الفصل الثانى

الاستنساخ

س: ماذا يقصد بالاستنساخ؟

جـ: الاستنساخ هو الحصول على نسخة طبق الأصل من كائن حى.

س: وكيف يمكن ضمان الحصول على نسخة طبق الأصل؟

جـ: إن كلاً منا ينشأ جنينا عن طريق إندماج نطفة الرجل (أى الحيوان المنوى).. مع نطفة المرأة (أى البويضة). ويعتبر كل من الحيوان المنوى والبويضة خلية حية يوجد بكل منهما نواة تحتوى على حمض DNA الذى يحمل جينات تحدد الصفات الوراثية. وكما سبق القول، فإن جزيئات حمض DNA ترتبط مع مواد بروتينية معينة ليكونا معا تراكيب عصوية الشكل تعرف باسم كروموسومات. ويلاحظ أن الخلايا التناسلية (الحيوانات المنوية والبويضات) تحتوى على نصف عدد الكروموسومات الموجودة فى الخلايا الجسمية. وعلى ذلك فإذا كانت الخلية الجسمية البشرية تحتوى على ٤٦ كروموسوما، فإن كلاً من الحيوان المنوى والبويضة يحتوى على ٢٣ كروموسوما فقط. وعند الإخصاب - أى دخول الحيوان المنوى داخل البويضة - ينتج لنا زيجوت يحتوى على ٤٦ كروموسوما. والذى يحدث أن الجينات التى يحملها الحيوان المنوى تتفاعل - بأساليب متنوعة - مع الجينات التى تحملها البويضة، لينتج عن ذلك جنين نتجت صفاته الوراثية من مصدرين هما الأب والأم. وهذا هو ما يحدث فى التزاوج المتعارف عليه بين الذكر والأنثى.

أما إذا أردنا أن نحصل على نسخة طبق الأصل من فرد واحد فعلينا أن نقصر مصدر الجينات ليكون مصدرًا واحدًا، لا مصدرين. ولتحقيق ذلك ابتكر العلماء

تقنية خلاصتها أن تؤخذ بويضة من الأنثى ثم يتم نزع نواتها المحتوية على المادة الوراثية فيصبح لدينا بويضة بلا مادة وراثية. ثم تؤخذ خلية جسمية من فرد ما تحتوى على كامل المادة الوراثية وتدمج مع البويضة منزوعة النواة، وبذلك ينتج لدينا زيجوت مادته الوراثية من مصدر واحد هو الشخص الذى أخذت منه الخلية الجسمية، ويتم وضع هذا الجنين المبكر فى رحم أنثى تسمى «الأم البديلة» حتى ينمو داخل هذا الرحم إلى أن يكتمل وتتم ولادته.

س: ما هى قصة النعجة «دوللى» ؟

جـ: النعجة دوللى هى أول حيوان ثديى يتم استنساخه، وقد ولدت فى ٥ يوليو ١٩٩٦، وأعلن خبر ولادتها فى ٢٧ فبراير ١٩٩٧. وقد أحدث إعلان خبر استنساخ النعجة دوللى دويا هائلا فى الأوساط العلمية والدينية والسياسية على مستوى العالم كله. وقد تم هذا الإنجاز العلمى فى سكوتلندا شمال الجزيرة البريطانية - عن طريق مجموعة من العلماء بقيادة «إيان ويلموت» (شكل ٥ ملون). وقد أعطيت النعجة المستنسخة اسم مغنية شهيرة (شكل ملون ٦).

وفى تجربة النعجة دوللى:

أخذت البويضة من نعجة من سلالة Poll Dorset

وأخذت الخلية الجسمية من ضرع نعجة من سلالة Finn Dorset

وزرع الجنين فى رحم نعجة من سلالة Scottish blackface

ونتجت لدينا النعجة دوللى التى تتبع سلالة Finn Dorset

س: ومتى بدأ العلماء يحاولون استنساخ الحيوان؟

جـ: ترجع محاولات استنساخ الحيوانات إلى عام ١٩٥٢، وكان استنساخ الضفادع هو الهدف فى هذه الفترة. وهذا بسبب سهولة التعامل مع بويضات الضفادع لكبر أحجامها عن أحجام بويضات الثدييات. ومن أشهر العلماء الذين حققوا نجاحات فى هذا الصدد العالمان برجز و كنج. وقد حفلت الفترة بين

