

الفصل الأول

جولات مع الاستفادة من الحيوانات عبر الجينية
في مجال الأبحاث العلمية والطبية
وجولة مع ثورة علمية واعدة تسمى
«البيولوجيا العصبية»

أولاً : التمهيد :

أهمية إجراء الأبحاث والتجارب العلمية المختلفة على الحيوان :
يرجع ذلك لعدة أسباب نذكر منها :

(١) يعتبر متوسط عمر البشر بالنسبة لغالبية الحيوانات (طويلاً نسبياً) لذا فمن الصعب على الباحث دراسة عدد من أجيال البشر، أيضاً لا يمكن توجيه الأزواج لأنه يؤخذ ويفسر على أنه من قبيل التحكم في حرية الإنسان .. أيضاً تقف الاعتبارات الأخلاقية والأديان أمام أى شكل من أشكال التجريب البشرى .
- ولنا موعظة مما حدث في قضايا اليوجينيا وما ارتكبه بعض العلماء الألمان إبان الحرب العالمية الثانية.

(٢) أيضاً ، لن يتمكن الباحث عند رغبته في معرفة تأثير عقار (دواء) ما معين أو مادة معينة من إجراء تجاربه على البشر ليعرف الأثر- إذ يخشى من التضحية بحياة الذين تناولوا الدواء أو أن يحدث لهم مكروه .

(٣) لعلك - عزيزى القارئ - تستشف مما تقدم ، أن البشر لا يصلحون بصفة عامة في مجال إجراء التجارب عليهم .. ولاسيما في نوعية من التجارب وهى «التجريب الوراثى» ؛ إذ ماذا يمكن للباحث أن يفعل إذا أراد بعد معرفته وتحديد لهوية جين ذى وظيفة محتملة، ماذا يفعل لكى يتأكد من أداء هذا الجين وإنجازه لهذه الوظيفة عن يقين !!!

- إن محاولته لتدمير الجين بالكائن ثم تحديد مظهر الكائن الناتج بعد ذلك ..
لن يمكن إجراؤها على البشر ..

أيضاً يتطرق الأمر لأبعد من ذلك.. حيث يلجأ الباحث في بعض تجاربه إلى إدخال جين جديد بدل جين آخر ثبت أنه معطوب ولا يعمل .. والباحث حين يلجأ لذلك إنما يهدف لمعرفة نتيجة ذلك وهل انصلح حال الكائن أو تغير بعد الإدخال لهذا الجين أم لا ؟ أيضاً يرغب في ملاحظة الفروق والتغيرات التي تحدث... فهل يمكن تجريب كل ما سبق على البشر !!؟

مثال :

تبين أن الفأر الذى يكون لديه استعداد غير سوى للإصابة بالسرطان، يمكن أن يجعل سويًا مرة أخرى بأن يدخل فيه كروموسوم ١٨ البشرى، الأمر الذى شكل جزءاً من الأدلة المبكرة على وجود جين كابح للسرطان على كروموسوم ١٨ . على أنه بدلاً من إيلاج كروموسومات بأكملها أصبح الأمر الأكثر اعتياداً أن نضيف جيناً واحداً وباستخدام طريقة الحقن الدقيق فإنه يمكن أن يولج الجين فى موضع محدد بدقة .

تحتوى مضغة الفأر، وهى فى عمر ثلاثة أيام - (جنين فأر عمره ثلاثة أيام)- تحوى هذه المضغة خلايا تعرف بالخلايا الجذعية للمضغة . وإذا استخلصنا إحدى هذه الخلايا وحقناها بجين، كما اكتشف ذلك لأول مرة «ماريو كابتشى» عام ١٩٨٨ م، فإن الخلية ستصل أطراف هذا الجين بداخلها عند النقطة الموجودة بالضبط التى ينتمى إليها الجين، ليحل مكان نسخة الجين الموجود من قبل. أخذ كابتشى من فأر مستنسل جيناً ورمياً اسمه إنت - ٢ (Int-2) وأولجه فى خلية فأر بأن فتح مسام الخلية فى زمن وجيز، فى مجال كهربائى ، ثم راقب ما يحدث، الجين الجديد يعثر على الجين المغلوط ليحل محله وهى تسمى بعملية «التوليف المتماثل» homologous recombination وهى تستغل حقيقة أن الميكانيزم الذى يصلح أمر دنا المعطوب كثيراً ما يستخدم الجين الإضافى على الكروموسوم

النظير كقالب للطبع . ولا يدرك أن الجين هذا هو جين تم إدخاله (جين جديد) ويعتبره القالب ويصح الجين الموجود من قبل حسب ذلك . وبعد تعديل الخلية الجذعية هكذا، يمكن أن يعاد وضعها داخل مضغفة لتنمو إلى فأر كيميروى بمعنى «فأر تحوى بعض الخلايا فيه الجين الجديد» .

ويمكن بالتوليف الوراثى أيضاً أن يتم إعطاب الجينات الشغالة عن عمد كما تم الإصلاح سابقاً . وذلك بأن تولج نسخ مغلوطه (غير سليمة) بدل الجين السليم ونتيجة ذلك هى فأر نمى وقد أسكت جين واحد فيه .. الأمر الذى يتيح الكشف عن الهدف الحقيقى لذلك الجين . ويدين اكتشاف ميكانيزمات الذاكرة ديناً كبيراً للفئران التى - (أسكتت بها فعل الجينات بهذه الطريقة) .. كما تدين لها أيضاً مجالات أخرى من البيولوجيا الحديثة .

فهل كان بالإمكان عزيزى القارئ أن يتم إجراء كل ما حدث فى الفئران على البشر !!؟

بالطبع لا .. لذا فإننا دائماً ما نجد معامل الباحثين فى أماكن كثيرة، ومنذ زمن بعيد، وقد استخدمت حيوانات من كل نوع وحجم بشكل روتينى لتخدم أبحاثهم ، والتي نذكر منها :

(أ) تجارب «هارفى»، فى عام ١٩٣٦م على بويضات القنفاذ .

(ب) تجارب «لورتنس»، فى ١٩٥٠م على الأميبا .

(ج) تجارب «جون جوردون»، على مراحل النمو المختلفة للضفادع فى فترة الستينات من القرن العشرين .

(د) أيضاً زخرت معامل الباحثين بأنواع عديدة من الحيوانات مثل : الفئران، الأرانب ، والكلاب، وذبابه الفاكهة، والقروذ مثل الشمبانزى، والقطط، وأنواع كثيرة من الطيور مثل الدجاج .. الخ . والجدير بالذكر ؛ أنه كان من بين أهداف مشروع الجينوم أن يتم سلسلة المحتوى الجينومى لحيوانات التجارب مثل الفأر، وذبابه الفاكهة، والنيماتودا (الديدان الأسطوانية) (وسيكون لنا جولات عزيزى القارئ مع استخدام بعض هذه الحيوانات فى تجارب عديدة) .

(٤) وبالعودة مرة أخرى عزيزى القارئ إلى أسباب إجراء هذه التجارب على الحيوان فإننا نذكر ؛ أن الكثير من هذه الأبحاث العلمية والتجارب على الحيوانات هي وسيلة ومرحلة لغاية أكبر منها؛ وهي البحث عن أنسب الطرق للعلاج من العديد من الأمراض ، والتي منها على سبيل المثال : مرض الإيدز، والأورام السرطانية ... فهذان المرضان «هدف» للعديد من الأبحاث والدراسات .
(٥) أيضاً تعتبر هذه التجارب هي الأساس والذي عليه تترتب التطبيقات التجارية .. فمعامل الشركات الاستثمارية العاملة في هذا المجال مليئة بحيوانات التجارب . ووفقاً لنتائج التجارب على الحيوان تأتي مرحلة الإنتاج على المستوى التجارى والاقتصادى لإنتاج البروتينات البشرية والتي منها العقاقير الطبية أو مكونات الدم أو مواد ومستحضرات عديدة .. تنتج بكميات كبيرة لتحقيق عائد اقتصادى كبير لهذه الشركات (وسيكون لنا معها جولات عديدة بالفصل الثانى، والفصل الثالث من الباب الأول) .

وقبل أن نأخذك عزيزى القارئ فى جولات بين ثنايا هذه التجارب نعرض فيها الطريف والغريب .. نقف تلك الوقفة لتتعرف بقدر من التبسيط على المقصود بالحيوان العبرجيني (المهندس وراثياً) ونلقي الضوء على أول تجربة ...
ثانياً : المقصود بالحيوان العبرجيني **transgenic animal** والحصول عليه :

سبق وأن ذكرنا - منذ قليل - تجربة الفأر الذى تم إيلاج أحد الجينات فيه ، ومن خلال ذلك نستطيع القول أن الحيوان العبرجيني (أو المهندس وراثياً) هو حيوان أولجت فى مادته الوراثية جينات من كائن آخر .

ونضيف على ما سبق أن الباحثين وهم فى طريقهم للحصول على الحيوان بينى الوراثة، يقومون بإدخال الجين أو الجينات (المرغوب فى إظهار صفاتها) للويضة المخصبة للحيوان والتي تسمى أيضاً الزيجوت أو اللاقحة، وأيضاً يمكن إدخال هذا الجين إلى الأطوار الجينية المبكرة للحيوان .

ويتم ذلك بطريقة الإخصاب خارج الرحم عن طريق :

(١) الإصابة الفيروسية بجين معين فى مرحلة مبكرة من مراحل تكوين الجنين (جنين الحيوان) وتسمى طور البلاستوسيت Blactocyst . مع الأخذ فى الاعتبار بالتأكد من أن هذه الفيروسات - الحاملة للجين المرغوب نقله - هي فيروسات لن تتسبب فى إحداث أى ضرر أو أذى .

(٢) أو بطريقة الحقن الدقيق micro injection ، حيث يتم إدخال الجين أو مجموعة الجينات تحت الميكروسكوب وبنوع من الإبر الدقيقة (أدق من شعرة الرأس) فيتم دمجها بالمحتوى الجينومى لجنين الحيوان ليصبح جنيناً بيئى الوراثة، تعطى له الفرصة للنمو لحد معين ثم ينقل ليتم غرسه فى رحم أم حاضنة - (إن كان جنين حيوان ثديى) - لاستكمال الحمل والولادة . ليصبح لدينا حيوان بيئى الوراثة .

س : كيف كانت بدايات المشوار للدخول فى مجال إنتاج حيوانات بيئية الوراثة ؟

للإجابة عن هذا السؤال نذكر : أنه كانت هناك عدة أبحاث وتجارب ناجحة لاقت القبول والتأييد من العاملين فى هذا المجال وغيرهم فعلا شأنها، وشجع الكثيرين لاقتحام هذا المجال باستخدام أفضل الأدوات والأساليب المتاحة حتى وصلت لما نحن فيه الآن . ومن هذه التجارب الناجحة نذكر ما يلى :

(١) فى عام ١٩٨٠م أثبت فريق بحثى يقوده العالم «يون جوردون»، وبعض المراجع تذكر أن اسمه «كوردون»، من جامعة «بيل» بالولايات المتحدة ، أن المحتوى الوراثى للجنين الأولى بالفأر باستطاعته أن يقبل قطعاً وراثية [جينات من آخر ولايرفضها] ، ولقد أعلن عن نجاحه فى دمج جزيء الدنا من أحد الحيوانات فى المحتوى الجينومى الخاص ببويضة مخصبة لأحد الفئران - [وتذكر بعض المراجع أنه عام ١٩٨١م] .

(٢) استطاع العالم فاجز [من جامعة أوهايو بالولايات المتحدة] وزملاؤه إجراء تجربة ناجحة بنقل جزء من المحتوى الجينومى للأرانب إلى المحتوى

الجينومي لبويضات مخصبة لعدة فئران ودمجها بها، وبالنسبة لكل بويضة، تمكن من غرس كل منها في رحم أم حاضنة وبعد إتمام الحمل والولادة أصبح لدينا فئران تنتج في دمائها هيموجلوبين الأرانب (لأن الجين المنقول كان متعلقاً بظهور هذه الصفة). ولقد أصبحت هذه الصفة ؛ صفة أصيلة بهذه الفئران تنتقل بها من جيل لجيل آخر.

