

أ - الهندسة الوراثية والطب الشرعي:

الجينات التي تنقل الرسالة الوراثية من جيل لآخر، وتوجه نشاط كل خلية هي عبارة عن جزيئات عملاقة تكون ما يشبه الخيوط الرفيعة المجدولة تسمى الحمض النووي الريبوزي المختزل DNA، وتحتوي هذه الرسالة الوراثية على كل الصفات الوراثية بداية من لون العينين حتى أدق التركيبات الموجودة بالجسم. وتترتب الجينات في خلايا الإنسان على ٢٣ زوجاً من الكروموسومات في نواة الخلية، والكروموسومات مركبة من الحمض النووي وبروتينات، وهذه البروتينات تلعب دوراً هاماً في المحافظة على هيكل المادة الوراثية، وتنظم نشاط تعبير الجينات الذي يؤدي إلى تكشف وتكوين الفرد الكامل من خلية الزيجوت. وتوجد بعض الجينات في الميتوكوندريا، وتورث عن طريق الأم. وتكمن المعلومات الوراثية لأية خلية من تتابع الشفرة الوراثية (تتابع القواعد النيتروجينية الأربع التي وهبها الله للحياة، وهي: الأدينين (A) والجوانين (G) والسيتوزين (C) والثيامين (T)، التي تكون المادة الوراثية في صورة كلمات وجمل تقوم بتخزين المعلومات الوراثية في لوح محفوظ مسئول عن حياة الفرد.

حديثاً تمكّن إليك جيفرس في جامعة لستر بالمملكة المتحدة من اكتشاف اختلافات في تتابع الشفرة الوراثية في منطقة الإنترون Intron متمثلة في الطول والموقع. وقد وجد أن هذه الاختلافات ينفرد بها كل شخص تماماً مثل بصمة الإصبع -لذلك أطلق عليها بصمة الجينات- باستثناء نوع نادر من التوائم المتطابقة الناشئة عن انقسام بويضة مخصبة واحدة MZT. وبحساب نسبة التمييز بين الأشخاص باستخدام بصمة الجينات وجد أن هذه النسبة تصل إلى حوالي ١ : ٣٠٠ مليون أي أن من بين ٣٠٠ مليون شخص يوجد شخص واحد فقط يحمل نفس بصمة الجينات. وقد وجد -أيضاً- أن بصمة الجينات تورث طبقاً لقوانين مندل الوراثية.

المقصود ببصمة الجينات:

بصمة الجينات هي اختلافات في التركيب الوراثي لمنطقة الإنترون، وينفرد بها كل شخص تماماً وتورث؛ أي أن الطفل يحصل على نصف هذه الاختلافات من الأم وعلى النصف الآخر من الأب، ليكون مزيجاً وراثياً جديداً يجمع بين خصائص الوالدين، وخصائص مستودع وراثي متسع من قدامى الأسلاف. ولقد وُجد -أيضاً- أن بصمة الجينات تختلف باختلاف الأنماط الجغرافية للجينات في شعوب العالم. فعلى سبيل المثال يختلف الآسيويون (الجنس الأصفر أو المغولي) عن الأفارقة.

تعيين بصمة الجينات:

كل ما هو مطلوب لتعيين بصمة الجينات هو عينة صغيرة من الأنسجة التي يمكن استخلاص الحمض النووي الريبوزي المختزل DNA منها، فعلى سبيل المثال:

عينة من الدم في حالة إثبات بنوة.

عينة من الحيوان المنوي في حالة الاغتصاب.

قطعة جلد من تحت الأظافر أو شعيرات من الجسم بجذورها في حالة وفاة بعد مقاومة المعتدي.

دم أو سائل منوي مجمد أو جاف موجود على مسرح الجريمة.

عينة من اللعاب.

