

الفصل الواحد والعشرون

# الاستنساخ وصحتنا



---

---

هك سلكون لـ«الاستنساخ الحيوى» دور بارز فى صناعة  
الأعضاء البشرية . . والحفاظ على صحة الإنسان ؟ . .  
- أم سلكون هذا «الاستنساخ» ضد صحة الإنسان ؟ . .



يلتقى أحمد بوالده فى حجرة المكتبة، ويقول له:

لقد مكثت وقتاً طويلاً أمس أفكر فى الموضوع الجديد الذى  
ستحدثنى عنه اليوم يا أبى . . فما هو ؟

الأب:

إنه موضوع مهم، وحديث كل أنحاء العالم - الآن - يدور  
حول تلك التجربة الرائعة التى قام بها «الدكتور ويلموت» .

أحمد:

تقصد تجربة «دوللى» ؟

الأب:

نعم يا عزيزى أحمد، إنه موضوع «الاستنساخ الحيوى» . .  
و«الاستنساخ» - كما عرفت يا أحمد - ما هو إلا صناعة صورة  
(طبّق الأصل) من الشىء . . أى: مثل صورة بالكربون تماماً  
لا تختلف عن الأصل فى أى شىء، ولكن عندما نتحدث عن  
استنساخ خلية حية، والحصول على نسخة (طبّق الأصل) منها،  
فسيعرف ذلك «بالاستنساخ الحيوى»، وأنت تعرف أن جميع  
الصفات الوراثية تتحكم فيها «جينات» .

ويمكننا - من خلال عمل هذه الجينات - الحصول على صورة

أو أكثر من صورة ( طبق الأصل) للكائن . . ولكن هل تذكر  
الفرق بين الخلية الجسمية والخلية الجنسية ؟

أحمد:

الخلية الجسمية ثنائية الصبغيات، أى: يوجد فيها ضعف عدد  
الصبغيات الموجودة فى الخلية الجنسية .

الأب:

عظيم يا أحمد، وما هى أنواع الخلايا الجنسية ؟

أحمد:

خلية جنسية ينتجها الرجل، وتُعرف «بالحيوان المنوى»، وخلية  
جنسية من نوع آخر تُعرف «بالبويضة» وتنتجها الأنثى .

الأب:

وما هى الفائدة منهما ؟

أحمد:

هذه الخلايا هى المسئولة عن حدوث التكاثر، والحفاظ على  
نوع الكائن الحى، وذلك باتحاد الحيوان المنوى مع البويضة  
ليكوّن الجنين، والذي يبدأ بخلية واحدة، تنقسم بعد ذلك  
انقسامات عديدة لتعطى الأنسجة المختلفة والتي تتميز إلى تلك  
الأعضاء المختلفة فى جسم الكائن الحى، ومن ثمّ ينمو الجنين  
إلى كائن حى كامل .

الأب:

تماماً يا أحمد، كما ذكرت . . ولذلك فكّر «الدكتور ويلموت»  
فى استنساخ تلك النعجة الشهيرة «دوللى»، ولكن هذه النعجة

تختلف عن بقية أنواع الأغنام فى كونها لم تأت من اتحاد حيوان منوى مع بويضة، ولكنها أتت من خلية جسمية وليست خلية جنسية، وهذه الخلية مأخوذة من ضرع أمها، وكما ذكرت أنت - يا عزيزى - فإن أى خلية جسمية تحتوى على ضعف عدد الصبغيات الموجودة فى الخلية الجنسية.

إذن: فهى تساوى خلية البويضة مع خلية الحيوان المنوى. والخلايا الجسمية، ناضجة ومتخصصة - كما تعرف يا أحمد - فهناك الخلايا التى تدخل فى تركيب الدم، وهناك الخلايا التى تدخل فى تركيب العضلات، وهناك الخلايا التى تنقل الرسائل العصبية وتسمى «الخلايا العصبية»، وهذه الوظائف المحددة. . من هو المسئول عنها يا أحمد؟

أحمد:

«الجينات» التى يحملها الطاقم الوراثى للخلية، ولكن ليس كل الجينات تعمل، فإن كل خلية فيها جينات معينة تعمل لتؤدى الوظيفة التى خصّصت لها، وبقية الجينات تكون فى حالة نوم عميق.

