وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني
مديرية التربية والتعليم بالغربية
إدارة شرق طنطا التعليمية

اسم الطالب: مصطفى أيمن صبحي أبو المعاطي

المدرسة: مدرسة المتفوقين فى العلوم والتكنولوجيا بالغربية

الصف الدراسي: الصف الثاني الثانوي (Grade 11)

رقم هاتف الطالب: 01093964182

رقم هاتف ولي الأمر: 01063745532

تاريخ كتابة المقال: ديسمبر 2024

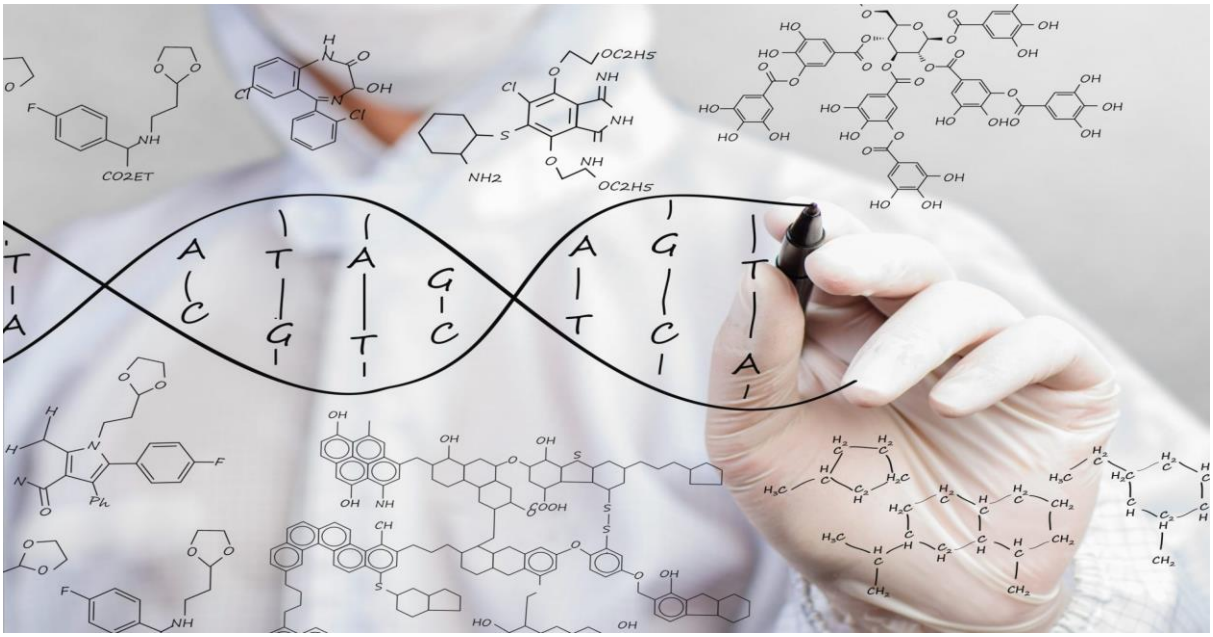
تحت إشراف:

أ/ إيناس بشري أباديير (أخصائي أول مكتبات)

أ/ أحمد عمارة السعدني (مدير المدرسة)

أخلاقيات التعديل الجيني وقدرته على علاج الأمراض الوراثية

الشكل (1):



التعديل الجيني، من خيال إلى واقع يعيد تعريف الحدود العلمية (بركة، 2021).

ملخص: يتناول المقال أخلاقيات التعديل الجيني ودوره في علاج الأمراض الوراثية، حيث يستعرض تطور هذه التقنية من الناحية العلمية، بدءًا من اكتشاف الحمض النووي إلى تطبيقات تقنية كريسبر-كاس9 (CRISPR-Cas9) في تعديل الجينات. يسلط الضوء على التطبيقات الطبية والزراعية والصناعية، مع مناقشة التحديات الأخلاقية المتعلقة بتأثيرها على الأجيال القادمة والهوية البشرية. كما يستعرض المقال الأحكام الفقهية والقانونية لضبط استخدامها بما يتوافق مع القيم الإنسانية. ويؤكد على ضرورة التوازن بين التقدم العلمي والأخلاقيات لضمان استخدام آمن ومسؤول لهذه التقنية.

