الخريطة الجينية- حلم يتحقق والاستنساخ- حلم يتبدد

د.حسن خطيب
محاضر في كلية دافيد يلين للتربية

في السنوات الأخيرة أصبح علم الجينات يحتل مركزا مهما بين علوم الأحياء الأخرى , فقد تحول من علم تتناوله فقط المجلات والندوات العلمية والمحاضرات الجامعية إلى موضوع حديث الجرائد اليومية والتلفزيون والإنترنت والمحاضرات الشعبية والجماهيرية . هذا التحول نابع من التقدم العلمي المتسارع في علم الجينات مما أدى إلى تشعب المواضيع التي يدخل فيها هذا العلم .

فاليوم نتحدث عن علم الجينات ، الاستنساخ ، هندسة النباتات، علم الجريمة، تحسين صفات ذات أهمية اقتصادية في الحيوانات، تشخيص الأمراض الوراثية علاج الأمراض الوراثية والأخلاقيات .

سنتطرق في هذا المقال إلى موضوعين أثارا الكثير من الجدال على المستويين العلمي والجماهيري وهما الخريطة الجينية والإستنساخ .

الخريطة الجينية - حلم يتحقق

ما هي الجينات ؟

تتكون المادة الوراثية (DNA) من أربعة مركبات كيماوية تسمى الحوامض النووية بسبب تواجدها في نواة الخلية , يرمز لها بالأحرف A,C,G,T وتكون شريطين طويلين يلتفان حول بعضهما البعض في شكل حلزوني مزدوج .

الجينات هي أجزاء من هذين الشريطين تحمل أوامر لإنتاج صفات معينة . فهناك الجينات التي تحمل الأوامر لتطور المخ وجينات أخرى تقرر لون العينين وأخرى تقرر أمراضا وراثية .

كيف تقرأ وتترجم هذه الأوامر الجينية إلى صفات؟

يحتوي المخزون الوراثي الإنساني على ما يقارب الثلاثة مليار حامض نووي (A,C,G,T) متعاقبة بترتيب دقيق مميز لكل إنسان وإنسان وتحمل كل خلية في جسم الإنسان نسخة منها (عدا خلايا الدم الحمراء) . تكون كل ثلاثة حوامض نووية شفرة لحامض أميني واحد . فالثلاثية GGA تترجم إلى الحامض الأميني " جليتسين " والثلاثية AAG تترجم إلى الحامض الأميني " ليزين " . ترتبط الأحماض الأمينية معا لتكون البروتين الخاص بالجين المترجم ولكل بروتين وظيفة هامة ومحددة بالجسم . لغة الDNA تشبه لحد ما اللغة العادية فهي تتكون من أحرف عددها أربعة (A,C,G,T) وكل ثلاثة أحرف تكون كلمة واحدة - الحامض الأميني - والجملة مكونة من عدة كلمات هي الجين .

ما هو مشروع الجينوم الإنساني ومن هم القائمون عليه ؟

القائمون على هذا المشروع هم مجموعة علماء من دول مختلفة أهمها الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا , والشركة الخاصة سيليرا .

الهدف الأول من مشروع الجينوم الإنساني هو إنهاء قراءة (كتاب الحياة) , أي قراءة الثلاثة مليار حامض نووي ومعرفة تعاقبها في سلسلة أل DNA وهذا ما تم الإعلان عنه رسميا في صيف عام 2000 من قبل الرئيس الأمريكي بيل كلنتون ورئيس حكومة بريطانيا طوني بلير . ولكن معرفة ترتيب الحوامض النووية هي مجرد معلومات لا قيمة لها إذا لم تترجم وتحلل لمعرفة وظائفها وطرق عملها في الخلية .

تم البدء بهذا المشروع بشكل رسمي عام 1990 وتوقعوا له أن ينتهي عام 2005 ولكن التطور السريع في مجال أجهزة فك رموز أل DNA وقراءته ومجال الحوسبة أدى إلى إنهاء المشروع في صيف عام 2000 مما فاجأ الكثيرين .

