الفصل الثانى

ثـورة الاستنـساخ

شيماء: بقى ذلك الشيء المهم ، والذى أثار ضجة هائلة فى العالم بأسره ، وأعنى بذلك الاستنساخ الحيوى فماذا عن الاستنساخ يا « سيدى » ؟

وكيف بدأ وتطور ؟

وهل يمكننا الاستفادة منه ؟

وهل يمكن أن يكون له أضرار ؟

المهندس: الاستنساخ يا عزيزىً يعنى صناعة نسخة طبق الاصل من الشيء.

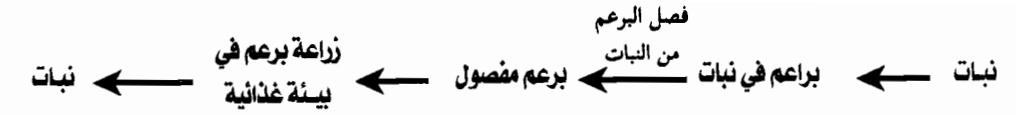
أحمد: تقصد يا سيدى صورة طبق الأصل تماماً .

المهندس: نعم يا أحمد ، وأنتما كما عرفتما أنَّ جميع الصفات الوراثية يتم التحكم فيها من خلال الچينات ، كما أن التركيب الخلوى للكائن الحى يتحدد وفقًا للمعلومات الوراثية الموجودة داخل الچينات ، ومن ثم فالأصل فى الاستنساخ ياعزيزى هو استنساخ المعلومات الوراثية ، والتى توجه الميكانيكات الحيوية لصناعة نسخ من الخلايا والأنسجة تمثل صوراً طبق الأصل من بعضها .

عملية الاستنساخ تمارسها العديد من الكائنات الدقيقة كإحدى طرق التكاثر (إنتاج أفراد جديدة بها)

شيماء: كما يحدث فى البكتيريا يا سيدى ، فهى تنقسم انقسامًا ثنائياً بسيطًا ، حيث تعطى الخلية البكتيرية الواحدة خليتين تمثلان نسخة طبق الأصل من ذاتهما ، كما تمثلان نسخة طبق الأصل من الخلية الأم .

كما أن الاستنساخ تمارسه العديد من النباتات منذ القدم ، حيث من خلال أخذ برعم « الجزء القادر على النمو فى النبات» من النبات أو تجزئة هذا البرعم وأخذ الأجزاء ، ثم تتم الزراعة فى بيئة مغذية يتوافر بها العناصر الغذائية الضرورية لنمو الأنسجة المكونة للأعضاء الچينية ، والتى يتتابع نموها لتعطى نباتًا كاملاً يمثل نسخة طبق الأصل من النبات الأم ، ويمكن توضيح ذلك يا عزيزىً فى الشكل التخطيطى التالى :



شيماء : إذن يمكننا من خلال خلية نباتية واحدة الحصول على نبات كامل يمثل نسخة طبق الأصل من النبات الأم .

أحمد : لذلك اتجه الإنسان إلى محاكاة الكائنات الحية التى لها القدرة على أن تستنسخ ذاتها ، ومن ثم كان ذلك بداية عمليات الاستنساخ الحيوى .

شيماء : لكن كيف بدأت عمليات الاستنساخ ؟

المهندس : بدأت عمليات الاستنساخ بداية على الأجنة

شيماء : الأجنة ؟!

المهندس : كما تعلمان أن الجنين ينتج من اتحاد الحيوان المنوى بالبويضة ، حيث ينتج من عملية الاتحاد تلك خلية جنينية ، وهى خلية واحدة تمثل مزيجًا من المعلومات الوراثية الموجودة فى الحيوان المنوى والبويضة ، فالحيوان المنوى به نصف المعلومات الوراثية اللازمة والضرورية لعمليات التوجيه والتكوين الجنينى ، وكذلك البويضة تحتوى على النصف الآخر من المعلومات الوراثية اللازمة لإتمام عمليات النمو والتكوين الجنينى .

أحمد : إذن يمكننا القول أنَّ :

بويضة + حيوان منوي ⟵ خلية جنينية

المهندس : لا يا أحمد فلابد من أن يكون الحيوان المنوى لديه القدرة على إخصاب البويضة ، ومن ثم فلابد أن تكون البويضة سليمة ، حتى يمكن إخصابها .

يسمى الحيوان المنوى أو البويضة بالخلية الجنسية ، أتدريان لماذا ؟

شيماء : لا ندرى !

المهندس : لقدرتهما على المحافظة على الجنس الخاص بالكائن الحى ، من خلال عملية الإخصاب ، والتى تؤدى إلى تكوين الخلية الجنينية ، والتى يتتابع تكوينها الجنينى ليتكون فى النهاية الكائن الحى الكامل ، وتسمى الخلية

الجنينية ، وكل ما ينتج عنها من خلايا باسم الخلايا الجسمية .

أحمد : لكن ما الفارق بين الخلية الجنسية والخلية الجسمية ؟

المهندس : الخلايا الجنسية سواء كانت حيواناً منوياً أم بويضة أم حبَّة لقاح بها نصف العدد الصبغى أى بها نصف عدد الصبغيات (الكروموسومات) الموجودة فى الخلية الجسمية سواء كانت خلية جنينية أم خلية ناضجة .

ولنضرب مثالاً على ذلك فالخلية الجسمية للإنسان تحتوى على ستة وأربعين كروموسومًا (٤٦ كروموسومًا) ، لكن الخلية الجنسية سواء كانت حيوانًا منويًا أو بويضة بها نصف العدد الكروموسومى أى بها (٢٣) كروموسومًا ، ومن ثمَّ فالتقاء الحيوان المنوى بالبويضة يعنى عودة العدد الكامل للكروموسومات أى وجود ٤٦ كروموسوما

٢٣ كروموسوما من الحيوان المنوى + ٢٣ كروموسوما من البويضة

⟵ ٤٦ كروموسوما فى الخلية الجسمية .

أحمد : لكن يا سيدى ذكرت نوعين آخرين من الخلايا : خلايا جنينية ، وخلايا ناضجة ... ما الفرق بين النوعين ؟

المهندس : الخلية الجنينية هى نوع من الخلايا الجسمية النشطة ، والتى لها القدرة على الانقسام السريع مكونة مختلف الأعضاء والأنسجة ، ومن ثمَّ فالخلية الجنينية تتميز بعدم التخصص ، فهى خلية عامة أى يمكنها أن تعطى جميع الأعضاء والأنسجة ، ويرجع ذلك إلى عدم تخصص الچينات الموجودة فى هذه الخلايا ، فهى تستطيع أن توجه مختلف العمليات الحيوية داخل الخلايا ، ويفسر لنا ذلك نشأة مختلف الأنسجة سواء كانت أنسجة عصبية ، أو عضلية ، أو .... إلخ من خلايا جنينية .

بينما الخلية الجسمية الناضجة تكون متخصصة فى أداء وظائف محددة ، وقد تكون هذه الخلايا يا عزيزىً فى عضو واحد ، لكنها مختلفة فيما بينها ، ومثال ذلك المخ البشرى ، حيث يتواجد به العديد من الخلايا التى تكون مراكز تتحكم فى حواسنا كالإبصار والحركة والسمع و الإدراك والذاكرة ... إلخ.

أحمد : هل يعنى وجود هذه الخلايا المختلفة المكونة لهذه المراكز داخل عضو واحد تشابه

هذه الخلايا فى تخصصاتها ؟

المهندس : لا بالطبع ، فخلايا مركز الحركة متخصصة فى إرسال واستقبال الإشارات العصبية الخاصة بالحركة ، أما الخلايا مركز الإبصار فهى متخصصة فى إرسال واستقبال الإشارات العصبية الخاصة بالرؤية ، أما خلايا مركز الذاكرة فهى متخصصة فى عمليات التخزين للأسماء والمعانى واسترجاعها بعد ذلك ، بينما خلايا مركز الإدراك تكون متخصصة فى إدراك معانى الأشياء « فهمهاً » .

شيماء : نريد توضيحاً أكثر ؟

المهندس : أتريان هذا القلم الذى فى يدى ؟ حيثما أرى القلم ، فإن ذلك يخضع لتحكم خلايا مركز الإبصار ، وحينما أنطق بكلمة قلم ، فإن ذلك يخضع لتحكم خلايا مركز الكلام ، بينما حين نمسك بالقلم فإن ذلك يخضع لتحكم خلايا الحركة ، وعندما نتذكر كلمة قلم ، فإن ذلك يخضع لخلايا مركز الذاكرة ، بينما عندما نفهم وندرك مدلول أو معنى كلمة قلم (أداة تستخدم فى الكتابة) ، فإن ذلك يخضع لخلايا مركز الإدراك ، ويقاس على ذلك جميع ما نتعامل معه من أشياء .

شيماء : وماذا نخلص من ذلك ؟

المهندس : نخلص إلى أنَّ الخلايا الجنينية يمكن لچيناتها توجيه جميع العمليات الحيوية بالجسم ، بينما الخلايا الناضجة هى التى توجه چيناتها عمليات حيوية محددة .

أحمد : وما السر فى ذلك ؟

المهندس : ـ الچينات الموجودة داخل الخلايا الجنينية كلها نشطة ، حيث يمكن لجميع هذه الچينات التعبير عن نفسها ، وتوجيه العمليات الحيوية المختلفة ، بينما الخلايا الناضجة تكون الچينات المسئولة عن توجيه العمليات الحيوية داخل هذه الخلايا فقط النشيطة ، بينما جميع الجينات كامنة أى غير نشيطة، ولنضرب مثالا على ذلك : فالجينات النشيطة فى خلايا مركز الحركة هى الجينات المسئولة عن توجيه كل ما يتعلق بالحركة سواء كانت عمليات

استقبال أو عمليات إرسال ، كذلك بالنسبة لمركز الإبصار ، ومركز الكلام ، ومركز الذاكرة ..... إلخ .

