل على توجيه الخلايا السرطانية بإثارتها لتكوين أجسام مضادة للسرطان الموجود ، ومن ثم يحدث تدمير لخلايا السرطان ، ويتخلص الإنسان من الأورام السرطانية التي تهدد حياته .

وكما حققت هندسة الجينات نجاحًا كبيرًا في علاج أمراض السرطان ، حققت نجاحًا مماثلًا في علاج الأمراض الجلدية الوراثية مثل البقع الجلدية الوراثية والتحلل الفقاعي الوراثي ، كما حققت نجاحًا آخر في تشخيص وعلاج الأمراض الفيروسية كالإنفلونزا والحصبة والغدة النكفية .

وقد لجأ العلماء إلى طرق التشخيص باستخدام الهندسة الوراثية لصعوبة عزل الفيروس خارج العينة الحية لتشخيصه ، لأن الفيروس بمجرد خروجه إلى خارج العائل يتبلر^(١) ، ومن ثم كان لا بد من استخدام الحامض النووي الفيروسي كأداة تشخيصية دقيقة للميكروبات عامة وللفيروسات خاصة ، وتُعرف هذه التقنية بتفاعلات إنزيم التجميع (البلمرة) المتسلسل أو الـ "P.C.R." اختصارًا 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 أى دواء دون تشخيص دقيق ، ويمكن

(١) يتحول إلى حالة صلبة غير حية .

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 يعانيه ، فعن طريق الهندسة الوراثية استطاع الإنسان أن يحدد ويعزل العديد من الجينات المرضية مثل جينات التليف الكيسي وأنيميا الدم وداء الرقص اللاإرادي (هيتجتون كوريا) ، كما نجح العلماء في التعرف على تركيب الطاقم الوراثي لمرض تحوصل الكلى الذى يؤدي إلى تضخمها وقد يؤدي إلى الفشل الكلوى .

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

أولاً. اختبار السلى :

يجرى هذا الاختبار بعد عشرة أسابيع من الحمل ، وفيه تؤخذ خلايا من غشاء السلى (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 السلى حيث تفحص كروموسوماتها .

رابعاً- اختبار المُضغَة :

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

خامساً- اختبار الحيوان المنوى :

يُجرى هذا الاختبار على الحيوان المنوى وذلك لمعرفة الطاقم الوراثي المحمّل به ، وهل يحتوي على جينات معيبة أم لا ؟ .

سادساً- اختبار البويضة :

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

إن كل ما تقدم ذكره عن دور الهندسة الوراثية في التشخيص والعلاج يجعلنا في شوق لمعرفة كيفية العلاج بالجينات .

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

الأساس الجينومي للأمراض الوراثية :

وضع عالم الإنزيمات « أريشيبالد جارود » عام ١٩٠٨م فرضه التالي : « جين واحد يساوي إنزيماً واحداً » .

وقد تأكد جارود من أن المرض الوراثي ينتج من عجز الجين عن التعبير عن نفسه في المحتوى الجينومي للإنسان ، كما وضع عالم الهندسة الوراثية « ليدلى » تعريفاً

(١) الزيجوت : هو المرحلة الأولى من مراحل التطور الجنيني ، وينتج من اتحاد الحيوان المنوى بالبويضة .

للعلاج بالجينات بأنه عملية إدخال أو نقل جينات سليمة إلى خلايا جسدية وذلك للحصول على وظيفة جينية غير موجودة .

بعض الأمراض الوراثية :

أولاً. داء التخلف العقلي المبكر :

هذا المرض يحدث بسبب نقص الإنزيم الكبدى « فينيل آلانين هيدروكسيلاز » ، وهو يؤدى إلى تخلف عقلى منذ الطفولة المبكرة ، ويمكن علاجه بنقل الطاقم الوراثى المسئول 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 « الجلوبيين » ، وأمكن علاجه بنقل جين « جلوبيين » سليم إلى خلايا الدم الحمراء ليمنع تحللها وفقدائها لكرويتها ، ومن ثم نقص قدرتها على حمل الأكسجين .

ثالثاً. التخلف العقلى الناتج عن عيب جينى بخلايا المخ :

وقد استطاع العلماء مؤخراً زرع بعض الجينات المعدلة والمبرجة وراثياً في مخ أحد حيوانات التجارب (الفأر) ، وقد استطاع هذا الجين أن يعيد الأداء 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 الجينومى ؟ .. وهل عملية النقل تتم مع خلية نطفية أم خلية جسدية ؟

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 ولا سيما في المراحل الجنينية المبكرة حتى لا يحدث تعبير غير سوى للجين المولج إلى الخلية .. لأن معنى حدوث خلل في تعبير الجين عن نفسه أن الأجيال التالية جميعها ستدفع ثمن هذا الخطأ ، وليس الفرد محلاً للتجريب ، لكن هذا الأمر وارد وليس بمحال ، ولذلك أحيطت هندسة جينوم الخلايا التناسلية بكثير من الحذر حتى لا يحدث تلاعب بهذا الكنز الذي حباها الله به « الطاقم الوراثي » .

لهذا كانت عمليات النقل الجيني منصبّة بصورة مكثفة على الأطقم الوراثية للخلايا الجسدية ، لأن معنى ذلك هو عدم توارث الأجيال للصفات الجديدة ، ويتم ذلك بتقنية عالية وخطوات محددة نوردها فيما يلي :

أولاً : يتم التعرف على الجين المعيب داخل الخلية المريضة .

ثانياً : يتم تحديد الجين الجديد المطلوب إيلاجه داخل الخلية المريضة ليصلح الخطأ الوراثي الموجود .

ويتم ذلك عن طريق أنظمة النقل الجينية إلى أماكن محددة من الطاقم الوراثي للخلية .

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

رابعاً : قد يتم إدخال الجين المرغوب عن طريق بعض العمليات الوظيفية للكائن الحي (الإنسان) ، وقد نجحت هذه التقنية في إدخال الجينات إلى الرئتين عن طريق عملية الاستنشاق وباستخدام جهاز خاص .

التقنيات المتعددة لتكنولوجيا الجينات :

نشأ عن التقدم المتسارع للعلاج بالجينات تقنيات عديدة أرى أن نعرض لها بشيء من الإيجاز ..

أولاً. إصلاح الجين المعيب :

تحتاج هذه التقنية إلى قص الجين المعيب من الطاقم الوراثى الموجود فيه ، ثم إصلاح العطب الوراثى الموجود به ، 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 وراثيًا ، وذلك بهدف تثبيت عمل الجين المرضى ، ولا يتم فى هذه التقنية استبدال الجين المشوه ، بل يظل موجوداً بالمحتوى الجينى لكنه مشط 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 الوظيفى تماماً ، وهذا يستلزم استخدام أنظمة نقل حساسة جداً حتى لا يحدث تغيير فى التركيب الكيميائى للجين المنقول أو المحتوى الجينومى المنقول إليه الجين ، ويوجد لذلك نظامان للنقل هما :

(أ) النقل الجينى المباشر :

فى هذا النظام يتم نقل الجين مباشرة إلى المحتوى الجينومى المراد دون وسيط فى العملية .

(ب) النقل الجينى غير المباشر :

فى هذا النظام يتم نقل الجين المرغوب إلى المحتوى الجينومى عن طريق وسيط قد يكون فيروساً أو فاجاً أو بكتيريا ... إلخ .

الهندسة الوراثية وأبحاث الدواء :

ساهم علم الهندسة الوراثية مساهمة كبيرة في تقدم الأبحاث الدوائية ، وذلك بهدف التخلص من التأثيرات السلبية التي تتركها المواد الكيميائية داخل جسم الإنسان، ومن ثم كان لا بد من الوصول إلى هندسة بعض المركبات الدوائية وراثيًا وهو ما ستعرض له فيما يلي :

١- الأجسام المضادة :

الأجسام المضادة هي بروتينات خاصة تقوم بالدفاع عن الجسم ضد الميكروبات الغازية ، وقد أمكن عن طريق الهندسة الوراثية إنتاج أجسام مضادة محددة للنسل ، وذلك باستخدام بروتين مهندس وراثيًا مضاد لذيل الحيوان المنوي ومن ثم يحوله إلى حيوان عاجز غير قادر على الحركة ، وقد تم إنتاج هذا البروتين على نطاق تجارى بالدول المتقدمة ، حيث يتناوله الرجال كمنظم للنسل ، ومن ثم يتم التخلص من المنظمات التي تستخدمها المرأة كالبروجسترون الصناعي واللولب ... إلخ، والتي قد تسبب لها مشاكل نفسية .