وحدثاً تمكّن العالمان الأستراليان رولاند فان وماكسويل جونز في عام ١٩٩٧م من عزل المادة الوراثية من الأشياء التي تم لمسها مثل المفاتيح والتليفون والأكواب بعد استخلاص المادة الوراثية، يتم تقطيعها باستخدام إنزيمات التحديد Restriction enzymes ، ثم تفصل باستخدام جهاز الفصل الكهربائي Electrophoresis ثم تُنقل إلى غشاء نايلون، ثم باستخدام مسابر خاصة Probes يتم تعيين بصمة الجينات على فيلم أشعة.

بصمة الجينات كدليل جنائي:

على الرغم من مرور وقت قصير على اكتشاف بصمة الجينات، إلا أنها استطاعت عمل تحول سريع من البحث الأكاديمي إلى العلم التطبيقي الذي يستخدم حول العالم، وخصوصاً في الحالات التي عجزت وسائل الطب الشرعي التقليدية أن تجد لها حلاً مثل: قضايا إثبات البنوة، والاغتصاب، وجرائم السطو، والتعرف على ضحايا الكوارث.

وحيث إن نسبة النجاح التي تقدمها الجينات تصل إلى حوالي ٩٦% فقد شجع ذلك الدول المتقدمة مثل أمريكا وبريطانيا على استخدامها كدليل جنائي. بل إن هناك اتجاهًا لحفظ بصمة الجينات للمواطنين مع بصمة الإصبع لدى الهيئات القانونية. وقد تم الحسم في كثير من القضايا بناء على استخدام بصمة الجينات كدليل جنائي. ويستند القضاة عادة في مثل تلك الحالات على الدراسات العلمية التي تقول بأن احتمال وجود تشابه بين البصمة الجينية لشخص بريء مع البصمات الجينية المنتزعة من موقع الجريمة هو واحد في كل ٣٠٠ مليون، وبالنتيجة العلمية فإن التشابه يعني التجريم، وعليه فإن ما ينبغي القيام به من جانب المحلفين هو محاولة تبين ما إذا كان الشخص بريئاً مع الأخذ في الاعتبار التشابه الحاصل في البصمة الجينية، والذي أثبتته تقارير الطب الشرعي.

ب - الهندسة الوراثية والطب البشري:

الهندسة الوراثية البشرية هي إحدى الفروع التطبيقية لعلم الوراثة، وتعتبر ثورة تقنية جبارة تهدف إلى إضافة جينات جديدة تحمل إلى الكائن الحي صفات لم تكن موجودة من قبل، لحين تجاوز التراكيب الوراثية الموجودة إلى تراكيب جينية أفضل بقصد إصلاح عيب أو خلل في المادة الوراثية أو تحسين الصفات العامة للأفراد عن طريق إعادة صياغة الخريطة الجينية.

وقد أثارت الهندسة الوراثية البشرية تصورات وتوقعات العلماء عن الكون والبشرية خلال الألفية المقبلة. فقد تنبأ عالم الفيزياء الشهير ستيفين هوكينج -الذي يعد واحداً من أهم علماء القرن

الحالي- بأن العلماء سيتمكنون قريباً من حل أهم ألغاز الكون، كما تنبأ بأن الهندسة الوراثية سوف تغير سريعاً شكل ومواصفات وقدرات الجنس البشري!

وقال هوكينج في محاضرة ألقاها في البيت الأبيض: "إن معظم أعمال الخيال العلمي التي ظهرت خلال القرن الحالي افترضت أن الإنسان سيبقى كما هو دون تغيير، بينما يتطور العلم إلى مستويات أخرى جديدة، ولكني لا أستطيع أن أصدق بعض هذه الأعمال التي تصور الإنسان بعد ٤٠٠ سنة كما هو الآن"، ثم أعلن هوكينج عن اعتقاده بأن الجنس البشري وصفاته الوراثية ستزداد تعقيداً بسرعة كبيرة تفوق تخيلاتنا! وقال: "إن الهندسة الوراثية هي الجسر الذي يعبر عليه البشر للارتقاء والتطور في صفات الإنسان، وهو أمر مطلوب حتى يستطيع الإنسان ملاحقة التقدم العلمي والتقني الذي يحققه. وبرر هوكينج أسباب هذا التغيير بقوله: إن الجنس البشري يحتاج إلى تحسين صفاته العقلية والجسدية، حتى يمكنه التعامل مع عالم يزداد تعقيداً من حوله، ومواجهة ظروف جديدة مثل السفر في الفضاء، كما أن الإنسان يلزمه تطوير أنظمتة البيولوجية، حتى تقدر على مسابرة الأنظمة الإلكترونية.