الأب:

إنك تذكر حديثك مع «الدكتور ويلموت» جيداً يا أحمد، وبالتأكيد أنت تذكر أن هذه الخلية الجسمية لكى تنتج جنيناً يحتوى على مختلف الخلايا لتكون الأعضاء المختلفة لابد أن توظف جميع الجينات النائمة فيها، ومن هنا بدأ «الدكتور ويلموت» يفكر ويبحث حتى توصل إلى تجويع الخلية، وذلك بسحب المواد الغذائية منها وتركها بدون غذاء، وهذا سيجعلها ترتبك، فتستيقظ كل الجينات النائمة لتفكر فى حل مشكلة

الجوع وفقدان الغذاء فى الخلية، وبالتالي فإن هذه الخلية الجسمية لم تعد خلية، بل عادت إلى حالتها الجنينية الأولى وأصبحت وكأنها «النواة الأولى» بكل جيناتها التى تعبر عن مختلف الوظائف.

أحمد:

نعم، يا أبى، وعند وضع هذه «النواة الجديدة» فى خلية بويضة تم إفراغها من نواتها، ثم زرع هذه البويضة الحاملة لتلك «النواة الجديدة» فى رحم أى كائن حى، ستنمو البويضة كما لو كانت جنيناً، وتنقسم تحت تأثير الطاقم الوراثى الجديد.

الأب:

وهذا الطاقم الوراثى الجديد، ما هو إلا صورة (طبق الأصل) من الضرع الذى يحمل صفات الأم، ويُنتج بذلك جنيناً (طبق الأصل) من الأم التى أخذنا الخلية من ضرعها.

أحمد:

وهكذا جاءت «دوللى».

الأب:

نعم، يا أحمد، ولكن استنساخ كائن حى له فوائد كثيرة للبشرية، وهذا ما أريد أن أحدثك عنه يا أحمد، فلا استنساخ - كما سبق أن عرفت - قد يكون فى صورة كائن حى كامل مثل النعجة «دوللى» وقد يكون لعضو فى جسم الكائن الحى، أو يكون لنسيج من ذلك العضو، أو لخلية من خلايا ذلك النسيج، وقد يصل الأمر إلى استنساخ الجينات الموجودة فى داخل تلك الخلية.

إذن: فإن الاستنساخ الحيوى متعدد المستويات، وكل مستوى له ما يناسبه ويحتاج إلى معاملة خاصة، فنحن حين نتعامل مع الجين ليس كما نتعامل مع النسيج أو العضو الكامل أو الكائن الحى كله، ولذلك لم يكن الهدف من تجربة «الدكتور آيان ويلموت» إنتاج نعجة كاملة بل كان هدفه أبعد من ذلك..

أحمد:

كيف يا والدى؟

الأب:

إنه كان يفكر في استنساخ الأعضاء البشرية، واستخدامها فى حل المشكلات العديدة والأمراض التى تهدد الجسم البشرى.

أحمد:

تقصد - يا أبى - أن «الاستنساخ الحيوى» وسيلة جديدة يمكننا استغلالها فى حل مشاكلنا؟

الأب:

تماماً - يا أحمد - فلا بد أن نستفيد من هذا الاكتشاف العلمى الجديد فى صحتنا وحياتنا، والعلماء يحاولون تطبيق هذا الفكر الجديد فى مجالات عديدة، فالعديد والعديد من الميكروبات تغزو أجسامنا وتصيبنا بالأمراض الفتاكة، وقد نصاب بالأمراض لأسباب أخرى لا دخل للميكروبات بها، مثل الاختلال فى عمليات حيوية مختلفة داخل الجسم، مما يؤدى إلى حالة الفشل فى أداء وظائف معينة وتُعرف الأمراض الناتجة عن ذلك بـ«الأمراض الفسيولوجية».

أحمد:

« أمراض فيسيولوجية» . . !