(٣) تم في عام ١٩٨٠م النجاح في استنساخ الماشية بطريقة الاستنساخ الجنسي لتحقيق الهدف المنشود وهو توفير وتحسين إنتاجية السلالات ذات المواصفات الممتازة كإنتاج اللحوم والألبان ... الخ.

(٤) في عام ١٩٨٧م كانت هناك محاولات ناجحة لنسخ أبقار وأغنام من خلايا أجنة مجمدة، مما يفيد في زيادة إنتاجية حيوانات ذات لحم وفير أو لبن .. الخ بكميات كبيرة .. وهكذا عزيزي القارئ كانت البدايات لانطلاقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية في الاستفادة من الحيوان بأساليب جديدة .. ولن ننسى عزيزي القارئ .. ونحن في غمرة حديثنا عن تلك التجارب والأبحاث الناجحة أن تلقى بعض الضوء على تلك التجربة الناجحة التي أعلن عنها في عام ١٩٨٣م وهي إنتاج حيوان «العنزروف» ..

فماذا عنها؟!!! معنا لنعرف بعض التفاصيل...

(٥) إنتاج حيوان العنزروف Geep :

تم إنتاج هذا الحيوان على يد فريق إنجليزي من معهد فسيولوجيا الحيوان بكمبردج .. وكان ذلك في عام ١٩٨٣م ، وتم ذلك عن طريق دمج بويضة ماعز وتخصيبها بحيوان منوى لخروف (كباش) وبعد نجاح تكوين الزيجوت تم نقله وزرعه داخل رحم مستضيف لاستكمال فترة الحمل، وبعد الولادة أتى إلينا حيوان العنزروف [وللعلم فالماعز والخروف ينتميان لنفس الجنس وهو جنس الضأن] .

نتقل بك الآن عزيزي القارئ - من حديثنا عن حيوان العنزروف إلى الحديث عن أول تجربة ناجحة أعلن من خلالها عن النجاح في إنتاج حيوان مهندس وراثياً .. فمعنا تلقى الضوء عليها :

(٦) الإعلان عن أول إنتاج لحيوان مهندس وراثياً :

سبق وأعلن عن نجاح أولى تجارب إنتاج حيوانات مهندسة وراثياً في بدايات الثمانينات من القرن الماضي.

قام بهذه التجربة علماء من جامعتي واشنطن وبنسلفانيا، وفيها أولج چين بشرى يشفر لهرمون النمو، في فأر أضيف إلى الجين البشرى قبل تتابع دناوى (منشط، Promoter من چين يعمل في الكبد ويخدم في ربط أيونات المعادن. يتسبب هذا المنشط في دفع چين هرمون النمو البشرى إلى العمل عند وجود معدن الزنك في الغذاء. عندما قدم للفأر عبر الجينى الزنك في ماء الشرب نشط الجين بالفعل، فأفرزت في جسمه كميات ضخمة من هرمون النمو البشرى حفزت نموه بدرجة كبيرة، حتى ليبلغ وزنه عند تمام نضجه ونموه ضعف وزن الفأر الطبيعى، ولقد احتفظت سلالة الحيوانات عبرالجينية بنفس هذه الصفة، مما يؤكد أن الجين البشرى قد توطد واندمج بالفعل في جينوم الفأر .

قام العلماء أيضاً بإنتاج فئران عبر جينية حيث أولج في الفئران الجين المشفر لإنتاج هرمون النمو في الجرذ، وأعطت نتائج مشابهة.

ملحوظة هامة :

إن لاختيار التتابع الدناوى المنشط للجين المنقول أهميته الخاصة، فمن الممكن أن يختار بحيث يقوم بتنشيط هذا الجين في وجود عنصر لا يتوفر عادة في غذاء الحيوان عبر الجينى (كالزنك مثلاً) حتى يمكن فتح الجين ليعمل، أو غلقه وإبقاؤه صامتاً بمجرد تغيير [الغذاء المحتوى لهذا العنصر].

ثالثاً : مع استخدام الحيوانات في مجال الأبحاث العلمية والطبية، وجولة مع ثورة علمية واعدة تسمى « البيولوجيا العصبية »

تمهيد :

تحدثنا في الصفحات السابقة عن مدى أهمية استخدام الحيوانات في التجارب والأبحاث العلمية . ولقد لعبت النتائج المتعددة التي حصل عليها الباحثون من إجراء هذه التجارب دوراً كبيراً في ما نعيشه الآن من طفرات

عديدة فى مجالات عديدة وفى ولادة ونمو وازدهار فروع جديدة للبيوتكنولوجيا لم يكن من المتوقع أن تصل لما هى فيه الآن .. فعلى سبيل المثال .. تم التوصل لإنتاج بروتينات بشرية نحصل عليها من ألبان إناث حيوانات تم هندستها وراثياً .. ومنها بروتينات ذات قيمة علاجية غاية فى الأهمية .. تمتد الآلاف من المرضى باحتياجاتهم من بروتينات تجلط الدم وبعضها مكونات للدم وبعضها أجسام مضادة ... إلخ . وأصبحت أساساً للعديد من الاستثمارات الجديدة فى صناعة الأدوية، مستفيدة تجارياً من نتائج التجارب المعملية (وسيكون لنا معها لقاء فى الفصل الثانى).

أيضاً أسهمت نتائج هذه التجارب فى مجال تحسين الخدمات المقدمة للحيوان .. ومنها إنتاج أدوية ولقاحات ضرورية لوقايته .. الخ (وسيكون لنا معها لقاء فى الباب الثانى). أيضاً خرجت للحياة فروع علمية جديدة وأساليب جديدة مبتكرة وازدادت جميعها نضجاً وازدهاراً بفضل نتائج تلك التجارب ومنها تجارب ساهمت فى ولادة مجال الإخصاب خارج الرحم، وإنشاء بنوك خاصة تحوى أمشاج وأجنة الحيوان، وإنتاج أنواع عديدة من الحيوانات بينية الوراثة، وولادة مجالى الاستنساخ المتعمد من قبل البشر بفرعيه (الجنسى والجينى)، والجسدى (النعجة دوللى)، والملاحظ أن هذه المجالات لم تقتصر على عالم الحيوان .. حيث انتقلت للإنسان .. (وسيكون لنا معها لقاء فى الباب الثانى) ، أيضاً أفردنا إحدى كتب هذه السلسلة للتجول بين ثنايا عالم الاستنساخ .. والله الموفق .

أيضاً ساهمت نتائج هذه التجارب فى ظهور وازدهار فروع علمية كانت الدراسة فيها فى السابق هامشية وقليلة لكن باستخدام حيوانات التجارب فى مجال البحث والتجريب لدراسة هذه الفروع العلمية ، خرجت هذه الدراسات بنتائجها المثيرة للضوء لتزدهر وتصبح ثورات علمية مهولة يتنبأ لها العلماء بأن تسود على الثورات العلمية الحالية ومن هذه الفروع العلمية التى نقصد الإشارة إليها .. مشروع البروتيوم، ثورة علوم المخ والأعصاب وتقديم حلول لإنجاب الرجل العقيم، بدون حيوانات منوية !!

وسنلقى الضوء على هذه الأمور وغيرها أثناء تجولنا بين ثنايا هذا الكتاب.. هذا .. عزيزى القارئ- وغيره الكثير .. ساهمت فيه نتائج التجارب .. ومن بين تلك الحيوانات التى سنشير إلى استخدامها فى التجريب والدراسات البحثية المختلفة ما يلى :

- [١] الاستفادة من حشرة ذبابة الفاكهة (الدروسوفيل).
- [٢] استخدام الضفادع البالغة وأطوار نموها المختلفة فى التجارب.
- [٣] استخدام الخنازير فى تجارب الهندسة الوراثية.
- [٤] استخدام الفئران فى التجارب العملية .. (ونظراً لتعدد الأمثلة التطبيقية التى سنعرضها فلقد تم عرضها من خلال جولتين رئيسيتين إحداهما هى «جولة مع ثورة علمية واعدة تسمى البيولوجيا العصبية»).
- [٥] تجارب على القروذ .. وتشمل عرضاً لعدة أمثلة تطبيقية.
- [٦] تجارب على الدجاج .. وتشمل عرضاً لعدة أمثلة تطبيقية.
- [٧] استخدام الأسماك فى التجارب.

إذن ستكون بدايتنا مع حشرة «ذبابة الدروسوفيل»، التى يذكر عنها أنها كانت رفيقة الدرب لعدد من الباحثين ... أبرزهم العالم «توماس هنط»، حيث لازمت أبحاثه فى بدايات القرن العشرين .. لتخرج لنا من معمله وتلاميذه ؛ العديد من النتائج الهامة فى مجال الوراثة والجينات .. ومات «توماس هنط»، ولكن بقيت تلك الحشرات فى معامل الباحثين ليستفاد منها ... إلى أن يقضى الله أمراً كان مفعولاً .. معاً نبدأ العرض ..

[١] الاستفادة من حشرة ذبابة الفاكهة (الدروسوفيل)

- : Drosophila melanogaster

كانت دروسوفيل ميلانوجاستر أى- (عاشقة العسل ذات البطن الأسود)- المادة المفضلة لدى العديد من علماء الوراثة وبخاصة «توماس هنط مورجان»، وتلامذته ، فى السنوات الأولى من القرن العشرين، ولقد عمل العالم توماس هنط مورجان [١٩٠٧ - ١٩١٧] وتلامذته على تربية ذبابة الفاكهة بمعمله فى جامعة كولومبيا.

ومن بين أسباب تفضيل حشرة الدروسوفيليا ، نذكر :

أ - لقدرتها على التكيف والنمو في المعمل وعلى تناول غذاء بسيط في بيئة مناسبة ، حيث كان مورجان عموماً يستخدم زجاجات اللبن .

ب - تتناسل بسرعة، فدورة حياتها قصيرة . ففي ظرف عشرة أيام تقفس الذبابة وتنضج وتبدأ في إنتاج حشرات أكثر، (إن تزواجاً واحداً لهذه الحشرة ينتج في أقل من ثلاثة أسابيع مئات من النسل الجاهز للتزاوج) .

ج - يمكن مع مثل هذه الأجيال القصيرة أن يجمع الباحث قدراً كبيراً من البيانات .

د - **جين العين البيضاء يقود لأول خريطة وراثية :**

فلقد لاحظ مورجان في خط من الخطوط الأصلية كان قد قام بتربيته لأكثر من عشرين جيلاً، لاحظ ذكراً له أعين بيضاء . للذبابة الطبيعية أعين حمراء، كما وجد أن صفة لون العين ملازمة لعامل الجنس، يعنى أنها تظهر في الذكر فقط إذ ورثها عن أمه (التي قد تكون حمراء العين إذا كانت خليطة)، أما الأنثى فقد تكون بيضاء العين إذا كان أبوها هكذا (وكانت أمها خليطة على الأقل) وبالتالي فإن جين العين البيضاء أو بديلة جين العين الحمراء، ينتقل مع الكروموسوم س محدد الجنس، وبالتالي كان جين العين البيضاء في ذبابة الفاكهة هو أول جين في كائن حي ينسب إلى كروموسوم بذاته .

ومن خلال الصندوق الخشبي الذي كان في حجرة مورجان، والذي كانت له ٤ جوانب ، وكان كل جانب يمثل كروموسوماً من كروموسومات الدروسوفيليا الأربعة، وعلى كل جانب كانت هناك دبابيس رسم يحركونها أفقياً ورأسياً ليبيّنوا مدى التقدم في تحديد موقع الصفة (كان هذا هو كمبيوتر مورجان) .

ومن خلال ذلك تمكن مورجان وتلاميذه وبخاصة (أحد تلامذته وهو ستير تيفاننت) من رسم أولى الخرائط الكروموسومية أو بمعنى آخر أول خريطة جينية .. خرائط بها مواقع لجينات معينة .

هـ - وكما تم التوصل - كما سبق وعرضنا - إلى فكرة أن الجينات مرتبطة فوق الكروموسومات ، فلقد تمكن بواسطتها موللر من إحداث طفرة في الجينات باستخدامه لأشعة إكس .