ما هي النتائج المتوقعة من هذا المشروع ؟

يعتقد العلماء أن هذا المشروع سيحدث ثورة بيولوجية تفوق كل ما حققه الإنسان حتى اليوم من إنجازات في مجالات أخرى .

أ - أهم إنجاز علمي حققه هذا المشروع حتى الآن هو الاكتشاف إن عدد الجينات - أجزاء أل DNA التي تحدد صفات الإنسان الوراثية -اقل بكثير مما توقع العلماء منذ عشرات السنين وحتى الآن . فقبل سنة واحدة فقط توقع الكثيرون أن عدد الجينات هو 80000 حتى 100000 بينما تبين قبل شهر تقريبا أن عددها لا يتعدى أل 30000 جين(Pennisi, 2001) .

ولكن كيف ذلك؟ كيف يمكن للإنسان مع كل تعقيده , مخاوفه,رغباته وقدرته الفنية والإبداعية أن تحدد صفاته الوراثية بواسطة 30000 جين فقط- خمسة أضعاف عدد الجينات موجودة في الخميرة أو ضعفي عدد جينات الذبابة !!! قد يكمن التناقض في جواب هذا السؤال , فالتعقيد الكبير في تركيبة الإنسان هو في حقيقة قلة عدد جيناته(Paabo, 2001) .

ب - إنجاز آخر في المجال الطبي قد تحقق بشكل جزئي حتى الآن هو تشخيص بعض الأمراض عن طريق مقارنة المخزون الوراثي للمرضى مع المخزون الوراثي لأشخاص معافين وقد تبين من خلال هذه المقارنة انه تم في السابق تشخيص خاطئ لبعض المرضى . ومنذ الصيف الماضي تم اكتشاف حوالي 50 جين مسؤولة عن أمراض وراثية مختلفة منها الصم والبكم , عمى الألوان , ضمور العضلات وغيرها(Peltonen and MuKusick, 2001) .

ج - مشروع الجينوم الإنساني سيساعد على دراسة التاريخ البشري وتحديد السلالات البشرية وتعقب هجرة هذه السلالات على امتداد التاريخ الإنساني(Paabo, 2001) .

د - سيساعد المشروع على تحضير أدوية جديدة لأمراض مستعصية وفقا لتركيبة مسببات هذه الأمراض (الجينات) فبعد معرفة الجين المسبب للمرض سيتم تحضير الدواء المناسب للشخص المريض حسب

تركيبته هو . هذه إذا طريقة تفكير جديدة في العلاج لا تعتمد على التعميم وإنما على الشخص نفسه(Peltonen and MuKusick, 2001)

هـ - بعد معرفة التركيبة الوراثية للجينات مسببة الأمراض سيبدأ عهد جديد لعلاج هذه الأمراض وهو العلاج بواسطة الجينات . تعتمد هذه الطريقة على استبدال الجينات المعطلة بجينات سليمة عن طريق حقنها لخلايا المريض وذلك لإعطاء أوامر لإنتاج بروتينيات سليمة بدلا من التالفة أو تلك التي لا تنتج بالمرة(Peltonen and MuKusick, 2001) .

و - مشروع الجينوم الإنساني سيساعد العلماء على فهم علاقة الإنسان بالكائنات الحية الأخرى المحيطة به فمثلا سيتم بحث مدى التشابه بين الإنسان وبين قرد الشمبانزي الذي يصل إلى حوالي 98 . 5٪ من أل DNA , ويصل هذا التشابه إلى حوالي 85٪ بين الإنسان والفأر و إلى حوالي 40٪ بين الإنسان والدجاجة +! فماذا يعني هذا التشابه ؟ وهل بعد معرفة فرق أل 1 . 5٪ بيننا وبين القرود سنجعل هذه القرود تتكلم +!(Paabo, 2001)

بالرغم من التقدم الكبير والسريع في فك رموز " كتاب الحياة " إلا أننا سنواجه معضلات أخلاقية في المستقبل . فمعرفة تفاصيل التركيب الوراثي للإنسان ستمكننا من " هندسة الإنسان " أي استبدال صفات بصفات أخرى وأعضاء بأعضاء أخرى وستمكن من انتخاب الصفات الوراثية للأجنة في المختبرات قبل تكونها .