الأب:

إنها أمراض تنتج عن فشل خلايا الجسم في أداء وظيفتها، فهي أمراض وظيفية، وليست ميكروبية، وهناك أسباب أخرى لظهور الأمراض وفتكها بأجسامنا.

أحمد:

تقصد - يا أبى - تلك «الجينات المريضة» ؟

الأب:

تماماً، يا أحمد.. فتوارث الجسم لبعض الجينات المريضة، والتي توجه إلى حدوث خلل في خلايا الجسم مما يؤدي إلى ظهور الأعراض المرضية، كما أوضحت لك سابقاً في حديثي معك عن العلاج بالجينات.

أحمد:

وما علاقة «الاستنساخ الحيوى» بالأمراض ؟

الأب:

هذا هو ما سأحدثك عنه يا أحمد، فحينما يتلف نسيج ما أو عضو ما بالكامل نتيجة لإصابته بالمرض والعتب، سواء كان المرض وراثياً، أو بسبب غزو أحد الميكروبات مثل تلك الفيروسات المدمرة التي تهاجم خلايا الكبد وتقضى عليه وتتلفه فلا يستطيع القيام بوظائفه الحيوية، كتخزين الدهون الزائدة عن حاجة الجسم، وكذلك المواد السكرية، وأيضاً تخليص الجسم

من تلك السموم التي تدخل مع الطعام فيقوم الكبد بإيقاف مفعولها وتثبيطها وتحويلها إلى مواد غير سامة، مما يخلص الجسم من شرّها وسُمّها.

وعندما تتلف خلايا الكبد وتتعطل عن العمل؛ سوف تدخل تلك السموم إلى الدم الذي سيحملها إلى مختلف أجزاء الجسم، وكذلك تلك المواد الدهنية ستزيد بالجسم وتضرّه، كما سترتفع نسبة السكر في الدم، مما يؤدي إلى هلاك الكائن الحي وموته.

ولذلك فإن «الاستنساخ الحيوي» جدّد الأمل في إمكانية التغلّب على مثل هذه الأمراض الفتّاقة، والتي تدمّر الكثير من أعضائنا الحيوية، ففكّر العلماء في أخذ خلية سليمة من ذلك العضو المريض والتأكد من سلامتها تماماً بواسطة عديد من الاختبارات، ثم دراسة تركيبها وتحليل وظائفها حتى يكون الحكم عليها مؤكداً في كونها سليمة وغير مريضة.

أحمد:

وماذا يحدث بعد ذلك؟

الأب:

نقوم بأخذ هذه الخلية السليمة ووضعها في وسط خلوي مثل ذلك الوسط الذي تعيش فيه، وهذا يكون في مزارع تُعرف باسم «المزارع الحيوية»، ثم يتم إجبار هذه الخلية بطرق معينة حتى تنقسم بشراهة وتعطى أعداداً هائلة منها تكوّن أنسجة تشبه أنسجة العضو المأخوذة منه، ويكون هذا الانقسام محدداً من خلال التحكم في الجينات الموجودة بتلك الخلية، والتي تتوالى

انقساماتها لتمثل الخلية الأم لبقية الخلايا الجديدة، والتي ستكون العضو المأخوذة منه فى النهاية، ويُعرف ذلك الانقسام «بتقنية الانقسام الخلوى المتكرر»، وهذا المستوى من الاستنساخ الحيوى يكون على مستوى الأعضاء، فهو يهدف فى النهاية إلى تكوين عضو جديد سليم غير مصاب بالمرض ويمكنه القيام بوظائفه على أكمل وجه، بدلاً من ذلك العضو المصاب التالف، وهذا مهم جداً للإنسان حيث يمكنه استبدال أى عضو مريض به كالكبد أو البنكرياس أو الكلى إلى عضو جديد سليم يمكنه العمل بكفاءة عالية.