على الجانب الآخر وبخلاف توقعات هوكينج بأن إنسان المستقبل سيتحول إلى مخلوق "سوبر" حذر علماء آخرون في إسكتلندا من أن الإنسان القادم سيتسم بالبدانة والصلع بسبب الرفاهية المطلقة، والتقدم العلمي الذي سيجعله لا يفعل شيئاً سوى تناول الطعام، ومشاهدة التلفزيون، وهو ما سيجعله أشبه "بثمرة البطاطس"، وذكر علماء الآثار الإسكتلنديون أن هذه الصورة المحببة لإنسان المستقبل أو "الرجل البطاطس" جاءت نتيجة إقبال البشر الحاليين على توفير الجهد والوقت جعلهم بعيدين عن القيام بأي نشاط، فضلاً عن أن كثيراً من الناس لا يمارسون الرياضة. وأشار العلماء إلى أن البشر يتجهون إلى الصلع والبدانة وأن يصبحوا كائنات ذات هيكل عظمية قصيرة وأجسام هائلة ضخمة، الأمر الذي ينذر بعواقب صحية وخيمة. وطالب العلماء بتغيير الإنسان لأسلوب معيشته الحالي، والابتعاد عن هذا النمط الاستهلاكي، والاهتمام بالبيئة المحيطة به، وإلا "فالرجل البطاطس" قادم لا محالة!

ومن الأحلام الوراثية التي في طريقها للتحقيق مشروع الطاقم الوراثي البشري أي رسم خرائط الجينات البشرية من خمسين ألف إلى مائة ألف جين والذي سيتطلب ما يزيد عن ثلاثة بلايين دولار. إن الوصول إلى أسرار الأطقم الوراثية يشبه لحد بعيد ما حدث في الكيمياء من اكتشاف الجدول الدوري للعناصر. ومن المؤكد أن هذا المشروع سيزيد من فهمنا لسلوك البشري والجينات الوراثية في الصحة والمرض، مما يساعد في تصميم اختبارات للإرشاد الوراثي. لقد بدأت بالفعل ثورة الهندسة الوراثية البشرية وتقدمت بحوثها وتطبيقاتها. وبالرغم من أن جزءاً كبيراً من منجزات هذه الثورة ما زال بعيداً في مخيلات العلماء ومعاملهم فقط فإن التعامل مع الجينات البشرية في حاجة إلى ما يحكمه ويفلسفه ويقيده إذا لزم الأمر.

ج - الهندسة الوراثية النباتية:

لقد اعتمدت تربية النباتات بالطرق التقليدية على ملاحظة ومتابعة الاختلافات الوراثية داخل كل عشيرة، والانتخاب لسنوات عديدة أو بعمل تهجينات بين النباتات المتشابهة بغرض الحصول على أصناف متميزة في بعض الصفات. وبالرغم من أن هذه الطرق التقليدية أنتجت أصنافاً عالية الغلة من القمح والأرز والشعير، فقد أجبرت المزارعين على التخلي عن عدد كبير من الأصناف المحلية وقربياتها البرية.