مشروع الجينوم الإنساني فتح الطريق أمام شركات تجارية كثيرة , وهي آخذة بالازدياد من يوم إلى آخر , في مجال صناعة العقاقير الحديثة أو شركات بيع المعلومات الوراثية مما يفتح المجال للمزايدة بين هذه الشركات ربما على حساب الحقيقة العلمية والفائدة الحقيقية للإنسان وربما على حساب العلم الذي تحول إلى صناعة وتجارة .

إحدى المعضلات الأخلاقية التي سنواجهها من خلال مشروع الجينوم الإنساني هي معرفة الاستعداد الوراثي للإصابة بأمراض معينة مستقبلية . هذا يثير القلق خاصة أن العلاج الجيني ما زال في بدايته ويؤكد بعض علماء النفس أن الشخص عندما سيعرف أن لديه استعدادا وراثيا لأحد الأمراض الخطيرة التي لا علاج لها , وانه لا يمكنه فعل شيء حيال ذلك بالتأكيد سيعيش كارثة خاصة انه لا يعرف بالضبط متى ستبدو عليه أعراض المرض .

الاستنساخ - حلم يتبدد

أثارت النعجة الإسكتلندية " دولي " جدلا صارخا ونقاشات علمية , اجتماعية , دينية وقانونية واسعة ومثيرة في جميع أنحاء العالم . فمن هي " دولي " وما الذي حدث بالفعل ؟ ما هي القضية العلمية المركزية في عملية الاستنساخ ولماذا هو ثورة ؟

هنالك أخطار في استنساخ البشر ؟

هنالك طريقتان لتكاثر الكائنات الحية في الطبيعة وهما :

1- التكاثر الجنسي ويشترك فيه زوجان حيث تمتزج مادتهما الوراثية لإنتاج الأبناء وهذا ما نعرفه

حتى الآن عن الإنسان والحيوان .

2- التكاثر اللاجنسي ويشارك في هذا التكاثر طرف واحد حيث تنتقل مادته الوراثية للأبناء ويكون فيه الأبناء مطابقين لأهلهم .

فالبكتيريا تتكاثر عن طرق الانقسام والهيدرا عن طريق التبرعم والفطريات عن طريق الابواغ . هذه هي طرق تكاثر طبيعية إلا أن الإنسان بدأ يتدخل في تكاثر الكائنات الحية في الحيوانات المختلفة والنباتات وحتى في الإنسان نفسه حتى انه في عام 1998 أعلن د. سيد من الولايات المتحدة الأمريكية أن باستطاعته استنساخ إنسان خلال بضعة أشهر .

لمحة تاريخية عن الاستنساخ

* فكرة الاستنساخ ليست حديثة , ففي العام 1938 اقترح العالم الألماني Spemann استنساخ كائنات حية عن طريق نقل نواة خلية (جزء من الخلية يحتوي على الصفات الوراثية) من كائن حي وزرعها في خلية كائن حي آخر .

* في بداية السبعينات تمكن العالم " جون جوردون " (كامبريدج) من نقل نواة خلية جلد ضفدع لبويضات ضفدع خالية من النواة , ولكن لم يتمكن العلماء عندها من التوصل إلى ضفادع بالغة . بعد ذلك , ولعدة سنوات , وكانت هناك قناعة لدى العلماء انه لا يمكن استنساخ الكائنات الحية .

* في العام 1984 تمت عملية استنساخ أجنة أبقار عن طريق فصل خلية جنين في مرحلة الأربع خلايا وتنميتها لتصبح جنينا .

2 في العام 1996 نشرت مجلة NATURE البريطانية عن تمكن مجموعة علماء إسكتلنديين من استنساخ أجنة أغنام عن طريق نقل نواة خلية جنين إلى بويضة تمت إزالة نواتها .

* في 27 شباط عام 1997 تم الإعلان في مجلة NATURE عن ولادة النعجة " دولي " في صيف عام 1996 (Wilmut, 1997) .