وأخذ الباحثون يبحثون عن الذباب الذى حدثت به الطفرات . لقد ترتب على هذه الطفرات المتعمدة تغير غير طبيعى فى الذباب فوجدوا أن بعضها كانت لديه سيقان حيث ينبغى أن توجد قرون الاستشعار، أو لديه أجنحة حيث ينبغى أن توجد أدوات اتزان صغيرة تسمى دبوس الاتزان .

و - تكتيك الإنقاذ الوراثى :

أصبح لدى علماء الوراثة الآن اعتقاد راسخ بأن أوجه التماثل بين الجينات فى الكائنات المختلفة وثيق، حتى أنه يمكن الآن لعلماء الوراثة أن ينفذوا بطريقة شبه روتينية تجربة مثيرة وهى إتلاف لأحد الجينات فى الذبابة بإطفاره عن عمد، ثم يضعون مكانه بالهندسة الوراثية جيناً مرادفاً من أحد أفراد البشر لتنمو الذبابة نمواً طبيعياً، فجينات هوكس البشرية يمكنها إنفاذ مرادفتها فى الذبابة . لدرجة أنه يستحيل تمييز حشرات الذباب التى أنقذت بالجينات البشرية عن تلك التى بجينات ذباب أصلية .

ز - تم زراعة جين من سلالة ذبابة الفاكهة الأمريكية بنية العيون فى جنين من سلالة أخرى وذلك فى خلايا مقرر لها أن تكون أعضاء تناسلية وعندما نمت الأجنة انتقل إليها الجين وأصبح لون العين للأفراد الناتجة بلون الياقوت الأحمر بدلاً من اللون البنى .

[٢] استخدام الضفادع البائعة وأطوار نموها المختلفة فى التجارب :

كان هناك العديد من التجارب على هذا المخلوق .. (الذى تعتبر أنواع منه .. من الوجدات المفضلة فى فرنسا) ... ولقد بدأت هذه التجارب منذ زمن، ونذكر من بينها :

(أ) تجارب دجون جوردن، على مراحل النمو المختلفة للضفادع .. وغيره من الباحثين :

والعالم (جون جوردن، من جامعة إكسفورد، قام بتجاريه عام ١٩٦٢م، والتي استفاد فيها من تجارب (روبرت بريجز، و (توماس كينج، في الخمسينات وقام بحوالي ٧٢٦ محاولة، تم فيها نقل أنوية الخلايا الطلائية لأمعاء أبي زنبية (وهو أحد الأطوار الجنينية للضفادع من نوع ذينوباس) إلى بويضات تم نزع أنويتها ونجح منها ١٠ محاولات نتج عنها ١٠ حيوانات في طور أبي زنبية. لكنها ماتت في أطوارها الجنينية.

فيما بعد، وفي عام ١٩٦٢م استطاع نفس العالم - بعد محاولات مضنية أيضاً من نقل نواة من الأنوية من خلايا أجنة الضفدعة، ونقلها إلى بويضات غير مخصبة لضفادع بعد تحطيم أنوية هذه البويضات مسبقاً باستخدام الأشعة فوق البنفسجية فأعطى جنيناً في طور البلاستيولا ومنها استطاع الحصول على ضفدع يافع وبالمثل حدث مع تجربة أخرى باستعمال خلية جسمية من أحد الأطوار الجنينية للضفدع.

وفي سنة ١٩٦٦م تمكن جوردون من نقل نواة خلية من أمعاء أبي زنبية إلى بويضة نزعت نواتها واستخدم لتحقيق غرضه الأشعة فوق البنفسجية ونجحت التجربة وحصل على ضفدع يافع.

(ب) وبالطبع لم تكن تجارب جون جوردن هي الوحيدة التي استخدمت الأطوار المختلفة للضفادع.. إذ كانت ولا تزال هناك العديد من التجارب الأخرى التي تستخدم الضفادع في إجراء التجارب والتي نذكر منها أيضاً :

تلك التجارب التي تم فيها استخدام الدنا المطعم على أجنة الضفادع (أثناء مراحل التكوين الجنيني) بجين هرمون النمو والذي استطاع التعبير عن نفسه وكون هرمون النمو مما أدى إلى زيادة إفراز الغدة الدرقية وتسارع عملية النمو وأصبح لدينا ضفادع عملاقة.

(ج) الضفادع المؤنسة : وفيها يتم استبدال بعض الجينات بجينات بشرية وذلك لدراسة التعبير الجيني للجينات البشرية داخل جينوم أحد الكائنات الحية الأخرى.

وتقول د. «كاثرين»، إن إنتاج الضفدع المؤنسن سيوفر معلومات جديدة عن التعبير الجيني وقدراته للجينات.

[٢٧] استخدام الخنازير في تجارب الهندسة الوراثية:

يفضل كثير من الباحثين (إن لم يكن أغلبهم) استخدام الخنازير وبخاصة المهندسة وراثياً لعدة أسباب .. نذكر منها :

أ- فترة الحمل قصيرة .. حيث تستطيع أنثى الخنزير البالغة أن تحمل وتلد كل ٤ شهور.

ب- أيضاً تعتبر الخنازير أسهل في استيعاب الجينات البشرية من الأغنام والأبقار.

ج- غزارة إنتاجها : فعدد المواليد في العادة من ١٠ - ١٢ مولوداً، ويمكن أن يقل ، (أى أن عدد خلفتها أكبر Litter Size).

د- أعضاؤها تقارب الأعضاء البشرية في الحجم والفسولوجيا. وتشريح الأعضاء يشبه كثيراً تشريح أعضاء الإنسان.

هـ- زمن النسل قصير .. فحتى ينمو وينضج الخنزير المولود ويستعد جنسياً للزواج ، فإن كل ذلك يستغرق ١٢ شهراً.

و- قد تكون الخنازير الصغيرة صالحة تماماً للأطفال المصابين بالتليف الكيسي، المحتاجين إلى رئة على سبيل المثال.

ز- تنتج إناث الخنازير المتميزة حوالي (٣٠٠) لتر لبن في السنة، فتصلح في مجال استخدامها كإناث حيوانات مهندسة وراثياً تدر مع هذه الألبان بروتينات مطلوبة - (وسيكون لنا جولة بالفصل الثاني نعرض بها أمثلة وتطبيقات متعددة للاستفادة من ألبانها).

ح- يلزم التأكد من أن تكون هذه الخنازير منتقاة بعناية وخالية من أية كائنات ممرضة قد تصيب الإنسان .. وهناك الآن بالفعل سلالات من الخنازير خالية من ممرضات معينة معروفة - (إلا أنه قد توجد فيروسات أو غيرها من الممرضات كامنة أو لم تعرف بعد) - ويؤكد تلك الجملة الاعتراضية .. ذلك

الاكتشاف المثير والذي تلقى الضوء عليه فيما يلي :

الفيروس كورو :

حيث اكتشف د. «كارلتون جادويسك» أستاذ المخ والأعصاب (بمعهد الصحة القومي في U. S. A) أنه يوجد في غينيا الجديدة ، نوع من الفيروسات تسمى بالفيروسات البطيئة Slow virus وهي فيروسات بطيئة أو كامنة لا تظهر أعراضها المرضية على الشخص الذى أصيب بالعدوى إلا بعد عشرات السنين .

ولقد اكتشف د. كارلتون، هذا الفيروس ويسمى «كورو» ، والذي يصيب الإنسان نتيجة عدوى ولا يظهر أثره إلا بعد أكثر من عشرين سنة ليحول الشخص إلى هيكل عظمى، وفقد للذاكرة، نتيجة تلف خلاياه العصبية .

لقد تكون معارضون لاستخدام الخزائر في الفترة الأخيرة ، بسبب هذا المثال وغيره من الأمثلة الأخرى والتي سيكون لنا معها لقاء بالفصل الرابع من هذا الباب .

ونذكر منها هنا قرار د. «إيان ويلموت» - (الذى استنسخ النعجة دوللي الشهيرة مع فريقه العلمى) - والذي أعلن فى قراره عن وقف هذه التجارب لاكتشاف فيروس غير معروف يمكن أن ينتقل من العضو البديل المأخوذ من الخنزير المعدل إلى الخلايا البشرية ومنه إلى الجنس البشرى فيما يشبه الوباء .

لذا فهناك خوف قائم من الإقبال بحماس على الاستفادة من هذه الحيوانات فى عمليات نقل وزراعة الأعضاء لاحتمال احتوائها على فيروس كامن، لا تستطيع أحد التحاليل الكشف عنه، وينتقل لجسم المريض المتلقى لهذا العضو الحيوانى، فينشط الفيروس ويخرج من كموئه وتظهر أعراضه .. التى قد تؤدى لكارثة .

[٤] استخدام الفئران في التجارب العملية :

وتشمل :

أولاً التمهيد : أسباب الإقبال على استخدام الفئران :

ونذكر من هذه الأسباب ما يلي :

أ- أنه حيوان ثديى ، يعنى لدى إنثائه غدد ثديية ، تفرز اللبن لترضع به

صغارها مثل الإنسان، مما يجعله قريباً من الإنسان.

ب- أيضاً لقصير فترة الحمل؛ ففترة حمل الفأر تصل إلى ٢١ يوماً، بينما الغنم (١٥٠)، يوماً، والبقرة (٢٩٠)، يوماً.

ج- وتعطى فى كل مرة ولادة أعداد كبيرة من المواليد.

د- وقصر عمرها ، فيمكن للباحث أن يقوم بدراسة دورة حياة عدة أجيال من الفئران التى اقتصتها بالدراسة.

هـ- تتميز بصغر حجمها وبالتالي سهولة استخدامها ونقلها من مكان لآخر ، وقلة تكاليف إطعامها بالمقارنة بالحيوانات الأكبر حجماً، وبالأرانب التى تتميز بشراحتها للطعام وكذلك فضلاتها الكثيرة المنفرة.

و- ووفقاً لما سبق .. فإن رعايتها ستكون أيسر مقارنة بالحيوانات الأكبر حجماً، وعند موتها فى التجارب لن تتسبب فى خسائر أو أن نحزن على فقدها لعدم جدواها اقتصادياً مقارنة بحيوانات كالماعز، والأبقار .. الخ.

ز- والأهم .. هو أنه إذا كان التشابه بين الشمبانزى والإنسان (من حيث المحتوى الوراثى) بنسبة تصل إلى ما يقارب الـ ٩٨ ٪ ، فإننا نجد أن التقارب بين الفأر والإنسان يتشابهان وراثياً بنسبة ٨٠ ٪ ، وهما فى نظر العلماء يعتبران متشابهاً وراثياً مع اختلاف فى ترتيب الجينات.

ح- ولقد أدى ما تقدم ذكره من أسباب وغيرها إلى إقدام الباحثين على اختيار الفئران لتصبح أحد الكائنات الخمسة النموذج المختارة فى مشروع الجينوم HGP (أى مشروع الجينوم البشرى لسلسلة جينوماتها) كنماذج تولج فيها- وبخاصة فى خلاياها الجذعية وهى لازالت أجنة- جينات الإنسان المرضية التى أمكن عزلها وکلونتها باستخدام التقنيات المتطورة ، وبنمو هذه الأجنة تصبح فئراناً مهندسة يتم دراسة الأثر الفسيولوجى والمرضى للأمراض، وطرق التغلب عليها بتمييز الوسائل العلاجية الملائمة. وعلى سبيل المثال هناك مرض هنتنجتون والذى يفترض الباحثون أنه بتحديد هوية الطفرة الخاصة به يمكن أن يخلقوا عطب الجين النظير فى الفأر .

والجدير بالذكر أن من بين ما توصلت إليه أبحاث المشروع بخصوص سلسلة محتواه الجينومي، أنها تصل إلى ٣٠٠٠ مليون زوج من القواعد، ويرمز لها بالرمز ٣٠٠٠ زق .