كلمات مفتاحية: التعديل الجيني، الأمراض الوراثية، كريسبر-كاس9، الهندسة الوراثية، الأخلاقيات الطبية، الجينوم البشري.

مقدمة

قال الله تعالى: ❀ **سَنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْآفَاقِ وَفِي أَنفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ الْحَقُّ ۗ أَوَلَمْ يَكْفِ بِرَبِّكَ أَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ** ❀ (*فصلت*: 53)

لطالما كان العلم محركًا رئيسيًا في كشف أسرار الكون، وأداةً مكّنت الإنسان من استكشاف المجهول وفهم قوانين الحياة. ومع تطور الزمن، بدأت الحدود بين الخيال والواقع تتلاشى، ليظهر التعديل الجيني كواحد من أعظم الإنجازات العلمية التي فتحت آفاقًا جديدة وغير مسبوقة. هذا التقدم لم يقتصر على كونه إنجازًا علميًا فحسب، بل منح البشرية القدرة على إعادة صياغة الجينات بما يتماشى مع احتياجاتها الصحية والبيئية.

ومع ذلك، لم يخلُ هذا التطور من الجدل، حيث أثار تساؤلات عميقة حول الأبعاد الأخلاقية والإنسانية التي يحملها. ففي حين يراه البعض نقلة نوعية لتحسين جودة الحياة وعلاج الأمراض الوراثية، يعتبره آخرون تجاوزًا للحدود الأخلاقية والقانونية، وتهديدًا لكرامة الإنسان وتعديًا على مسار الحياة الطبيعية.

وعلى الرغم من الإنجازات المذهلة التي حققتها الهندسة الوراثية (Genetic Engineering)، إلا أن العديد من الأسئلة ما زالت بحاجة إلى إجابات دقيقة. كيف يمكن ضمان استخدام هذه التقنيات بشكل أخلاقي ومسؤول؟ وما هي العواقب التي قد تترتب على استخدامها للأجيال القادمة؟ هذه الأسئلة تسلط الضوء على الحاجة الملحة لدراسة شاملة تتناول التحديات العلمية والأخلاقية التي يفرضها التعديل الجيني.

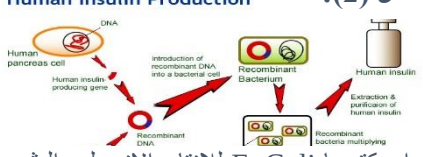
تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الآثار العلمية والأخلاقية للتعديل الجيني، مع التركيز على تطبيقاته الحالية والمستقبلية في علاج الأمراض الوراثية. كما تسعى إلى استكشاف الرأي الفقهي والقانوني بشأن مشروعية هذه التطبيقات، مع تقديم اقتراحات حول كيفية تحسينها بما يراعي القيم الإنسانية والأخلاقية.

أولاً: مدخلٌ إلى التعديل الجيني وتاريخه

التعديل الجيني هو تقنية تهدف إلى تغيير الشيفرة الوراثية للكائنات الحية، بهدف تحسين أو تعديل خصائصها عن طريق نقل جزء من الحمض النووي* (DNA) من كائن حي إلى آخر. يتم ذلك من خلال إزالة الجينات المستهدفة من الحمض النووي لكائن حي معين وإضافتها إلى كائن حي آخر (Lotz & Smulders, 2013). هذا المجال العلمي بدأ منذ اكتشاف بنية الحمض النووي (DNA) عام 1953 على يد جيمس واتسون وفرانسيس كريك، مما وضع الأساس لفهم انتقال الصفات الوراثية.

من التطبيقات المبكرة للتعديل الجيني إنتاج الإنسولين البشري لعلاج مرضى السكري باستخدام بكتيريا تسمى *Escherichia coli* واختصارها (E. Coli)، حيث يتم استخراج الجين المسؤول عن إنتاج الإنسولين من خلال الإنسان وإدخاله فى بلازميد* حمض نووي (DNA) معدل ، ثم نقل البلازميد إلي البكتيريا لتكوين بكتيريا مؤتلفة يتم استنساخها في خزانات تخمير كبيرة لإنتاج الإنسولين كما يتضح في الشكل (2) (Kotambe & Dhormare, 2021).