وقد أدى هذا التنميط الوراثي في مجال الزراعة إلى القضاء على قدرة المحاصيل التقليدية على التلاؤم مع بيئات طبيعية مختلفة وظروف نمو متباينة، فחסرت البشرية حوالي ٧٥% من التنوع الوراثي للمحاصيل الزراعية منذ بداية القرن الحالي. مع أن العالم يحفل بأنواع نباتية هائلة لم تستغل بعد؛ فهناك على الأقل أكثر من ثلاثمائة ألف نوع من الفواكه الاستوائية عالية القيمة الغذائية ومفضلة في بلدان أمريكا اللاتينية، لكنها مجهولة تماماً في أمريكا الشمالية، حيث تقتصر قائمة الفواكه فيها على الثمار الشائعة من حمضيات وكروم وتفاح وغيرها، فمثلاً في بلد صغير مثل "بيرو" تقل مساحته عن ولاية ألاسكا الأمريكية توجد أنواع من النباتات تعادل سبعة أضعاف ما في الولايات المتحدة كلها، مشكلة مستودعاً نباتياً هائلاً ينتظر من يراعه ويستثمره.

وهذا بعض مما تخبئه الطبيعة لنا من ثروات نباتية غير مكتشفة بعد، في حين لا تحتوي قائمة طعام البشرية إلى الآن إلا على عدد محدود فقط من الأنواع النباتية المعروفة، حيث يشكل فقدان التنوع هذا أو ما يسمى باندثار الموارد الوراثية تهديداً عالمياً يحرق بالزراعة.

ومع التطور المذهل والسريع في شتى المجالات العلمية الحديثة، كان من الطبيعي أن تتغير لذلك المفاهيم والأساليب التقليدية المستخدمة في تربية النباتات المختلفة من محاصيل وفاكهة ونباتات طبية وعطرية أو نباتات زينة والعودة للاهتمام بحقائق النباتات البرية وطرق رعايتها ونقلها وحفظها، حيث تتركز معظم الأبحاث الجارية الآن في المعاهد والمختبرات على إنتاج أنواع جديدة من النباتات والبذور القادرة على مضاعفة الإنتاج، والملائمة في نفس الوقت للظروف البيئية المحلية، وذلك باستخدام الهندسة الوراثية. وتختص الهندسة الوراثية بصورة مباشرة أو غير مباشرة بحذف مقاطع منها وإضافة مقاطع أخرى؛ بغرض إعادة تشكيل أو صياغة الخلية أو الكائن باستخدام الإمكانات الوراثية للكائنات الأخرى المتاحة لإضافة صفات لم تكن موجودة من قبل. وهو اتجاه جديد في علم الوراثة الحديثة تبلور نتيجة للتقدم في عدة علوم مثل:

الوراثة الجزيئية والبيوكيماوية والكيمياء الحيوية والنبات وزراعة الأنسجة وغيرها. وتتحصر مهمة هذا العلم من منطوق التسمية في صياغة أشكال من النظم الوراثية المبتكرة، يتم تجسيدها في كائنات حية مرغوبة في التطبيق وكذلك في الأغراض العلمية.

إن الزراعة وتطوير أبحاثها مشكلة عالمية، تتجدد معطياتها كل لحظة من لحظات حياتنا، والتطور البشرى الهائل يزيدها حدة، وقد يبدو للبعض أنها مشكلة اقتصادية فقط، لكن بعد الدراسة نكتشف أنها مشكلة حيوية وبيئية واجتماعية في آن واحد، فما زال النبات على سخائه المعهود تجاه الإنسان، وإن كل ما يقال عن التحول إلى عصر الصناعة أو عصر المعلومات لم يكن ليسرق الأضواء من النبات ذلك الصديق الوفي القديم. إن زراعة النبات أيسر وأرخص كثيراً من استزراع البكتريا أو الخميرة، فضلاً عن استزراع الخلايا الحيوانية وذلك بالنظر إلى متطلبات الزراعة وحجم الإنتاج. فمن الطريف ما يقال: إن حقلًا من الجاودار "rye" مساحته هكتار واحد، يمكن أن يحتوى على ٣٠٠ مليون من الجذور، وهو مقدار يفوق قطر مدار الأرض حول الشمس. ومن هنا لم يكن غريباً أن تحظى هندسة النبات وراثياً باهتمام كبير من جانب العلماء.