وهناك صورة أخرى للاستنساخ الحيوى، وهى على مستوى الجينات. . . وحينما نتحدث عن استنساخ الجينات فنحن نقصد استنساخ تلك المعلومات الوراثية المحمولة على الجينات، والتي تمثل الأساس فى العمليات الحيوية المختلفة التى تتم بداخل خلايا أجسامنا. . . و«الجين» - كما سبق أن عرفت - ما هو إلا تركيبة كيميائية محدودة تُعرف «بالنيوتيدات» والتي ترتب بترتيب معين حتى تُنتج جيناً معيناً يُشفر لصفة محددة، فإذا حدث تغيير فى ذلك الترتيب النيوتيدى، فإن الجين سيتحول إلى جين آخر مختلف، ومن ثمَّ يختلف التعبير الجينى، وتظهر صفة جديدة، ولذلك فقد يتحول جين معيب إلى جين سليم، وقد تنشط جينات كامنة مدمرة لتقضى على الخلية الحية.

ولذلك فإن المعلومات الوراثية - المحمَّلة على الجينات - مختلفة، ولا بد من معرفة ما نحتاجه منها وما نرغب فى استنساخه وتكراره، وهذه العملية مكلفة جداً؛ فلا بد من معرفة ما يفيدنا لكى نكرره وننسخه ولا نكرر ما لا يفيدنا؛ لأننا لسنا

بحاجة إليه، والجينات التي توجد بخلايا الجسم تحتاج إلى مركّبات معينة داخل الخلايا تُوفّر لها الميكانيكيات اللازمة حتى تعبّر عن نفسها وتؤدي وظائفها كما يجب، ولكن: ما هو السرّ في وجود هذه المركّبات؟

(أحمد يبدو عليه التفكير)..

الأب:

حسنًا يا أحمد.. لقد وجد العلماء أن هناك جينات سليمة في الجسم، ولكنها لا تستطيع القيام بوظائفها؛ ومن ثمّ فالعمليات الحيوية التي تتحكّم فيها تتوقف ولا تتمّ، فكفّر العلماء في السر وراء ذلك، فوجدوا أن السبب هو غياب تلك المركّبات التي تُوفّر الظروف الملائمة لهذه الجينات حتى تؤدي وظائفها، وبالدراسة والبحث عرفوا أن هناك نوعًا آخر من الجينات هو المسئول عن تكوين تلك المركّبات المهمة، ويُعرف هذا النوع من الجينات «بجينات التعبير الوراثي» أي: الجينات المسئولة عن قيام الجينات الأخرى بالتعبير عن نفسها وأداء وظائفها الحيوية داخل الجسم.

ولأهمية «جينات التعبير الوراثي»؛ قد فكّر العلماء في استنساخها بطرق معينة، ثم القيام بدمجها مع «جينوم» الخلية الحية في حالة كُمون بعض الجينات وتعرّضها لحالة من النوم العميق لفترة طويلة وتعطلّ العمليات الحيوية التي تقوم بها. فعند إدخال جينات التعبير الوراثي سوف تقوم بتنشيط تلك الجينات النائمة وإيقاظها من غفلتها حتى تعبّر عن نفسها وتؤدي وظائفها الحيوية كاملة.

والخلية الحية تستطيع أن تحمى نفسها من خطر التغيير الذي قد

يصيب الجينات، فهي تقوم بين فترة وأخرى بصيانة نفسها.

أحمد:

صيانة نفسها.. كيف؟

الأب:

بمعنى أنها تُصلح - قدر المستطاع - من جيناتها التي حدث فيها التغيير والطفور بسبب تغيير وخلل في تركيب الجين الكيميائي، وهذا الإصلاح يتم بواسطة ميكانيكية معينة تمتلكها الخلية الحية تُعرف «بميكانيكية الإصلاح الخلوي»، والتي تقوم بها مجموعة كبيرة من الإنزيمات والتي تبلغ حوالى عشرين إنزيمًا، وهى تتعاون معًا فى إصلاح تلك الأعطاب التى قد تصيب المادة الوراثية.

أحمد:

ولكن ما السرّ وراء هذه الإنزيمات؟

الأب:

إنها - بالتأكيد - مجموعة من الجينات التى اكتشفها العلماء، وهى توجه الخلية إلى تكوين تلك «الإنزيمات»، ومن ثمّ تؤدى إلى إصلاح الأعطاب التى تحدث..  
ولكن ماذا يحدث فى حالة إصابة تلك الجينات بالعطب والتوقف عن العمل؟

أحمد:

حيثُذ لن يحدث إصلاح فى الخلية، ولن تستطيع الخلية الحية صيانة نفسها.