شيماء : لكن كما سبق أن ذكرت أن الخلية الجنينية بها ضعف العدد الكروموسومى الموجود داخل الخلية الجنسية ، وكذلك بالنسبة للخلية الناضجة ، فهى تحتوى على ضعف عدد الكروموسومات الموجودة داخل الخلية الجنسية ، حيث أن كلاً منهما عبارة عن خلية جسمية .

أحمد : وماذا يعنى ذلك يا سيدى ؟

المهندس : ألم أقل لكما يا أحمد من قبل إنّ الأصل فى توجيه العمليات الحيوية المسئولة عن عمليات التكوين الجنينى وجود زوجية الطاقم الوراثى (المحتوى الجينى من الحيوان المنوى ، والمحتوى الجينى من البويضة) ، وهذه الزوجية فى الطاقم الوراثى موجودة داخل الخلية الجنينية ، كما أنها موجودة داخل الخلية الناضجة .

أحمد : لكن ما الفارق ؟

شيماء : يبدو أنك نسيت إلى حدٍ ما ما سبق أن ذكره المهندس يا أحمد.

أحمد : ماذا تقصدين يا شيماء ؟

شيماء : ألم يقل المهندس إن الخلية الجنينية تتصف بالعموم الوظيفى ، أى يمكنها إنتاج جميع الأعضاء ، وذلك لوجود طاقم وراثى غير متخصص بها ، بينما الخلية الناضجة ذات طاقم وراثى متخصص، أى به جينات متخصصة نشطة ، وجينات غير متخصصة ، وغير نشطة فى الوقت نفسه ، وذلك لعدم الحاجة إليها .

أحمد : وقد بدا عليه التفكير العميق فيما قالته شيماء ، وإذا المهندس يسأله: فيم هذا التفكير العميق يا أحمد ؟

أحمد : أفكر فى كلام شيماء .. فإنّ معناه كبير ، الخلية الجنينية يمكن أن تعطى كائنا حيا لكن الخلية الناضجة لا يمكن أن تعطى كائنا حيًا .. إذن فلا يمكن أن يحدث الاستنساخ من خلية جسمية ناضجة ، بينما يمكن أن يتم الاستنساخ

من خلال الخلايا الجنينية ، ويكمل المهندس كلام أحمد : وقد كان ذلك يمثل بداية عمليات الاستنساخ .

شيماء : إذن فقد مر الاستنساخ بمراحل تطور عديدة .

المهندس : نعم يا شيماء ، وهذا شأن أى تقنية جديدة لابد لها من مراحل تطور حتى تصل إلى المرحلة النهائية .

أحمد : وما مراحل تطور الاستنساخ يا سيدى ؟

المهندس : إنها رحلة طويلة يا عزيزىَّ ، عمل فيها العديد من العلماء فى مراحل زمنية مختلفة ، حيث أضاف كلٌّ واحد منهم شيئا ، وهذه سمة العلم ، فكل عالم تكملَ أبحاثه وتجاربه نتائج ما يتوصل إليه عالم آخر وهكذا .

حينما كان الباحثون عاكفين على دراسة المادة الوراثية (الدنا الوراثى) ، ووضع نموذج صحيح لها ، تمكن فريق بحثى بالولايات المتحدة الأمريكية من تجميد أجنة الأبقار تحت ٧٩ درجة تحت الصفر .

شيماء : تجميد أجنة ؟

المهندس : المقصود بتجميد الأجنة يا شيماء خفض درجة حرارتها باستخدام وسائل تبريد خاصة ، مما يقضى على أى عامل فساد يمكن أن يدمر خلايا هذه الأجنة ، مما يسمح بحفظها .

أحمد : ولما نحفظها ؟

المهندس : لنستخدمها فى عمليات إكثار الحيوانات بعد ذلك ؟

ويواصل أحمد استفساره : وكيف ؟

المهندس : بعض الحيوانات متميزة فى سلالات معينة يا أحمد ، كالأبقار والجاموس والأغنام ، قد تكون هذه السلالات ذات لحم غزير ، أو لبن جيد وغزير ، أو فراء ناعم ... طويلة أو قصيرة ، هادئة ، سهلة الاستئناس ولودة (كثيرة الولادة) .

تمثل هذه السلالات ثروات اقتصادية لابد من المحافظة عليها ، ويتم ذلك بأخذ الجنين الناتج من عملية إخصاب هذه الحيوانات ، وتجزئته إلى أجنة مختلفة ،

وحفظ هذه الأجنة فى درجات حرارة منخفضة تصل إلى ٧٩° درجة مئوية تحت الصفر ، وذلك فى مجمعات خاصة تعرف ببنوك الأجنة .

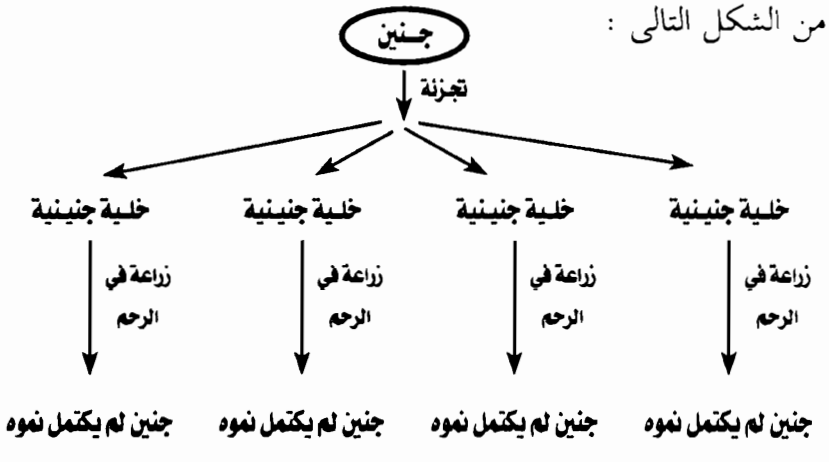
شيماء: بنوك الأجنة ؟!

المهندس : نعم يا شيماء ، فكلمة بنك تعنى مكانًا ما نجمع فيه أشياء تهمنا، أما سمعت عن بنوك الأموال والنقود ؟

شيماء : نعم .

المهندس : فهذه البنوك «بنوك النقود» يا عزيزتى يتم تجميع النقود فيها ، وحينما نحتاج إليها نسحبها من البنك ونستخدمها ، وحتى لا تحدث عمليات فوضى وعدم انتظام فى الأموال المودعة داخل البنوك ، تسجل الأموال بأسماء أصحابها ويكون لكل شخص رقم خاص بحسابه داخل البنك.

وكذلك بالنسبة للأجنة فلابد من حفظها فى أماكن خاصة ومجهزة بوسائل حفظ جيدة لا تسمح بفساد الأجنة المحفوظة ، ولابد من تسجيل كل جنين أو قطعة جنينية فى حالة تجزئة الجنين فى البنك من خلال رقم كودى محدد يعرف به هذا الجنين . أتاح ذلك يا عزيزىّ للباحث الأمريكى «جون جوردن» عام ١٩٦٢م أن يحضر جنينا لضفدعة ، ثم قام بتجزئته إلى أجزاء جنينية متعددة ، ثم قام بزرع كل جزء فى رحم ضفدعة ، حيث نما كل جزء مكونًا جنينا لم يكتمل نموه ومات ، ويعرف ذلك باستنساخ الأجنة ، ونعنى به إنتاج نسخة جنينية عديدة من جنين واحد ، كما يتضح ذلك من الشكل التالى :



فى عام ١٩٧٨م ولد أول طفل فى العالم من خلال تقنية الإخصاب الأنبوبى أو الإخصاب خارج الرحم ، أو ما يعرف مجازاً بأطفال الأنابيب ، وقد عرفت هذه التقنية بالإخصاب الأنبوبى لأن الاتحاد بين الحيوان المنوى والبويضة يتم داخل أنبوبة اختبار ، وليس داخل الرحم ، كذلك عرفت بتقنية الإخصاب خارج الرحم ، لأنها تتم خارج الرحم ، كما سميت بالاسم المجازى : أطفال الأنابيب ، لأن المتكون داخل أنبوبة الاختبار من عملية الاتحاد بين الحيوان المنوى والبويضة عبارة عن خلية جنينية يتم إعادة زرعها داخل الرحم لتنمو إلى جنين كامل يولد بصورة طبيعية ، وقد ساعدت هذه التقنية على التغلب على عوائق كثيرة فى عمليات الإنجاب.

أحمد : وما هذه العوائق يا سيدى ؟

المهندس : لكل وظيفة يقوم بها الكائن الحى جهاز حيوى أوجده الله سبحانه وتعالى لتتم هذه الوظيفة بكفاءة عالية ، ومن هذه الوظائف التى يقوم بها الكائن الحى وظيفة التكاثر، والتى تعنى إكثار جنسه ، أى زيادة الأعداد الموجودة منه حتى يتمكن هذا الجنس من الحياة وسط المنافسة الشرسة من الكائنات الحية الأخرى التى تنافسه.

قد يكون الكائن الحى ثنائى الجنس : أى يتواجد منه الذكر ، والذى يوجد به جهاز تناسلى ذكرى ، و تعنى كلمة تناسل إعطاء النسل الذى يحافظ على استمرار الجنس فى الحياة ، كما يتواجد منه الأنثى والتى يوجد بها جهاز تناسلى أنثوى.

يعمل الجهاز التناسلى الذكرى فى الذكر على إنتاج الأمشاج المذكرة ، وتعنى كلمة مشيج يا عزيزىّ الوحدة البيولوجية المسئولة عن التكاثر ، كما يعمل الجهاز التناسلى الأنثوى على تكوين الأمشاج المؤنثة .