في بداية السبعينات ومع بداية عهد الهندسة الوراثية اتضح لعلماء الوراثة انه بالإمكان , وبسهولة , التدخل وإحداث تغييرات في المادة الوراثية حتى في كائنات حية متكاملة . عندها أثيرت تساؤلات كثيرة ومهمة حول خطورات هذه التجارب على الإنسانية مما أدى لمناقشة هذه المواضيع العلمية عبر وسائل الأعلام مع الجمهور الواسع , تلك المواضيع التي كانت حصرا على العلماء فقط . وكذلك إلى تعميم المعرفة العلمية وإشراك الناس غير العلميين في اتخاذ قرارات ذات أهمية علمية للجمهور الواسع والنظر في مخاوف تطبيقات الهندسة الوراثية . ولحسن الحظ فقد اتضح أن مخاوف تلك الفترة كانت مبالغة وخلال فترة قصير نسبيا تطور البحث العلمي في مجال الهندسة الوراثية اكثر مما توقع العلماء أنفسهم .

و اليوم أصبح علم الوراثة محوراً مركزياً تستند عليه معظم علوم الأحياء الأخرى و يجذب إليه رجال الأعمال و المستثمرين لما فيه من طاقات تجارية هائلة .

في السنوات الأخيرة تمت عدة عمليات استنساخ أجنة لبعض الحيوانات مثل الأبقار والأغنام .

والمقصود بالاستنساخ هو " إنتاج " نسخ عديدة من نفس الجنين, بحيث تكون هذه الأجنة متطابقة تحمل نفس الصفات الوراثية . نظريا وعمليا يمكن استنساخ مئات وآلاف الحيوانات المتطابقة من حيث تركيبها الوراثي .

و بما أن الاستنساخ في هذه الحالة يتم عن طريق خلايا جنينية , أي أن الجنين هو المستنسخ إلى أجنة أخرى مطابقة له , فإننا لا نعرف ما هي صفات هذا الجنين أو الأجنة المستنسخة منه .

ما هو الجديد و لماذا كل هذا الاهتمام بالنعجة " دولي " ؟ الجديد في النعجة " دولي " إنها استنسخت من غنمة تبلغ من العمر ست سنوات و ليس من جنين كما حدث في المرات السابقة! تمت عملية استنساخ دولي في معهد روزلين للأبحاث في ادينبورغ - اسكتلندا في مختبر العالمين Wilmut & Campbell . إننا أمام قضية جديدة مثيرة تمكننا من استنساخ حيوان أو إنسان بالغ نعرف عنه صفاته الوراثية و السلوكية و مجمل الصفات الأخرى (Wilmut, 1997) . كذلك يمكن من خلال عملية الاستنساخ توليد أطفال بنفس الصفات الوراثية للشخص المستنسخ و ذلك دون الحاجة للحيوان المنوي للرجل و بالاعتماد فقط على بويضة ورحم الأنثى +!

كيف تمت عملية استنساخ " دولي " ؟

1- تم أخذ خلايا من ضرع غنمة عمرها ست سنوات و زرع هذه الخلايا في مستنبت خلايا . أخذت خلايا هذا المستنبت و زرعت في مستنبت آخر فقير بعوامل النمو , أي تم تجويع هذه الخلايا ووقف نموها و انقسامها في مرحلة من مراحل انقسام الخلية تسمى GO .

2- تم حقن الهرمون GnRH للتسريع في عملية الإباضة للأغنام أخرى , و بعد 30 ساعة من الحقن تم جمع بويضات غير مخصبة وإزالة أنوية هذه البويضات .

3- وضعت أزواج من خلايا مرحلة GO و بويضات خالية النواة و تمرير تيار كهربائي لهذه الأزواج مما أدى إلى انتقال أنوية خلايا GO إلى البويضات .

4- نقل البويضة ذات النواة الجديدة بعد إنقساماتها الأولى كجنين إلى رحم غنمة أخرى للحمل والولادة .

و هكذا ولدت دولي في شهر تموز عام 1996 لثلاث أمهات , لها أخت توأم وهي بدون أب(Wilmut, 1997) .