عامى ١٩٦٢، ١٩٦٦ بنجاحات عديدة على يد عالم شهير يدعى «جـوردون». إلاَّ أن استنساخ الضفادع لم يلق اهتماما إعلاميا ضخمًا على أساس أن الضفادع تمثل مجموعة حيوانية بعيدة عن الإنسان، وذلك خلاف ما حدث مؤخرا حيث تنتمى الخراف إلى مجموعة الثدييات التى يتبعها الإنسان.

س: وما هى الصعوبات العلمية التى تكتنف تجارب الاستنساخ؟

جـ: لقد واجه العلماء الحاجة إلى تقنيات علمية مستحدثة تمكنهم مما يلى:

- ☐ نزع نواة البويضة مع عدم الإضرار بالبويضة ذاتها.
- ☐ دمج الخلية الجسمية أو نواتها مع البويضة منزوعة النواة.

وقد استطاع العلماء ابتكار تقنيات ينفذون بها هذه الأهداف. ولكـن ظـل هنـاك مشكلة عظمى أخذت منهم جهدًا عظيمًا.

س: وما هى العقبة الرئيسية التى واجهت الاستنساخ؟

جـ: العقبـة الرئيسـية تمثلـت فـى طبيعـة المـادة الوراثيـة بالخليـة الجسـمية المستخدمة فى الاستنساخ. ذلك أن البرنامج الوراثى بأيـة خليـة جسـمية لا يعمـل بكامله، فالذى يعمل من هذا البرنـامج الوراثـى هـو فقـط مـا لـه علاقـة بالطبيعـة الوظيفية لهذا الطراز الخلوى بالذات، بينما بقيـة البرنـامج الوراثـى يكـون مثبطا لايعمل. وعلى سبيل المثال فإن خلايا البنكرياس التى تفرز هرمون الإنسولين تعمل فيها الجينـات المختصـة بتكويـن الإنسـولين، ولا تعمـل فيـها الجينـات الخاصـة بتكوين إنزيم الببسين مثلا، وعلى العكس من ذلك فـإن خلايـا المعـدة التـى تفـرز إنزيم الببسين تعمل فيها الجينات المختصة بتخليق إنزيم الببسين ولا تعمـل فيـها الجينات المختصة بتكوين هرمون الإنسولين.. وهكذا.

ونعـود إلى موضوعنـا، ذلـك أن البرنـامج الجينـى فـى الخلايـا التناسـلية (الحيوانـات المنويـة والبويضـات) يوجـد كلـه فـى حالـة نشـاط وفاعليـة تناسـب مسـئولياته الخاصـة بتوجيـه عمليـات التكويـن الجنينـى لكافـة أعضـاء وأنسـجة

وأجهزة الجسم، وضمان أن تقوم كل خلية من خلايا الجنين النامى بوظائفها المحددة، إذن البرنامج الجينى بالخلايا التناسلية هو برنامج شامل الأنشطة والفعاليات ليستطيع تكوين الجنين على اختلاف أنسجته وأعضائه، وذلك على عكس البرنامج الجينى لأية خلية فى جسم الكائن اليافع فهو برنامج معظمه مغلق ولا يعمل فيه إلاّ ما يخص النشاط المحدد الذى تقوم به هذه الخلية بذاتها.

وعلى ذلك، فكان على العلماء ابتكار طريقة لإعادة تنشيط البرنامج الوراثى للخلية الجسمية المختارة بحيث يرجع إلى سيرته الأولى، ويصبح قادرًا على توجيه عمليات التكوين الجنينى مثله فى ذلك مثل البرنامج الجينى فى الخلايا التناسلية. وقد نجح العلماء فى إبتكار طريقة تضمن ذلك.

س: كيف يتم نزع نواة البويضة؟

جـ: تعامل البويضة بمادة تسمى سيتوكالاسين ب Cytochalasin B تساعد على تفكك خيوط الهيكل الخلوى فى المنطقة من السيتوبلازم المحيطة بالبويضة، ثم يتم شفط النواة بعد ذلك بماصة دقيقة.