الشكل (2):



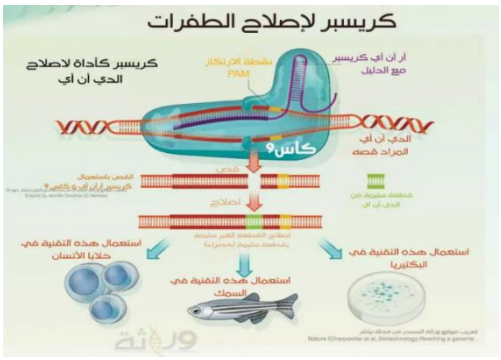
استخدام بكتيريا E. Coli للإنتاج الإنسولين البشري (Kotambe & Dhormare, 2021).

الحمض النووي*: جزيء يحمل الشيفرة الوراثية للكائنات الحية، يوجد داخل نواة الخلية والميتوكوندريا.

البلازميد*: جزيء DNA صغير يوجد في البكتيريا، يستخدم كناقل في الهندسة الوراثية.

وفي عام 1987، لاحظ علماء يابانيون وجود أجزاء غريبة داخل الحمض النووي لبكتيريا (E. Coli)، وكانت عبارة عن تكرارات مكررة مع فواصل ثابتة بينها. ومع تطور علم الوراثة الجزيئي، اكتشف العلماء في عام 2002 أن هذه التكرارات موجودة في أنواع أخرى من البكتيريا، وأطلقوا عليها اسم كريسبر CRISPR (التكررات المتناغمة المتباعدة بشكل منتظم - Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) (شحاته ، ديسمبر 2022).

ثم اكتشف العلماء أن هذه التكرارات مصحوبة بأنزيم يُسمى كاس9 (Cas9)، الذي يعمل كمقص جزيئي لقص أجزاء محددة من الحمض النووي. وتم التوصل إلى أن هذه التكرارات في البكتيريا هي جزء من آلية دفاعية ضد الفيروسات. حيث تقوم البكتيريا بنسخ أجزاء من الحمض النووي للفيروسات وتخزينها في شيفرتها الوراثية، ثم تستخدم هذه الأجزاء للتعرف على الفيروسات عندما تغزو البكتيريا مجددًا (شحاته ، ديسمبر 2022). **الشكل (3):**



استخدام كريسبر-كاس9 لعلاج الطفرات الجينية في الكائنات الحية المختلفة (السويد، 2017).

وفي عام 2011، قام فريق من العلماء بقيادة جينيفر دودنا بتصميم نسخة صناعية من نظام كريسبر-كاس9(CRISPR-Cas9) ، وأثبتوا قدرته الكبيرة في تعديل الجينات بدقة عالية. هذا الاكتشاف أحدث ثورة في علم الوراثة، حيث أصبح بالإمكان استخدام كريسبر-كاس9 لتعديل الجينات، مما فتح آفاقًا واسعة لعلاج الطفرات الجينية وتحسين خصائص النباتات والحيوانات كما يتضح في الشكل (3). وفي يونيو 2012، تم الإعلان عن قدرة تقنية كريسبر-كاس9 على تعديل الجينوم*، مما أحدث ثورة في مجالات الطب والزراعة (شحاته ، ديسمبر 2022).

وفي 2013، بدأ استخدام التقنية في خلايا الفئران والبشر، مما عزز استخدامها في الأبحاث الطبية والعلاجية. في أبريل 2014، حصل معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) على براءة اختراع للتقنية، مما أثار نزاعًا حول حقوق براءات الاختراع. في أبريل 2015، تم تعديل الأجنة البشرية* لأول مرة، مما أثار جدلًا أخلاقيًا عالميًا. كما وافقت المعاهد الوطنية للصحة الأمريكية (NIH) في يونيو 2016 على أول تجارب سريرية باستخدام كريسبر-كاس9 لعلاج السرطان، وفي سبتمبر 2016، سمحت هيئة الإخصاب والأجنة البشرية البريطانية باستخدام التقنية لتعديل الجينات في الأجنة. ورغم ما توفره هذه التقنية من عوائد واعدة، فإن استخدامها يثير تساؤلات أخلاقية تحتاج إلى دراسة دقيقة، خاصةً بشأن تأثيراتها طويلة المدى على الصحة البشرية والبيئة (WIPO Magazine, 2017).