وقد تتواجد بعض الكائنات الحية بها أعضاء مذكرة وأعضاء مؤنثة من نفس الكائن الحى الواحد.

أحمد : كائن حى واحد يحمل كلا من أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث!!

المهندس: نعم يا أحمد .

شيماء :" وبم تسمى هذه الكائنات الحية ؟ لابد أنَّ لها اسما يختلف عن الكائنات ثنائية الجنس .

أحمد : ألم يقل المهندس يا شيماء إن الكائنات التى تحمل كلا من أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث تسمى بثنائية الجنس .. إذن فهذه الكائنات الحية يمكن أن نسميها بأحادية الجنس.

المهندس : أصبت يا أحمد ، لكن ..

أحمد : لكن ماذا ؟ ألم تقل أصبت يا أحمد ؟!

المهندس : لم تمهلنى لأكمل كلامى يا أحمد فما قلته صحيح ، لكن هذا لا يمنع من وجود اسم آخر لهذه الكائنات الحية.

شيماء : اسم آخر .

المهندس : صبرا يا عزيزىّ ، فطريق العلم والمعرفة طريق صعب وطويل يحتاج لصبر وتأنٍ، فأرجو منكما الصبر.

أحمد وشيماء في صوت واحد : معذرة. وها نحن قد أنصتنا لك لتكمل لنا حديثك الممتع .

ويكمل **المهندس** حديثه قائلا :

الاسم الآخر الذى اختاره العلماء لهذه الكائنات الحية التى يتواجد بها أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث « الكائنات الخنثى» ، وأحيانا تسمى الكائنات الخناث ، وتعنى كل من كلمة خنثى أو كلمة الخناث وجود أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث فى نفس الكائن الحى .

شيماء : والإنسان إلى أيهما ينتمى ؟

ويرد **أحمد** بسرعة : ماذا تقولين يا شيماء ؟!

بالطبع هو ثنائى الجنس ، فالجهاز التناسلى الذكرى يتواجد فى الذكر ، والجهاز التناسلى الأنثوى يتواجد فى الأنثى .

المهندس : وهو يربت على كتف أحمد :

تماما كما قلت يا أحمد ، فالإنسان منفصل الجنس ، أى أن كلا من الجهاز التناسلى المذكر والجهاز التناسلى المؤنث يتواجد بحالة فردية فى الكائن الحى ، وأعنى بذلك يا عزيزىّ إما الجهاز التناسلى الذكرى أو الجهاز التناسلى الأنثوى.

ولكى نفهم الحلول التى قدمتها تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم ، لابد أن نتعرف على تركيب الجهاز التناسلى فى الإنسان ، سواء كان الجهاز التناسلى الذكرى (أى الموجود فى الذكر) أو الجهاز التناسلى الأنثوى (أى الموجود فى الأنثى) .

ولنبدأ بالجهاز التناسلى الذكرى، وقبل أن نتعرف على تركيب الجهاز التناسلى الذكرى ، لابد أن تعرفا أن أى جهاز تناسلى سواء كان جهازاً تناسليا ذكريا أم جهازا تناسليا أنثويا يقسم من الناحية التركيبية «أى من ناحية تركيبه» إلى أعضاء تناسلية أو جنسية أساسية ، وأعضاء تناسلية غير أساسية .

أحمد : وما الفرق بين الأعضاء التناسلية الأساسية وغير الأساسية؟ .

المهندس : المقصود بأعضاء التناسل الأساسية الأعضاء التى تكون الأمشاج التناسلية نفسها سواء كانت حيوانات منوية أو بويضات ، كما تتواجد أعضاء حيوية أخرى تساعد فى تغذية وحيوية الأمشاج التناسلية ، وتعرف هذه الأعضاء بالغدد.

أحمد : والأعضاء التناسلية غير الأساسية ؟

المهندس : " الأعضاء التناسلية غير الأساسية هى التى تساعد فى عملية نقل الأمشاج لكى تتم عملية الإخصاب ، ثم يصمت المهندس لحظة ويستكمل كلامه قائلا الأعضاء الأساسية فى الجهاز التناسلى الذكرى تشتمل على الخصيتين ، وهما اللتان تكونان الحيوانات المنوية الممثلة للأمشاج المذكرة ، وتتواجد الخصيتان خارج الجسم فى الإنسان داخل كيس يحتويهما ، ويسمى هذا الكيس بكيس الصفن ، وذلك لتوفير درجة حرارة تناسب إنتاج الخصية للحيوانات المنوية ، حيث إنَّ درجة حرارة الجسم لا تناسب إنتاج الحيوانات المنوية .

شيماء : وهل ينطبق ذلك على مختلف الكائنات الحية الأخرى ؟

المهندس : لا يا شيماء ، ففى بعض الكائنات الحية تتواجد الخصيتان داخل الجسم ، وذلك لأن درجة حرارة الجسم تناسب فى هذه الحالة إنتاج الحيوانات المنوية .

أحمد : لكن كيف تنتج الخصية الحيوانات المنوية ؟

المهندس : وهو يربت على كتف أحمدَ قائلا له :

كنت أتوقع منكما ياعزيزىّ مثل هذا السؤال ، وهو سؤال منطقى إذ لابد من وجود

وسيلة معينة داخل الخصية لإنتاج الحيوانات المنوية .

تتركب الخصية من مجموعة من الأنابيب الملتفة حول نفسها، والتى تمثل الوحدة التركيبية للخصية ، وهى المسئولة عن إنتاج الحيوانات المنوية .. إذن فهى أنبوبة ، مسئولة عن إنتاج الحيوانات المنوية ، ومن ثمّ فسنسميها «الأنبوبة المنوية».

أحمد : لكن ما الذى يربط هذه الأنابيب المنوية بعضها ببعض ؟

المهندس : توجد طبقة تربط هذه الأنابيب معا وتضم بعضها إلى بعض ، وتسمى هذه الطبقة بالنسيج الضام ، وقد سمى نسيجًا لكونه يتكون من خلايا متخصصة فى ضم الأنسجة بعضها لبعض، وقد سمى ضامًا لكونه يضم أنسجة أو أعضاء بعضها إلى بعض.

شيماء : إذن فالأنبوبة المنوية هى المسئولة عن تكوين الحيوانات المنوية .

المهندس : نعم يا شيماء .

ويكمل أحمد الحديث ... لكن كيف يتم ذلك ؟

المهندس : لكى نعرف ذلك يا أحمد لابد أن نستعرض معا تركيب الأنبوبة المنوية .

أتريان تلك الزجاجة المستطيلة ، هذه الزجاجة الرقيقة تسمى بالشريحة ، سنأخذها وننظفها بالماء ، ثم بمادة مطهرة ، ثم نغسلها بالماء مرة ثانية ، ثم نمررها على لهب خاص يصلح لتعقيمها يسمى بلهب بنزن المضىء ، وهو لهب لا يصاحبه أدخنة أو عوادم، لأن الغاز المستخدم فى إنتاج اللهب يحترق احتراقا كاملا، ومن ثم فلا تخرج معه عوادم.

لابد أن تكون جميع الأدوات التى نستخدمها معقمة تمامًا ، حتى لا يحدث تلوث أثناء الفحص .

ثم نأخذ بإبرة سحب العينات جزءا من طبق به خلاصة الأنابيب المنوية ، ثم نضعه على الشريحة ، ونضيف صبغة معينة لإظهار الأنابيب المنوية ، ثم نغطيها بغطاء لحمايتها ، ونضعها تحت الميكروسكوب لفحصها .. أتريان عدسات الميكروسكوب يا عزيزىّ ؟

أحمد : لكن تتواجد فيها عدسات عديدة .

وتكمل شيماء الحديث : ... لكن أيًا منها سنستخدم ؟

المهندس : كل عدسة مكتوب عليها القوة التكبيرية بالنسبة لها .

شيماء : القوة التكبيرية ؟!

المهندس : نعم يا شيماء فالعدسة فى الميكروسكوب الهدف منها أن تكبر الأشياء التى لا نستطيع رؤيتها بأعيننا فى الحالة الطبيعية .

انظرا يا عزيزىّ .. هأنذا سأضع الشريحة على العدسة ، ثم سأضبط الإضاءة الخاصة بالميكروسكوب .

أحمد : لكن كيف يتم ضبط الإضاءة ؟

المهندس : المقصود بضبط الإضاءة إما زيادتها أو إنقاصها .

شيماء : زيادة أو إنقاص ماذا ؟

المهندس : زيادة أو إنقاص الكثافة الضوئية .

أحمد : وما المقصود بالكثافة الضوئية ؟

المهندس : نقصد يا أحمد بالكثافة الضوئية كمية الأشعة الضوئية الساقطة على وحدة المساحة من الشريحة .

سنحاول الآن يا عزيزىّ أن نقرب العدسات مرة ونبعدها مرة أخرى ، وهكذا حتى تصبح الصورة التى نراها واضحة تمامًا .

ويتابع المهندس حديثه قائلا : لقد أصبحت الصورة واضحة ، ومعالمها ظاهرة، انظرا يا عزيزىّ .

أتريان تلك الأشكال شبه الدائرية ، التى تترابط فيما بينها من خلال ذلك النسيج الضام .. إنها الأنابيب المنوية ، فلنضع سهم التكبير إذن على إحدى الأنابيب المنوية ، والتى نريد أن نفحصها وندرسها :

انظرا مم تتركب ؟

إنها تتركب من غشاء يحيط بما فى داخله من خلايا ، ثم طبقة كبيرة الحجم من الخلايا ، وتعرف هذه الخلايا بالخلايا المنوية الأمية «أى الخلايا التى تعتبر أصل إنتاج الحيوانات المنوية ، ثم الخلايا الأمية الابتدائية .

تتواجد بين طبقات الخلايا المنوية الأمية خلايا وظيفتها تغذية الحيوانات المنوية ، وتعرف هذه الخلايا بالخلايا المغذية أو خلايا «سرتولى» .