٢- سوماتوستاتين :

إنه هرمون بسيط تفرزه غدة الهيبوثلاموس^(١) في المخ ووظيفته منع إفراز هرمون النمو وهرمونات الغدة النخامية ، كما أنه منظم لهرمونات البنكرياس والمعدة والأمعاء ، وقد استطاعت إحدى الشركات الأمريكية (جينيتيك) إنتاج هذا الهرمون صناعيًا وطرحه في الأسواق .

٣- لقاح الإنفلونزا :

الإنفلونزا مرض كثير الانتشار ، ويسببه فيروس له سلالات متعددة ، ومن ثم فلا بد لكى يحدث علاج للإنفلونزا من وجود لقاح شامل لكل هذه السلالات . وقد

(١) غدة صماء توجد بالمخ .

استطاعت شركة سيرل الدوائية التوصل إلى هذا اللقاح في معاملها عن طريق زراعة فيروسات كاملة في مزارع فيروسية ، ثم تثبيط عملها المرضى ، والاحتفاظ بشكلها وتحليل الطاقم الوراثي لها ، وزرعه داخل الخلايا المحتمل إصابتها لتكوّن أجساماً مضادة له تستطيع أن تتعرف عليه وتقاومه .

٤- لقاح التهاب الكبد الفيروسي (ب) :

الاسم العلمي لهذا اللقاح (ديكو ميفاكس - ه . ب) ، ويصنع بأخذ جين من فيروس (ب) الكبدي ، ثم يحمّل على خلايا الخميرة التي تكاثره مع تكاثر مادتها الوراثية منتجة لقاحاً له ، وقد أنتجت هذا اللقاح شركة ميرك الأمريكية بمدينة نيوجرسي بالتعاون مع شركة (شيرون) المتخصصة في أبحاث الهندسة الوراثية بولاية كاليفورنيا ، وبتصريح من إدارة الأدوية والأغذية الأمريكية عام ١٩٨٦ م .

٥- لقاح الجذام :

توجد جراثيم الجذام في الإنسان والفئران وحيوان المدرع (في الدم) ، وقد استطاع علماء الهندسة الوراثية صناعة لقاح له مستخدمين في ذلك دم حيوان المدرع ، وتمت تجربته على ١٠٠,٠٠٠ شخص من سكان ملاوى ، وعدد مماثل من سكان شبه القارة الهندية ، وتم هذه التقنية بأخذ الجينات اللازمة وتحميلها على بكتيريا القولون إيشيرشياكولاي^(١) .

٦- ثاوماتين :

بروتين بسيط ذو طعم فائق الحلاوة ، وحلاوته تلك مفيدة للغاية لمرضى البول السكري فهو أحلى من السكر بحوالى ثلاثة آلاف مرة ، ويتميز بأنه سهل الهضم ، وقد تم إنتاج الثاوماتين عن طريق الهندسة الوراثية وإن كان ما يزال في مرحلة التجريب .

٧- يروكيناز :

إنزيم له القدرة على إذابة الجلطات الدموية ، والمستول عن صنع هذا الإنزيم هو

(١) إيشيرشياكولاي : هي نوع من البكتيريا التي تعيش بالقولون ، والتي تستخدم على نطاق واسع في تجارب الهندسة الوراثية .

أحد الجينات ، وقد قامت شركة إيجوت الدوائية الأمريكية بتحميل البرنامج الوراثي لهذا الجين على جرثومة ، وقد أثبت ذلك نجاحاً علمياً لكن تكاليف هذه التقنية مازالت مرتفعة ، وهذا يؤثر على الكمية المطروحة للتناول .

لقاح منع الحمل المشيمي البشري :

لقد استطاع العلماء التوصل إلى لقاح منظم للحمل تستخدمه المرأة عن طريق تقنيات الهندسة الوراثية ، واللقاح الجديد عبارة عن هرمون جوناودوتروبين المشيمي البشري ، حيث تحقن به المرأة فيعمل على تحفيز الجهاز المناعي على تكوين أجسام مضادة تقوم بمهاجمة البويضة قبل إخصابها وتدميرها ، كما يحفز المبيض على عدم إنتاج هرمون البروجسترون الضروري لعملية التبويض .

بهذا اللقاح يمكن للمرأة أن تستخدم حقنة من الهرمون في العام بدلاً من تناول أقراص البروجسترون الصناعي يومياً ، أو استخدام اللولب وما ينتج عن ذلك من تجلط للدم وزيادة في الوزن وغثيان وقىء نتيجة لإحداث الأقراص اضطراباً في الطمث .

* * *

ربما يخيل للبعض أن كل هذا خيال ، لكنه في الحقيقة واقع موجود نلمسه ، لأنه واقع العلم ، ومع ذلك فهو قد بدأ بخيال ، لكنه أصبح الآن واقعياً .. فمن كان يتوقع أنه يمكن للإنسان يوماً أن يعالج نفسه من خلال جيناته ؟ ..

إنه عالم غريب حقاً عالم الجينات هذا ؟ .. لذلك جلست مع نفسي مرة ، وأنا أفكر في كيفية رسم الجينات لمستقبل الإنسان في هذا القرن الجديد ، وسألت نفسي :

أكان ذلك الآدمي - الذي قُدِّر له أن يهبط من الجنة موطن الرغد من العيش حيث لا نَعَب ولا نَصَب إلى الأرض حيث يكابد ويعانى مشقات الحياة - يخيل إليه حينها واجه بوسائله البدائية الطبيعة القاسية أنه سيتحكم في تلك الطبيعة مستقبلاً .. وأنه

سيصنع عربة تجرها الخيول ، ثم دراجة فسيارة تعمل بالديزل فطائرة فمكوك ففضاء، ثم يطمح إلى أن يغزو الفضاء فيعمره ويتخذ منه مسكناً ومأوى .. وأن يتعامل مع الجماد كمجموعة من الجزئيات ، ثم يحلل الجزئيات ليتعامل مع مكوناتها كذرات ذات جسيمات بعضها ثابت ، وبعضها الآخر متحرك ؟؟ ..

لقد عرف الإنسان الإلكترون ورصد حركته ، واستفاد منه ليفجر ثورة كاملة أصبح لها ثقلها في حياته والتي تتمثل في مادته الحية وتكوينه البيولوجي . إنها أخطر وأهم ثورة عاشها وسيعيشها الإنسان ، ثورة مادتها الحية ، والتي نغنى بها ثورة الجينات ، والتي دخلت كل مجال ، حيث نراها في مجال الثروة النباتية متمثلة في عمليات التطعيم الدناوى والإيلاج الجيني لتخرج لنا ثمرة لا هى بالبرتقال ولا هى بالليمون ولا هى باليوسفى بل هى خليط من كل ذلك ، لنرى ثمرة البرتقال في حجم ثمرة البطيخ ، ولنرى حبة القمح في حجم التفاحة ..

حقاً إنه عالم الجينات الذى يقلب كل الموازين فلا حجوم ولا كتل ولا صفات ثابتة، بل الجميع قابل للتغيير والتعديل والحذف والإضافة .

أكان في حلم ذلك الإنسان يوماً أن يطمح لإنتاج نبات يمكن أن يزرعه في بيئة شديدة الملوحة لينمو ويثمر ويثمر ، أو إنتاج نبات يمكنه أن يقاوم الجفاف .. أكان في خياله يوماً أنه يستطيع أن يتج نباتاً لا هو بالبطاطس ، ولا هو بالطماطم ، بل هو بطاطم ، لأنه خليط من الاثنين .

أما في مجال الثروة الحيوانية ، فقد حقق الإنسان عن طريق هندسة الجينات كثيراً مما كان يعتبره أسلافنا - إن كان قد خطر لهم ذلك - ضرباً من الخيال الشاسع .. حيث يمكننا إحداث ارتداد جيني ليعيد الطاقم الوراثي من الوضع المتخصص إلى الوضع غير المتخصص ، والذي يسمح لنا بإجراء التكاثر من خلية جسدية ، وليس من خلية مشيجية فيما يعرف بتقنيات الاستنساخ الحيوى . لقد آن لنا في ظل التقدم الهائل أن نستغنى عن المساحات الشاسعة الضرورية لإقامة المصانع الدوائية ، لأننا سنجعل من

الغدد الشديية للحيوانات مصانع دوائية متحركة عن طريق عمليات التحويل والإيلاج الجينى .. إننا أمام غد سيتحول فيه السائل اللبنى إلى سائل ذهبى ، وأعنى بذلك ارتفاع ثمنه ، بل ربما يفوق الذهب ، لأننا ستعامل مع لبن يحتوى مع مكوناته الدهنية والبروتينية والأملاح والفيتامينات على الأنسولين والإنترفيرون ومضادات السرطان والمضادات الفيروسية ، وغير ذلك من الأدوية .