ما هي القضية العلمية المركزية في عملية الاستنساخ من حيوان بالغ؟

حتى يصبح الكائن الحي بالغا تمر الخلايا في عملية برمجة وتمايز وتحدث عليها تغيرات كثيرة منها :

* خلال عملية تمايز الخلايا في الجنين الصغير المتنامي تتحول الخلايا العادية إلى خلايا أنسجة وفي هذا التحول تفقد الخلايا مركبات حيوية في عملية لا رجعة فيها و قد ظن البعض أن هذه الخلايا تفقد بعض جيناتها .
* تحدث تغيرات كيميائية على الجينات مثل إضافة مجموعة المثيل CH3 .

* يتم تفعيل و ترجمة بعض الجينات حسب مصدرها إذا كانت من الأب أو من الأم .
* تحدث تغيرات هامة في أطراف الكروموسومات لها أثرها في شيخوخة الخلايا كل هذه التغيرات -برمجة الخلايا - أدت إلى اعتقاد العلماء انه لا يمكن إعادة برمجتها وصياغتها من جديد .

جاءت " دولي " لتثبت أن قسما كبيرا من هذه التغيرات الوراثية يمكن إلغاؤها وأن هذا التمايز يُمحى بفضل سيتوبلازم (المادة المحيطة بنواة الخلية) بويضة غير مخصبة !

أي إن ما تم هو إعادة " ساعة الخلية " إلى الوراء و تحويل نواة الخلية من

" نواة ملتزمة لبرمجة معينة " لنواة متعددة الإمكانيات, أي نواة خلية تشتمل على كل المعلومات اللازمة لتتطور ومنها يمكن تطوير أنسجة جديدة لكل الجسم(Wilmut, 1997) . هذه الظاهرة تسمى Totipotent أي وجود كل الإمكانيات لتطور الخلية إلى كل عضو ممكن في الجسم وليس لأعضاء معينة . تكاثر بعض النباتات والأشجار مثل العشب الأخضر, التين والموز وبعض أنواع العنب هي بعض الأمثلة هذا النوع من تكاثر الخلايا متعددة الإمكانيات التي يمكنها أن تتطور إلى نبتة كاملة من أجزاء معينة قليلة .

بالرغم من الضجة العالمية و العلمية التي أثيرت حول الاستنساخ فهي ليست عملية سهلة روتينية يمكن القيام بها بسهولة في المختبر .

فقد نجحت المجموعة الاسكتلندية في " إنتاج " النعجة دولي من خلال 277 تجربة . وهناك تساؤلات علمية حول هذا النجاح .

يدعي البعض أن عملية الاستنساخ ليست إنجازا علميا كبيرا ولكنها ذات أهمية قصوى تطبيقية لمربي الحيوانات .

و يكفي النظر إلى قطيع من عشرات آلاف الأبقار المنتجة للحليب واللحم لنعرف مدى الأهمية الاقتصادية خاصة أننا في عالم يعاني من نقص شديد في المواد الغذائية .

قد يكون استنساخ الحيوانات ذا أهمية و فائدة كبيرة للبشرية فالقطيع الموحد المتشابه يسهل الكثير على المزارع من حيث توفير ظروف موحدة لكل القطيع . ولكن لهذه الوحدة سيئات أيضا منها مقاومة الأمراض . فأي مسبب للمرض يصيب جزءا من القطيع سيهدد باقي أعضائه بالدمار .

مثال القطيع الموحد والأمراض يقودها بشكل تلقائي للاستنساخ البشري والى النتيجة انه من المفضل ألا نعرض البشرية لتوحيد كهذا يؤدي إلى هلاكها .

هل يمكن بشكل عملي " إنتاج جيش " من البشر متطابقين

تماما في جميع صفاتهم ؟

علينا أولا أن نتذكر أنّ عملية الاستنساخ البشري يجب أن تتم من خلال زرع البويضة (التي زرعت فيها نواة جديدة) في رحم الأنثى . من هنا فان إنتاج عدد كبير من البشر يتطلب عددا كبيرا من الأرحام التي تختلف بطبيعتها الواحد عن الآخر . ويشمل هذا الاختلاف العوامل غير الوراثية التي تؤثر على تكوين الإنسان وبالتالي فان أرحاما مختلفة ستولد بالتأكيد أناسا غير متشابهين في صفاتهم وتصرفاتهم . ثانيا, في الاستنساخ يتم إنتاج أناس يحملون نفس الصفات الوراثية فقط وهناك صفات

أخرى لا يرثها الإنسان بل يكتسبها من البيئة المحيطة .