الأب:

تمامًا يا أحمد، وهذا سيؤدي إلى تراكم العديد من الطفرات والتغيرات المختلفة في الخلية، مما سيؤدي إلى اختلالات حيوية كثيرة ومتعددة، ولذلك فإن دراسة مثل تلك الجينات التي تتحكم في صيانة الخلية لنفسها سوف يمكننا من استنساخها ثم إدخالها إلى الخلية حتى تعود إلى وضع الصيانة الصحيح؛ وتعود الخلية للقيام بالعمليات الحيوية بصورة طبيعية.

وأيضًا يمكننا استنساخ تلك الجينات من التغلُّب على العديد من الأمراض، مثل ذلك المرض الذي يدمرُ خلايا المخ ويتسبَّب في فقدان حوالى (٧٠٪) من خلايا «عَصَبِ المخ».

أحمد:

«عَصَبِ المخ»!؟

الأب:

نعم يا أحمد.. إنه مجموعة من خلايا تُعرف «بالخلايا العصبية» وهي متصلة بالمخ، وهذه الخلايا هي المسئولة عن تخزين الأحداث التي نمرُّ بها في الذاكرة التي توجد بالمخ، فحينما نريد أن نتذكر موقفًا ما نستدعي هذه الذاكرة لتعيد لنا أحداث ذلك الموقف الذى مضى، ومن ثمَّ ففقد خلايا ذلك العصب المخى يعنى: عدم تخزين الأحداث فلا يستطيع الشخص أن يتذكر ما يمرُّ به من مواقف، ويُعرف ذلك المرض باسم «الزهايمر»، واستنساخ تلك الجينات - التي تمكِّن الخلية من إصلاح الأعطاب التي تصيِّبها وتتسبَّب في حدوث هذا

المرض - يمكننا من القضاء عليه والتخلُّص منه نهائياً، وكذلك المرض المعروف «بالسكتات المخية».

أحمد:

وما هي السكتات المخية ؟

الأب:

حسناً يا عزيزي، فأنت تعرف أن الأوعية الدموية التي تنتشر في مختلف أجزاء الجسم تحمل الدم المحمّل بالأكسجين والغذاء إلى خلايا الجسم المختلفة، حتى تغذى جميع الأنسجة والأعضاء، ومن تلك الخلايا التي تصلها الأوعية الدموية: «الخلايا العصبية» والموجودة بالمخ . . ولكن ما هو الغذاء الذي يحمله الدم إلى تلك الخلايا ؟

أحمد:

هو المواد الناتجة عن تلك العمليات الحيوية التي تحدث في المعدة والأمعاء من هضم وامتصاص وتحويل للمواد المعقدة التي نتناولها إلى مواد سهلة، مثل السكر والبروتينات والدهون.

الأب:

تماماً يا أحمد: وهذه المواد الغذائية لها نسب معينة، فمثلاً لو زادت نسبة الدهون فسوف تترسّب على جدران الأوعية الدموية في صورة تلك المادة الخطيرة - والتي لا بد أنك سمعت عنها، يا أحمد - وهي «الكوليسترول».

وترسيب هذه المادة وتراكمها الزائد في أحد الأوعية الدموية سيؤدى إلى انسداد ذلك الوعاء الدموى، ومن ثمّ يتوقف سريان الدم ولا يصل إلى خلايا المخ المختلفة، والتي قد تكون

فى مركز الكلام فىفقد الإنسان القدرة على الكلام، أو تكون فى مركز السمع فىفقد القدرة على السمع، أو تكون فى مركز الحركة فىفقد القدرة على الحركة... إلخ.