لقد عجزنا كثيرًا عن التعامل الإيجابى مع الملوثات البيئية ، والتي تشكل خطرًا كبيرًا على حياتنا ، لكن تقنية الجينات أوجدت أملًا جديدًا لإيجاد بيئة خالية من الملوثات .

فبإمكاننا أن نحور الطاقم الوراثى لبعض البكتيريا لتتحول إلى كائن حى كانس للنفط العائم على سطح المياه ، والذي نتج عن غرق بعض الحاويات البترولية ، كما يمكن تحويل بعض البكتيريا جينياً لتحليل المخلفات الراسبة فى مواسير الصرف الصحى مما يجعلنا نستغنى عن تكاليف الصيانة المتكررة والعالية النفقات .

وهناك أبحاث تجرى لإنتاج بكتيريا محورة وراثيًا لإفراز مواد كيميائية لائحة لطبقة الأوزون ، والتي كان لحدوث فجوة فيها انعكاسات خطيرة على الحياة على سطح الأرض، ومن ثم ستحقق لنا الهندسة الوراثية جوًا خاليًا من الأشعة فوق البنفسجية .

تلك هى بعض محاور هندسة الجينات ، والتي تمثل لغة القرن الجديد ، لكن أهم تلك المحاور التطبيقية هى ثورة العلاج بالجينات ، والتي ستمثل أخطر ثورة لها انعكاساتها الواضحة على مستقبل الطب فى القرن الجديد .

إن مصطلح العلاج بالجينات يعنى استخدام التقنيات الجينية فى النواحى العلاجية، ويتم ذلك عن طريق التعامل على مستوى دقيق للغاية ، والذي نعنى به مستوى الجينات ، والذي يمثل المستوى اليومعلوماتى ، حيث يمثل الجين الجزيء البيولوجى الحامل للمعلومات الوراثية اللازمة لتوجيه مختلف العمليات الحيوية داخل الخلية الحية .

تحتوى نواة الخلية على ملايين التتابعات النيوتيدية المكونة لمائة ألف جين ، والتي تمثل المخزن الوراثى للخلية ، ورغم تشابه البنية التركيبية للجين ، والتي نعنى بها «الترتيب النيوتيدى فى التركيب الدناوى» ، لكنها مختلفة فى سلسلة الترتيب النيوتيدى، والذي يحكمه ترتيب القواعد الأزوتية المكونة للنيوتيدات .

من البديهي أن ننظر إلى المحتوى الجينى داخل الخلية على أنه محتوى متخصص ، حيث يشفر كل جين لتكوين مادة داخل الجسم ، أو توجيه عملية حيوية معينة ، فالجينات التى تشفر لتكوين الأنسولين غير الجينات التى تشفر لتكوين البروجسترون غير الجينات التى تشفر لتكوين الجين غير الجينات التى تشفر لتوجيه تنظيم عمليات الترشيع الكلوى غير الجينات التى توجه عمليات التخزين الكبدى للسموم .

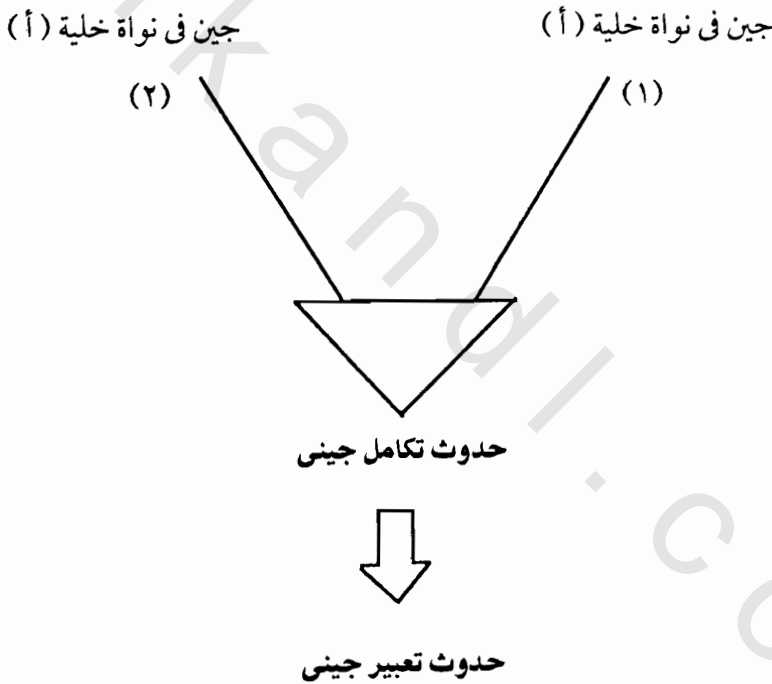
لذلك يمكننا القول أن وراء كل عملية حيوية تتم داخل الخلايا الحية - أو مادة ما تتكون - طاقم وراثى متخصص ونشط جداً من الجينات ، لكن ذلك لا يعنى وجود تشابه خلوى فى الأداء الوظيفى ، بمعنى أن خلايا البنكرياس مثل خلايا الكبد مثل خلايا المخ فى أدائها لوظائفها ، فهذا مستحيل ، حيث يحكم ذلك التصنيف التشريحي للأنسجة ، والذي يركز على الاختلاف فى المحتوى الجينى الذى يختلف من خلية لأخرى ، ويتوقف ذلك على :

١ - نوع الخلية .

٢ - التخصص الوظيفى للخلية .

من ذلك يمكننا القول : وراء كل هرمون جين ، ووراء كل إنزيم جين ، ووراء كل مكون حيوى جين ، ووراء كل عملية حيوية جين . وعندما نذكر كلمة « جين » فإننا لا نعنى بالتحديد جيناً واحداً ، بل نعنى وجود تحكم جينى فى كل ما سبق أن ذكرناه . قد يشفر لعمليات التحكم والتوجيه الجينى جين واحد ، وقد يشفر لها مجموعة من الجينات ، والذي يحكم ذلك هو القدرة التعبيرية للجين ، والتي نعنى بها مدى

إمكانية الجين في التعبير عن نفسه ، وحاجة بعض الجينات لنوع من التكامل لكي تشفر لأداء وظائفها التخصصية . ولا تقتصر عمليات التكامل في التعبير الجيني للوصول إلى تحقيق الأداء الوظيفي المحدد في البرنامج الوراثي للخلية على الجينات المكونة للجينوم النووي ، فقد يحدث التكامل بين جين ما في النواة وجين ما في السيتوبلازم (فلقد ثبت من خلال الدراسات العديدة وجود بعض الجينات في السيتوبلازم ، والتي تكون مسئولة عن بعض الصفات فيما يُعرف بالوراثة السيتوبلازمية) ، وليس شرطاً أن يحدث التكامل بين جين في خلية ما ، وجين من نفس جينوم الخلية ، فقد يحدث التكامل بين جين في خلية ، وجين في خلية أخرى ، ويمكننا التعبير عن ذلك من خلال الأشكال التخطيطية التالية :



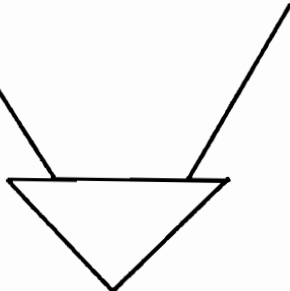
شكل تخطيطي يبين عملية التكاملات الجينية داخل النواة

جين في سيتوبلازم خلية (أ)

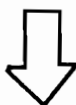
(٢)

جين في نواة خلية (أ)

(١)



حدوث تكامل جيني من النواة إلى السيتوبلازم أو العكس



حدوث تعبير جيني

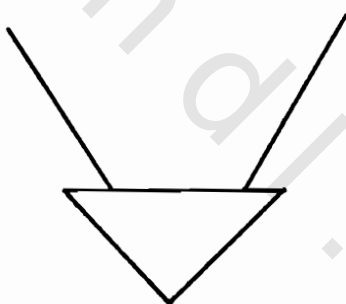
شكل تخطيطي يبين التكامل الجيني بين جينوم النواة وجينوم السيتوبلازم لنفس الخلية

جين في نواة خلية (ب)

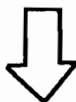
(٢)

جين في نواة خلية (أ)

(١)



حدوث تكامل جيني



حدوث تعبير جيني

شكل تخطيطي يبين عملية التكاملات الجينية بين نواتي خليتين

عند حدوث خلل في تركيب الجينات المشفرة لتوجيه العمليات الحيوية أو تكوين المواد الحيوية « البيولوجية » داخل الجسم ، فإن ذلك يُحدث اختلالاً في عمليات التوجيه والتكوين لمختلف العمليات الحيوية والمواد الحيوية داخل الجسم ، ومن ثم يكون المنشأ المرضى ، والذي يمكن أن نصنفه إلى :

١- اعتلال خلوى فسيولوجى :

ينشأ هذا النوع من الاعتلال نتيجة لحدوث اختلالات فسيولوجية داخل الجسم ، والتي قد تكون اختلالات هرمونية أو إنزيمية أو غيرها من المواد ذات الأهمية الحيوية داخل الجسم ، ومن أمثلة ذلك مرض السكر الذى ينشأ نتيجة لحدوث نقص في هرمون الأنسولين المنفرز من خلايا بيتا جزر لانجرهانز بالبنكرياس ، مما لا يسمح بتنظيم مستوى الجلوكوز في الدم ، كما أن حدوث الجلطات سواء كانت جلطات قلبية حيث تحدث الجلطة داخل الوعاء الدموى المغذى لعضلة القلب ، مما يؤدي إلى حدوث سكتة قلبية ، أو كانت جلطات مخية نتيجة لتجلط الدم في الأوعية الدموية المغذية لخلايا مراكز التحكم العصبية في المخ ، مما يؤدي إلى حدوث السكتات المخية .