ثانياً: التطبيقاتُ العلميةُ للتعديل الجيني

لم تقتصر تطبيقات التعديل الجيني على إنتاج الإنسولين عام 1978 لعلاج مرضى السكري، بل امتدت لتشمل مجالات واسعة ومتنوعة تسهم في تحسين حياة الإنسان والبيئة. من أبرز هذه التطبيقات علاج الأمراض الوراثية، حيث أصبح العلاج الجيني أحد الحلول الرئيسية للعديد من الأمراض التي تنتقل عبر الأجيال. تُستخدم تقنيات مثل كريسبر-كاس9 لتعديل الجينات المسببة للأمراض الوراثية بدقة، مما يوفر أملًا كبيرًا في علاج الأمراض المستعصية. تعمل تقنية كريسبر-كاس9 من خلال قطع الحمض النووي في موقع محدد من الجين المسبب للمرض، مما يسمح بتصحيح الطفرات

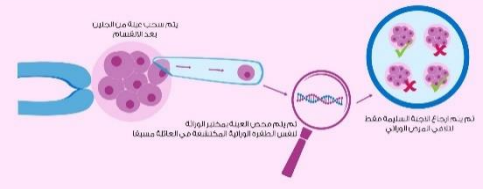
الجينوم*: هو مجموعة الجينات أو المادة الوراثية الكاملة في الكائن الحي.

الأجنة البشرية*: هي المراحل الأولية لتطور الإنسان بعد الإخصاب وقبل الولادة.

الجينية التي تؤدي إلى أمراض مثل التليف الكيسي* الناتج عن خلل في جين CFTR، ومرض هنتنغتون* الذي يحدث بسبب طفرة في جين الهنتغتين (HTT) (Leavitt et al., 2019) . من خلال تصحيح هذه الطفرات، يمكن الوقاية من ظهور الأعراض المرضية، مما يُحدث نقلة نوعية في طرق العلاج التقليدية (هندول، 2024).

ومن أبرز الإنجازات في هذا المجال، مشروع الجينوم البشري، الذي كان له دور كبير في فك شفرة المادة الوراثية للإنسان. هذا الإنجاز مكن من تحديد الجينات المرتبطة بالأمراض الوراثية وتطوير علاجات مخصصة، مما أحدث طفرة في مجال العلاج الجيني (السويلم، 2011).

الشكل (4):



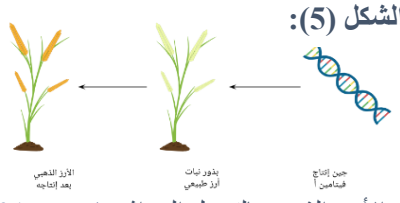
فحص الأجنة لتجنب الأمراض الوراثية (هندول، 2024).

أحد التطبيقات المذهلة الأخرى هو منع انتقال الأمراض الوراثية إلى الأجيال القادمة. عند تعديل الجينات في الخلايا الجنسية (البويضات أو الحيوانات المنوية) أو في الأجنة في مراحلها المبكرة، يمكن التخلص من الطفرات الجينية الموروثة التي قد تؤدي إلى أمراض وراثية خطيرة. هذه التقنية تساهم في الحد من انتشار الأمراض الوراثية في العائلات، كما في الشكل (4) (هندول، 2024).

يمكن أيضًا للتعديل الجيني تحسين قدرة الجسم على مقاومة الأمراض. على سبيل المثال، تم تعديل الجين CCR5 بهدف منح مناعة ضد فيروس نقص المناعة البشرية (HIV)، مما يعزز قدرة الجهاز المناعي على مقاومة الفيروس.

علاوة على ذلك، يمكن استخدام العلاج الجيني لتعديل عدة جينات في وقت واحد لعلاج الأمراض التي تنجم عن خلل في مجموعة من الجينات، مثل بعض أنواع السرطان الوراثي. كما تُستخدم الخلايا الجذعية* المعدلة وراثيًا لإصلاح الخلل الجيني. على سبيل المثال، تم استخدام خلايا جذعية معدلة لعلاج مرض فقر الدم المنجلي* (SCD)، حيث ساعدت الخلايا المعدلة في توفير خلايا دم سليمة، مما يخفف من أعراض المرض ويحسن نوعية الحياة (هندول، 2024).