ثانياً : شرح مبسط للإجراء المتبع لإنتاج فأر مهندس وراثياً :
تؤخذ بويضة مخصبة من فأرة (مضغة فأر من خلية واحدة تم استخلاصها من فأرة بعد اثنتي عشرة ساعة من الجماع) ثم تولج في هذه المضغة الجين (بعدها تم مص هذا الجين المطلوب داخل فتحة ماصة دقيقة جداً ثم نخز طرف الماصة في تلك البويضة المخصبة والتأكد من أن طرف الماصة في الداخل من إحدى نواتي المضغة والضغط برفق) - ثم يعاد زرعها في رحم فأرة تحمل بها. ليخرج للحياة فأر مولود مهندس وراثياً ينمو وبه الصفة البشرية الجديدة. والملاحظ من هذه التجارب، أنه حتى الآن لم يحدث تشغيل وتعبير للجين المطلوب إلا في حوالي ٥% فقط من الفئران الناتجة ، أما الحيوانات الأخرى مثل البقر فيكون النجاح في إنتاجها أندر من ذلك .. وهذه الـ ٥% هي فئران عبرجينية .

ولقد كانت هناك محاولات عديدة سابقة لاقت نجاحاً ، تم فيها نقل جينات من الإنسان للفئران .. إلا أنه قد تم باستخدام تقنية التهجين الجسدي .. ونذكر جهود العالمين «سيسر ميلستين»، و«جورج كوهلر»، واللذان استطاعا الحصول على أجسام مضادة وحيدة النسيلة من خلايا هجينة بين فأرين عام ١٩٧٥ م .

وفي عام ١٩٨٨ م أصدر مكتب تسجيل البراءات الأمريكي أول براءة لحيوان عبر جيني (لجامعة هارفارد) وكانت عن فأر يحمل جينات تجعله قابلاً للإصابة بالسرطان (فأر السرطان) .

وفي عام ١٩٩٠ م نشر ما يزيد عن ٦٠٠ بحث في وصف ما حل بالفئران عبر الجينية من أعراض الأمراض البشرية .. من التهاب المفاصل، إلى السكر، إلى السمنة .

ثالثاً : التطبيقات المتعددة لاستخدام الفئران فى التجارب المعملية :
نظراً لما سبق وعرضناه من أسباب عديدة تفسر ذلك الإقبال المتزايد على استخدام الفئران فى التجارب والأبحاث العلمية أكثر من باقى الحيوانات ..
والذى كان من نتيجته أن خرجت من معامل الباحثين فى كل مكان آلاف التجارب التى تم إجراؤها على الفئران .. تبحث وتجرب فى مختلف المجالات والقضايا العلمية والطبية مثل : الأورام السرطانية والبحث عن سبل العلاج، أو لإنتاج أعضاء بديلة والعقم ، وإنتاج لقاحات للعديد من الأمراض مثل الملاريا، ولعلاج أمراض القلب والأوعية الدموية والجلطات، بل وتجارب تبحث فى أغوار المخ والجيينات والأعصاب، وإنتاج بروتينات بشرية ذات قيمة صيدلانية فى ألبان إناث الفئران المهندسة وراثية ... إلخ.

ومن كل ما سبق تخيرنا لك عزيزى القارئ مجموعة يسيرة من هذه الأبحاث والتجارب نعرضها عليك من خلال الجولات التالية :

(١) الجولة الأولى : وسأخذك فيها عزيزى القارئ بين ثنايا ثورة علمية واعدة تسمى «البيولوجيا العصبية»، ويستفاد فى هذه الثورة من فئران التجارب . وستتضمن هذه الجولة مجموعة أمثلة تطبيقية متعلقة بها .

(٢) الجولة الثانية : استخدام الفئران فى التجارب المتعلقة بالأورام السرطانية . وتشمل ٣ أمثلة .

(٣) الجولة الثالثة : ومحورها هو إجراء تجارب على الفئران بهدف الحصول على أجيال بدون (أب) .

(٤) الجولة الرابعة : وهى تشمل أمثلة تطبيقية لتجارب ناجحة تم من خلالها الحصول على إناث فئران مهندسة وراثياً تحوى ألبانها بروتينات بشرية هامة .

(٥) الجولة الخامسة : وهى تتضمن أمثلة متنوعة لتجارب تبحث فى أمور عديدة مثل :

١- تجارب تهدف لدراسة النظام الجينى للإنسان وكيفية إحداث تعديل جينى به من خلال إنتاج «الفأر العجيب» .

- ٢- التوصل لجين الإخلاص في الفئران .
 - ٣- حقن جدران قلب الفأر بمادة تزيد نمو الوعاء الدموي .
 - ٤- إنتاج فئران لتعطي لقاحاً للملاريا في لبنها .
 - ٥- جلد من خلايا الفأر لعمليات التجميل .
 - ٦- إيلاج جين ألفا - ١ أنتى تريبيسين في البطانة الظاهرية لرئة فأر .
 - ٧- فصل جين الساعة البيولوجية من الفئران .
 - ٨- تصنيع كلية بشرية في الفئران .
 - ٩- فئران خضراء تضيء في الظلام .
 - ١٠- فيروسات معدلة وراثياً بغرض الحد من تكاثر الفئران .
 - ١١- الأجسام المضادة والفأر «مانى» .
 - ١٢- أمل جديد لعلاج الصلع .. بالاستفادة من فئران التجارب .
- مجا عزيزى القارئ .. نبدأ أولى الجولات

الجولة الأولى :

جولة مع ثورة علمية واعدة تسمى «البيولوجيا العصبية» ،

والاستفادة من فئران التجارب فى سبر أغوار المخ :

[نظراً عزيزى القارئ لمدى أهمية التجارب التى تستفيد من الفئران فى سبر أغوار المخ... فلقد أفردنا التطبيق الخامس لجولة نستعرض بها بعض هذه التجارب] ..

أولاً : التمهيد للجولة :

يجمع العلماء على أن ما تشهده علوم البيولوجيا اليوم من ازدهار ؛ يتوج بتقدم فى مجال أوفرع واعد ينال وسينال حظه فى الأيام القادمة ليسود على الكثير من مجالات البحث الهامة حالياً، وهذا المجال هو مجال «علوم الأعصاب» أو بمعنى آخر «البيولوجيا العصبية» ..

ونستشهد فى ذلك بما توقعه أحد أساتذة علوم الجينات المعاصرين ، حيث توقع أستاذ علوم الجينات «ستيف جونز» بجامعة كولج بلندن - فى عام ٢٠٠٤م ما يلى :

قال : إذا نظرنا إلى توقعاتنا العلمية منذ ١٠ أعوام حول ما نستطيع أن نفعله بنتائج خريطة الجينوم البشرية سنجد لدينا الآن النتائج لكن توقعاتنا العلمية أصبحت أشياء تدعو للسخرية .

وأ توقع أن نشهد مستقبلاً اهتماماً أكبر بعلوم البيولوجيا أكثر من الطبيعة ما لم يصبح العالم قطعة أرض قاحلة نووية «مدخنة» ، فحينئذ ستكون علوم الطبيعة ذات شأن كبير. وقد اختلف مع الذين أكدوا أن العلم فى العقد القادم سوف يتركز بصفة كبيرة على علوم الجينات ولكن الاهتمام الأكبر سوف يكون بعلوم المخ البشرى .

إن مجال البيولوجيا العصبية وبخاصة علوم المخ البشرى والجينات يمثل ثورة علمية حقيقية ، تغوص فى أعماق المخ البشرى والذى أصبح من المعروف أنه يمتلك ما يقارب ١٠٠ مليون من العصبونات (الخلايا العصبية neurons) تسيطر على العضلات والأعصاب وأجهزة الجسم جميعاً ، ويتراوح وزته بين ٩٦٧ و ١٣٨٤ جرام، وهذه العصبونات يتربط بعضها فى شبكات تؤدى إلى قيام تشكيلة الصفات العقلية والاستعرافية cognitive المميزة مثل الذاكرة والذكاء والانفعال والشخصية .. الخ .

والباحثون يبذلون قصارى جهودهم للاستفادة من كافة التقنيات الحديثة لتعقب كل نواحي الدماغ البشرى وسير أغواره ، وهذه الثورة المتزايدة لم تكن ثورة جببسة غير قادرة على التعبير عن نفسها؛ وذلك لأنه رغم أن الأبحاث كانت تجرى فى هذا المضمار منذ وقت طويل، إلا أن البحث المكثف على مدار السنوات الأخيرة، أسفر عن فيضان هائل من المعلومات على نحو لم يتخيله أحد قبل عقدين من الزمن ولا تزال ، المزيد من التفاصيل تتكشف مع مطلع كل يوم جديد، لدرجة أن العلماء حرموا من أى فرصة لالتقاط الأنفاس لتحليل ما توصلوا إليه !!!

لقد ساد الآن شعور لدى العلماء بأنهم قد اقتربوا من المخ وغاصوا في ثناياه وجمعوا عنه الكثير من المعلومات المبهرة من خلال تجاربهم وأبحاثهم (وسوف نلقى الضوء على بعضها بعد قليل) لكن لازالت النظرية الشاملة، سوف تتشكل ..

ونذكر من هذه المعلومات الباهرة ، على سبيل المثال ، ما يلي :

نجاح العلماء من خلال تجاربهم العديدة السابقة في تحديد أين تقع مراكز الإبصار والسمع والشم والكلام وكذلك مراكز الخوف واللذة وغيرها... وبالرغم من ذلك فلقد كان على الفهم الجيد لوظائف المخ أن ينتظر إلى النصف الثانى من القرن العشرين والقرن الحادى والعشرين عندما توافرت للعلماء تقنيات متطورة مكنتهم إلى حد كبير من اكتشاف الأسس العصبية للتعلم، واكتشفوا آليات الذاكرة، وكيفية تخزين المعلومات فى تلافيف المخ واكتشفوا كيفية إحساس المرء بالمكان والاتجاهات، مثلما اكتشفوا كيمياء الحب والحزن والخوف، وهى كلها اكتشافات تعد بالتغلب على عدد كبير جداً من الأمراض العصبية التى تتعلق بالذاكرة، والاتزان، والاضطرابات النفسية والعقلية والاتجاه نحو ابتكار أساليب جديدة لتحسين الذكاء والذاكرة. وبخصوص الاضطرابات النفسية نذكر أنه قد نجح فريق علمى يضم علماء من ست دول.. فى رسم خريطة لمخ الإنسان من خلال سبعة آلاف صورة لأدمغة أفراد من جميع الأعمار ويعانون من أمراض مختلفة .. ويذكر أنه سيتم من خلالها فهم الطريقة التى يتحكم بها مخ الإنسان فى كل شىء.. وأن العلماء سيستمررون فى إضافة المزيد على الخريطة لأنها يمكن أن تساعدهم فى تحديد العلامات الأولية للإصابة بالمرض، ويأملون فى أن تقدمهم بالمعلومات حول مناطق المخ التى تتحكم فى وظائف معينة من الجسم، ولماذا تختلف أدمغة الأشخاص المرضى بالزهايمر أو الفصام عن الأدمغة السليمة ..

ويذكر العلماء أن الطريقة الوحيدة لفهم كيفية عمل المخ هى جمع معلومات من أكبر عدد ممكن من الفحوصات للحصول على ما يشبه مخطأ عادياً بسبب اختلاف مخ كل إنسان عن الآخر من حيث الشكل والحجم والتركييب .

ويؤكد د. «جون مازيوتا» [الخبير في رسم الأدمغة البشرية من جامعة كاليفورنيا] في لوس أنجلوس على ذلك ويضيف عليه مثلاً وهو أن المخ يقوم بعملية مثل عملية التفكير مختلفة من فرد إلى آخر.

وذكر د. «أرثر توجا» أستاذ علم الأعصاب بجامعة كاليفورنيا بـلوس أنجلوس، وهو أحد أعضاء الفريق العلمي، لم تكن هناك طريقة لمقارنة هذه المعلومات دون خريطة شاملة للمخ، وقد أصبح متاحاً لدينا الآن هذه القاعدة من البيانات.

ولقد ذكر عالم النفس «ستيفن بنكر» : أنه يتوقع أن نعلم الكثير حول أى الأجزاء من المخ هى المسئولة عن الكثير من الأنشطة والممارسات المختلفة للإنسان مثل تقدير الجمال والشعور والإحساس بالغضب والإحساس الخلقى أو الأدبى مما يسهل دراسة المشاعر المختلفة بدقة يتوقف ذلك على دراسة الجهاز العصبى للإنسان كما أن التعرف على أسباب وطرق علاج الكثير من الأمراض العقلية مثل الشرود الذهنى والتلعثم اللغوى سوف يكون أسهل من الوقت الحالى ولأن القاعدة الجينية لهذه الأمراض سوف تتكشف خلال العقد القادم.