يمكننا التدخل في مثل تلك الحالات عن طريق استخدام الخلاصات الهرمونية أو المعالجات الكيميائية ، لكن ذلك رغم نجاحه في تقليل درجة الخطورة المرضية إلا أن له سلبياته ، لذا كان التفكير في استخدام العلاج بالجينات ، والذي يهدف إلى إيلاج جينات سليمة داخل الخلايا المصابة بالاعتلال الفسيولوجى مما يؤدي إلى تعبير هذه الجينات عن نفسها ، وإصلاح نظام التشفير لتكوين المركبات الخلوية ، ومن ثم عودة النظام الفسيولوجى للانتظام مرة أخرى .

قد تكون الجينات المشفرة لتكوين المكونات الخلوية الفسيولوجية سليمة لكنها لا تستطيع أن تعبر عن نفسها ، لوجود بروتينات كبت لا تسمح لها بالتعبير ، حيث تتكون البروتينات الكابطة تحت تشفير جينات أخرى في جينوم الخلية ، ومن ثم لا بد من استئصال هذه الجينات ، أو إدخال مواد مثبطة لها في الخلية .

٢. اعتلال خلوى ميكروبي :

ينشأ هذا الاعتلال نتيجة للمهاجمة الميكروبية للخلايا ، والتي تختلف وسائلها من ميكروب لآخر ، ويتضح تأثير الميكروب على الجسم إما في صورة المهاجمة المباشرة للخلايا ، وما يترتب على ذلك من تمزيق الأنسجة والخلايا ، و حدوث عمليات تهتك ميكانيكي داخل الجسم ، و حدوث ضعف وهزال نتيجة لمشاركة الميكروب للعائل «الإنسان» في غذائه ، أو صورة التأثير السمي للميكروب نتيجة لما يفرزه داخل الخلايا من سموم تضر بالعمليات الحيوية داخل الجسم .

ومن الوسائل المهمة لاتقاء الخطورة الناتجة عن المهاجمة الميكروبية لخللايا وأنسجة الجسم - سواء كان تأثيراً ميكانيكياً أو تأثيراً سميّاً - : تنشيط المواد المناعية بالجسم ، والمختلة في كرات الدم البيضاء والإفرازات اللعفاوية ... إلخ .

يمكن عن طريق استخدام بعض المنشطات المناعية زيادة القدرة الاحتوائية للمواد المناعية لما يمكن أن يهاجم الجسم من ميكروبات . وقد نجد في كثير من الأحيان العديد من الصعوبات عند تعاملنا مع المواد المنشطة لمواد المناعة في الجسم ، لذلك كان التفكير في استخدام طرق الإيلاج الجيني في الأطقم الوراثية للخلايا المولدة لأجسام المناعة بهدف إيجاد زيادة في القدرة الحقيقية للإفراز المناعي في الجسم ، كما يدرس العلماء إمكانية جعل السائل الدموي مجمعاً لمختلف مواد المناعة في الجسم عن طريق التحوير الجيني لطاقمه الوراثي ، ومن ثم لم يعد تعاملنا مع الاعتلال الخلوى الميكروبي في الوقت الحاضر كما كان في الماضي .

٣. اعتلال خلوى وراثي :

قد لا ينشأ الاختلال الخلوى من حدوث اعتلال خلوى فسيولوجى أو اختلال خلوى ميكروبي ، بل قد ينشأ نتيجة لتوارث جينات معينة تنجبت عن حدوث طفور في التركيب الكيميائى للجين ، مما يؤثر على تعبيره الجينى ، ومن ثم يحدث الاختلال الخلوى ، ومن أمثلة الأمراض الدالة على ذلك مرض سيولة الدم «الهيموفيليا» ،

والصلح... إلخ ، ولا يجدى التدخل الكيميائي في مثل تلك الحالات إلا قليلاً ، لذلك فإن العلاج بالجينات يمثل الحل العلاجي الأمثل في تلك الحالة ، حيث نلجأ إما لاستئصال الجينات المعيبة ، أو إدخال جينات سليمة عن طريق عمليات التطعيم والإيلاج الجيني ، مما يسمح بعودة الاتزان في التعبير الجيني القائم ، ويؤدي ذلك في النهاية إلى زوال المرض أو العرض الفسيولوجي السيئ .

إننا أمام تقنيات ستقلب موازين الاتزان القائم في مختلف المجالات ، ولا سيما في مجال الأمراض ، حيث توجد معالجات تتعامل مع أدق مستويات المادة الحية «العوامل الوراثية» (الجينات) .

حقاً إنه عالم عجيب وبديع ودقيق ، وتقنيات أغرب من الخيال ، ينعقد عليها كثير من الآمال في القرن الجديد .

إن كثيراً من التساؤلات تدور في أذهان الكثيرين : كيف ننقل جيناً من كائن لكائن آخر ؟ .. وهل بالفعل يمكن علاج الأمراض المستعصية عن طريق العلاج بالجينات .. وهل نحن مقبلون فعلاً على مستقبل خالٍ من الأمراض ؟ .. وهل كل ما أعلن من تجارب في العلاج الجيني حقيقة أم من نسج خيال العلماء ؟ ..

إذا كانت هذه الأسئلة تفرض نفسها بقوة ، فإن سؤالاً مهماً يطرح نفسه : أين الحقيقة والخيال في ثورة العلاج بالجينات ؟

وإننا لنؤكد على أن العلاج بالجينات - شأنه شأن أى تقنية جينية أخرى - مزيج من الخيال والحقيقة ، ونحن نقصد تماماً تقديمنا للخيال على الحقيقة ، وهل كان علم الوراثة في بدايته إلا خيالاً ... إنه سؤال فرض نفسه على أذهان الكثيرين :

- كيف تنتقل الصفات الوراثية عبر الأجيال ؟ ..

ورغم أن الجميع تخيلوا وحلّلوا تخيلاتهم ، لكن مندل وحده هو الذى استطاع أن ينقل الخيال للواقع ليطلق على ذلك الشيء المستول عن نقل الصفات الوراثية عبر

الأجيال مصطلح « العامل » . وتتابع الدراسات بعد ذلك لنكتشف أن الدنا الوراثي (DNA) هو المادة الوراثية ، لكن ذلك فرض استفهامًا آخر على المراكز البحثية :

- مم يتركب الدنا الوراثي ؟

ورغم صعوبة الإجابة عن هذا السؤال ، إلا أن الخيال كان له دوره المهم في الإجابة عنه ، ووضع نمذجة صحيحة للدنا الوراثي ، والتي نجح في وضعها كل من الباحثين واطسن وكريك ، حيث كانا يتميزان بخيال خصب وواسع ، ولذلك استطاعا أن يضعوا نموذجًا صحيحًا للدنا الوراثي .

ثم أتى ويلموت ليكمل اللقاء المشيجي « لقاء الحيوان المنوى بالبويضة » وهو الأساس في علم التكاثر ..

- إذن : ماذا يحدث لو استطعنا أن نُحدث هذه الازدواجية ؟

سيمكثنا إنتاج كائنات حية دون الحاجة للإخصاب ..

- لكن كيف يتم هذا ؟ .. أليست الخلية الجسمية ثنائية العدد الصبغي ؟ ..

إذن : يمكن استخدامها لإحداث التكاثر .

- لكن هل يمكن أن يعترض ذلك مشكلات ؟ ..