الشكل (5):



إنتاج الأرز الذهبي بالتعديل الوراثي (نجوى، 2021).

وكان للتعديل الجيني العديد من التطبيقات في المجالات الأخرى، ففي مجال الزراعة، أحدث التعديل الجيني ثورة علمية في تحسين المحاصيل وزيادة إنتاجيتها بطرق لم تكن ممكنة من قبل. على سبيل المثال، تم تطوير نباتات معدلة وراثيًا تمتاز بمقاومتها للآفات الزراعية والأمراض والظروف البيئية القاسية مثل الجفاف وارتفاع درجات الحرارة. ومن أبرز الأمثلة الأرز الذهبي، الذي تم تعديله ليحتوي على نسبة عالية من فيتامين A، مما يساعد بشكل كبير في مكافحة نقص هذا الفيتامين الذي يُسبب مشاكل صحية واسعة في المناطق الفقيرة. علاوة على ذلك، يُستخدم التعديل الجيني لتحسين القيمة الغذائية للمحاصيل الزراعية، وإطالة فترة صلاحيتها، وتقليل الحاجة إلى استخدام المبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية، مما يسهم في تحقيق الزراعة المستدامة وتقليل الأثر البيئي (السويلم، 2011).

وفي المجال الحيواني، تُستخدم تقنيات التعديل الجيني لتطوير سلالات محسنة من الحيوانات التي تلبي احتياجات البشر الغذائية والطبية. على سبيل المثال، نجح العلماء في إنتاج حيوانات معدلة وراثيًا قادرة على إنتاج بروتينات علاجية في حليبها، مثل البروتينات المستخدمة لعلاج الأمراض القلبية والدموية، وهو ما يمثل طفرة في مجال الطب الحيوي. كما تُستخدم الحيوانات المعدلة وراثيًا كنماذج في الأبحاث الطبية لدراسة الأمراض البشرية واختبار الأدوية الجديدة، مما يساعد في تسريع اكتشاف العلاجات الفعالة للعديد من الأمراض المستعصية. بالإضافة إلى ذلك، يُسهم التعديل الجيني في تحسين

التليف الكيسي*: مرض وراثي يضر بالرئتين والجهاز الهضمي، **مرض هنتنغتون*:**اضطراب وراثي يسبب تلفًا تدريجيًا في الدماغ.
الخلايا الجذعية*: خلايا أولية غير متخصصة تستطيع التحول إلى أنواع مختلفة من خلايا الجسم.
فقر الدم المنجلي*: مرض وراثي يغير شكل خلايا الدم الحمراء، مما يؤثر على تدفق الأكسجين.

كفاءة إنتاج اللحوم والألبان وزيادة مقاومة الحيوانات للأمراض، مما يعزز من أمن الغذاء العالمي ويقلل من الخسائر الاقتصادية الناتجة عن الأمراض الحيوانية (السويلم، 2011).

وفي المجال الصناعي، تُستخدم الهندسة الوراثية لإنتاج إنزيمات صناعية تعزز جودة المنتجات الغذائية مثل الخبز ومنتجات الألبان. كما يتم تطوير ميكروبات معدلة لتحويل الكتلة الحيوية* إلى وقود حيوي، مما يساهم في إنتاج مصادر طاقة متجددة ومستدامة. بالإضافة إلى ذلك، يُستفاد من التعديل الجيني في معالجة الملوثات والنفايات الصناعية، بما في ذلك التلوث الناتج عن البقع النفطية ومياه الصرف الصحي، من خلال تطوير بكتيريا معدلة لتحليل الملوثات (الشعباني، 2024).