د- الهندسة الوراثية الحيوانية:

لقد تطورت التكنولوجيا الحيوية تطوراً كبيراً ابتداءً من بدء تعامل الإنسان مع الكائنات الحية على أسس علمية راسخة بالطرق التقليدية إلى أن وصلت الآن إلى تطورها الحديث، حيث بلغ تعامل الإنسان مع المادة الحية أقصى درجات الدقة فيما يعرف بتطعيم الجينات ونقلها من كائن

إلى آخر. تعتبر الإنجازات العلمية الهائلة التي سطعت في منتصف القرن الحالي من اكتشاف طبيعة المادة الوراثية، كذلك اكتشاف آليات بناء البروتين: اللبنة الأولى في تطور التكنولوجيا الحيوية لتصل إلى مفهومها الحالي، حيث نتج عن هذه الاكتشافات تطور مذهل في علوم الوراثة، مما أدى إلى تغير كبير في الكثير من طرق تناول حقائق العلوم الأساسية (النبات والحيوان وغيرهما)، وكذلك تطور الأساليب البحثية المستخدمة في التكنولوجيا الحيوية بمجالاتها المختلفة، وأخيراً ظهور التكنولوجيا الحيوية المتقدمة.

وقد تطورت التكنولوجيا الحيوية تطوراً جذرياً منذ أوائل السبعينيات واتسعت وتشعبت نشاطاتها بدرجة كان لها آثار متعاضمة في اقتصاديات العالم. ثم جاءت ثورة الإنزيمات، ومن بينها إنزيمات البلمرة وإنزيمات القطع المتخصصة وإنزيمات النسخ العكسية وغيرها. والتي أسرعت من تداول وتناول المادة الوراثية في مخطط متكامل للوصول إلى هدف معين. ويدور هذا التطور حول حجر زاوية فريد من نوعه، وهي أن الوراثة يمكنهم الآن وضع المادة الوراثية على مائدة العمليات لتصبح مطوعة للتغيير كمّاً ونوعاً، بحيث تحذف منها مقاطع أو يضاف إليها ويعاد صياغتها بحيث تعبر عن ذاتها بطريقة جديدة، وهو ما يسمى بالتطعيم الجيني .. وهو اتجاه معاصر في علوم البيولوجيا تبلور خلال العقود القليلة الماضية، تنحصر مهمته في برمجة أشكال من المناهج المبتكرة، وبمعنى آخر التحكم في الصفات بكم وكيف يفوق كثيراً كل ما أعطته كافة الطرق الأخرى كالانتخاب والتهجين والتطعيم.

لقد تعرضت مجالات الإنتاج الحيواني لثورتين .. أولهما هي الثورة الخضراء الأولى: التي أسفرت عن استخدام الوسائل التقليدية في تحسين عناصر الإنتاج الحيواني، ثم الثورة الخضراء الثانية: التي اعتمدت على التعامل الدقيق مع المادة الحية فيما يعرف بالهندسة الوراثية لإضافة الجينات الخاصة بزيادة الإنتاج وإنتاج المستحضرات المناعية والتشخيصية والعلاجية للحيوان والبرمجة الوراثية لتحسين الأسماك.

هـ - الهندسة الوراثية العسكرية:

عاشت البشرية ثورات علمية متعددة، وتباينت علاقتها بهذه الثورات من الاستفادة القصوى إلى الضرر المفجع، فتطبيقات الذرة تنتشر في العديد من المجالات الحيوية والضرورية للإنسان، ولكن هذا لم يمنع تدمير البشر بالقنبلة الذرية "بهيروشيما" و "ناجازاكي" باليابان.

واليوم تعيش البشرية أخطر هذه الثورات وأهمها ثورة "مادة الحياة"، إنها ثورة "الهندسة الوراثية وأبحاث الجينات" وتهدف إلى هندسة الطاقم الوراثي للكائنات الحية بتوجيهه لأداء وظائف محددة.