أحمد : لكن كيف يتم تكوين الحيوانات المنوية ؟

المهندس : تتكون الحيوانات المنوية بانقسام الخلايا الأمية المنوية لتعطى خلايا منوية ابتدائية ، والتى تنقسم متحولة إلى خلايا منوية ثانوية ، يعتريها تغيرات عديدة لتتحول فى النهاية إلى حيوان منوى.

وتسأل شيماء مباشرة .. : لكن مم يتركب الحيوان المنوى ؟

المهندس : يتركب الحيوان المنوى يا شيماء من ثلاثة أجزاء هى الرأس والقطعة الوسطى والذيل .

تحتوى الرأس على جسم قمى فى مقدمة الرأس ، ويعرف هذا الجسم بالأكروسوم ، وتكمن أهمية ذلك الجسم فى إفراز الإنزيمات اللازمة لإذابة الغلاف الذى يحيط بالبويضة ، وهو غلاف يحمى البويضة ، ولا يمكن إذابته إلا من إنزيمات الجسم القمى .

ثم العنق «عنق الحيوان المنوى» الذى يليه القطعة الوسطى ، والتى تحتوى على العُضىّ الخاص بالطاقة والمعروف بالميتوكوندريا ، ومن ثم فالقطعة الوسطى ضرورية لمد الحيوان المنوى بالطاقة اللازمة لحركته ، ثم الذيل والذى يقوم بدور العامل المساعد فى عملية الحركة .

أحمد : إذن يمكننا القول أن : الرأس ضرورية لتوفير الإنزيمات اللازمة لإذابة غشاء البويضة .

والقطعة الوسطى ضرورية لتوفير الطاقة والذيل ضرورى للمساعدة فى عملية الحركة.

عندما تتكون الحيوانات المنوية ، وعند الرغبة فى إخراج هذه الحيوانات فإنها تمر

فى قناة ملتفة كثيراً بعضها حول بعض ، وتعرف هذه القناة الملتفة بالبربخ ، ثم تسلك الحيوانات المنوية قناة أخرى تعمل كوسيلة لنقل الحيوانات المنوية ، وتعرف هذه القناة بالوعاء الناقل ، وقد سمى بذلك لكونه يحتوى على الحيوانات المنوية لحين إخراجها منه «وِعاء» وعمله على نقل الحيوانات المنوية لقناة أخرى لكى يتم قذفها «ناقل» ، ولذا سُمّى بالوعاء الناقل .

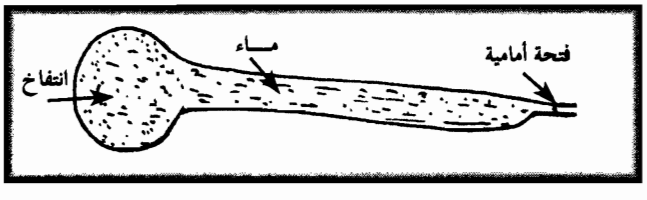
أحمد : لقد قرأت يا سيدىّ أن المسلك التناسلى فى الإنسان مشترك مع المسلك البولى ، ولذلك يعرف بالممر التناسلى البولى .

المهندس : ما تقوله صحيح يا أحمد ، لكن فى الجزء الأخير من الممر التناسلى ، حيث تصب الحيوانات المنوية والبول فى قناة واحدة تعرف بالقناة البولية التناسلية ، وتكون هذه القناة داخل عضو عضلى يسمى بالقضيب ، والذى ينتهى بالرأس .

يمكن للقضيب أن يتمدد وأن ينكمش ، ومن ثم يمكن أن يزداد فى الطول أو أن يقصر ، وذلك لوجود قوة شد عضلية .

شيماء : وماذا تفعل قوة الشد العضلية تلك ؟

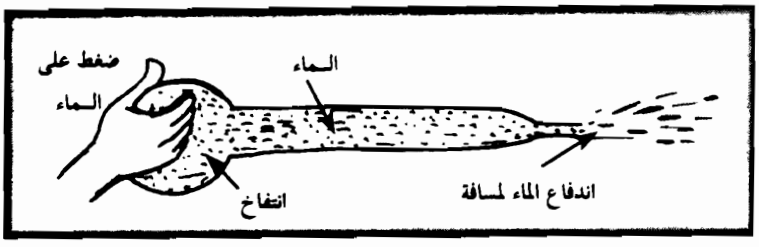
المهندس : تعنى قوة الشد العضلية وجود عضلة قوية يمكنها الانبساط والانقباض ، فانبساط العضلة يؤدى إلى الانكماش ، بينما انقباض العضلة يؤدى إلى التمدد ، ولأبسط لكما وظيفة هذه العضلة ، أتريان هذه الأنبوبة ، ذات الانتفاخ فى نهايتها ، المفتوحة من مقدمتها .



سنضغط على الانتفاخ بقوة ، ولذلك سيندفع الماء من الفتحة الأمامية بقوة ، ويقال فى هذه الحالة : إنّ الماء قد قذف من الأنبوبة .

سبب قذف الماء من الأنبوبة فى هذه الحالة قوة الضغط على الانتفاخ ، وكذلك

بالنسبة للحيوانات المنوية ، فإن تأثير القوة الناتجة من شد العضلات فى هذه الحالة يؤدى إلى عملية قذف للحيوانات المنوية ، مما يساعد على انتقالها إلى مكان أبعد ، وهى تشبه فى ذلك قذف الماء من الأنبوبة عند التأثير عليه بقوة الضغط كما يظهر من الشكل التالى .



توجد بعض الغدد التى تلعب دوراً مهما فى إنتاج وتغذية الحيوانات المنوية ، وتمثل هذه الغدد أنسجة إفرازية تعمل على إفراز مجموعة من الإفرازات.

أحمد : وما وظيفة هذه الإفرازات يا سيدى ؟

المهندس : تعمل هذه الإفرازات إما على تغذية الحيوانات المنوية ، أو تيسير حركتها ، أو منع الخلط بين السائل المنوى والسائل البولى .

شيماء : وكيف تتحدد هذه الوظائف ؟

المهندس : لكل غدة وظيفة يا شيماء ، حيث لا يحدث خلط بين الوظائف؟

أحمد : وما هذه الغدد ؟

المهندس : من تلك الغدد غدتا كوبر ، وهما غدتان تعملان على إفراز سوائل مغذية تعمل على تغذية الحيوانات المنوية ، مما يحافظ على حيويتها ، ومن ثمّ تصبح هذه الحيوانات المنوية خصبة.

شيماء : وقد بدا عليها الاستغراب .. وهى تقول خصبة .. ما معنى كلمة خصبة ؟

المهندس : ينتج من الخصيتين ملايين الحيوانات المنوية ، لكن هذه الحيوانات المنوية جميعها تتمتع بالحيوية ، والقدرة على إخصاب البويضات .

أحمد : إذن العدد ليس هو كلُّ شىء حينئذ !

المهندس : تمامًا كما قلت يا أحمد ، فلابد من أن تكون هذه الحيوانات المنوية متمتعة

بالحيوية ، وتستطيع الحركة ، لكى تتمكن من الوصول للبويضة ، وتعمل على إخصابها .

شيماء : وباقى الغدد ؟

المهندس : من الغدد الأخرى غدة البروستاتا ، والتى تمنع حدوث خلط بين السوائل المنوية والسوائل البولية ، ومن ثم يساعد ذلك على المحافظة على حيوية الحيوانات المنوية ، كما تفرز سوائل مغذية للحيوانات المنوية .

يمكن إيضاح دورة انتقال الحيوانات المنوية حتى يتم قذفها كما يلى :

شيماء : لكن ما الأعضاء الأساسية والأعضاء غير الأساسية فى الجهاز التناسلى الذكرى ؟

المهندس : تعتبر الخصيتان من الأعضاء الأساسية ، ثم يوجه حديثه لأحمد قائلا له .. أتدرى لماذا يا أحمد ؟

أحمد : لأنها تنتج الحيوانات المنوية ؟

ويتابع المهندس كلامه قائلا :كذلك الغدد التناسلية من الأعضاء التناسلية الأساسية .. ويوجه حديثه إلى شيماء قائلا لها : ... أتدرين لماذا يا شيماء ؟

شيماء : لأنها تفرز إفرازات تحافظ على حيوية الحيوانات المنوية .

أحمد : والأعضاء التناسلية غير الأساسية ؟

المهندس : الأعضاء التناسلية غير الأساسية يا أحمد هى الأعضاء التى لا تشترك فى إنتاج الحيوانات المنوية أو المحافظة على حيويتها .

شيماء : إذن ما وظيفتها ؟

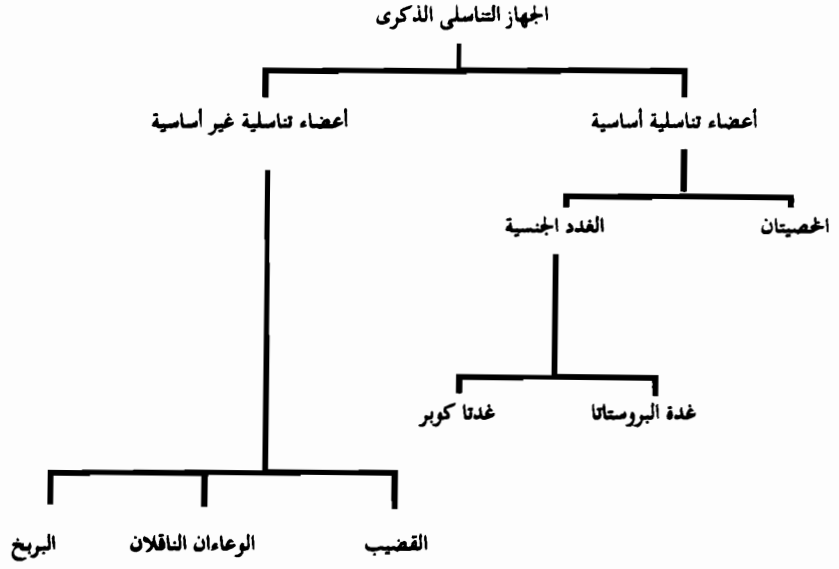
يكمل أحمد الحديث قائلا .. أنسيت يا شيماء الكلام السابق عن وظائف هذه الأعضاء ؟

شيماء : أرجو أن تذكرنى يا أحمد .