وأضاف: أن الهندسة الوراثية التى تعتمد على الصفات العقلية فى الوقت الحالى لن تكون ذات أهمية لأنه من النادر أن تحصل من جين واحد على خاصية هامة، ومن ثم فإن الجينات سوف تكون قليلة التأثير. مما يؤكد أن علوم المخ والجينات ستكون أهم مجالات العلم والبحث مستقبلاً، ويتخيل أن عالم العقد القادم سيكون «كوزمبوليتانى» أى متحرراً من الأحقاد القومية أو المحلية أى يجعل الشخص رقيقاً أو صديقاً لأشخاص كان يعتبرهم دائماً أعداءه.. والشخص الكوزمبوليتانى هو : الذى يعتبر العالم كله وطناً له ولا تسيطر عليه أى أحقاد قومية أو محلية..

٢ - وبما أننا نعيش فى عصر توضع فيه خرائط لجينومات الأحياء.. فإن دماغنا .. «عضو تفكيرنا» ليس بمستثنى من هذه الخرائطية .. وبخاصة بعدما أصبح من المعتقد الآن أنه ربما كان ٢٠ ٪ من جيناتنا (أى ٦٠٠٠ جين تقريباً) تعبر عن نفسها فى دماغنا .. وهو ما أدى لإثارة العديد من التساؤلات التى

تبحث عن إجابات من خلال الأبحاث الجديدة ومن هذه التساؤلات التي يسعى إليها الباحثون للبحث عن إجابات لها نذكر :

- لأي بروتينات تكود هذه الجينات ؟ وعلى أى وظائف استعراف تؤثر ؟
- وهل يمكن باتباع وسيلة ما أن نحصل على أطفال أكثر ذكاء أو حتى نصبح نحن أكثر ذكاء ؟

- وهل يمكننا أن نحصل على مستخلص خبرات وذكاء جاهز ؟! وذلك من علماء عباقرة بعد انتهاء أجلهم ثم يتم حقن أبنائنا بهذا المستخلص أو من يرغب ليزداد خبرة وذكاء !!؟

- وهل يمكن التوصل لعلاج ناجح وفعال للقضاء على أمراض وراثية مثل الزهايمر ؟

معنا عزيزى القارئ نبحث عن إجابات لما سبق من أسئلة من خلال عرضنا التالى لبعض التجارب التى يتم إجراؤها على الفئران .

ثانياً : أمثلة لبعض التجارب المستخدمة للفئران لمعرفة أغوار المخ :

المثال الأول : الوراثيات المشروطة وتقنيتا كريلوكس، وتتراسيكلين، :

يتم من خلال الوراثيات المشروطة GENETIQUE CONDITIONNELLE حصر منابذة الجينات فى عضو واحد، إن لم يكن فى نسيج واحد، دون أن يتعرض بقية الجسم لأى أذية. ترتكز الوراثيات المشروطة إلى تقنيتين جزيئيتين، كريلوكس وتتراسيكلين، اللتين وصفتا لأول مرة فى منتصف تسعينات القرن العشرين.. وسنعرض فيما يلى الاستفادة من تقنية كريلوكس :

الاستفادة من طريقة كريلوكس :

تم ذلك فى مختبر الوراثيات الجزيئية، والفيزيولوجيا العصبية والسلوك، فى كوليج دو فرانس، باريس، حيث صب الباحثون اهتمامهم على دراسة بروتين يستقبل هرموناً (يفرزه قشر الكظر) يبدو ضالعاً، بتأثير الكرب، فى عمليات التعلم، والذاكرة، والسلوكيات الانفعالية كالقلق والاكتئاب والتبعية للمخدرات..

هذا البروتين الموجود فى الدماغ موجود أيضاً فى الكبد ، والجلد ، ويتأثر مع الجهاز المناعى . وبعد الحصول بتقنية (كريلوكس) على فئران يكون فيها الجين الذى يكود لهذا البروتين خاملاً ، أثبت الباحثون أن الفئران ظهرت أقل قلقاً وأقل تبعية للمخدرات .

(٢) باستخدام تقنية (التتراسيكلين)

أما عن التقنية الجزيئية الأخرى للوراثيات المشروطة وهى نظام (التتراسيكلين) فإنه يتم فى هذه المرة بدلاً من إبطال جين ما، يدخل الباحثون جيناً جديداً يعبر عن نفسه فى الوقت المرغوب - بوجود مضاد حيوى (التتراسيكلين) فى غذاء الفأر ولإبطال تأثير هذا الجين، يكفى إيقاف إعطاء المضاد الحيوى للحيوان .

وقد برهن هذا النظام حتى الآن على فعاليته التامة بالمستوى الدماغى . وتعود أول الأعمال فى هذا الإطار (أنجزت على فئران محورة جينياً) ، والتي مهدت لسبل استقصاء جديدة فى دراسة الأسس الجزيئية للذاكرة إلى فريق (إريك كاندل) الحائز على جائزة نوبل فى الطب لعام ٢٠٠٠ م ، من جامعة كولومبيا / نيويورك .

المثال الثانى : المستقبلات النمدارية وتجارب لاختزان أو محو المعلومات للمتعلمة وإنتاج الفأر (دوكى) :

فى عام ١٩٧٣ م وجد الباحثان (P.V.T. بلس) و (T. لومو) ، أن الخلايا العصبية فى منطقة الحصين (قرن آمون Hippocampus) أصبحت أوثق تربطاً لدى تنبيهها بسلسلة من النبضات الكهربائية العالية التواتر ويمكن لهذه الزيادة فى قوة التشابك والتي تعرف باسم ظاهرة التعزيز الطويل الأمد (LTP) أن تدوم ساعات أو أياماً أو حتى أسابيع .

ثم أظهرت دراسات لاحقة أن توجيه منبه منخفض التواتر إلى نفس المسلك الحصينى يولد نقصاناً طويلاً الديمومة فى قوة الاتصالات، ويكون هذا النقصان طويلاً الأمد ويدعى الإخماد (الإضعاف) الطويل الأمد (LTD) ، وأصبحت تقوية وإضعاف الاتصالات المشبكية عبر سيرورات شبيهة بالتعزيز LTP

والإخماد LTD، هما الآليتان الرئيسيتان المرشحتان لاختزان أو محو المعلومات المتعلقة في الدماغ.

وهاتان الآليتان أو الظاهرتان تحدثان في صور متعددة مختلفة، وكذلك في عدة مناطق دماغية إلى جانب الحصين، بما في ذلك القشرة المخية الحديثة amygdala وهي تراكيب meocrotox أى المادة الرمادية واللوزتين المخيتين وتؤدي دوراً في الانفعال emotion . وفي الثمانينات والتسعينات من القرن العشرين وجد مجموعة من الباحثين ، أن هذه التغيرات وإحداث الأشكال الرئيسية من الظاهرتين LTP و LTD يتطلب تنشيط activation ما يسمى المستقبلات النمدوية NMDA receptors والواقعة فوق الأغشية الخلوية للعصبونات بعد المشبكية.

وهذه المستقبلات هي ثقبوب حقيقية صغيرة جداً يعتقد معظم العلماء أنها تتألف من أربع وحيدات بروتينية تتحكم في دخول أيونات الكالسيوم إلى الخلايا العصبية، وهي تعتبر المفاتيح الجزيئية المثالية للعمل كمكاشيف توافقية تساعد الدماغ على الربط بين حدثين.

نهايات التسعينات وإنتاج الفئران المنتقصة جينياً للاستفادة منها :

حيث كان قد تم في نهايات التسعينات إجراء تقنية جديدة متطورة وكانت تشذيباً للطريقة المؤدية إلى تكوين ما يسمى فئران منتقصة جينياً Knoc Kout Mice وهي فئران تم تعطيل إحدى الجينات فيها بصورة انتقائية وتفقد هذه الفئران جينة معينة في كل خلية من خلايا جسمها ، ولقد تبين أن الجينات التي تكود الوحيدات المختلفة للمستقبلات النمدوية تكون على درجة متساوية من الأهمية، حيث توفيت الفئران التي افتقدت المستقبلات النمدوية المعيارية وهي صغيرة، ولذلك فقد صممت طريقة لحذف إحدى وحيدات المستقبلات النمدوية في منطقة محددة من الدماغ فقط.

تجربة على الفئران لزيادة فاعلية المستقبلات النمدوية وإنتاج الفأردوكى:

في هذه التجربة تم التركيز على أجزاء مختلفة من المستقبلات النمدوية هما الوحيدتان NR2A ، NR2B .

فقد عرف العلماء أن المستقبلات النمداوية لدى حيوانات متباينة ، مثل الطيور والقوارض والرئيسيات تبقى مفتوحة لدى الأفراد الصغيرة لمدى أطول منها لدى البالغين وهذا الفرق بين السبب في سهولة تعلم الصغار مقارنة عن الكبار. وأظهرت الدراسات أن المستقبلات NR2B تبقى مفتوحة لمدة أطول من NR2A وهذا التحول مرتبط بالعمر.

لذلك تم أخذ نسخة من الجينة التي توجه إنتاج الوحيدة NR2B ووصلها بقطعة خاصة من الدنا التي تعمل كمحفز نوعي لزيادة قدرة الجينة على صنع بروتين في الدماغ البالغ ثم حقن هذه الجينة في بويضة مخصبة لأحد الفئران لينتج في النهاية فئران محورة وراثياً تحمل النسخة الإضافية من جينة الوحيدة NR2B وتم إطلاق اسم الفئران دوكي، على هذه الفئران.

خصائص الفئران دوكي :

من خلال هندستها وراثياً بهذه الطريقة فإنها تنتج كمية تفوق الكمية المعتادة من وحيدة النسيطة Subunit رئيسية لبروتين NMDA ، وهذه المستقبلة النمداوية تساعد على تقوية الاتصال بين عصبونتين نشيطتين في الوقت نفسه . وهي أفضل من الفئران العادية في التمييز بين الأشياء التي رأتها من قبل، وفي تذكر الوصول إلى رصيف في حوض مملوء ماء عكراً على سبيل المثال .

كيف يجعلها التغيير الوراثي أكثر ذكاءً ؟

تبقى المستقبلات النمداوية للفئران الدوكية مفتوحة لمدة تقارب ضعف نظيرتها لدى الفئران العادية. ويساعدها هذا الزمن الإضافي بطريقة ما على تكوين ذاكرة جديدة بطريقة أكثر فاعلية .

هل يمكن استخدام التقنية ذاتها في تحسين مقدرة الناس على التعلم

والذاكرة ؟

من الناحية النظرية، هناك إمكانية لذلك . ولكن التعلم والذاكرة لدى البشر أكثر تعقيداً من مجرد تعرف الأشياء أو تذكر متاهة مائية . وإلى جانب الحواجز العلمية والتقنية ، لا بد من مواجهة قضايا السلامة والأخلاقيات التي تحيط

بالهندسة الوراثية ومن المحتمل جداً أن تحاول الشركات الدوائية بادئ ذي بدء صنع عقاقير تتأثر مع المستقبلية اللمداوية بقصد زيادة المقدرة الذاكرية لدى البشر المصابين بقصور فى الذاكرة .

إن الناس تأمل فى تحقيق هندسة وراثية (جينية) تمنحنا أطفالاً أكثر ذكاءً، أو ابتكار حبوب تجعل كل فرد عبقرياً؟ !!

والطريف هو أنه بالفعل تأسست شركة تجارية للمستحضرات الطبية أسسها أحد رجال الأعمال وعين الباحث (J.Z. تسين، والذي كان له دوره البارز فى إنتاج الفأر دوكى كمستشار علمى للشركة، والهدف استخدام تقانة الجينوميات لتحديد جزيئات تشكل أهدافاً محتملة لعقاقير تعالج اضطرابات الجهاز العصبى المركزى ، مثل فقدان الذاكرة، والخوف، ولكن يبقى احتمال أن يتزايد طموح هذه الشركات ليصل لما هو أبعد من ذلك .