س: كيف تعامل الخلايا الجسمية التى ستستعمل إحداها لتدمج مع البويضة؟

جـ: تربى هذه الخلايا فى أطباق زجاجية بها محاليل معينة ويطلق على هذه اسم «مزارع خلوية» حيث تظل فيها الخلايا حية.

س: كيف يمكن دمج الخلية الجسمية مع البويضة منزوعة النواة؟

جـ: يتم ذلك بإحدى الطرق الآتية:

- استخدام فيروس يعرف باسم فيروس سندای Sendai virus بحيث يتم مسبقا إضعافه باستخدام الأشعة فوق البنفسجية أو بمادة بيتا بروبيولاكتون *B*-propiolactone.

- باستخدام مجال كهربى ومعاملة الخلايا بإنزيم برونيز Pronase أو إنزيم نيورامينيديز Neuraminidase
- باستخدام مواد كيميائية معينة من أمثلتها:

بولى اثيلين جليكول Polyethylene glycol

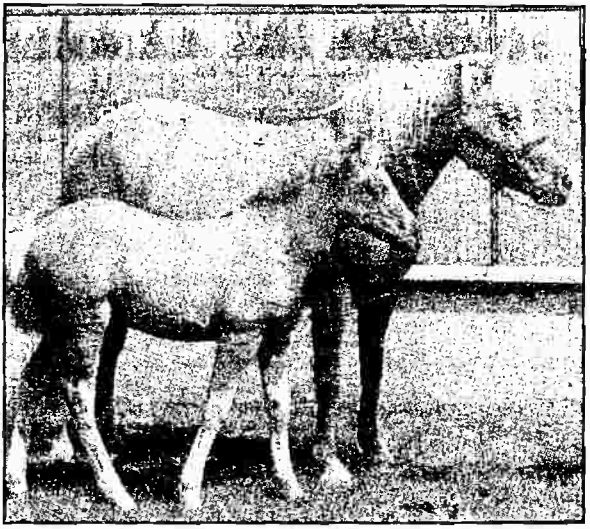
ليسولسسين Lysolecithin

جلسرول وحيد الأوليت Glycerol monooleate

س: وهل تكررت نجاحات الاستنساخ فى عالم الحيوانات الثديية بعد قصة النعجة «دوللى»؟

جـ: نعم. فقد تم استنساخ الفئران فى هونولولو عاصمة جزر هاواى الأمريكية، وتم فى فرنسا واليابان استنساخ العجول، وفى إيطاليا تم استنساخ الثيران، وفى أمريكا استنسخ الماعز، وفى سكوتلندة تم استنساخ الخنازير، وقام علماء من أمريكا وكندا باستنساخ الأبقار.

وفى فبراير ٢٠٠٢ أعلن عن نجاح علماء جامعة تكساس فى استنساخ القطط بقيادة العالم Mark Westhusin، وسميت القطة CC (شكل ٧ ملون). وفى عام ٢٠٠٣ تم استنساخ البغل. ويعتبر هذا حدثا ذات مغزى، فالبغل كما هو معروف حيوان عقيم فى أغلب الأحوال، وهو ينتج عن تزاوج بين ذكر الحمار وأنثى الحصان، وهكذا فإنه بالاستنساخ أمكن الحصول على ابن لكائن عقيم. وإذا افترضنا الاستفادة من الاستنساخ فى إيجاد أبناء للمصابين بالعقم من البشر فإنه سيكون فى إمكاننا الرد على التساؤل الذى يقول هل يمكن لأبناء المصابين بالعقم أن ينجبوا؟ كما تم فى عام ٢٠٠٣ أيضا استنساخ الحصان فى إيطاليا (شكل ٨)، ولهذا أيضا أهمية كبيرة لما يلقاه هذا الحيوان من اهتمام فى سباقات الخيل والسعى للحصول على سلالات متفوقة له.



(شكل ٨): (بروميتا) الصغيرة مستنسخة من المهرة الواقفة بجانبها.