أحمد : هذه الأعضاء ـ يا شيماء ـ تعمل على نقل الحيوانات من مكان لآخر، حتى تصل إلى مرحلة الخروج من الجهاز التناسلى الذكرى ، ومن ثمّ فقناة البربخ أو الوعاء الناقل ، أو القضيب أعضاء غير أساسية فى عملية التناسل أو فى تركيب الجهاز التناسلى الذكرى.

شيماء : ولو لخصنا ما سبق فى شكل تخطيطى .. كيف سيكون ؟

المهندس : يكون كالتالى :



أحمد : والجهاز التناسلى الأنثوى ؟

المهندس : وهو ينظر إلى أحمد بابتسامة واضحة ، نعم يا أحمد فقد حان الوقت لنتحدث عنه ، فهو الجهاز المكمل فى وظيفة التكاثر للجهاز التناسلى الذكرى .

وتكمل شيماء الحوار لتقول وهى توجه حديثها إلى أحمد ، تماما فكلاهما يكمل الآخر ، فالجهاز التناسلى الذكرى ينتج حيوانات منوية ، بينما الجهاز التناسلى الأنثوى ينتج البويضات ، وتمثل الحيوانات المنوية ، والبويضات ركنى عملية التكاثر ، حيث إن التقاء الحيوان المنوى ذى الحيوية الجيدة بالبويضة الجاهزة للإخصاب يؤدى إلى حدوث عملية الإخصاب ، وتكوين الخلية الجنينية

الأولى ، والتى يتتابع تكوينها الجنينى ليتكون فى النهاية الجنين الكامل.

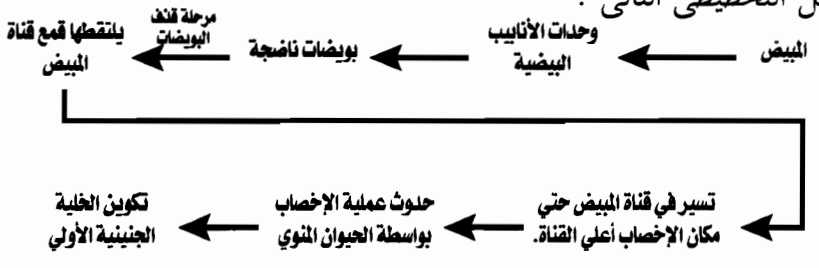
ويتابع المهندس حديثه قائلا : يتكون الجهاز التناسلى الأنثوى كالجهاز التناسلى الذكرى من أعضاء أساسية فى المبيضين ، وأعضاء غير أساسية ، وتتمثل الأعضاء الأساسية فى المبيضين ، وهما اللذان يمثلان مكان إنتاج البويضات فى الجهاز التناسلى الأنثوى . فيما تتمثل الأعضاء التناسلية غير الأساسية فى قناة البيض (قناة المبيض) وتعرف أحيانا بقناة «فالوب» .

شيماء : ولما كل هذه التسميات ؟

المهندس : لكل تسمية سبب ، فقد سميت بقناة المبيض ، لأنها تبدأ من المبيض وتتصل به ، وسميت بقناة البيض ، لأن البويضات عند قذفها من المبيض يلتقطها قمع قناة البيض لتمر فيه ، حتى تصل إلى أعلى مكان فى القناة ، حيث مكان الإخصاب الذى يستطيع أن يصل إليه الحيوان المنوى حيث يحدث الإخصاب عند التقاء الحيوان المنوى بالبويضة .

أحمد : لكن م يتركب المبيض ؟

المهندس : يتركب من وحدات تركيبية يعرف كل منها بالأنبوبة البيضية أو أنبوبة البيض، وهى المسئولة عن تكوين البويضات ، ولأبسط لكما الموضوع أكثر .. انظرا إلى الشكل التخطيطى التالى :



شيماء : وكيف تتكون البويضة ؟

المهندس : تنقسم الخلايا الأمية البيضية المبطنة لجدار المبيض لتعطى خلايا بيضية ثانوية، والتى تتحول من خلال التأثيرات الهرمونية إلى ما يعرف بحويصلة جراف ، وهى عبارة عن جسم حوصلى يحيط بالبويضة .

إما أن يحدث انهيار لحويصلة جراف والبويضة داخلها ، ومن ثم تنزل البويضة مع الدم المعروف بدم الطمث أو الحيض ، أو تنضج البويضة ، ويتم قذفها من حويصلة جراف ، والتى تتحول إلى ما يعرف بالجسم الأصفر . يلتقط المبيض البويضة المقذوفة لكى تصل إلى مكان الإخصاب بقناة المبيض حيث يلتقى بها الحيوان المنوى ، ويحدث الإخصاب .

أحمد : والأعضاء التناسلية الأنثوية غير الأساسية ؟

المهندس : تتمثل هذه الأعضاء فى :

الرحم : وهو عضو عضلى قوى ، له انقباضاته الشديدة عند الولادة ، وتبطنه طبقة من الأوعية الدموية الكثيفة ، والتى تمده بما يحتاج إليه من مواد غذائية وأكسجين ، ومن ثم يعمل الرحم كوسادة يرتكز عليها الجنين ، وفى الوقت نفسه توفر له الحماية من الصدمات .

المهبل : وهو عضو عضلى أيضا ، ويمتد من نهاية الرحم وحتى فتحة الفرج «الفتحة التناسلية» .

أحمد : وماذا يحدث عند عملية التكاثر ؟

المهندس : أترى تلك الدواة التى تمتلئ بالحبر يا أحمد ، وذلك القلم الذى أمسك به فى يدى ؟

أحمد : نعم .

المهندس : أترى كيف أدخلت القلم داخل الدواة ، حيث حدث الاندماج بينهما ؟

أحمد : نعم .

ويتابع **المهندس** حديثه قائلا :

هكذا يحدث الاندماج بين العضو التناسلى الأنثوى والعضو التناسلى الذكرى ، حيث يتم قذف الحيوانات المنوية داخل الجهاز التناسلى الأنثوى ، حيث تسير الحيوانات المنوية حتى تصل إلى أعلى أنبوبة «فالوب» حيث تستقر البويضة ، ليحدث الإخصاب .

شيماء : وكيف يتم الإخصاب ؟

المهندس : يتم الإخصاب باتحاد المادة النووية (أى مادة النواة) للحيوان المنوى والتى تحتوى على المادة الوراثية المذكرة الممثلة لنصف المعلومات الوراثية الكافية لإتمام عمليات النمو والتكوين الجنينى مع المادة النووية للبويضة ، والتى تحتوى على المادة الوراثية الأنثوية الممثلة لنصف المعلومات الوراثية الآخر الضرورى لإتمام عملية النمو والتكوين الجنينى .

أحمد : لكن لا شك أن هذه العملية تتم على مراحل .

المهندس : أصبت يا أحمد ، فعملية الإخصاب تتم فى مراحل ، حتى يحدث الاندماج بين المادة الوراثية التى يحملها الحيوان المنوى ، والمادة الوراثية التى تحملها البويضة .

تبدأ هذه المراحل بوصول البويضة لمكان الإخصاب ، حيث تستقر فى مكان الإخصاب ، ثمّ يصل الحيوان المنوى إلى مكان الإخصاب .

أحمد : وهل كل الحيوانات المنوية تستطيع أن تصل لمكان الإخصاب .

المهندس : لا يا أحمد ، فالذكر يقذف فى الجهاز التناسلى الأنثوى ما يقرب من (٢٠٠-٣٠٠) مليون حيوان منوى ، لكن هذه الحيوانات المنوية تختلف فيما بينها فى أشياء عديدة .

شيماء : وما هذه الأشياء ؟

المهندس : من الأشياء التى تختلف فيها الحيوانات المنوية مايلى :

١- الحيوية : فمن المنطقى ألا تتساوى الحيوانات المنوية فى حيويتها ، والمقصود بحيوية الحيوانات المنوية مدى قدرة الحيوانات المنوية على أداء العمليات الحيوية الخاصة بها .

٢- الخصوبة : ونعنى بالخصوبة مدى قدرة الحيوان المنوى على أن يخصب البويضة ، وتختلف الحيوانات المنوية فى درجة خصوبتها ، فبعضها ذو خصوبة قوية ، والبعض الآخر ذو خصوبة متوسطة .

٣- حركية الحيوانات المنوية : المقصود بحركية الحيوان المنوى مدى قدرته على الحركة داخل الجهاز التناسلى الأنثوى ليصل إلى مكان الإخصاب فبعض الحيوانات المنوية سريعة الحركة ، وبعضها متوسطة الحركة ، وبعضها بطىء الحركة .

٤- مدى مقاومتها للعوامل السيئة .

ويتوقف المهندس عن الكلام ، ثم يكمل حديثه قائلا :

لا تعتقد أن الطريق الذى تسلكه الحيوانات المنوية قصير ، فهو قصير بالنسبة لنا ، لكنَّه طويل بالنسبة للحيوان المنوى .

ومن ثم فالحيوان المنوى يقطع رحلة طويلة حتى يصل إلى مكان الإخصاب ، حيث البويضة ليحدث الإخصاب .

يعانى الحيوان المنوى كثيرا من الظروف المعاكسة له أثناء هذه الرحلة .

أحمد وهو ينظر بعجب إلى المهندس : ظروف معاكسة ؟!