المثال الثالث : إنتاج فئران تحمل بروتين بيتا - أميلويد، ومصل للتطعيم ضد الزهايمر :

تمكن الباحثون من إنتاج فئران تحمل الجين الخاص ببروتين بيتا - أميلويد ، وهو بروتين اعتبره الباحثون الآن المكون الأساسى للبقع التى تظهر بأماخ المصابين بمرض الزهايمر . وحقوق براءة إنتاج هذا الفأر تحملها شركة أثينا للعلوم العصبية، وهى مؤسسة بسان فرانسيسكو مشاركة مع شركة (إيلى إيلى)، شركة العقاقير العالمية العملاقة .

ولقد تم الإعلان فى عام ١٩٩٩م بمجلة ناتور Nature عن نجاح فريق علمى فى استخدام مصل AN1792 فى فئران التجارب لمنع ترسيب رقائق الأميلويد (بيتا - أميلويد - بروتين) كسبب بيئى بالمخ، ومعروف أنها تؤدى إلى تحطيم خلايا وأنسجة المخ لتؤدى فى النهاية إلى أعراض شبيهة بمن لديهم مرض الزهايمر لسبب وراثى - ونجاح التجربة فى الفئران، توقف استمرار المرض بالفئران ، وبالتالي فالمرحلة القادمة هى تجارب هذا المصل مع المتطوعين وفى حالة نجاحه بالإنسان سيكون متوفراً لاستخدامه وتطبيقه فى عام ٢٠٠٥م لكل المرضى، أيضاً تم فى يناير من عام ٢٠٠٥ التصديق من قبل

لجنة أخلاقية غير رسمية بجامعة إستانفورد على اقتراح بإنتاج فئران تتكون أمخاها بالكامل تقريباً من خلايا المخ البشرى، وذلك بغرض معرفة كيفية تطور المخ البشرى وكيفية ظهور الأمراض المرتبطة بتدهور القدرات العقلية مثل مرض باركنسون. وللعلم فلقد تمكن العالم «ويسمان» من إنتاج فئران تحتوى أمخاها على نسبة قدرها ١% من الخلايا البشرية!!
والمعروف أن «ريجان» وهو رئيس أمريكا السابق كان مصاباً بالزهايمر، وأعلن عن وفاته فى يونيو عام ٢٠٠٤ م.

المثال الرابع : مع طموح الباحثين فى إمكانية نقل الخبرة والتعلم والذاكرة من العلماء العباقرة إلى غيرهم من البشر:
كانت ولا تزال هناك العديد من التجارب التى يهدف الباحثون من خلال إنجازها تحقيق ذلك الأمل الذى يداعب عقولهم ويصبح الحلم حقيقة ويصير بالإمكان نقل الخبرة والتعلم والذاكرة من العلماء العباقرة وغيرهم بعد انتهاء أجلهم إلى غيرهم من البشر الأحياء !!؟
ونذكر من هذه التجارب ما يلى:

تجربة العالم السويدى «هولجر هايدن» :

وكان يعمل آنذاك مديراً لمعهد البيولوجيا العصبية بجامعة جوتنبرج ، ويذكر أنه قام بتجارب مثيرة على حيوانات التجارب وظل لعدة سنوات استغرقت أكثر من سبعة عشر عاماً يدرّب الفئران على مهارات معينة ثم يقوم بحقن مستخلصات مخ الفأر المدرب إلى آخر غير مدرب فوجد أنه يسلك سلوك الفأر المدرب. وبالإستعانة بالأجهزة العلمية المتناهية الدقة .. كان يفحص الخلايا الحية بالمخ ويحلل مركباتها كيميائياً، فوجد «هايدن» أن هناك مادة بروتينية معينة تزداد كميتها كلما تدرّب الحيوان .. وعند حقن هذه المادة فى حيوانات غير مدربة كانت تسلك نفس سلوك الحيوانات المدربة وتحمل إليها خبراتها .
ولقد تم التوصل إلى أن هذه المادة المسؤولة عن نقل الخبرة هى حمض (m-RNA، الحمض النووى الرسول) والذى يحمل الشفرة الوراثية لصناعة بروتينات جديدة وتتحكم فى كل العمليات البيولوجية طبقاً لتعليمات جزيء DNA .

٢ - تجارب د. إيفان، :

بعد تجارب طويلة ومعقدة من البحث التشريحي استمرت أكثر من ٣٠ عاماً؛ أعلن «د. إيفان برتيا شفيلى، [الأستاذ بالمعهد الفسيولوجى لأكاديمية العلوم بچورچى] أن المخ كله يشترك فى تكوين الذاكرة .. حقيقة أن هناك مناطق لها دور أكبر فى هذه العملية مثل قرن آمون «الحصين، واللوزة المخية، ولكن خلايا المخ كلها تتعاون لإيجاد ما يعرف بالذاكرة ويستطيع مخ الإنسان أن يحتفظ بفيض هائل من المعلومات يصل إلى مليون بليون معلومة ويشارك فى تكوين الذاكرة .. وهذا الفيض الهائل من المعلومات لا يمكن الاحتفاظ به فى الخلايا إذا ما احتاجت كل معلومة إلى خلية عصبية خاصة بها .

لذا فقد تم التعرف من التجارب على حمض RNA وأنه مادة الذاكرة التى يمكن نقلها من الحيوانات المدربة إلى أخرى غير مدربة لكى تكتسب خبراتها . كذلك وجد «د. تلسون، من [كلية طب فيرجينيا] أن كفاءة اختزان الذاكرة ترتبط أيضاً بزيادة فى اصطناع عدد من أنواع m-RNA المرسال .. هذا الحمض الذى يدخل فى تركيب الشفرة الجينية التى تحمل الصفات الوراثية .

وتتكون الذاكرة عن طريق إيجاد ترتيب خاص لهذا الحمض يتلاءم مع المعارف الجيدة . ويتم تكوين جزئيات الحمض فور ورود هذه المعارف على هيئة انبعاثات عصبية تجرى على امتداد الأعصاب من مركز الحواس؛ أى أن ما يحدث فى الخلية العصبية هو أنها مع كل انبعاث عصبى يرد إليها تشكل جزئيات من هذا الحمض يبلغ مقدارها ألف بليون بليون جزيء بطريقة خاصة لتسجيل هذا الانبعاث والاحتفاظ به . وبذلك يتم تسجيل طوفان هائل من المعلومات والصور والأصوات والأحداث والخبرات والروائح والأحاسيس كل فى مناطق خاصة، وهى تعتبر بمثابة ملفات لأرشيف الذاكرة تحتفظ بها فترة طويلة أو قصيرة، ثم تستخرجها عند الحاجة وتعيد طبعها فوق شاشة الذاكرة فى لحظات معدودات .

وكما سبق وبدأنا .. فإن هذه التجارب لها دلالتها الواضحة فى تعلق الأمل بها وبغيرها من التجارب ليأتى ذلك اليوم القريب الذى يصبح فيه بالإمكان نقل

الخبرة والتعلم والذاكرة عن طريق نقل حمض RNA الرسول من العلماء العباقر بعد انتهاء أجلهم.

المثال الخامس: التكنولوجيا العصبية فرع وليد لتكنولوجيا المعلومات والتكنولوجيا الحيوية و ... تطوير عقاقير أفضل:

ونبدأ هذا التطبيق بما توقعته د. سوزان جرينفيلد، [الأستاذة بجامعة أكسفورد البريطانية] وهي تعمل حالياً بالكتابة وتقديم البرامج ... حيث حددت توقعاتها في تخصصها وقالت:

إننا نسير في الاتجاه الصحيح للوصول إلى رؤية موحدة لقطاعين هامين للغاية وهما تكنولوجيا المعلومات والتكنولوجيا الحيوية، فنحن نعمل لرؤية خليط من هذين الفرعين ونقول أنه حينما يتم ذلك فسوف نرى فرعاً جديداً في هذا النطاق يسمى التكنولوجيا العصبية.

وتعلق د. سوزان جرينفيلد على التجارب الناجحة والتي قام في إحداها العالم الألماني «بيتر فرومهيرز» بزراعة خلايا عصبية في دوائر متكاملة، وفي التجربة الأخرى نجح أحد الأشخاص [بجامعة أميرى] في زراعة إلكترون في مخ شخص مصاب بالشلل - وتذكر جرينفيلد في تعليقها بأنهم بدأوا يلاحظون أن الخلايا تستطيع التفاعل مع الأشياء الصناعية الإلكترونية والعكس أيضاً.

مثال :

الاستفادة من التكنولوجيا الحيوية في حفظ قطع صغيرة من أمخاخ فئران حية لدراسة تأثير العقاقير عليها :

ونذكر بهذا الصدد .. أن إحدى شركات البيوتكنولوجيا قد طورت في عام ٢٠٠٢م طريقة لحفظ قطع صغيرة من الأمخاخ حية لفترة طويلة ، وذلك بأخذ قطعة من مخ الفأر تضم عشرات الآلاف من الخلايا العصبية المحفوظة بتشابكاتها ومواقعها الجغرافية بالنسبة إلى بعضها البعض، ثم تحميلها على رقاقة زجاجية. وبينما تغمر الرقيقة بما تحمله من نسيج المخ في سائل مخي اصطناعي يحفظ للخلايا حياتها لبضعة أسابيع. توصل الرقيقة بعشرات من

الأقطاب الكهربائية التي يمكن أن تنقل للباحث معلومات رقيقة عما قد يجرى في الخلايا إذا عرضت لمادة ما. وسوف يمكن هذا الاختراع من دراسة تأثير العقاقير على مجموعات متكاملة من الخلايا العصبية، وليس خلية واحدة كما جرت العادة في السابق، الأمر الذي يعد باكتشافات مهمة في مجال .. الأدوية .

وبالعودة لتوقع د. جرينفيلد، فإنها تتوقع أن يشهد العقد القادم شخصنة أكثر للأشياء ، وعلى سبيل المثال فسوف تكون لدينا القدرة على تغيير البنية الوراثية للإنسان ... فامتلاك القليل من المنبهات وأجهزة الإحساس التي يمكن أن نخبرنا مبكراً باحتمال الإصابة بمرض معين يمثل تحدياً كبيراً أمامنا، ولا بد من البحث عن أدوات تمكننا من ذلك لتفادي الإصابة بالأمراض في المستقبل .
أضافت : إنني مهتمة بقياس حدود انتباه ووعي الإنسان ومدى استخدامه للخيال ..

وتضيف د. جرينفيلد أيضاً : ولعل ما أحاول الترويج له هو إقامة شركات علوم سلمية يمكن من خلالها أن يتوجه العلماء إلى كافة الشعوب، خاصة في المناطق الريفية والمشاركة في تنمية الاقتصاد العالمي وتتمنى د. جرينفيلد أن يتم تطوير دواء أفضل لداء الزهايمر .

وفي ختام الجولة :

بالطبع عزيزي القارئ فإن هذه التجارب والدراسات السابق ذكرها وغيرها من الدراسات ، ليست سوى خطوات بسيطة في عالم البيولوجيا العصبية ، والتي ذكرنا منها على سبيل المثال تلك التجارب الخاصة بتحديد الجينات التي تتدخل في البيولوجيا العصبية للعمل الاستعرافي، فمن خلال المقاربات المختلفة الخاصة بها، يسعى الباحثون في مرحلة تالية لتحديد وظائف الشبكات الجزيئية والخلوية الضالعة في الاستعراف والجينات التي تحرضها هذه الشبكات وعند حل هذه المسائل مع الفأر ، لن يعني أن العمل قد اكتمل !!

إذ على العلماء حينذاك التأكد مما إذا كانت هذه الجينات تؤدي الوظائف نفسها عند الإنسان أم لا ؟

وبالمثل مع باقى الدراسات التى تبحث فى أمور أخرى فى البيولوجيا العصبية ... فعليها التأكد من تماثل النتائج على الإنسان كما كانت مع الفأر.