س: ما هى فوائد استنساخ الحيوانات الأخرى؟

جـ: تتحدد الفوائد المباشرة من استنساخ الحيوانات فى الأمور الثلاثة الآتية:

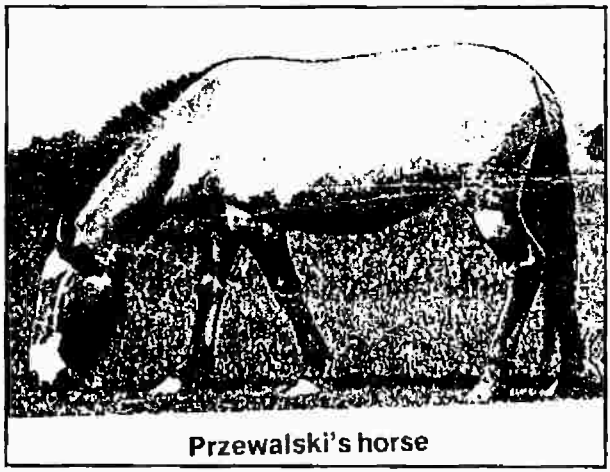
- إكثار الحيوانات المعرضة للانقراض نتيجة قلة معدل تكاثرها الطبيعى، وذلك مثل حيوان الباندا فى الصين (شكل ٩ ملون) الذى يعتبر شعارًا للدولة هناك، ومن هنا جاء التخوف من انقراضه وتعددت محاولات تشجيع إنائه وذكوره على زيادة معدلات التزاوج، ومن ذلك عرض أفلام سينمائية لعملية التزاوج بين ذكور وإناث الباندا دون جدوى!! وبذا لم يكن هناك حل سوى الاستنساخ. كذلك يأمل العلماء فى استنساخ حصان برزيوالسكى (شكل ١٠)، وحيوان وحيد القرن السومطرى، والوعل الأسبانى، ونمر جنوب الصين.

- إكثار الحيوانات التى لا تتكاثر فى الأسر كما يحدث فى حدائق الحيوان وحظائر تربية الحيوانات فى معامل البحوث.

– إكثار الحيوانات الأليفة التى تستهوى أصحابها ويغرمون بحبها كما يحدث فى أوروبا وأمريكا بالنسبة لبعض سلالات الكلاب.

س: وماذا عن استنساخ البشر الذى سمعنا عنه أخيرًا؟

جـ: فى السابع والعشرين من ديسمبر ٢٠٠٢ أُعلن عن ولادة أول طفلة بالاستنساخ. وقد أعلنت ذلك فى أمريكا كيميائية فرنسية تدعى «برجيت بواسيلية» Brigitte Boisselier – تعمل رئيسة لشركة للبيوتكنولجى تعرف باسم كلونيد Clonaid وتنتمى لجماعة تعرف باسم الرائيليين Raelians – وقد سميت الطفلة المستنسخة «ايفا» Eve (حواء)، وقد تم استنساخها من امرأة أمريكية عمرها ٣١ عاما. كما أعلنت «برجيت بواسيلية» فى يناير ٢٠٠٣ عن ولادة طفلة أخرى بالاستنساخ من سحاقية دنمركية. ثم أعلنت الشركة بعد ذلك عن ولادة طفل صبى من أبوين يابانيين. كما أعلنت شركة كلونيد على شبكة الإنترنت أنها مستعدة لاستنساخ أى فرد فى مقابل ٢٠٠,٠٠٠ دولار، وأنها تبيع البويضة البشرية المجمدة مقابل ٥,٠٠٠ دولار.



(شكل ١٠): حصان (برزيوا لسكى).