المهندس : نعم يا أحمد ، ولكى أبسط لك الموضوع سأسوق لك هذا المثال:

لو افترضنا أن سائقا لسيارة يسير على طريق والطريق به ازدحام، وبه التواءات وتعرجات وغير مرصوف هل سيستطيع أن يسير كما يريد ؟ .. بالطبع لا ، لأن الظروف غير مناسبة ، وهكذا الحيوان المنوى ، حيث إن الحيوان المنوى قد يعانى من ظروف غير مناسبة عديدة تعوق حركته ، ولا تجعله يصل إلى مكان الإخصاب.

شيماء : وما هذه الظروف ؟

المهندس : تتمثل تلك الظروف فى عدم ملاءمة درجة الحموضة والقلوية داخل الجهاز التناسلى الأنثوى ، فقد تكون درجة الحموضة زائدة، ومن ثم تؤثر على حيوية الحيوانات المنوية ، وقد تكون درجة القلوية مرتفعة ، ومن ثم تؤثر على حيوية الحيوانات المنوية ، ومن الظروف غير الملاءمة الأخرى وجود ثنيات لحمية زائدة داخل الجهاز التناسلى الأنثوى ، حيث تعمل هذه الثنيات على إعاقة حركة الحيوانات المنوية .

شيماء : ما علاقة كل ما ذكرته يا سيدى بتكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم ؟

المهندس : تستخدم تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم فى حالة وجود عوائق داخل الجهاز التناسلى الذكرى أو وجود عوائق داخل الجهاز التناسلى الأنثوى .

أحمد : نرجو إيضاحًا أكثر .

المهندس : قد تتواجد يا أحمد انسدادات داخل الوعاء الناقل ، أو البربخ تعمل على إعاقة انتقال الحيوانات المنوية داخل الجهاز التناسلى الذكرى ، مما يؤدى إلى عدم قذف الحيوانات المنوية.

شيماء : وكذلك توجد عوائق داخل الجهاز التناسلى الأنثوى ؟

المهندس : نعم يا شيماء ، فقد تكون درجة الحموضة والقلوية غير مناسبة لانتقال الحيوانات المنوية داخل الجهاز التناسلى الأنثوى ، وقد توجد انسدادات داخل الجهاز التناسلى الأنثوى تؤدى إلى عدم وصول الحيوان المنوى لمكان الإخصاب .

شيماء: وكيف نتغلب على هذه الصعوبات ؟

المهندس : من خلال تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم .

أحمد : وكيف يتم ذلك ؟

المهندس : يتم أخذ سحبة «كمية» من الحيوانات المنوية المنتجة من الخصية، ثم يتم اختيار أحد الحيوانات المنوية ، والذى يراعى فى اختياره ما يلى :

- أن يكون أكثر الحيوانات المنوية خصوبة .
- أن يكون أكثر الحيوانات المنوية حيوية.
- أن يكون ذا درجة نشاط عالية .

شيماء : وكيف يتم اختياره ؟

المهندس : توجد طرق عديدة يمكن من خلالها انتقاء الحيوان المنوى ذى المواصفات الخاصة .

أحمد : والبويضة ؟

المهندس : يتم أخذ البويضة عند نضجها من المبيض بنفس الطريقة ، حيث نعد بيئة مشابهة لبيئة الرحم داخل أنبوبة اختبار ، حيث نضع فيها البويضة المأخوذة من المبيض .

أحمد : بيئة تشبه بيئة الرحم !!

المهندس : لا تتعجب يا أحمد ، فقد قلت لك سابقا : إن الرحم يمثل مكان الاستقرار

للبويضة المخصبة ، أى التى تمَّ إخصابها بواسطة الحيوان المنوى ، حيث تتكون الخلية الجنينية الأولى ، والتى يتتابع نموها ليتكون الجنين بعد ذلك .

شيماء : ثم ماذا يحدث بعد ذلك ؟

المهندس : نأخذ الحيوان المنوى المختار والمنتقى ، ثم نضيفه إلى البويضة داخل أنبوبة الاختبار ، حيث يتحد الحيوان المنوى بالبويضة فى بيئة شبيهة تماما ببيئة الإخصاب الطبيعية فى مكان الإخصاب أعلى قناة فالوب «قناة البيض» .

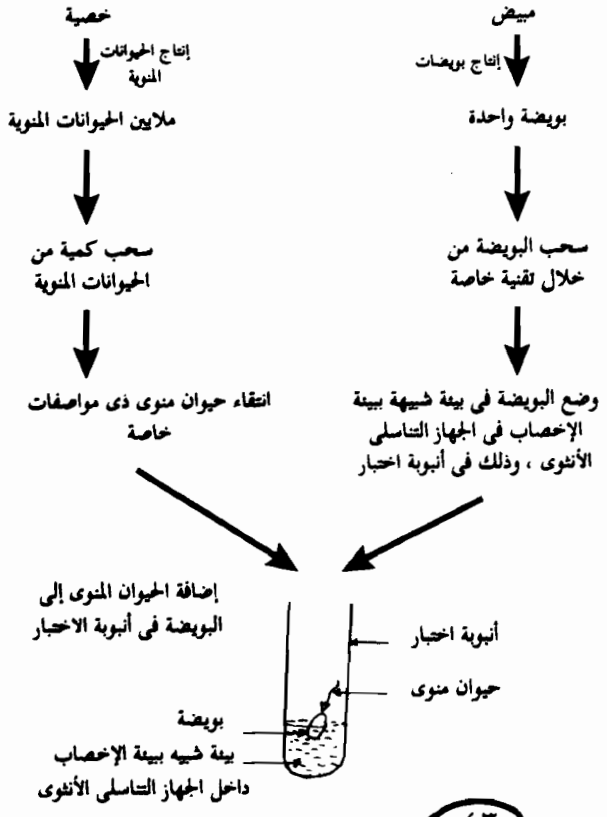
أحمد : إنَّه لقاء غريب ، لقاء نصف المعلومات الوراثية المحمولة فى المادة النووية المذكرة ، مع نصف المعلومات الوراثية المحمولة فى المادة النووية المؤنثة .. لكن ..

ويكمل **المهندس** الحديث ليقول لأحمد :

لكن ماذا يا أحمد ؟

أحمد : لكن وجه الغرابة أنَّه لقاءٌ داخل أنبوبة اختبار !!

المهندس : فى هذه الأنبوبة يا أحمد يتم اللقاء ، والذى يؤدى إلى تكوين الخلية الجنينية الأولى ، والتى تنقسم لتعطى خليتين ، ثم أربعا ، ثم ثمانية ، فست عشرة ، ثم يعاد زرعها فى الرحم مرة أخرى لتواصل نموها الجنينى ، حتى يتكون الجنين ، ولنوضح ذلك فى الشكل التخطيطى المقابل :



أحمد": لكن يمكننا القول : إن تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم مضمون نجاحها بنسبة ١٠٠ ٪ .

المهندس : لا يا أحمد ، فمن الممكن أن تجرى تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم ، لكن يفشل الجنين فى الوصول إلى التكوين الجنينى الكامل .

شيماء : وما أسباب ذلك ؟

المهندس : من أهم هذه الأسباب يا شيماء ضعف بطانة الرحم ، فكما ذكرت لكما من قبل أنّ البطانة العضلية للرحم ذات الأوعية الدموية الكثيفة تعمل على حمل الجنين، وتوفير الراحة الكافية له، حتى يكتمل نموه ، ويبدأ الرحم فى الانقباض طارداً الجنين للخارج ، وهو ما يعرف بالولادة .

ويكمل المهندس حديثه قائلا :

يؤدى ضعف بطانة الرحم إلى سقوط الكتلة الجنينية من الرحم مع حدوث نزيف نتيجة لانهيار بطانة الرحم مما يؤدى إلى فشل العملية تماما .

أحمد : وهل توجد حلول لذلك ؟

المهندس : يدرس العلماء حاليا إمكانية تقوية بطانة الرحم للدرجة التى يمكن معها احتمال الكتلة الجنينية التى توضع عليها ، بما لا يسمح بانهيار بطانة الرحم ، لكن ذلك يحتاج إلى تقنيات دقيقة جدا ، وتحتاج فى تنفيذها إلى مهارة عالية جداً ، وخبرة فائقة فى التعامل معها ، حتى لا يحدث ضرر بالبطانة .

شيماء : لابد إذن من حلول أخرى .

المهندس": تماما كما قلت يا شيماء ، فالعلماء يفكرون حاليا فى إنتاج أرحام صناعية

يمكن استخدامها كبدائل للأرحام الطبيعية .

أحمد : أرحام صناعية ؟

المهندس : لاتتعجب يا أحمد ، فالعلم يمكن أن يحقق أى شىء فى حياتنا، بشرط أن يكون هذا الشىء فى دائرة الممكن للمخلوق.

وينظر **المهندس** إلى أحمد وهو يراه يفكر بعمق ، فيسأله : فيم تفكر بعمق يا أحمد؟

أحمد : فيما قلت يا سيدى ، فى دائرة الممكن للمخلوق.