ثالثاً: الأبعادُ الأخلاقيةُ للتعديل الجيني

يُثير التعديل الجيني قضايا أخلاقية تتعلق بأمان التعديلات الوراثية وتأثيرها على الأجيال القادمة، كما يطرح أسئلة حول التلاعب بالهوية البشرية وتهديد التنوع البيولوجي. كما أن تحسين النسل عبر تعديل جينات الخلايا الجنسية سيؤثر على الأجيال المقبلة بشكل دائم، مما يُغير حياتهم وهوياتهم دون أن يكون لهم خيار أو رأي في هذه التغييرات، وقد لا يتفق هؤلاء الأفراد مع التعديلات أو يقدرونها. بالإضافة إلى ذلك، قد يعزز اقتصار هذه التقنيات على الأغنياء التفاوت الاجتماعي ويعمق الفجوة بين الأفراد. وتختلف المواقف الدينية والثقافية حول التعديل الجيني بين الرفض باعتباره تعديًا على مشيئة الله، والقبول المشروط لتحسين الحياة، مما يستدعي وضع قواعد فقهية وقانونية لضمان المسؤولية (FasterCapital, 2024).

رابعاً: التوازن بين التقدم العلمي والأخلاقيات في التعديل الجيني

وعلى الرغم من هذه التحديات، فإن تقنيات التعديل الجيني تتيح فرصًا هائلة لتحسين حياة البشر، لكنها تتطلب موازنة دقيقة بين الفوائد المحتملة والمخاطر. تعتمد هذه الموازنة على مبادئ أخلاقية أساسية، مثل **المنفعة** التي تركز على تحقيق الخير وإزالة الضرر، و**عدم إلحاق الأذى** لضمان تقليل المخاطر المحتملة. كما أن **احترام استقلالية الأفراد** يعد أمرًا جوهريًا، لضمان حقهم في اتخاذ قرارات مستنيرة فيما يتعلق بمشاركتهم في الأبحاث أو تطبيقات التعديل الجيني. ومن المهم كذلك مراعاة **العدالة**، لضمان وصول هذه التقنيات إلى جميع الأفراد دون تمييز، مع التركيز على معالجة القضايا الصحية العاجلة بدلًا من التوجه المبكر نحو تحسين القدرات الشخصية (محمد، 2006).

ولتعزيز هذا التوازن، تُعد **الشفافية والحوار المجتمعي** من الركائز الأساسية للتقدم العلمي المسؤول. إذ يجب أن تُتاح الفرصة لجميع الأطراف المعنية، بما في ذلك الجمهور، للمشاركة في صياغة السياسات المتعلقة باستخدام هذه التقنيات. كما أن وضع قواعد قانونية وأخلاقية صارمة يحمي الخصوصية الوراثية ويضمن الاستخدام العادل لهذه التكنولوجيا، مع منع إساءة استخدامها، مثل التمييز الجيني أو استغلال البيانات الشخصية. بهذه الطريقة، يصبح التقدم في تقنيات التعديل الجيني وسيلة لتحسين حياة البشرية بأكملها، مع الحفاظ على القيم الإنسانية الأساسية واحترامها، وضمان أن تُستخدم هذه التكنولوجيا بما يخدم مصلحة الأفراد والمجتمعات دون تجاوز الحدود الأخلاقية (محمد، 2006).

خامساً: الحكمُ الفقهيُّ والقانونيُّ للتعديل الجيني

أ. الحكمُ الفقهيُّ

يُعتبر التعديل الجيني جائزًا في الفقه الإسلامي بشرط توافر الضوابط الشرعية التي تضمن المصلحة العامة وتحمي الإنسان

الكتلة الحيوية *: هي المواد العضوية الناتجة عن الكائنات الحية مثل النباتات والحيوانات، وتُستخدم كمصدر للطاقة المتجددة.

من أي ضرر. وقد أوضحت **دار الإفتاء المصرية** في فتوى **رقم 210 بتاريخ 9 سبتمبر 2014**، أن التعديل الجيني يكون جائزًا إذا كان الهدف منه علاج الأمراض الوراثية أو تحسين صحة الأفراد دون التأثير على الصفات الإنسانية الجوهرية. كما أكدت على ضرورة الحصول على موافقة صريحة من الشخص المعني أو من وليّه الشرعي إذا كان قاصرًا، وذلك وفقًا للقاعدة الشرعية **"لا ضرر ولا ضرار*"**، التي تشكل أساسًا فقهيا لهذه القضية (دار الإفتاء المصرية، 2014).