س: لقد شكك البعض فيما أعلنته برجيت بواسيلييية، فما مصدر هذه الشكوك؟

جـ: في الواقع ترجع هذه الشكوك إلى عدة اعتبارات نذكر منها ما يلي:

- أن جماعة الرائيليين التي تنتمي إليها «برجيت بواسيلييية» اشتهرت بمعتقداتها وأفكارها الغريبة، ومن ذلك قول «كلود فوريلهون» Claude Vorilhon رئيس الجماعة (شكل ١١ ملون): إن سفينة فضاء محملة بأشخاص غرباء لونهم أخضر يبلغ طول الواحد منهم ١٢٠سم - قد زاروه داخل أحد براكين وسط فرنسا في عام ١٩٧٣ وأنهم قاموا بتعميده باسم «رائيل»، وأن من ضمن ما أخبروه به عندما صعد إلى سفينتهم أنهم هم الذين وضعوا الإنسان على سطح الأرض وذلك منذ ٢٥,٠٠٠ سنة عن طريق الاستنساخ. ولعل في هذا الكلام - الذى ليس عليه دليل - ما يشكك فيما يصدر عن هذه الجماعة. أضف إلى ذلك أن رائيل قال: إنه سيسعى إلى ضمان الخلود لنفسه ولأتباعه!! وإن هؤلاء الفضائيين سيزورون كوكب الأرض مرة أخرى قبل عام ٢٠٣٥!!
- أن جماعة الرائيليين لم يثبت من قبل قيامها بنشاط علمي، وقد هاجم العالم الإيطالى «سيفيرينو أنتنورى» Seveino Antinori (شكل ١٢ ملون) - الذى اشتهر بأن جعل امرأة عمرها ٦٣ عاما تنجب من جديد واشتهر أيضا بأنه سيقدم على استنساخ البشر - أقول هاجم هذا العالم جماعة الرائيليين عند طريق وكالة رويتر للأنباء قائلا: لقد قمت بنشر ٢٠٠ بحث طبيا، فماذا فعلوا هم؟ وكان أنتينورى قد وعد بالحصول على طفله عن طريق الاستنساخ!
- أن «برجيت بواسيلييية» أعلنت عدم استعداد الجماعة لعرض الطفلة المستنسخة.
- أن استنساخ «إيفا» وما تبعها لم ينشر في أى مجلة علمية، على عكس ما تم في حالة استنساخ النعجة دوللى.
- أن «برجيت بواسيلييية» أعلنت عدم الموافقة على إجراء أى اختبار وراثى لإيضاح صحة إنتاج الطفلة عن طريق الاستنساخ بناء على رفض السيدة المستنسخة

صاحبة الخلية الجسمية. وذلك على عكس ما فعله العالم البريطانى إيان ويلموت مع النعجة دوللى حيث أخضعها لدراسة علمية عن طريق تقنية البصمة الوراثية وثبت أنها فعلا مستنسخة.

- أن برجيت بواسيلية لم تعلن عن عدد المحاولات الفاشلة فى استنساخ البشر حتى كللت بالنجاح ووصلت الطفلة (إيفا)، وذلك على عكس ما حدث فى حالة النعجة دوللى التى قال لنا إيان ويلموت بشأنها: إنها حالة النجاح الوحيدة من ضمن ٢٧٧ محاولة.

- اتسم الإعلان عن وصول الطفلة (ايفا) بالتسرع، حيث أعلن الخبر فى يوم حدوثه - إن كان قد حدث -، بينما أعلن خبر استنساخ النعجة دوللى بعد أكثر من سبعة شهور من ولادتها!!

س: ولكن ما هى المخاوف المتوقعة إذا ما شاع استنساخ البشر؟

جـ: يمكن تلخيص المخاوف المتوقعة عن استنساخ البشر فيما يلى:

- إنتاج مجموعات من الأفراد المتشابهين تماما مما يخلق مشاكل اجتماعية نحن لسنا فى حاجة إليها.

- إذا نتج طفل ذكر بالاستنساخ من زوج وأخذت البويضة منزوعة النواة من زوجته، فهل يرث الطفل من المرأة التى حملته فى رحمها على رغم أنه لا يحمل أيًّا من صفاتها الوراثية؟

- لو قام رجل وزوجته بالحصول على طفل وطفلة بالاستنساخ، فهل يحق للطفلين التزاوج معا لو اختلفا فى الرضاع؟ إن الطفلين مختلفان فى منظومتهما الوراثية، ولكن حملتهما فى رحمها السيدة نفسها، فما هو الجواب؟

- الاستنساخ سيعطينا طفلا بلا أم حقيقية على رغم أن هناك سيدة حملته فى رحمها، وسيعطينا طفلة بلا أب.