ويبتسم **المهندس** ، ثم يقف ، ويقف معه أحمد وشيماء ، ويسير المهندس معهما ، وهو يضع يده على كتف أحمد ، وهو يقول لهما :

أتريان هذه الأرض وتلك السموات ، النباتات ، الطيور ، الجوامد .. إلخ ، تلك يا عزيزىّ هى الدنيا ، وتلك كائناتها الموجودة بها ، ونحن منها ، وهذه الكائنات تتفاعل بعضها مع بعض وتتداخل فى علاقات شديدة فيما بينها ، فبعضها يفيد البعض الآخر، وبعضها يضر البعض الآخر ، وبعضها لايفيد ولا يضر ، علاقات عديدة تحتوى على أحداث كثيرة ، وهذه الأحداث تتم من خلال القوانين والعلاقات التى أوجدها الله لتسيير نظام الكون ، والإنسان هو الكائن الحى العاقل الوحيد فى الأرض ـ إن لم نقل فى الكون ـ لذلك فهو يحاول دومًا أن يدرس ما حوله ، أن يتأمله ، ينظر إليه نظرة عميقة ، عانى كثيرًا منذ أن نزل من الجنة حيث رغد العيش فلا كبد ولا معاناة ، لكنه القدر الذى شاء له أن ينزل إلى الأرض ، حيث الأسباب والأحداث ، فوجد معاناة كبيرة ، لذا بدأ يفكر فى قوته العضلية والجسمانية الضئيلة ، التى ستعجز أن توفر له الأمان إن اعتمد عليها ، لذلك اعتمد على عقله ، وبدأ يُعْمِل فكره ليتغلب على ما يواجهه من مشكلات ، فقد صنع المركبة التى تجرها الخيول ، ثم الدراجة ، ثم السيارة ، ثم الطائرة ، ثم مكوك الفضاء والقمر الصناعى ، كما استطاع أن يسيطر على الأمراض ويقاومها ويقضى عليها ، صنع الميكروسكوب ليرى به ما لم يستطع أن يراه بعينيه المجردتين للصغر الشديد لهذه الأشياء ، فبعضها يقاس قطره بواحد من مليون من المتر ، وهو ما يعرف بالميكروميتر أى ١/١٠٠٠٠٠٠ من المتر ، ومن ثم استطاع أن يرى الكائنات الحية الدقيقة كالبكتريا والفيروسات وغيرها من الكائنات الحية الدقيقة ، كما صنع التلسكوبات ليرى ما هو بعيد كالنجوم ، والتى لا يستطيع أن يراها لبعدها

الشديد عنه .

يستطيع الإنسان أن يفعل يا عزيزىّ أى شىء فى نطاق قدراته العقلية التى منحها له الله سبحانه وتعالى ، وهو ما يمكن أن نسميه بدائرة الممكن ، أى ما يمكن أن يقع من أحداث ، لكن ما هو خارج دائرة قدرة الإنسان ، لايمكن للإنسان أن يفعله ، ومن أمثلة ذلك الروح ، فمهما فعل الإنسان ومهما حاول فلن يستطيع أن يصل إلى سر الروح ، لأن ذلك يتعلق بالله سبحانه وتعالى .

أحمد : لقد فهمنا الآن قولك «دائرة الممكن» فلنعد إذن إلى تكنولوجيا الأرحام الصناعية .

المهندس : الأرحام الصناعية هى عبارة عن محضنات صناعية ، تمثل بيئة شبيهة بالبيئة الطبيعية للرحم ، حيث توجد ظروف مماثلة تمامًا لظروف الرحم ، بما يفيد فى نمو الخلية الجنينية الناتجة من الإخصاب خارج الرحم ، داخل المحضن الصناعى حيث اكتمال فترة التكوين الجنينى ، وخروج الجنين من المحضن.

شيماء : إنها تقنيات لو سمع بها أجدادنا لظنوها ضربًا من الخيال .

المهندس : لكنها أصبحت واقعًا يا شيماء ، وتلك هى وظيفة العلم والتكنولوجيا ، تحويل ما فى عقول العلماء من فكر وطموح إلى واقع.

وتتابع شيماء الحديث قائلة : لكن أليس من الممكن تعجيل عمليات التكوين الجنينى داخل المحضنات الصناعية ، ليكمل نمو الجنين فى فترة أقل من تسعة أشهر ؟

المهندس : يأمل العلماء فى تحقيق ذلك يا شيماء ، فقد درسوا عملية التكوين الجنينى ، وتوصلوا إلى وجود مجموعة من الجينات توجه عمليات النمو تلك ، فكل مرحلة تبدأ وتنتهى تحت تحكم جينى كامل ، فعمليات انقسام الخلايا الجنينية حتى تتكون الكتلة الجنينية ، وعمليات التَّعَضْون ، أى تكوين الأعضاء من قلب ومخ وأطراف ورئتين ، وكليتين ، وأجهزة تناسلية وبولية وجهاز دورى .. إلخ ، تتم تحت تحكم التعبير الجينى .

أحمد : إذن كل صغيرة وكبيرة فى مراحل التكوين الجنينى لابد وأن تتم تحت تحكم الجينات .

المهندس : تمامًا يا أحمد ، والجين كما عرفت يظهر خصائصه من خلال ما يُسمَّى بالتعبير الجينى ، فكلما ازداد التعبير الجينى للجين استطاع أن يظهر خصائصه بسهولة وبسرعة ، وكلما حدث بطء فى التعبير الجينى تأخر حدوث العمليات البيولوجية التى يتحكم فيها الجين.

شيماء : نود أن تبسط لنا ذلك يا سيدى .

المهندس : لأبسط لكما ذلك سأضرب لكما ذلك المثال ، فلنفرض أننا جئنا بتلميذ فى بداية التحاقه بالمرحلة الثانوية ، وقلنا له : لديك عشرون مادة ، وسوف يقوم عدد من المدرسين بشرحها لك ، وسوف تذاكر أنت هذه المواد ، ولك حرية تحديد الامتحان عندما ترغب فى أى مادة ، بشرط ألا تزيد الفترة الكلية لامتحان جميع المواد على ثلاث سنوات ، إذا أراد هذا التلميذ أن يعبر عن نفسه من خلال مذاكرته لدروسه ، وإتقانه لها فسيستطيع أن يتجاوز هذه المرحلة ربما فى سنة أو أقل أو أكثر قليلا ، لكنه إذا عجز أن يذاكر دروسه ، ويستوعبها ، ويفهم ما فيها من صعاب ، فإنَّه سيتأخر فى تجاوز هذه المرحلة ، إذن ففى النهاية الموضوع متعلق بمدى تعبيره هو عن نفسه ، ونجاحه فى إظهار قدراته على التحصيل.

وهكذا الجين ،فكلما استطاع الجين أن يعبر عن نفسه ، حدث التعجيل فى حدوث العمليات الحيوية المسئول عنها ، ومن هذه العمليات الحيوية المهمة التى يتحكم فيها التعبير الجينى عمليات النمو والتكوين الجنينى ، فكلما كان التعبير الجينى للجينات المتحكمة فى عمليات النمو والتكوين الجنينى سريعًا حدث تسارع أو تعجيل فى عمليات التكوين الجنينى .

شيماء : وكيف يتم ذلك ؟

المهندس : يتم من خلال تقنيات عالية ، لكن ذلك ما زال تحت الدراسة والبحث ، ويأمل العلماء فى تحقيق ذلك مستقبلا .

شيماء : لكن هل وجد شروط لنجاح تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم؟

المهندس : لكى تنجح تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم يا شيماء لابد أن يكون الحيوان المنوى المأخوذ من الخصية يتميز بالحيوية الكبيرة ، والخصوبة الكبيرة ، كما يجب

أن تكون البويضة المأخوذة من المبيض خصبة ، أما فى حالة كون الحيوان المنوى الناتج من الخصية قليل الحيوية أو قليل الخصوبة ، أو أن البويضة المأخوذة من المبيض غير سليمة ، فإنّ ذلك يعرض تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم للفشل .

أحمد : لكن البعض يقول : إن تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم حرام.

المهندس : أولئك يا أحمد حكموا بتحريم تقنية الإخصاب خارج الرحم دون بحث ودراسة وتأمل لهذه التقنية .

فهذه التقنية توفر للزوجين اللذين يعيشان متحابين وسعيدين معاً لكن هذه السعادة يقلل من تأثيرها عدم قدرة أحد الزوجين على الإنجاب ، أو كليهما ،وذلك لوجود مشكلات فى جهازهما التناسلى سواءً كان ذلك عبارة عن انسدادات داخل الجهاز التناسلى أو وجود ظروف غير مناسبة لحدوث عملية الإخصاب – إن ينجبا من خلال تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم... أين وجه التحريم حينئذ ؟! .. لكن إذا تجاوز ذلك الزوجان ، فهنا يكون وجه التحريم ، ومن أمثلة ذلك :

أخذ الحيوان المنوى من رجل لكى يتم استخدامه فى عملية إخصاب لبويضة امرأة أخرى غير زوجته ، سواء كان ذلك نظير مقابل مادى أو تبرعا ، ونفس الوضع بالنسبة لأخذ بويضة من امرأة ليتم إخصابها بواسطة حيوان منوى من رجل غير زوجها .

شيماء : وما وجه التحريم هنا ؟

المهندس : علة أى سبب التحريم هنا هو الحفاظ على الأنساب ، أى معرفة أن فلان بن فلان بن فلان بن فلان بن فلان ... إلخ ، وهكذا ، والذى يحكم ذلك أن يكون الجنين الناتج من خلال إخصاب الحيوان المنوى للزوج لبويضة الزوجة ، أما خلاف ذلك فيحدث فوضى فى الأنساب ، فلا نعرف ابن من هذا ؟

أحمد : نود توضيحا أكثر .

المهندس : فلنفرض يا أحمد أنّ (س) من الرجال ، ونعنى ذلك أى رجل أخذ الحيوان المنوى منه ، ثم أخصبت به بويضة امرأة أخرى غير زوجته ، ثم وضعت هذه المرأة طفلها ، حيث يعرف الناس جميعهم الذين يعيشون فى هذا المجتمع أن هذا الطفل

هو ابن الرجل زوج المرأة الحقيقى ، لكن الحقيقة خلاف هذا ، حيث إنّ هذا الطفل هو ابن الرجل المعطى للحيوان المنوى ، ألا يعنى ذلك حدوث اختلاط فى الأنساب كما أنّ ذلك يحدث عَبَثًا فى زواج المحرمات ، لكى أوضح لك ذلك ، من خلال نفس المثال ، فالابن الناتج من إخصاب حيوان منوى لرجل مع بويضة لأمرأة غير زوجته يكون أخًا فى الحقيقة «من الناحية الوراثية» لأبناء الرجل المأخوذ منه الحيوان المنوى ، ومن تمّ فهو لا يحق له أن يتزوج أيًا من إناث ذلك الرجل ، لأنهن فى الأصل أخواته ، وهكذا .