ومن جهة أخرى، أشار **مجمع الفقه الإسلامي الدولي** في قراره **رقم 203 بتاريخ 22 نوفمبر 2013**، إلى أهمية الالتزام بالضوابط الشرعية في جميع تطبيقات الجينوم البشري. وأكد الجواز في استخدام الجينوم البشري لأغراض نافعة مثل الوقاية والعلاج من الأمراض، على أن يتم ذلك بموافقة شرعية مع ضمان الحفاظ على سرية المعلومات ومنع أي تمييز بناءً على الصفات الوراثية (مجمع الفقه الإسلامي الدولي، 2013).

ب. الحكمُ القانونيُّ

الحكم القانوني للتعديل الوراثي يركز على تنظيم هذه التقنية بما يضمن حماية كرامة الإنسان وحقوقه الأساسية، مع حظر أي استغلال غير مشروع لها. وفقًا للقوانين الدولية والوطنية، يُعتبر التعديل الوراثي قضية حساسة تتطلب تنظيمًا دقيقًا. فقد نص الإعلان العالمي بشأن الجينوم البشري الصادر عن **اليونسكو** عام 1997 على عدة مبادئ رئيسية، من بينها **المادة الثانية** التي تؤكد احترام الكرامة الإنسانية والخصائص الوراثية لكل فرد، و**المادة السادسة** التي تحظر التمييز بناءً على الصفات الجينية (حسين، سبتمبر 2022).

وفي مصر، تناول **الدستور المصري لعام 2014** هذه القضية بوضوح، حيث نصت **المادة 18** على الحق في الرعاية الصحية الشاملة لكل مواطن، بينما أكدت **المادة 51** على أن الكرامة حق لكل إنسان لا يجوز المساس بها بأي شكل. كما شددت **المادة 60** على حرمة الجسد، وحظرت إجراء التجارب الطبية أو العلمية على الإنسان دون موافقة موثقة. ويعزز قانون حماية البيانات الشخصية **رقم 151 لعام 2020** هذا الإطار القانوني، حيث يوفر حماية للبيانات الجينية للأفراد، ويمنع أي معالجة أو استخدام لها دون موافقة مسبقة (حسين، سبتمبر 2022).

دوليًا، تبرز **اتفاقية أوفييدو لعام 1997** كوثيقة أساسية تمنع التدخلات الوراثية غير العلاجية التي تستهدف تعديل النسل، بينما قدمت **منظمة الصحة العالمية** في عام **2021** توصيات لضمان استخدام التعديلات الوراثية بشكل مأمون وأخلاقي. يتضح من ذلك أن الأنظمة القانونية تسعى لتقييد استخدام التعديل الوراثي في الحدود العلاجية، مع ضمان حماية حقوق الإنسان، ومنع أي تمييز أو استغلال ينتج عن هذه التقنية (حسين، سبتمبر 2022).

خاتمة

لا شك أن التعديل الجيني يُمثل أحد أعظم إنجازات العصر الحديث، إذ يفتح آفاقًا جديدة لعلاج الأمراض الوراثية وتحسين جودة الحياة. ومع ذلك، فإن هذا التقدم العلمي الهائل يتطلب وعيًا عميقًا بالتحديات الأخلاقية والقانونية المرتبطة به. تحقيق التوازن بين الابتكار والمسؤولية الإنسانية هو المفتاح لضمان استخدام هذه التقنية لما فيه خير البشرية.

ينبغي على المجتمعات تعزيز الحوار المفتوح بين العلماء والمشرعين ورجال الدين والجمهور، مع وضع قواعد قانونية صارمة تُراعي الجوانب الأخلاقية وتمنع إساءة الاستخدام. في النهاية، سيظل مستقبل التعديل الجيني مشرقًا إذا تم توجيه هذا العلم بخطى حكيمة ومسؤولة تحترم القيم الإنسانية وتضع مصلحة الأجيال القادمة في المقام الأول.

لا ضرر ولا ضرار*: قاعدة فقهية تعني أنه لا يجوز إلحاق الضرر بالآخرين أو التسبب لهم بالأذي، سواء كان ذلك بشكل مباشر أو غير مباشر.