- الاستنساخ يعطى الفرصة كاملة للتحكم فى شق (نوع) الجنين إن كان ذكرًا أو أنثى، فإذا كنا نريد أنثى فإننا نستخدم خلية جسمية من أنثى وندمجها مع البويضة، وإذا كنا نريد طفلا ذكرًا فإننا نستخدم خلية جسمية من ذكر وندمجها مع البويضة. ومن الممكن أن يؤدى هذا التحكم الكامل فى (نوع) الجنين إلى مشاكل اجتماعية.
- الاستنساخ سيؤدى إلى تأجير الأرحام.
- الاستنساخ سيؤدى إلى أن تبيع النساء بويضاتهن لصالح من يريد استنساخ نفسه.
- قد ينتج عن محاولات الاستنساخ للبشر أطفال بهم تشوهات جسمية، فمن يتحمل هذه النتيجة؟
- من الناحية النظرية فإنه لو عمدت النساء إلى الاستنساخ باستخدام خلاياهن فقط، وعزفن عن التزاوج الجنسى فإن الرجال سينقرضون!! ولكن هل يفعلها النساء؟

س: ألا يوجد نواحٍ إيجابية لاستنساخ البشر؟

جـ: يقول أدعياء استنساخ البشر بفوائده الآتية على سبيل المثال.

- إن الاستنساخ يوفر أولادًا للرجال الذين لا ينجبون، وإنه سيوفر إجابة للسؤال: هل أولاد الذين لا ينجبون لديهم القدرة على الإنجاب أو لا؟
- إن الاستنساخ يوفر فرصة لإنتاج نسخة أخرى من عزيز توفى، كما فى حالة وفاة طفل فى حادث طريق، وذلك إذا تم الاحتياط سلفا بحفظ إحدى خلاياه أو أخذت منه إحدى خلاياه عقب الوفاة مباشرة.
- إن الاستنساخ يحقق الخلود عن طريق استنساخ الفرد نفسه جيلا بعد جيل بصورة متعاقبة.

س: هل يمكن الاستنساخ البشرى دون الحاجة إلى بويضة المرأة؟

جـ: لا يمكن الحصول على جنين دون الاستعانة ببويضة الأنثى! ذلك أن سيتوبلازم البويضة هو الذى يحتوى على المركبات اللازمة لتكوين الجنين، وسواء كنا نريد طفلا ذكرًا أم أنثى فإننا فى حاجة إلى بويضة المرأة. فالرجل والمرأة يتم الحصول عليهما بالاستنساخ عن طريق بويضة المرأة. فالمرأة هى الأساس. ولننظر إلى الوضع المختلف فى الإعجاز الإلهى فى خلق المرأة من ضلع آدم، ولله المثل الأعلى، مع التأكيد على أن علماء الاستنساخ لا يخلقون شيئا معاذ الله، ولكنهم يستخدمون ما خلقه الله.

س: هل يمكن أن يأتى الاستنساخ بطرز أخرى من الشطط ؟

جـ: نعم، ففى سبتمبر ١٩٩٩ أعلن بعض العلماء فى أمريكا دمج خلية بشرية فى بويضة بقرة منزوعة النواه، وقد بدأ الجنين فى عمليات التكوين الطبيعية حتى وصل عدد خلاياه إلى ٤٠٠. فإذا ما تمت هذه التجربة إلى نهايتها فما النتيجة؟ خاصة إذا علمنا أن فى سيتويلازم البويضة أجساما دقيقة تعر باسم ميتوكوندريا تحمل مادة وراثية؟ إن ذلك يعنى أن الفرد الناتج ستكون به بعض الخصائص الوراثية المستمدة من الأبقار!!

وفى مثال آخر يحاول علماء الصين أن يضعوا جنين الباندا المراد استنساخه فى رحم حيوان آخر مثل أنثى الدب أو أنثى حيوان الكسلان Sloth نظرًا لبطء الدورة التناسلية فى أنثى الباندا. فإذا حدث ذلك فإن معناه أن تلدَ أنثى حيوان مولودًا لحيوان آخر. فهل يمكن أن يبلغ الشطط العلمى مداه بأن يحدث ذلك للإنسان؟!