اتضح من خلال الدراسات العديدة التي أجريت على الخلية الجسمية أن الطاقم الوراثي متخصص ، ومن ثم لا بد من كسر حاجز التخصص الجنيني له ، ومن ثم نجعل من الخلية الجسدية كما لو كانت خلية جنينية ، وذلك يُحدث تبعًا في عمليات التكوين الجنيني ، ويؤدي في النهاية إلى تكوين كائن حي بطريقة جديدة .

- إذن : فقد ارتكزت عمليات الاستنساخ الحيوي في كل جزئياتها على الخيال ، والذي أصبح بعد ذلك حقيقة ، مكثتنا من إحداث ثورة في علم التكاثر .

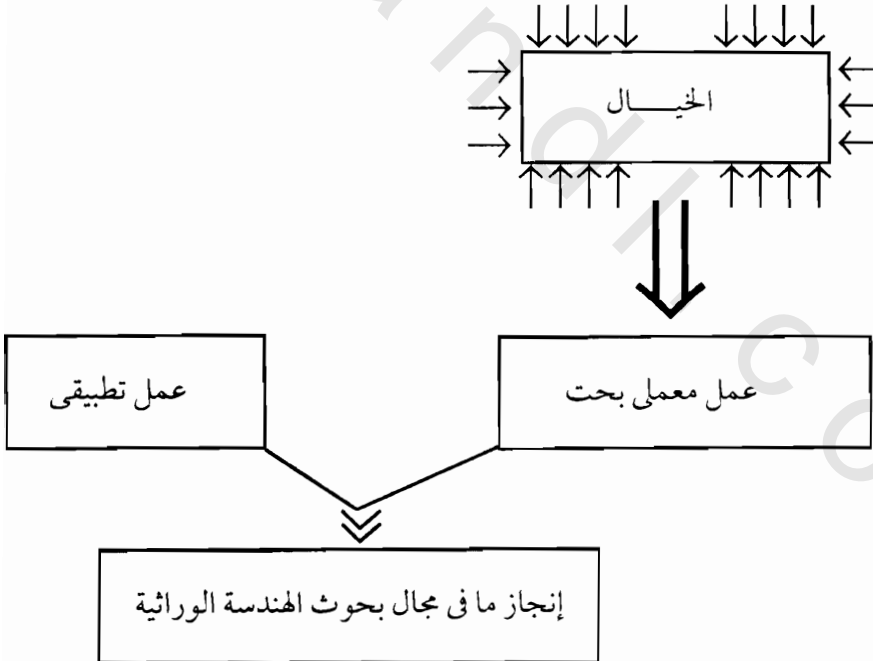
إنها ثورة لها تطبيقاتها العديدة والتي نعني بها (ثورة الجينات) ، ولا سيما في مجال العلاج بالجينات ، لذلك أردنا أن نجيب عن السؤال المطروح :

- هل العلاج بالجينات حقيقة أم خيال ؟

لقد اتضح مما سبق أن كل تقنية جينية بدأت بخيال لكنها بالدراسة والتجربة أصبحت حقيقة واقعة نعيشها ونتأثر بها .

إذن : فالعلاج بالجينات مزيج معقد من الفكر الذى بدأ بخيال خصب للعلماء تحول بالتجربة إلى حقيقة واقعة لها تأثيرها على مستقبل الطب فى القرن الحادى والعشرين، ولا يزال خيال العلماء يحوى الكثير والكثير من الأفكار التى سنراها يوماً واقعاً ملموساً له تأثيره القوى على حياتنا .

اعتمد هذا الخيال على تكامل خيال جميع العلماء الذين عملوا فى مجال بحوث الهندسة الوراثية ، ثم انتقل هذا التكامل من مجال العمل المقترن بالواقع إلى معامل ومراكز بحوث الهندسة الوراثية .. ويتضح ذلك من الشكل التالى :



إن أماننا سؤالاً يطرح نفسه بقوة :

لقد أدى ذلك التكامل الذى لاحظناه فى عرضنا السابق لفصول هذا الكتاب بين الحضارة الغربية والحضارة الشرقية ، بين الحضارة الإسلامية ممثلة اخضارة الشرقية والحضارة الغربية ممثلة لذاتها ، أدى هذا التكامل إلى تقدم هائل فى بداية عصر النهضة الذى شهدته أوروبا وكان لآثاره انعكاسات خطيرة على العالم بأسره وليس أوروبا فقط .. لقد كانت تجارب ابن الهيثم وابن النفيس وابن سينا وابن رشد والفارابى والكندى والطغرائى وابن حيان هى الباكورة الأولى لثورة التقنية فى العالم الغربى ، وكان الأوروبيون يمتازون فى تلك الفترة بقدرة شديدة على تمثيل المعرفة ومصطلح التمثيل المعرفى هو مصطلح دقيق لأن كلمة تمثيل تعنى تحويل ما هو معقد إلى ما هو بسيط يمكن للكائن الحى أن يستفيد منه .

ومن ثم إذا ما قلنا تمثيل الكربوهيدرات فإن ذلك يعنى تحويل الكربوهيدرات المعقدة ممثلة فى السكريات العديدة إلى وحداتها من السكريات الأحادية عن طريق إنزيمات متخصصة فى عملها ، أما تمثيل الدهون فهو تحويلها إلى وحداتها من الأحماض الدهنية والجليسول ، أما تمثيل البروتين فهو تحويله إلى وحداته البنائية من الأحماض الأمينية ، أما تمثيل المعرفة فهو تحويل المعقد المعرفى الذى يمثل محصلة لعطاء عديد من الأمم وليس أمة واحدة فحسب إلى ما هو أبسط ، مما يمكن الشعوب من أن تستوعبه والأمم من أن تستسيغه والبشر من أن يستفيدوا منه .

هذا المخزون المعرفى المتراكم عبر سنوات طوال منذ أن نزل الإنسان إلى هذه الأرض محاولاً أن يكتشف بأساليبه ووسائله البدائية ما يجعله يعمرها بأمن وطمأنينة وسكينة ، لكن ما أدى إليه هذا التكامل من انفجار علمى وتقنى وصل إلى قمته فى عصر الهندسة الوراثية التى سيكون لها انعكاسات بالغة الخطورة والأهمية فى القرن الحادى والعشرين ، ذلك القرن الذى أصبح من المؤكد أنه القرن المهندس وراثياً ، ولا نعنى بمصطلح القرن المهندس وراثياً القرن ذاته لكننا نقصد كل ما فى هذا القرن من مجال حيوى أو غير حيوى ، بيولوجى أو غير بيولوجى ، كل شىء ستلمسه

الهندسة الوراثية ، ومن ثم فنحن أمام قرن محتواه ينطلق من المحتوى المعلوماتى للدنا الوراثى ، لكن بالرغم من أن الهندسة الوراثية دخلت كل مجال ؛ مجال الإنتاج النباتى ، ومجال الإنتاج الحيوانى ، ومجال إنتاج الأدوية المهندسة وراثيًا ، ومجال الطب الوراثى ، ومجال التحسين الوراثى لحيوانات المزرعة ، ومجال إنتاج البكتيريا المهندسة وراثيًا لتنقية البيئة من الملوثات ، وتوفير الأغذية للشعوب الجائعة، وإنتاج الوقود ... إلى غير ذلك من المجالات المهمة وذات الانعكاس المباشر على حياة الإنسان ..

- هنا يكمن السؤال الذى نوهنا إليه منذ قليل : ما هو موقف الوضع التكاملى بين العلماء فى عصر الهندسة الوراثية ؟

إن الهندسة الوراثية ستعصف بكل تكامل وتدمر كل تعاون وتجذب كل ذاتية وتشجع كل أنانية ليقول الكل « أنا » .. ناسيًا أو متناسيًا أنه فرد من أفراد المجتمع وأن المجتمع جزء من عالم أكبر ، هذا العالم هو عالم من الكائنات الحية التى شاء لها القدر أن تعيش معًا ، تتآلف أو تتضاد لكنها موجودة مع بعضها على كوكب واحد ، تتأثر بظروف واحدة رغم أن كلاً منها يؤقلم حياته طبقاً للقدرات الممنوحة له من الخالق سبحانه ، دون يأس أو قنوط ، بل بحب للبقاء مغروس فى كل كائن بالقطرة .. فما هو مصير الإنسان إذا ما حدث التضاد ؛ وما نتائج ذلك ؟