الجولة الثانية :

استخدام الفئران فى التجارب المتعلقة بالأورام السرطانية :
وتشمل الأمثلة الآتية :

(١) الفئران وسرطان البروستاتا :

حيث استطاع مجموعة من الباحثين اكتشاف جين منشط لاستجابات الجهاز المناعى، وتمكنوا من الحصول عليه وفصله ونقله إلى خلايا سرطانية تم أخذها من أحد الأورام السرطانية الثانوية، واستطاع الجين التعبير عن نفسه وتشجيع الخلايا على قتل هذه الخلايا السرطانية ثم تم نقلها وزراعتها ولكن بجلد فئران تجارب وهذه الفئران سبق تعرضها للإصابة بسرطان البروستاتا .. ويميز من الملاحظات (من قبل الباحثين) على التطورات التى تحدث لهذه الفئران، كانت البشرى وهو تمكن هذه الفئران من التخلص من المرض وشفيت، واستطاع جهازها المناعى أن يعمل بكفاءة أكبر ويقضى على أى ورم سرطانى يتكون ويكبر فى أى مكان بالجسم ...

ولقد استمرت هذه النوعية من الأبحاث وتوسعت بسبب دخول شركات استثمارية متخصصة لهذا المجال (الصناعة الجديدة) . وكان دخول هذه الشركات لهدفين ، أولهما : الاستفادة من هذه التقنية الجديدة لما يعود على هذه الشركات بالأرباح (جنى الأرباح من بيع الأدوية التى تمكنوا من التوصل إليها من خلال هذه التجارب) ، وثانيهما هو ليستفيد المرضى من هذه الأدوية ويتم علاجهم وشفائهم .

ونلاحظ أن هذه الشركات قد وفرت المعامل المجهزة والمعدة بأحدث الأجهزة التى تواكب العصر يوماً، بيوم .. وبأموالها التى لا تبخل بصرفها على كل ما هو جديد ومبتكر مما أدى لدفع عجلة الأبحاث لإحراز المزيد من التقدم وهو طموح يدفعه الطمع للحصول على أدوية أفضل - وكان يصعب توفيره فى

ضوء ظروف أخرى - وأيضاً كانت تقدم وتغدق بالمرتبات المغرية للحصول على أكفأ الباحثين ، بالإضافة لحيوانات التجارب التي يتم إعدادها وفق شروط صارمة وتوفير العناية بها بدقة متناهية كل ذلك أدى لظهور الجديد في عالم العقاقير كل فترة قصيرة وتسجيل براءات اختراع عديدة منها ما يتم تسجيله لمن يبتكر ويبتكر حيوان بينى (معدل وراثياً) ذا مواصفات جديدة ممتازة .

المثال الثاني :

(٢) بروتين الإنجيوستاتين والأمل في القضاء على السرطان :

نجح دكتور (جوده فوكمان، من مستشفى بوسطن للأطفال في الولايات المتحدة بمساعدة بروتينين طبيعيين هما «أنجيوستاتين» و«إندوستاتين» في منع تكاثر الأوردة الخاصة بالأورام السرطانية وذلك بحرمانها من المواد المغذية لها. وتناقصت الأورام واختفت تماماً.

وكانت أنباء في عام ١٩٩٨م قد تم تناقلها حول أسلوب العلاج باستخدام هذين البروتينين، وأشارت إلى النجاح الذي يحققه في وقف نمو الأوعية الدموية التي تحتاج إليها الأورام لتنمو وتنتشر. وكما أن لكل مجال جديد مؤيديه ومعارضيه فلقد كان «د. جيم بلودا» خبير الأورام في معهد الأورام القومي الأمريكي من المعارضين، والذي أوضح في أسباب اعتراضه : أن هذه النتائج لاتزال في مرحلة التجارب على الفئران، وأضاف : «نريد بيانات سريرية على البشر قبل أن نعلق على صدق هذا النجاح» .

وأوحى هذا النجاح لعالم آخر هو «ميشيل بيريكوديه» من معهد جوستاف روسي في باريس : بأن يستفيد مباشرة من الجين الذي يتحكم في صنع بروتين «أنجيوستاتين» ، وبالفعل تمكن من حقن الجين في فئران تجارب واستطاع الجين التعبير عن نفسه وتم إنتاج البروتين . وتناقص الورم (الذي كان موجوداً بهذه الفئران) ولازال الأمل في أن ينجح ذلك على الإنسان .

أيضاً تمكن الباحث «روبرت فينبرج» من «معهد ماساتشوستس للتقنية في كمبريدج الأمريكية» من إصابة خلية بشرية طبيعية بالسرطان في المختبر، من

خلال مزج ثلاثة جينات أظهرت الدراسات أنها تعمل مجتمعة معاً، اثنان منها مولدان للأورام : جين «إتش. ر. اس» الذى يتيح للخلية الانقسام بلا نهاية، وجين «لارج تى» الذى يمنع الإشارات التى تسمح للخلية بوقف التكاثر. والجين الثالث هو «إتش. تى . إى . آر. تى» الخاص بإنزيم «تيلوميراس» الذى يشترك فى عملية شيخوخة الخلية. وقال الباحث عام ١٩٩٩م (فى شهر أكتوبر) «إن كبح الجين الثالث فى الخلايا السرطانية البشرية فى المزرعة أوقف نشاطها السرطانى» .

المثال الثالث :

(٣) بروتين من سم الأفعى لوقف نمو الأورام السرطانية :

تمكن الباحثون فى جامعة «جنوب كاليفورنيا» من استخلاص وعزل بروتين معين من سم الأفعى أثبت فعاليته فى وقف انتشار الخلايا السرطانية فى الجسم البشرى. فقد قاموا بحقن مجموعة من الفئران المخبرية التى زرعت فيها أورام لسرطان الثدي البشرى بخلاصة من السم المعزول من «الأفعى نحاسية الرأس» التى تعيش فى جنوب أمريكا، وأكدوا أن البروتينات الموجودة فى خلاصة سم الأفعى أثبتت نجاحاً متميزاً فى معالجة الفئران .. وأوضح الباحثون أن البروتين المعزول من السم الذى سمي «كونتورتروستاتين» نسبة إلى الأفعى التى استخلص منها يعيق نمو الأورام السرطانية ويمنع انتشارها فى الجسم وذلك بإعاقة التصاق خلايا الورم بالأنسجة المحيطة بها، مما يعنى أن البروتين يمنع تفاعل الخلايا الخبيثة مع الخلايا السليمة ويقطع توريد الدم والمواد الغذائية الضرورية لنموها.

الجولة الثالثة :

إجراء تجارب على الفئران للحصول على أجيال بدون «أب»

وتشمل مثالين :

المثال الأول :

(١) فريق علمى يابانى يستنسخ فأرين بدون أب :

فى شهر مايو من عام ٢٠٠٤م تناقلت وسائل الإعلام ذلك الخبر عن تمكن

فريق علمى يابانى يقوده العالم «توموهيرو كونو» وزملاؤه من جامعة طوكيو للزراعة باليابان من استنساخ فأرين من بويضة فأرة دون تخصيبها بحيوان منوى لفأر.

وذكر أن الاستنساخ اعتمد على البويضة التى تحتوى على مجموعتين من الكروموسومات بدلاً من مجموعة خاصة بالأم والأخرى بالأب.. وهى ظاهرة لم تكن تحدث بصورة طبيعية من قبل فى الثدييات (كالإنسان - الفئران)؛ لكنها معروفة فى بعض أنواع أخرى مثل حشرات النحل، المن، وهى ظاهرة التوالد البكرى أو العذرى (حيث يفقس البيض الغير مخصب عن صفار).

ولقد تمكن العالم «توموهيرو كونو» وزملاؤه من تحييد عمل جين رئيسى فى البويضة، مما أثر على الصفة الوراثية التى تحول دون التوالد العذرى فى الثدييات. وترتب على نزعه ومتتالياته التنظيمية تمكين الأجنة المتكونة فيما بعد بالنمو، وحقن العلماء المادة الوراثية من بويضة فأرة غير ناضجة فى بويضة ناضجة بما تحمله من كروموسومات، ثم قاموا بعد ذلك بتنشيط البويضة المدمجة بما جعلها تبدأ فى النمو كجنين. وعن ذلك الجين الذى تم تحييده، يذكر أنه قد أطلق عليه اسم (اتش ١٩) وكان قد تم تحييده فى بويضة الفأرة غير الناضجة، وتمكنوا من زيادة نشاط جين آخر يدعى (أى جى إف ٢) وهو الجين المسئول عن تخليق بروتين مسئول عن تنظيم عملية النمو فى الأجنة أثناء تطورها. ولقد قام العلماء بإسباغ صفة أكثر أبوية على المحتوى الوراثى بالتلاعب فى الجينات، ونتيجة لذلك وصل جنينان إلى الاكتمال من بين ٥٩٨ من الأجنة التى لم تكتمل.

المثال الثانى :

(٢) إخصاب إناث فئران التجارب بخلايا غير تناسلية بدل الحيوان

المنوى :

أعلن فى سبتمبر من عام ٢٠٠٣م عن توصل فريق من العلماء الأستراليين إلى إخصاب فئران التجارب بطريقة التلقيح فى المعمل، باستخدام خلايا غير تناسلية بدلاً من استخدام الحيوان المنوى.

معنى هذا ... أنه إذا حدث مع البشر.. فقد يفيد في كل قضايا كإنتاج محل
خلاف : مثل زوجة يعانى زوجها من العقم التام .. ويتطبيق ما سبق فإنه يمكنه
الإنجاب دون الحاجة إلى توفير حيوان منوى (من آخرين !!).

أيضاً يمنح الأمل للأزواج المصابين بالعقم لغياب مسببات الحمل، وكذلك
الأزواج الذين يسعون إلى أطفال تحمل صفات وراثية خاصة، وكذلك المصابون
عن الزواج ويريدون رعاية أطفال !!

عزيزى القارئ- ما رأيك فيما سبق !!؟

يذكر كثيرون أن الذى دفع الأبحاث إلى هذا الجنون هو تلك المنافسة بين
شركات التكنولوجيا الحيوية التى قدمت خدماتها مثل التحكم فى نوع الجنس
بنسبة نجاح ٨٠% ، وحققت رغبات الأم فى طلب إنتاج متفوق، مع مميزات
أخرى مرغوب فيها..

وبعضهم الآخر يذكر أنه بسبب طموح العلماء الذى اخترق حدود المعقول ..
بل والخيال .. رغم تأكيدته بأن تجاربه ذات جدوى.

الجولة الرابعة :

إنتاج إناث فئران مهندسة وراثياً تحوى ألبانها بروتينات بشرية
هامة : وتشمل الأمثلة التالية :

المثال الأول :

(١) فئران هينجهاوزن !! :

حيث نجح فريق من العلماء وعلى رأسهم العالم «هينجهاوزن» فى بداية
الثمانينات فى الحصول على «البروتين البشرى منشط البلازمينوجين النسيجي
[T.P.A.] Tissue Plasminogen Activator» من ألبان فئران مهندسة وراثياً.

وكان فريق علمى من الباحثين يرأسهم العالم «هينجهاوزن» بالمعهد الوطنى
لللكلى وأمراض الهضم قد اشترك مع معهد فيزيولوجيا ووراثة الحيوانات
بأسكتلندا بأدنبرة فى إيلاج ودمج الجين البشرى الخاص بالتشفير لإنتاج بروتين
[T.P.A.] فى الفئران ، ولقد تمكن الجين من التعبير عن نفسه بالغدد الثديية
للقار.

المثال الثاني :

(٢) وفنران كلارك :

تمكن العالم «كلارك»، [وهو زميل العالم هينجهاوزن]- وفريقه العلمى بنفس الطريقة من الحصول على فنران إناث مهندسة وراثياً تنتج فى ألبانها حوالي ٢٣ جراماً من البروتين (بيتا لاكتوجلوبين) لكل لتر من اللبن الفنراني. وذلك من فنران التجارب الخاصة به.

أيضاً تمكن العالم كلارك وزملاؤه من دمج الجين المشفر لإنتاج البروتين الذى يسمى «مورث العامل رقم ٩»، وهو بروتين مخثر (مجلط) للدم. ويوجد هذا البروتين فى الحالة العادية بكميات ضئيلة فى بلازما الدم الطبيعى للإنسان ، ويسمى هذا البروتين أيضاً (IX) وكانت عملية الدمج للجين فى المحتوى الجينومى لبويضات مخصبة لأجنة عدة نجاح وفى النهاية تم الحصول على هذا البروتين فى ألبان هذه النعاج البينية الوراثة.