وكنيجة طبيعية لأهمية هذا العلم بدأت الدول الكبرى منذ فترة تتسابق على معرفة الجديد في هذا العلم عن طريق إنشاء مراكز أبحاث متعددة وشركات نظم جينية، بل واستخدام أحدث ما وصلت إليه تكنولوجيا الحاسبات في تحليل المعلومات الوراثية والنظم الجينية. والمتابعون لما يحدث يرون التقدم المذهل الذي يسير بمعدل سريع في هذه التكنولوجيا. سواء في الاستخدام المفيد أو السيئ فيما يعرف بالحرب البيولوجية التي أصبحت شبحاً مخيفاً للبشرية، والحقيقة أن مجال الحرب البيولوجية ارتبط ليس بالتقدم في تكنولوجيا الجينات فحسب بل في تكنولوجيا الصواريخ، لأن الرأس البيولوجي لا بد من تحميله على ما يوصله إلى الهدف؛ ولذلك فهو يحمل على الصواريخ تبعاً لخطة محددة يتحدد على أثرها مدى الصاروخ، أيضاً الحامل لهذه الرؤوس البيولوجية التي قد تكون قنابل بيولوجية (مسببات مرضية) بمجرد انتشارها تفتك بالنظم الحية في

البيئة أو عوامل مُطْفِرة لإحداث طفرات سيئة للغاية في مجتمع معين لإضعافه وشل حركة نهضته.
ولذلك أصبح لكلمة الضمير معنى خاص في هذا العلم حيث يجعل الإنسان يعيش مسالماً يخدم البشرية ولا يضرها.

الهندسة الوراثية والتخلص من الألغام:

هناك مجال كبير لتوسيع نطاق الهندسة الوراثية لتشمل استخدام الكائنات ذات الجينات المعدلة لمعالجة الأجسام الغريبة الخطرة وغير المرئية مثل المواد المتفجرة بهدف التخلص منها وتحويلها إلى مواد مفيدة.
تعتمد الهندسة الوراثية في جمع نماذج بكتيرية من الأماكن التي توجد فيها مصانع الأسلحة أو مستودعات الذخيرة أو التربة المتضررة من إنتاج الأسلحة والأنشطة العسكرية الأخرى، ثم تنميتها في المعمل على أوساط غذائية تحتوي على المواد المتفجرة، ثم عزل البكتريا التي تستطيع أن تعيش فيها وتحللها، يلي ذلك محاولة عزل الجينات المسؤولة عن تحليل المواد المتفجرة ونقلها إلى كائنات دقيقة يمكنها المعيشة في الأماكن الموبوءة بالتلوث العسكري. وباستخدام هذا الأسلوب فقد تمكنت الهندسة الوراثية من إنتاج كائنات دقيقة لها القدرة على تحليل المواد المتفجرة. فعلى سبيل المثال:

بكتريا تحلل الديناميت:

تمكن العلماء الأمريكيون من إنتاج نوع من البكتريا له القدرة على تحليل النيتروجلسرين "الديناميت" إلى ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. وهذا يعنى أنه بمساعدة هذه البكتريا يمكن تنظيف مستودعات وحاويات المواد المتفجرة بتكلفة أقل بـ ١٠ : ١٠٠ مرة من الطرق التقليدية المتبعة حالياً.

بكتريا تلتهم المتفجرات:

نجح فريق من الباحثين في جامعة برلين في تطوير سلالة من البكتريا تتمثل موهبتها في التهام المتفجرات، وتعمل هذه البكتريا على تحليل مادتي (TNT) و (TND) المتفجرتين من خلال تحطيم النيتروجين المركب الموجود في جزيء المادتين، ويتحول النيتروجين الناتج إلى مخصب طبيعي للتربة، وسيؤدى هذا النوع من البكتريا إلى إزالة ٧٠% من بقايا مواد المتفجرات الملوثة للتربة.