وهل يمكن أن يحدث ذلك أم لا ؟ وإن لم يحدث من قبل فهل سيحدث ذلك التعاون العلمى المنشود بين البشر فى القرن الحادى والعشرين فى عصر أصبح العالم كله قرية صغيرة وما يحدث فى جزء من أجزاء المعمورة يراه الجميع وقت حدوثه ، يعيشون الحدث، ويتأثرون به ، ويشاركون إخوتهم فى الإنسانية آمالهم وآلامهم ، وسعادتهم وأحزانهم .. وتلك هى المشاعر النبيلة المعبرة عن الأخوة الصادقة ، أخوة الإنسان لأخيه الإنسان ، متجاوزًا كل حاجز ، وكل فاصل ، وكل ما يعرقل امتداد هذه الأخوة، فقد كانت الجينات والهندسة الوراثية منذ أن بدأت حيث كان ذلك الراهب الذى عشق تلك الأزهار الحمراء والبيضاء ، وتلك النباتات الطويلة والقصيرة ، أزهار نبات بسلة الزهور فى حديقة الدير الأوجستينى برون - والتى

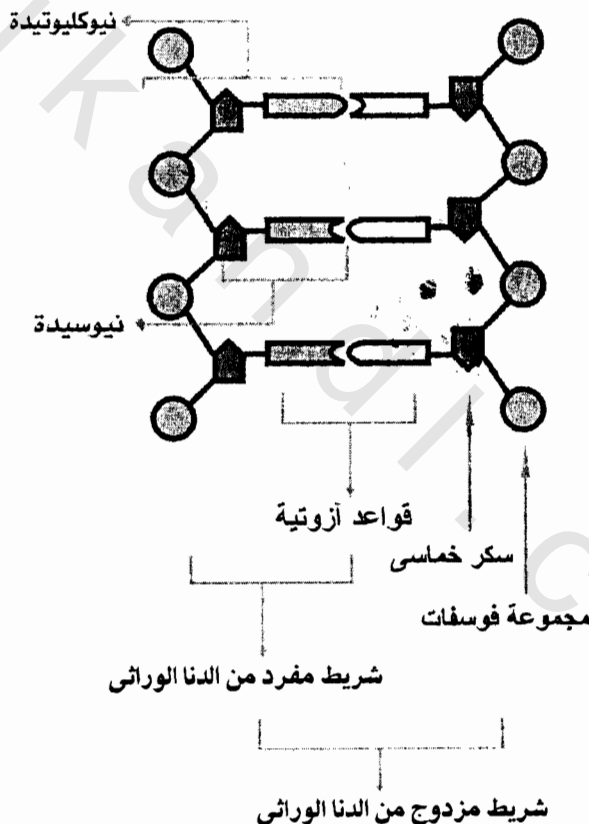
تدعى الآن برنو التابعة لجمهورية التشيك - وعكف سبع سنوات يدرس تلك الأزهار وصفاتها ، يلحقها ويلاحظ ما يحدث من نتائج بعد ذلك ، وقد خرج إلينا بعد ذلك بخلاصات قيّمة تقدم بها إلى جمعية التاريخ الطبيعى ببرون، لكن مندل كان يُعاب عليه في ذلك الوقت أنه لم يكن من علماء الحياة، لهذا رفضت الجمعية أبحاثه مستندة إلى سببين أولهما أن مندل لم يكن من علماء الحياة ولا يجوز لمن هو غير متخصص في مجال أن يتكلم فيه . وثانيهما أن مندل كان يمثل من وجهة نظر الجمعية راهبًا - أى : رجل دين - وكان الصراع بين رجال الدين ورجال العلم على أشده في أوروبا حينذاك ، حيث اضطهد كثير من العلماء ، وأُعدم بعضهم لأن ما كان يتراءى لهم وصرحوا به يتعارض مع نصوص الكتاب المقدس .. كان هذا هو الفكر الشائع في أوروبا .

تمكّن بعد ذلك تشيرماك ودى فريز وكورنيز من إثبات أحقية مندل في أن يكون مؤسساً لعلم الوراثة ، وهنا يتضح أول جانب من الجوانب المقترنة بالخلق الرفيع السامى . لقد بذل كل باحث من الباحثين الثلاثة جهداً كبيراً في الوصول إلى ما توصل إليه مندل وتقدم كل واحد منهم ببحثه مثبتين بذلك أن مندل كان محقاً وأنه الأجدر والأمثل بأن يُنصّب رائداً لعلم الوراثة ، وقد كان .

وفي عام ١٩٥٢م تمكّن العالم واطسن وزميله كريك من أن يكملوا مجهوداً جباراً ويضعوا نمذجة واضحة لشريط الدنا الوراثى ، وهو مجهود يمكننا أن نشبهه بسلسلة متصلة الحلقات كل حلقة تمثل إسهاماً لعالم من العلماء ، نحو إثبات نمذجة الدنا الوراثى . بدأ ذلك بتلك الباحثة القديرة روزلايند فرانكلين ، والتي قامت باستخدام تقنية حيود الأشعة السينية للحصول على بلورات نقية من الدنا الوراثى ، وقد استنتجت فرانكلين من ذلك مجموعة من النقاط الواضحة والمهمة ، والتي تم طرحها في صورة شروط لمن يود أن يقدم نموذجاً للدنا الوراثى . كانت هذه الشروط تتمثل في أن الدنا الوراثى عبارة عن جزئين ، جزء خارجى وجزء داخلى ، أما الجزء الخارجى فهو ممثل في سكر الذى أوكسى ريبوز مع هيكل الفوسفات ، والذى

أوكسى ريبوز تعنى الحامض النووى الريبوزى منقوص الأكسجين، ومنقوص الأكسجين تعنى أنه يقل ذرة أكسجين عن الطرف الآخر ، أما الجزء الداخلى فيتمثل فى تلك القواعد الأزوتية الممثلة فى الأدينين والجوانين والثايمين والسيٲوزين .

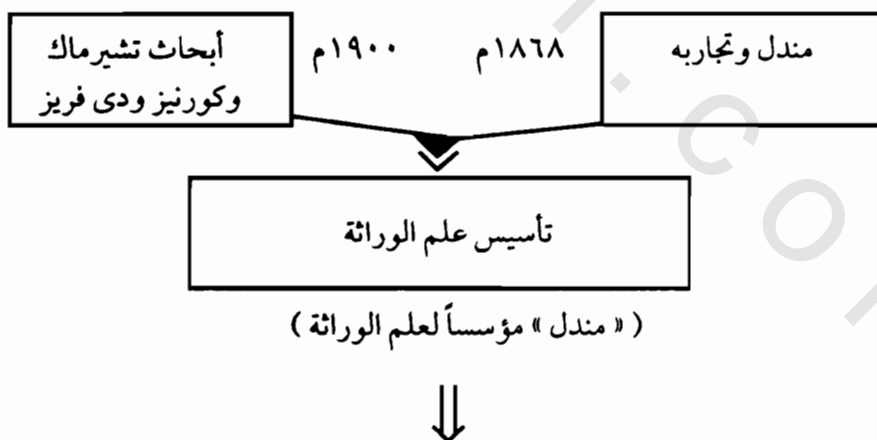
ونجح الباحثان واطسن وكريك بعد جهد مضن وعمل شاق فى أن يضعوا نموذجًا واضحًا للدنا الوراٲى ، وكان هذا النجاح مبنياً على ما قدمته الباحثة روزلايند فرانكلين من خلاصات تجاربها باستخدام تقنية حيود الأشعة السينية (x) للحصول على بلورات نقية من الدنا الوراٲى ، والٲى يمكننا إيضاها فى الشكل التخطيطى التالى :