وهذا هو ما يُعرف «بالسكتات المخية» أى: توقُّف أحد مراكز المخ عن العمل بسبب تلك الجلطات التى تتكون فى الشريان الذى يغذى خلايا ذلك المركز المهمّ والحيوى.. والجسم فى حالته الطبيعية يقوم بإزالة تلك الترسبات التى قد تحدث على جدران الأوعية الدموية؛ وبذلك يقوم الجسم بصيانة نفسه بنفسه، وهذا يتم بواسطة تلك الجينات المسئولة عن حدوث عملية الصيانة وعن توجيه الجسم لها، وعند حدوث خلل فى تلك الجينات لن يحدث ذلك الإصلاح، وتحدث الجلطة التى تُسبب السكتات المخية المختلفة.

ومن خلال معرفة تلك الجينات ودراستها دراسة جيدة؛ يمكننا استنساخها وإدخالها إلى جينات الدم لكى تُزيل تلك الترسبات فلا تحدث الجلطات.

أحمد:

حقًا.. إنها تقنية رائعة ومدهشة!

الأب:

نعم، يا عزيزى.. وسوف تقلب هذه التقنية الطب رأسًا على عقب، فهى الأمل فى التغلب على تلك الأمراض التى كان علاجها فى الماضى حلمًا بعيدًا وأمرًا مستحيلًا، واليوم فى ظل استنساخ الجينات التى تحمل معلوماتنا الوراثية سوف نستطيع أن نتغلب على تلك الأمراض، ولن يقتصر استخدام

«الاستنساخ الحيوى» على العلاج المباشر للأمراض، بل يمكننا استخدام الاستنساخ فى العلاج غير المباشر لهذه الأمراض.

أحمد:

وكيف يتم ذلك ؟

الأب:

من خلال الاستنساخ الكامل للكائنات الحية، ولكن هذه الكائنات هى كائنات حية دقيقة مثل البكتيريا، ثم نقوم بدمج جينات معينة مرغوبة فى جينوم هذه الكائنات الدقيقة، وهى مسؤولة عن تكوين مواد علاجية تفيد فى علاج أمراض معينة، وذلك حتى تنتج لنا تلك الكائنات الدقيقة مواد علاجية تفيدنا فى التخلص من الأمراض؛ وبذلك تصبح تلك الكائنات الدقيقة مصانع طبيعية وحيوية لإنتاج الأدوية المتعددة.

أحمد:

لم أكن أتصور أن تجربة «الدكتور ويلموت» سوف تقدم كل ذلك الخير للبشرية.

الأب:

فعالاً، يا أحمد.. إنها ثورة علمية كبيرة ومتشابكة ومتعددة الأغراض، ولا يقتصر استخدامها على مجال محدد.. واستنساخ النعجة «دوللى» قد لفت أنظار الباحثين إلى إمكانية إنتاج حيوانات بكميات كبيرة تكفى لسد احتياجات البشرية من الغذاء.

وكذلك من خلال ربط «الاستنساخ الحيوى» الكامل للكائنات

الحية بتطبيقات الهندسة الوراثية، فإننا يمكننا أن نستنسخ كائنات كاملة، ولكنها مُعدّلة وراثيًا.

أحمد:

مُعدّلة وراثيًا!؟

الأب:

نعم، يا عزيزى . . فيمكننا أن نضيف إليها ما نرغب من جينات لتعبّر عمّا نريد من صفات، وكذلك يمكننا حذف ما لا نرغب من صفاتها، ومن ثمّ تكون تلك الكائنات خليطًا من الصفات التى نرغب فيها وصفاتها الأصلية التى توجد فى الأم . . .  
وبذلك يمكننا الحصول على أغنام أو ماشية تُنتج لحومًا وفيرة أو تفرز ألبانًا بكميات هائلة .

إذن: فربط الاستنساخ الحيوى بالهندسة الوراثية سيمكّننا من الوصول إلى تَخَصُّصٍ عالى المستوى فى الحيوانات التى تعيش فى مزارعنا، وبذلك يمكننا الحياة فى أمن ورخاء .

أحمد:

لقد سعدت كثيرًا - اليوم - بحديثك العلمى المفيد والممتع،  
يا أبى . . فشكرًا لك .

الأب:

حسنًا يا أحمد، وإلى لقاء قريب - بإذن الله - مع حديث آخر  
عن الهندسة الوراثية وتطبيقاتها .