من الناحية القضائية هناك تخبط كبير وعدم وضوح في معظم دول العالم . في الولايات المتحد وإسرائيل تم سن قانون يمنع الاستنساخ البشري لمدة خمس سنوات في معاهد الدولة الرسمية ولكنه غير ممنوع في الشركات والمختبرات الخاصة في الولايات المتحدة . قبل فترة وجيزة تم السماح في بريطانيا باستنساخ الأجنة البشرية لغرض الأبحاث فقط . هناك مناداة لوضع ضوابط قانونية للاستنساخ في جميع الدول العربية .

هناك الجانب الأخلاقي في قضية الاستنساخ البشري الذي لا يمكن تجاهله . بالإضافة إلى أن معظم الناس لا يرغبون باستنساخ أنفسهم وبإنتاج سلسلة من البشر مطابقين لهم , فمن منا يملك الحق في اتخاذ قرار استنساخ مشابه له , فقد يكون المستنسخ غير راض عن هذا القرار !

وهناك قضايا اكثر تعقيدا , من ناحية أخلاقية , مثل الاستفادة من الأشخاص المستنسخين في علاج أمراض مستعصية .

ولأول مرة في تاريخ البشرية يمكننا التفكير بالتكاثر دون التزاوج أي إمكانيات التكاثر دون مشاركة الرجال .

في الثلاثين من آذار عام 2001 خرج العالم Wilmut (الذي استنسخ دولي) بنداء في مجلة SCIENCE لعدم استنساخ البشر " DON'T CLONE HUMANS " محذرا من العواقب الوخيمة في الاستنساخ البشري ومن الأخطاء والعاهات التي قد تحدث (Janeissch and Wilmut, 2001) . يتوقع العالم Wilmut أن نسبة قليلة فقط من المستنسخين سيولدون أحياء بينما سيموت الآخرون في الطور الجنيني . ستحدث أخطاء جسيمة خلال تطور أجنة الإنسان المستنسخة ومن أهمها خلل في عمل المشيمة مما سيؤدي إلى موت هذه الأجنة خلال الحمل . تظهر مشاكل تنفسية وتعقيدات في الدورة الدموية عند المولود وهي من أهم الأسباب المؤدية للموت عند الأطفال حديثي الولادة . هذه العاهات والتشوهات الخلقية التي قد تحدث عند المستنسخين ليست ناتجة بالضرورة من نواة الخلية المتبرعة . يعتقد Wilmut أن التفسير لهذه العاهات قد يكمن في الفشل في الفشل المتوقع في عملية إعادة برمجة نواة الخلية . فعملية برمجة الخلايا الجنسية الذكرية والأنثوية تحدث خلال سنوات عديدة من عمر الإنسان, وخلال عملية الاستنساخ يجب أن تتم إعادة البرمجة خلال دقائق وعلى الأكثر ساعات . هذا الفرق الزمني الكبير قد يؤدي إلى أخطاء في توقيت عمل الجينات ووظائفها مما يؤدي بالتالي إلى العاهات المولودة عند الإنسان .

استعمال تقنية الاستنساخ الحالية لانتاج أطفال بشرية هو تجربة سابقة لأوانها لأنها ستعرضهم لأخطار ومجازفات غير مقبولة مما يحول أمنية العالم الإيطالي Antiniri لاستنساخ أول طفل بشري في بلادنا إلى حلم يتبدد! .

المراجع:

Pennisi E. (2001). Science 291: 1177-1180.

Paabo S. (2001). Science 291: 1219-1220.

Peltonen L. and MuKusick V. (2001) . Science 291: 1224-1229.

Wilmut et al. (1997). Nature 385:810.

Janeissch R. and Wilmut I. (2001). Science 291: 2552-2553.