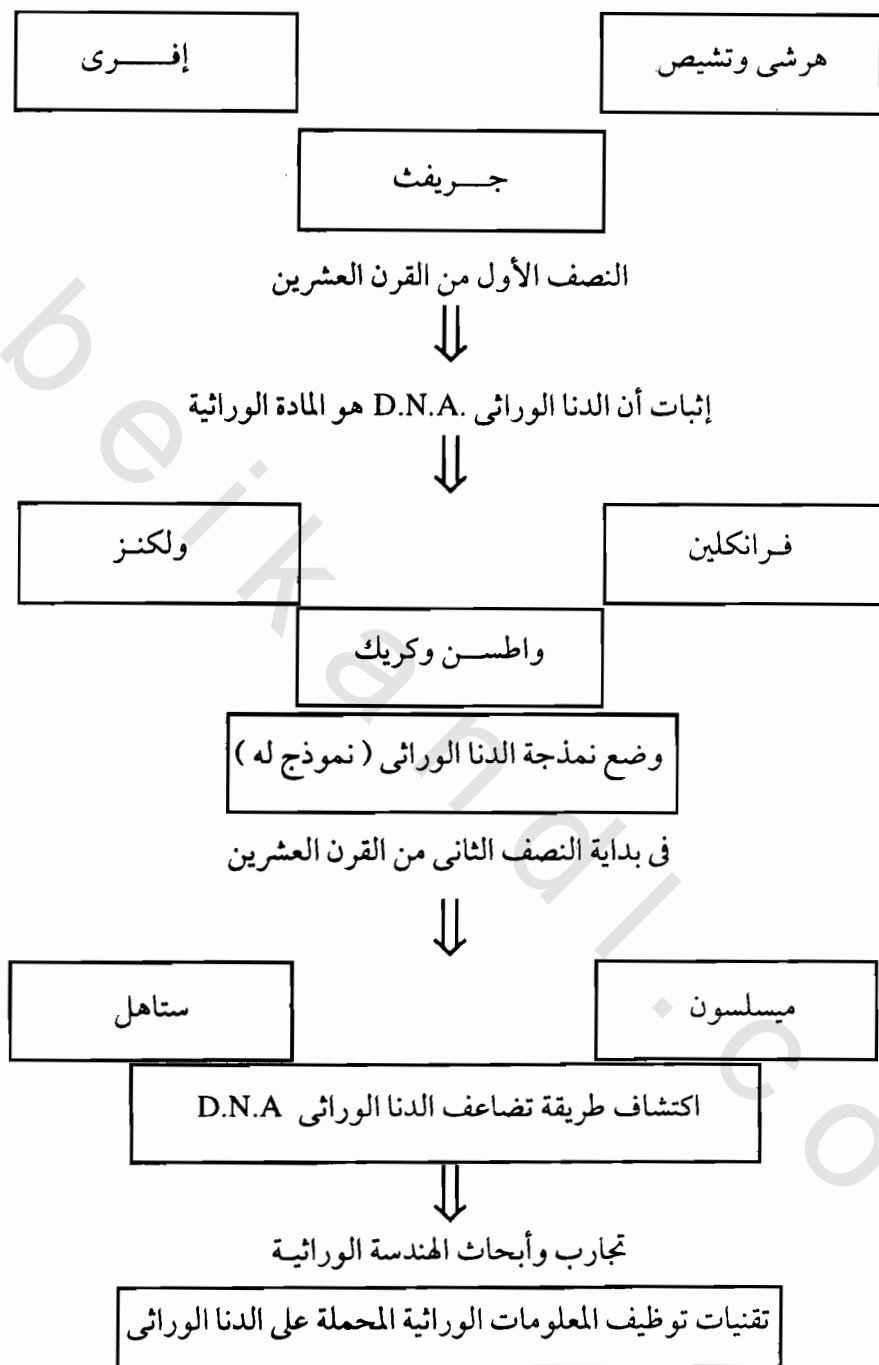


كانت المعلومات التي قدمتها فرانكلين تمثل خطوة أساسية نحو وضع نمذجة دقيقة لشريط الدنا الوراثي ، وليس معنى ذلك أن النمذجة الدانوية قام بها واطسن وكريك فقط بل كان معهما متخصص في مجال الأشعة هو «ولكنتر» ، وكانت جائزة نوبل من نصيب الثلاثة عام ١٩٦٢م ، أى : بعد عشر سنوات من وضع النموذج الخاص بالدنا الوراثي . كان إنجاز واطسن وكريك يمثل طفرة حقيقية في مجال العلم، لأنه كان يمثل بداية ثورة هائلة نشهدها الآن .. ثورة الهندسة الوراثية .

قبل ذلك بكثير أى : قبل أن يضع واطسن وكريك نموذجهما الخاص بتركيب الدنا الوراثي ، كان ثمة مجهودات كثيرة ومتابعة لعلماء عديدين عملوا في هذا المجال وكان لكل منهم جهده وإنجازه ، فكان منهم جريفث وإفرى وهرشى وتشيفس وغير أولئك الكثير ممن أجروا تجارب عديدة للوصول إلى ماهية المادة الوراثية ، وكان أمامهم سؤال ملح يحتاج إلى جواب : هل المادة الوراثية هي البروتين أم الدنا الوراثي لأن كلاهما كان مكوناً من مكونات الجين . ومن ثم فقد احتاج العلماء لحسم تلك القضية إلى سنوات طويلة ، وكثير من الجهد داخل معاملهم للحكم على كينونة المادة الوراثية .

ومن ثم يمكننا القول بأن المادة الوراثية هي نتاج عمل تكاملي لعديد من العلماء في القرن العشرين ، وسوف نوضح ذلك في الشكل التالي :





كانت نمذجة واطسن وكريك بداية مهمة لثورة خطيرة وعارمة والتي نعنى بها الجينات وتطبيقاتها ؛ ثورة الهندسة الوراثية وتقنياتها المختلفة ، والتي تدخل كل مجال حيوى أو غير حيوى ، لكننا سنركز هنا على بعض هذه التقنيات بهدف الوصول إلى استنتاج حول ما إذا كان سيحدث تكامل بين العلماء فى القرن الحادى والعشرين أم سيحدث التضاد .

إن الهندسة الوراثية - دون شك - تمثل إنقاذاً للبشرية من مشاكل حتمية تقابلها وستزداد حدتها فى المستقبل وهى تمثل الإنقاذ من الجوع والمجاعات المختلفة عن طريق توفير الغذاء للأفواه الجائعة، حيث يمكن عن طريق هندسة النباتات إنتاج نباتات يمكنها أن تنبث فى بيئات ذات ظروف معاكسة لتزهر وتثمر ، كأن تكون هذه الظروف ظروف بيئة جافة أو شديدة الجفاف ، أو بيئة ذات ضغوط إسموزية عالية ، أو ظروف بيئة ذات درجة ملوحة عالية ، ونمو هذه النباتات فى تلك البيئات وإثمارها يمثل زيادة فى إنتاج محاصيل كثيرة ؛ ومن ثم يمكن للبشرية أن تسد كثيراً من الثغرات فى ميزانها الغذائى عن طريق مجال الهندسة الوراثية ، كما يتجه العلماء إلى إنتاج ثمار كبيرة الحجم مما سيجعلنا نطمح إلى أن نرى حبة القمح فى حجم ثمرة البطيخ مما سيزيد الإنتاجية الكمية من الثمار المختلفة والمحاصيل؛ وذلك سيقبل كثيراً من معدل حدوث المجاعات فى العالم بأسره ، ولن تقف الهندسة الوراثية لتمثل إنقاذاً من الجوع فقط ، بل تمثل إنقاذاً من التلوث أيضاً والذي أصبح مشكلة خطيرة تعانى منها البشرية جميعها ؛ من تآكل طبقة الأوزون وتسرب مزيد من الأشعة فوق البنفسجية إلى سطح الأرض محدثة كثيراً من حالات سرطان الجلد ومهددة بذوبان ثلوج القطبين مما يهدد بغرق اليابسة وتدمير أوجه الحياة على سطح الأرض ، كما ساعدت الملوثات على إضافة العديد من العوامل المسرطنة وإصابة الإنسان بكثير من أمراض الجهاز التنفسى وغيرها .

وقد حاول الإنسان استخدام العديد من التقنيات للوصول إلى بيئة نقية صافية لكنه عجز عن الوصول إلى ذلك عن طريق تلك التقنيات . فكان اللجوء إلى تقنية

الجينات والهندسة الوراثية ، حيث تمكّن من هندسة بعض البكتيريا لإزالة النفط المتسرب إلى مياه البحار والمحيطات لتحوّله إلى بروتين تستخدمه في غذائها ، كما هندس بعض البكتيريا على أمل أن يطلقها إلى طبقة الأوزون مفرزة مواد كيميائية تعمل على لحام هذه الطبقة وتمنع تحللها مرة ثانية بفعل الملوثات المنبعثة من سطح الأرض ، كما يأمل في أن يهندس بعض الكائنات الحية الدقيقة والتي تعمل على تحليل الملوثات بغض النظر عن نوعيتها وبخاصة الملوثات الإشعاعية مما سيجعل البشرية تتفادى كثيرًا من الكوارث .