بكتريا تدمر المركبات المعقدة:

وقد نجح فريق من الباحثين في جامعة براونشيفنج في إنتاج سلالة من البكتريا تعمل على تدمير الهيدروكربونات الأروماتية -البنزين والبولوين والزيلين- التي يعتمد عليها التركيب الكيماوي لكل المواد المتفجرة. وتتم تغذية هذه البكتريا في التربة على شبكة من الأنابيب داخل التربة طوال فترة عملها. ويقول الباحثون: إن هذه الطريقة قادرة على إزالة ٦٩% من التلوث العسكري الحالي.

و- الهندسة الوراثية البيئية:

في السنوات الأولى من عمر الهندسة الوراثية للنبات كان الاهتمام منصباً في المقام الأولى على تحسين صفات النبات، وذلك بنقل جينات تمكنه من مقاومة الآفات الحشرية أو الصمود لمبيدات الأعشاب، أو تكسبه مناعة ضد الأمراض. أما الآن فلم يعد مجرد تحسين مقدرة النبات على إنتاج الغذاء والألياف إلا مطلباً تقليدياً متواضعاً في مقابل الطموحات العريضة التي تلعب برؤوس العلماء بين يوم وآخر، فمثلاً أمكن إنتاج أنواع خاصة من زيوت التشحيم والزيوت المطهرة في فول الصويا، كما أمكن نجاح العلماء في تحويل النبات وراثياً ليصنع البلاستيك في بلاستيقاته الخضراء. كذلك أصبحت النباتات المهندسة وراثياً مصدراً لبعض الإنزيمات ذات الطبيعة الخاصة، والتي تستخدم في الصناعة. وفي تطور آخر يسعى العلماء لاستخدام النباتات فيما يعرف بمداواة البيئة *Phytoremediation*. وفي هذا المجال يقوم الباحثون بهندسة النباتات وراثياً لإكسابها القدرة على استئصال الملوثات من التربة أو الماء دون أن يتأثر نموه. أما التطور الأحدث فهو هندسة النبات وراثياً لإنتاج المواد ذات الأهمية الطبية، وهو ما قد يحل قريباً محل عمليات التخمير التقليدية للأدوية. وكان الدافع وراء هذا الاتجاه هو الرغبة في أن يحصل الناس على اللقاحات الواقية مع طعامهم.

ز- الهندسة الوراثية الحفرية:

الحفريات مصطلح أطلق على بقايا الأحياء النباتية أو الحيوانية، سواء أكانت كاملة أم ناقصة أو أثراً تركه الكائن الحي منطبغاً أو محفوظاً في الصخور أو الرواسب الجيولوجية، وذلك قبل ظهور الإنسان الحديث. والحفرية هي ترجمة الكلمة (fossil) بالإنجليزية، وهي مشتقة من الفعل اللاتيني *fosere* بمعنى (يحفر)، وقد كانت تطلق على أي شيء يستخرج من الأرض سواء كان عضوياً أو غير عضوي أو معدنياً أو صخرياً. وساد هذا الاستعمال حتى القرن السادس عشر. وصادف كثيراً من العلماء من المفكرين والعلماء القدامى مثل هذه الحفريات، إلا أن نظرتهم لها كانت مختلفة عما هو مفهوم منها الآن.

ويتألف جسم الكائنات الحية من خلايا، كل خلية تتكون من سيتوبلازم ونواة، والنواة بكل خلية هي كرة صغيرة داكنة حين تصبغ، وتحمل جزيء المادة الوراثية النووية (DNA). كما تحمل الخلية في السيتوبلازم خارج النواة مادة وراثية أخرى في "الميتوكوندريا" أو السبقيات. والمادة الوراثية الحفرية أو القديمة *Ancient DNA* هي المادة الوراثية سواء النووية أو السبقيات التي تستخلص من الحفريات سواء بشرية أو حيوانية أو نباتية. وتستخدم في تفسير العلاقات التطورية أو الأحداث التاريخية على أساس جزيئي، وذلك من أجل إلقاء الضوء على التاريخ البيولوجي للحياة على الأرض. والجدير بالذكر أن أول بحث تم نشره في مجال عزل المادة الوراثية الحفرية كان في عام ١٩٨٤م.