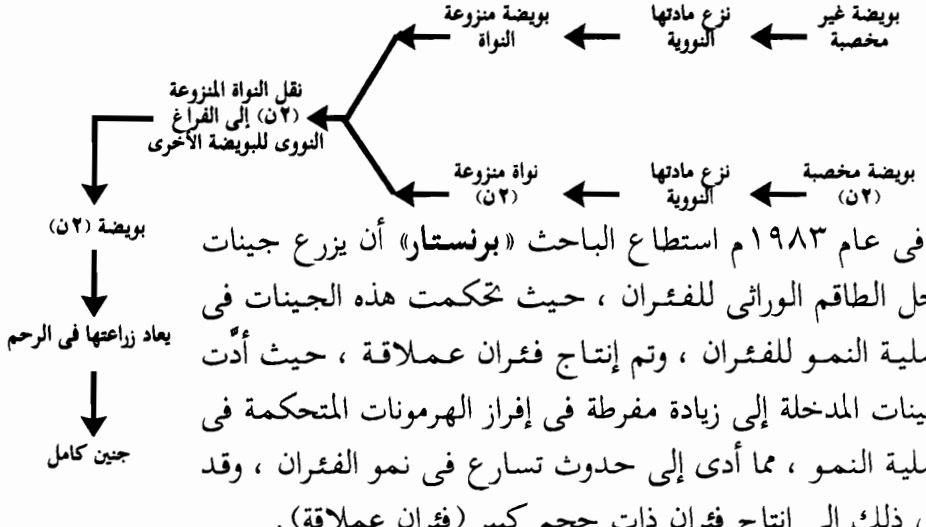
لذلك يتضح لنا وجه التحريم فى شيوع تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم غير المقنن ، وهكذا فأى شىء يسبب فوضى فى الأنساب يكون حرامًا .

تلك هى تكنولوجيا الإخصاب خارج الرحم ، والتى كانت تمثل البداية لثورة كبيرة فى علم التكاثر والهندسة الإنجابية ، ونعنى بهما قدرة الإنسان على التناسل بإعطاء نسل جديد ، يحافظ به الإنسان من خلاله على بنى جنسه ، وعلى نوعه .

أحمد : لنعد مرة أخرى إلى رحلة تطور تقنية الاستنساخ ... كيف تطورت بعد ذلك ؟

المهندس : فى عام ١٩٧٩م استطاع عالم الأجنة **«كارل المنسى»** أن يجرى عملية نقل نووى من بويضة إلى بويضة أخرى ، وذلك من خلال نزع نواة بويضة ، ونقل هذه النواة إلى بويضة أخرى بعد تفريغها من نواتها ، وإدخال النواة المنزوعة داخل الفراغ النووى للبويضة الثانية ، ومن المنطقى أن كارل المنسى قام بنزع بويضة مخصبة أى تمّ إخصابها ، بينما البويضة الأخرى لم يتم إخصابها، ثم زرع البويضة المنقول لها نواة بويضة مخصبة للرحم لتنمو إلى جنين كامل ، وهو ما حققه طاقم بحثى بجامعة جنيف عام ١٩٨١م.

ويكمل **المهندس** حديثه قائلا : يمكننى تبسيط ما فعله كارل المنسى فى الشكل التخطيطى التالى :



فى عام ١٩٨٣م استطاع الباحث «**برنستار**» أن يزرع جينات داخل الطاقم الوراثى للفئران ، حيث تحكمت هذه الجينات فى عملية النمو للفئران ، وتم إنتاج فئران عملاقة ، حيث أدّت الجينات المدخلة إلى زيادة مفرطة فى إفراز الهرمونات المتحكمة فى عملية النمو ، مما أدى إلى حدوث تسارع فى نمو الفئران ، وقد أدى ذلك إلى إنتاج فئران ذات حجم كبير (فئران عملاقة).

أحمد : لكن عمليات العملقة فى النمو بتأثير الهرمونات ، ثم يسكت هنيهة، وهو يقول من الممكن ، ربما ، قد ..

المهندس: وهو يوجه حديثة إلى أحمد : من الممكن ، ربما ، قد ...فيم تفكر يا أحمد؟!

أحمد : فى عمليات العملقة للفئران .

المهندس : ما لها ؟

أحمد : أليس من الممكن أن تؤدى العملقة تلك إلى أضرار صحية وخيمة على الفئران؟

المهندس : وهو يبتسم ، ويقول : أصبحت تتكلم وتفكر كالباحثين تماما يا أحمد.

ويكمل أحمد الحديث ليقول : أرجو ذلك يا سيدى ، فإن للعلم رونقه وجلاله .

المهندس : ما قلته قد يكون صحيحًا يا أحمد ، لكنّه لم يثبت من الناحية العلمية ، ومازالت تجرى العديد من الدراسات والأبحاث لتقييم هذا الوضع ، مما سيقودنا فى النهاية إما إلى إثبات الضرر القاطع لعمليات الإيلاج أى الإدخال الجينى لجينات النمو ، أو إثبات عكس ذلك .

شيماء : وفيم سيفيدنا ذلك ؟

المهندس : سيفيدنا كثيرا يا شيماء ، فمعرفتنا بمدى إمكانية ضرر الجينات المدخلة

لتسريع عملية النمو ، سيجعلنا نتخذ موقفًا حاسمًا تجاه استخدام هذه الجينات مع أنسجة وكائنات حية أخرى كالنباتات والحيوانات وبخاصة الماشية ، ومن أمثلة ذلك: إنتاج نباتات عملاقة ، مما يمكنها من أن تأخذ احتياجاتها من الضوء اللازم لعملية التمثيل الضوئى ، وذلك لحاجة هذه النباتات الشديدة للضوء ، حيث يعرضها قلة الضوء الممتص من خلال الأوراق إلى تقليل المخزون الغذائى بها ، مما يؤثر على جودة ثمارها.

من الأمثلة الأخرى إنتاج ثمار كبيرة الحجم ، من خلال التطعيم بجينات محفزة للأداء الوظيفى لهرمونات النمو ، حيث تؤدى هذه الهرمونات إلى حدوث زيادة مفرطة فى كمية الهرمونات ، بما يؤدى لزيادة حجم الثمرة .

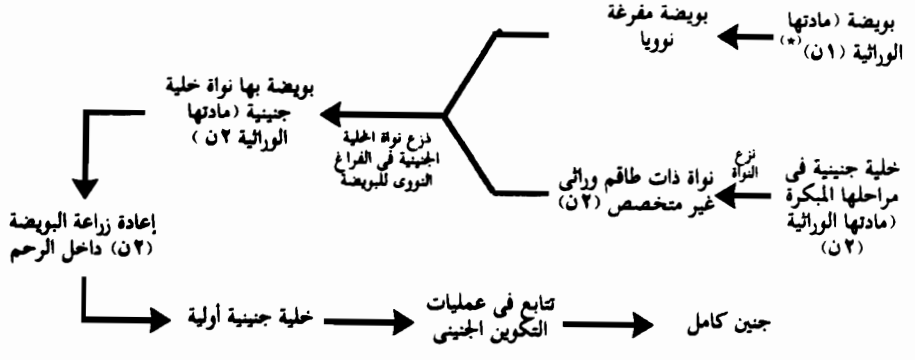
أحمد : لكن أليس من الممكن إنتاج حيوانات عملاقة من خلال تنشيط جهازها الهرمونى ، وذلك بتطعيم طاقمها الوراثى بمجموعة من الجينات المنشطة للأداء الهرمونى المتحكم فى عملية النمو ؟

المهندس : يمكن ذلك ، وهو من الأهداف التى يطمح العلماء إلى تحقيقها.

شيماء : وماذا كانت المرحلة التالية فى مرحلة تطور الاستنساخ الحيوى ؟

المهندس : فى عام ١٩٩٣م استطاع عالم الوراثة الأمريكى **«جيرى هول»** وزميله «استيلمان» أن يجريا استنساخًا للأجنة البشرية ، وذلك من خلال نزع نواة الخلية الجنينية فى المراحل الجنينية المبكرة ، ثم زرع هذه النواة فى خلية بويضة ثم تفريغها من نواتها ، ثم أعيد زرعها فى الرحم ، حيث نمت نموًا طبيعيًا إلى جنين كامل.

يمكننا تبسيط ما فعله جيرى هول واستيلمان فى الشكل التوضيحى التالى :



(*) ن يمثل العدد الكروموسومى داخل الخلية .

إن ما فعله الباحثان : جيرى هول واستيلمان هو تحميل للأطقم الوراثية الجنينية بدلا من الأطقم الوراثية المشيجية ، وبمعنى آخر ، فإنَّ ما فعله جيرى هول واستيلمان هو استبدال الطاقم الوراثى الفردى فى العدد الصبغى بطاقم وراثى ثنائى العدد الصبغى غير متخصص ، وقد أتاح ذلك للطاقم الوراثى غير المتخصص أن يعبر عن نفسه بالتوجيه العام لعمليات النمو والتكوين الجنينى المختلفة ، حيث تتكون الخلية الجنينية الأولية ، والتى تنقسم ، وتنقسم لتعطى فى النهاية الكتلة الجنينية .

إذن يمكننا القول أنَّ عملية استنساخ الأجنة البشرية على مستوى المادة الوراثية تعنى التحميل غير المتخصص بأطقم وراثية تتيح برمجة البويضة للدخول فى عمليات تكوين جنينى ، كما يتضح من الشكل التالى :