إن الهندسة الوراثية تمثل الإنقاذ أيضاً من الأمراض الفتاكة والتي كان التغلب عليها في الماضي أمراً مستحيلاً وذلك عن طريق ثورة العلاج بالجينات ، وهى ثورة كبيرة ذات آثار مباشرة على الإنسان . إننا مقدمون بلا شك على عصر سنستخدم فيه الجين لإصلاح أى عطب يصيب الخلية الحية ، فالمعلومة الوراثية هى الأساس ومن ثم فالعصر القادم هو عصر سنستخدم فيه الطب الوراثى بكثرة وبمعدل كبير ، سيمكننا فيه عن طريق الجينات علاج ما استعصى من أمراض كأمراض الإيدز والسرطان والسكتات المخية وسيولة الدم والزهايمر (الفقد التدريجى للذاكرة) ومرض باركنسون ، وداء الرقص اللاإرادى (هنتجتون) ، وغير ذلك من الأمراض العديدة والتي كنا نتعامل معها في الماضي بأسلوب تقليدى لم يكن يجدى معها ، لهذا كان ذلك المشروع الذى تعاونت فيه العديد من الدول تحت إشراف الأمم المتحدة ، وهو مشروع الجينوم البشرى الذى تشترك فيه عدة دول مصنفة ما بين دول متقدمة ودول نامية ، وتمثل الهند الدول النامية ، ويهدف هذا المشروع إلى الخرطنة الكاملة لجينات الإنسان والتي نعنى بها رسم خريطة كاملة للجينات ، مما سيجعلنا نؤكد أنه فى القرن الحادى والعشرين سيمكننا أن نضع أيدينا على ما نريده من جينات سواء كانت معطوبة أو سليمة لنعرف ما هو الجين المسئول عن مرض ما وكيف يمكن إصلاح هذا العطب ، وما علاقة هذا الجين بغيره من الجينات فى الجينوم ، أى : المحتوى الجينى للخلية الحية .

إن مشروع الجينوم البشرى يمثل أخطر مشروع بيولوجى تشهده البشرية وهو أهم مشروع تكاملت فيه عقول العالم كله لإنجازه ، وهو إنجاز لا شك أن له قيمته الكبيرة في مجال العلم ..

تلك هي بعض النواحي التي تنبئ بأن الهندسة الوراثية ستؤدى إلى تكامل كبير بين علماء الشرق والغرب في إنجاز ما صعب إنجازُه في سنوات سابقة ، لكن هذا لا يجعلنا نبالغ في الآمال ونذهب إلى حد بعيد فيها ، لأنه يمكن من خلال حرب الجينات أن تستخدم دولة ما معاملها وتقنياتها في مجال الهندسة الوراثية لإنتاج جينات مرضية محملة داخل كائنات حية دقيقة مهندسة وراثيًا وتستخدمها في تدمير مجتمعات أخرى عن طريق ما يعرف بحرب الجينات والتي يمكن أن تتم في مستويات عديدة أي أنها لا تقتصر فقط على الكائنات الحية الدقيقة بل يمكن استخدامها في أكثر من مستوى يُوظف لتدمير النظم البيولوجية ، ومنها :

١- التحميل على حبوب اللقاح :

يحدث في هذا المستوى إدخال الجينوم المرضى في جينوم حبة اللقاح بعد نضجها واستعدادها للخروج من المتك لتأخذ طريقها إلى الميسم حيث تخصب البويضة في المبيض حاملة معها الجينوم المرضى الذي يعبر عن نفسه بعد عمليات الإخصاب وتتابع الجنين لنموه ليعطى النبات الكامل ، والذي 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 البذري :

بعد تمام الإخصاب ينمو الجنين إلى بذور والتي تُستخلص بعد النضج بطرق عديدة تختلف من عائلة نباتية لأخرى ، ثم تحفف وقد تزرع مباشرة أو تخزن للتخلص من سكون الجنين .

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

٣. التحميل الثمرى :

يتم في هذا المستوى إدخال الجينوم المرضى في جينوم الثمرة باستخدام قاذفات جينية خاصة ويتم تنفيذ هذه الطريقة باستخدام تقنيات عالية المستوى ويتم استخدام هذه التقنية مع العديد من الثمار المصدرة والتي تخضع لإعادة برمجة طاقمها الوراثي ليوجه الأنسجة الثمرية لتكوين العديد من السموم أو لتحميل الجينوم الثمرى كجينوم مرضى مباشر .

٤. التحميل الشتلى :

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

٥. التحميل الحشرى :

يتم التحميل في هذا المستوى بالجينات المرضية داخل جينوم الحشرات والتي تتميز بتعدد أنواعها وسرعة تكاثرها ومعيشتها في أكثر من بيئة ولكونها الوسيط لآلاف مسببات المرضية التي تصيب الإنسان والحيوان والنبات بالعديد من الأمراض وتصبح الحشرة في هذه الحالة أخطر من مئات الطائرات الحربية تدميرًا وفتكًا ، وتعتبر الحركة المتنوعة وكبيرة المدى للحشرات من أهم عوامل اختيار الحشرة كأحد الكائنات الحية الأساسية في «حرب الجينات» .

٦. التحميل الدقيق :

يتم التحميل في هذا المستوى بالجينات المرضية داخل جينوم الكائنات الدقيقة ،

والتي تتميز بالسرعة الفائقة في تكاثرها وتكاثر مع ذلك الجينوم المرضى المدخل في 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 للطاقت الوراثي لبكتيريا القولون على سهولة إدخال الجينات بها .

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

٧. التحميل الدوائى :

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

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

تنوع عمليات التحميل الجينى المرضى طبقاً لأسس عدة ، نذكر منها :

(أ) التحميل طبقاً لعدد الجينات المستخدم :

وتنوع عمليات التحميل الجينى فى هذا التقسيم إلى :

١. التحميل الجينى المفرد :

يتم التحميل فى هذا النوع باستخدام طاقت وراثى ذى توجيه مفرد للإصابة بأحد

الأمراض الفتاكة والتي تؤدي غالبًا إلى الموت السريع لحاملها ، والوجه المقترح لاستخدام مثل هذا النوع هو وجود الحاجة للتدخل السريع لإنهاء حالة التكافؤ العسكرى بين معسكرين .

٢. التحميل الجيني المركب :

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

ويستخدم هذا النوع من التحميل عند الرغبة في إصابة المجتمع المعادى بنوع من الموت البطيء طويل المدى إمعانًا في تعذيب أفرادهِ .

(ب) التحميل طبقًا للأغراض المستهدفة :

يمكننا تقسيم التحميل طبقًا للأغراض المحددة له إلى :

التحميل بغرض إنتاج أمراض جديدة :

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

التحميل بغرض إكثار أمراض موجودة :

قد يتعرض الجينوم المرضى لحالة من التضاد في أثناء التعبير عن نفسه عن طريق

جينات مناعية موجودة بجسم الكائن الحى ، وفي هذه الحالة يكون التحميل الجينى بهدف تثبيط الجينات المناعية بإجبارها على الدخول فى حالة كمون وراثى دائم أو مؤقت طبقاً للحاجة ، أو تدمير هذه الجينات تماماً ، ومن ثم تتاح الفرصة للجينات المرضية للتعبير عن نفسها بمدى واسع .

التحميل بغرض الإخلال بالنظام الجينى 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 يسبب عشوائية فى الأداء الجينى تؤدي إلى تدمير الأعضاء الحيوية بالجسم وانتهاء حياة الكائن الحى .

ميكانيكية التحميل الجينى :

يتم تحميل الجينوم المرضى فى 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 المتبقى بهدف زيادة القدرة المرضية لهذا الجينوم أو لتثبيط 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 عن طريقها 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 .

* * *

إن ما سبق يدعونا إلى عديد من التساؤلات .. فهل تكون الهندسة الوراثية بداية لتكامل بين علماء الشرق والغرب ، حيث يحدث التلاحم والتعاون الفكرى بين علماء الحضارة الشرقية وعلماء الحضارة الغربية من خلال مشاريع جبارة يمكن إنجازها عن طريق الهندسة الوراثية ؟ أم يحدث التصادم والتضاد والأناية مما سيجعل كل حضارة تستنهض همم علمائها محدثة نوعاً من الحصانة العلمية وممانعة نقل أى تقنية منها للحضارة الأخرى ، بل تفكر فى تدمير ما تنتجه الحضارة الأخرى من تقنيات عديدة تخدم هذا المجال . إن هذا أمر وارد وأقول ذلك بأمانة علمية كاملة ولكن فى حالة واحدة إذا لم تقنن الأبحاث فى مجال الهندسة الوراثية فإن كل مجتمع سيتجه إلى امتلاك السيطرة والقوة عن طريق لغة الوراثة والجينات ، ولن تسمح له المجتمعات الأخرى بذلك مما سيجعلنا نصل إلى حافة الهاوية ، وهذا ما لا نرجوه إطلاقاً ، ولكن إذا ما تجاوزت البشرية هذه النقطة إلى استخدام الهندسة الوراثية فى إنقاذ البشرية مما تعانيه من مشاكل وويلات وإلى دعوة جميع العلماء فى العالم إلى التضافر والتكاتف والتعاون لإنجاز هذه المشاريع الجبارة التى تخص كل إنسان على سطح الأرض ، فستكون الهندسة الوراثية بداية لتعاون غير مسبوق بين علماء الحضارة البشرية وذلك ما نأمله ونرجوه فى المستقبل القريب .. ففى أى الطريقين سنسير ؟ .. ذلك ما سينبثنا به القرن الحادى والعشرون .

* * *