المراجع

أ. المراجع العربية

أحمد سعد محمد حسين. (سبتمبر 2022). المبادئ الدستورية المتعلقة بتعديل الجينوم البشري. *مجلة الدراسات القانونية والأقتصادية كلية الحقوق جامعة مدينة السادات، 8*(0)، 13-25. https://doi.org/10.21608/jdl.2022.258901

أسماء فتحي عبد العزيز شحاته . (ديسمبر 2022). كريسبر كاس 9(CRISPR Cas-9) بين دقة التطبيب ومهارة الطبيب. *مجلة كلية الدراسات الإسلامية والعربية للبنات بالإسكندرية، 38*(4)، 22-26. https://doi.org/10.21608/bfda.2022.280035

إيهاب عبد الرحيم محمد. (1 أكتوبر, 2006). الإطار الأخلاقي لأبحاث الجينوم والهندسة الوراثية البشرية. *عالم الفكر، 35*(2)، 263-320. https://archive.alsharekh.org/Articles/34/12677/247562

حمد بن عبد الله السويلم. (2011). *انعكاسات استخدام المادة الوراثية وتأثيراتها المحتملة على الأمن الوطني*. الرياض، المملكة العربية السعودية: دار جامعة نايف للنشر. https://doi.org/10.26735/LWRA8732

دار الإفتاء المصرية. (9 سبتمبر, 2014). *الهندسة الوراثية واستخدامها في مجال العلاج*. دار الإفتاء المصرية. https://www.dar-alifta.org/ar/ViewResearchFatwa/210/%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%86%D8%AF%D8%B3%D8%A9

عبدالرحمن فايز السويد. (4 أغسطس, 2017). *كريسبر و اصلاح الطفرات في الأجنة*. الوراثة الطبية. https://www.werathah.com/learning/genetic/crispr-again/

كريم عبيس هندول. (21 أكتوبر, 2024). *مقالة علميه للدكتور كريم عبيس هندول "دور الجينات المعدلة في الوقاية من الأمراض الوراثية*. جامعة المستقبل. https://uomus.edu.iq/NewDep.aspx?depid=11&newid=40175

لطفي بركة. (20 يونيو, 2021). *مجلة مناظرات قطر*. التعديل الجيني: كابوس للبشرية أم بوابة ازدهار؟. https://qatardebate.org/ar/%D9%85%D8%AC%D9%84%D8%A9/genetic-modification/

مجمع الفقه الإسلامي الدولي. (22 نوفمبر, 2013). *قرار بشأن الوراثة والهندسة الوراثية والجينوم البشري (المجين)*. مجمع الفقه الإسلامي الدولي منظمة التعاون الإسلامي. https://iifa-aifi.org/ar/2416.html

نجوى. (30 May, 2021). *شارح الدرس: علم الوراثة والصحة*. نجوى. https://www.nagwa.com/ar/explainers/939130427530/

ياسر مرعي نايف الشعباني. (24 أغسطس, 2024). *الهندسة الوراثية وتطبيقاتها في المجالات البيولوجية والصناعية والطبية*. جامعة الأنبار مركز تنمية حوض اعالي الفرات.
https://www.uoanbar.edu.iq/UEBDC/News_Print.php?ID=654

ب. المراجع الأجنبية

FasterCapital. (2024, June 24). *Gene modification ethics: Designer Babies and Market Demand: Ethical Considerations*. FasterCapital. https://fastercapital.com/content/Gene-modification-ethics--Designer-Babies-and-Market-Demand--Ethical-Considerations.html

Kotambe, R. A., & Dhormare, A. (2021, September 16). REVIEW ON INSULIN EXTRACTION AND PURIFICATION. *World Journal of Pharmaceutical Research, 10*(12), 823-834. https://doi.org/10.20959/wjpr202112-21819

Leavitt, B. R., Ghosh, R., & Tabrizi, S. J. (2019, March 6). Huntingtin Lowering Strategies for Disease Modification in Huntington's Disease. *Neuron, 101*(5), 801-819. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.01.039

Lotz, d. B., & Smulders, d. R. (2013, Augest 13). *Genetic modification*. Wageningen University & Research. https://www.wur.nl/en/research-results/dossiers/file/genetic-modification-1.htm#

WIPO Magazine. (2017, April 21). *The battle to own the CRISPR–Cas9 gene-editing tool*. WIPO Magazine. https://www.wipo.int/web/wipo-magazine/article-details?assetRef=39957&title=the-battle-to-own-the-crisprcas9-gene-editing-tool