الجولة الخامسة :

وتتضمن الأمثلة التالية :

(١) الفأر العجيب : يتغير لونه عندما يشرب المياه !؟

توصل العلماء إلى إدخال تعديل جينى على أحد الفئران وأطلقوا عليه اسم الفأر العجيب بهدف دراسة الميكانيكية البيولوجية لجزيئات الجين الجديد ويمكن التحكم فيه وحته على العمل أو التوقف على حسب رغبة الباحثين، كما يمكن لهم التأكد إذا ما كان يعمل أم لا عن طريق إدخال مادة معينة فى مياه شربه الخاصة.

وأطرف ما فى الموضوع أن الفأر العجيب عندما يشرب هذه المياه يتغير لون فروته من الأبيض إلى اللون الأسمر ويمكن التحكم فى اللون، ويكفى رفع هذه المادة من المياه حتى يعود لون الفأر إلى لونه الطبيعى خلال أيام قليلة .. والتغيير لا يقتصر على لون الشعر إنما يمتد إلى لون العينين أيضاً مما يسمح للعلماء بالتأكد فى اللحظة نفسها من أن النظام يعمل على خير وجه.

ويذكر العلماء أن هذه التجارب العلمية الدقيقة التي بدأت في الستينات هي مجرد مرحلة تمهيدية لدراسة النظام الجيني للإنسان والتوصل إلى كيفية إحداث تعديل جيني يسمح للعلماء في المستقبل باستبدال الجينات المصابة بعيوب لجينات بديلة لعلاج الأمراض المستعصية التي لا يمكن علاجها بالأدوية التقليدية.

المثال الثاني :

(٢) مع جين الإخلاص .. فى الفئران !!

أعلن فى أغسطس من عام ١٩٩٩م عن اكتشاف علماء أمريكيين «الجين» الذى قد يكون مسئولاً عن إخلاص ذكور الكائنات الثديية ، بما فيها الإنسان لشريكات الحياة وعدم اللجوء إلى تعدد الزوجات.

وأوضحت مجلة «نيتشر» العلمية أن العلماء اكتشفوا دور هذا «الجين» بعد أن أخذوه من أحد الفئران المعروفة بإخلاصها وألفتها مع الآخرين، وحقنوه فى فأر معروف بأنه مزواج وغير اجتماعى، فتغير سلوكه إلى الالتزام والعيش فى جماعة والوفاء لشريكة حياته.

ويسهل الهرمون المعروف باسم «فاسوبروسين» تعلق الشريكين ببعضهما البعض والرعاية الأبوية لدى بعض فئران البرارى ، لكنه لا يؤثر فى فصائل أخرى مزوجة بطبعها.

المثال الثالث :

(٣) حقن جدران القلب للفأر بجينات تعمل على إنتاج مادة كيميائية

تزيد نمو الوعاء الدموى :

ففى إحدى التجارب التى قام بها علماء من جامعة «ميتشجان» ومعهد «هوارد هرفر الطبى بالولايات المتحدة الأمريكية» حدث حقن خلايا جدران القلب «الفأر» بجينات تعمل على إنتاج مادة كيميائية تعمل على زيادة نمو الوعاء الدموى، وذلك بإنتاج خلايا دموية جديدة. وقد تراوحت نسبة نمو الخلايا

بين (٣٠% - ٤٠%) وأكد الفريق العلمى الذى أجرى هذه الدراسة على أن حقن الأظقم الوراثة (محل الدراسة) فى خلايا العضلات الصقلية بالقلب يحول هذه الخلايا إلى مصانع منتجة للأنسولين البشرى، أو البروتينات المضادة لتجلط الدم.

المثال الرابع :

(٤) إنتاج فئران معدلة وراثياً لتعطى لقاحاً للملاريا فى لبدها :
فى ديسمبر من عام ٢٠٠١م أعلن عن تمكن باحثين أمريكيين من تعديل الفئران بالهندسة الوراثية، بحيث يمكنها إنتاج لقاح مضاد لطفيل مرض الملاريا فى لبدها، وأنه نجح بالفعل فى وقاية القروء من الإصابة بالمرض.
وقال الباحثون إن هذه الطريقة سوف توفر لقاحات رخيصة الثمن وبكميات وفيرة، وقالوا إن قطعاً واحداً من الماعز المعدلة وراثياً يمكنه إنتاج لقاحات تكفى كل القارة الإفريقية...!!؟!! من يدري ربما يحدث !!

المثال الخامس :

(٥) جلد من خلايا الفأر لعمليات التجميل :
حيث أعلن فى خلال عام ٢٠٠٢م عن نجاح أطباء صينيين فى مستشفى نشيندو لأمراض الفم ؛ فى زراعة جلد صناعى باستخدام خلايا جلد الفأر (إس دى) لاستخدامه فى عمليات التجميل.
والجدير بالذكر أنه يوجد فى الصين حوالى ٣,٢ مليون مريض يحتاجون إلى استزراع جلود لهم كل سنة .. وعلى مستوى العالم يوجد عشرات الألوف.

المثال السادس :

(٦) إيلاج جين ألفا - ١ أنتى تريپسين :
تمكن العلماء من إيلاج جين ألفا - ١ أنتى تريپسين البشرى الطبيعى فى البطانة الظهارية لرئة فأر، مستخدمين لنقل الجين فيروساً من الأدينوفيروسات بسبب الزكام. قام نسيج رئة الفأر، فى أنبوبة الاختبار وفى الحيوان، بإفراز المنتج الطبيعى للجين البشرى فترة من الوقت.

المثال السابع :

(٧) فصل جين الساعة البيولوجية (Clock Gene) من الفئران
وساعات الليل والنهار :

حيث نجد اختلاف طبيعة العديد من البشر بحسب ساعات النهار والذى
ينعكس أثره على سلوكياتهم وصحتهم. حيث يلاحظ أن هناك من يعانون ضيق
النفس والإحساس بالأزمة القلبية وغيرها من الأعراض إذا استيقظ مبكراً...
وبفحص هؤلاء الأشخاص لا يتبين وجود أى تفسير عضوى مقنع وراء ظهور
هذه الأعراض.. ويلاحظ أن هناك من تحدث له تغيرات مزاجية فى أوقات
معينة من الليل أو النهار دون معرفة سبب واضح ومقنع لهذه التغيرات الفجائية
!!! وهكذا العديد من الاضطرابات.

وفى سبيل البحث عن أسباب وتفسيرات : أعلن العالمان «مارينا أنتوش»
و«دافيد كنج» عن تمكنهم من فصل جين من الفئران أطلق عليه اسم (Clock
Gene) ووجدوا أنه يتأثر بأوقات الليل والنهار... ويعولان عليه فى أنه قد يكون
المفتاح للوصول للإجابات المقنعة للأسئلة السابقة عن أسباب تلك الاختلافات
فى طبائع البشر، وأنه هو جين الساعة البيولوجية. أيضاً يأمل الباحثون فى أن
يكون لهذا الجين دور بارز مع كبار السن.

المثال الثامن :

(٨) تصنيع كلية بشرية فى الفئران :

حيث تمكن العلماء من تصنيع كلية بشرية فى الفئران عن طريق زراعة
خلايا منشأ من أجنة بشرية داخلها.. ولاحظ العلماء نمو هذه الخلايا لتصبح فى
حجم كلية الفأر وتؤدى وظائفها فى تنقية الدم وإفراز البول. وخلايا المنشأ هذه
هى الخلايا الأم التى يمكن أن تنمو مكونة الأعضاء والأنسجة المختلفة فى
الجسم. ويتركز الكثير من الأبحاث على تخليق الكلى لأن ذلك قد يساعد فى
إنقاذ حياة أعداد كبيرة من المرضى الذين يحتاجون لزرع كلى فى العالم كله.
والجدير بالذكر- عزيزى القارئ- أن الاستفادة من خلايا المنشأ (الجدعية)-

[سواء خلايا منشأ بشرية أو من الفئران]. - في التجارب التي تجرى على الفئران هي استفادات عديدة، ولقد تم إلقاء الضوء على العديد منها في كتابنا (جولات في عالم البيوتكنولوجيا والاستنساخ).

المثال التاسع :

(٩) فئران خضراء تضىء في الظلام :

تم الإعلان عن تعديل الجينات الوراثية لبعض فئران التجارب التي جعلوها تضىء في الظلام حيث استخدموا أسلوب الحقن المجهري المستخدم أساساً في تقنيات الإخصاب المعروفة باسم «أطفال الأنابيب»، بأن أضافوا جيناً مأخوذاً من قنديل البحر، والنتيجة أن ٨٠ ٪ من أجنة الفئران بعد هذا التدخل الجيني تطورت إلى فئران خضراء اللون وتضىء أيضاً في الظلام مثل حبات السبحة تماماً.

ويذكر البعض أن هدف هذه التجارب هو إكمال إدخال تعديلات على تلك الحيوانات لتصبح مستودعاً يمكن بواسطته التغلب على مشكلات عدم توافر أعضاء للزرع في الإنسان عن طريق إدخال جينات بشرية على المنظومة الوراثية للحيوانات.

المثال العاشر :

(١٠) فيروسات معدلة وراثياً بغرض الحد من تكاثر الفئران :

وهو من الأحداث الهامة التي حدثت في بداية القرن الحادى والعشرين في محاولة للحد من تكاثر القوارض التى تلتهم المحاصيل الزراعية، قام العلماء في جامعة كانبيرا بأستراليا بتعديل الصفات الوراثية لفيروس جدري الفئران بحيث يصبح قادراً على إحداث اضطرابات عضوية في الفئران التى يصيبها تؤدى إلى إصابتها بالعقم.

إلا أنهم فوجئوا بأن الفيروس المعدل ليس بقادر فقط على إصابة القوارض بالعقم ولكنه في نفس الوقت يستطيع خلال أيام قليلة القضاء على كل القوارض المصابة به نتيجة تدميره الجهاز المناعى الخاص لدى هذه الحيوانات. والخوف إذا تسرب هذا الفيروس خارج المعمل !!

فينتقل عن طريق العدوى من فئران التجارب إلى غيرها وللأرناب وربما الإنسان أيضاً .. رغم تأكيد العلماء على عدم خطورته على صحة الإنسان.

المثال العاشر :

(١١) الأجسام المضادة .. والفأر (مانى) :

هو فأر تم تطبيق مجالات الهندسة الوراثية به بتقنية عالية ... مكنت العلماء اليابانيين من إدماج الكروموسومين البشريين رقم [١٤ ، ٢٢] - وهما بهما جينات منتجة للأجسام المضادة] - وذلك فى أجنة فئران فى الأطوار الجنينية المبكرة بتقنية الإخصاب خارج الرحم .

ثم تم زراعة النطف الجنينية المعدلة وراثياً برحم أم حاضنة - ونجحت التجربة .. واستطاعت الجينات التعبير عن نفسها والتكويـد لإنتاج أجسام مضادة بشرية فى دمـاء الفئران .. وكأنها صفة أصيلة بها .

المثال الثانى عشر:

(١٢) أمل جديد لعلاج الصلع .. بالاستفادة من فئران التجارب :

وتشمل :

أ - أسباب سقوط الشعر فى حالة الصلع الذكورى :

فمن خلال الأبحاث الحديثة يذكر أن هناك عدة أشكال لسقوط الشعر، أهمها وأكثرها شيوعاً، الصلع الذكورى، وهو يظهر فى حوالى ٨٠% من الرجال ، و٤٠% من النساء بعد سن العشرين .

والصلع الذكورى صفة وراثية تنتقل للشخص من أبويه فى شكل عدد من الجينات الوراثية التى إذا اجتمعت فى خلايا هذا الشخص جعلته مستعداً لظهور عرض الصلع عليه .

وذلك بأن تجعل حويصلات الشعر بفروة رأسه قابلة للارتباط بهرمونات الذكورة والتأثر بها . ولهذا يكاد يعدم حدوث الصلع الذكورى قبل البلوغ حيث لا توجد هرمونات ذكورة آنذاك بالقدر المؤثر، لكن بعد النضج الجنسى وإفراز هرمونات الذكورة فى الدم (وهى توجد فى الرجال بكمية أكبر - وتوجد فى دم النساء أيضاً ولكن بكمية أقل) .

وعندما تمر هذه الهرمونات على حويصلات الشعر فى رؤوس الأشخاص ذوى الاستعداد الوراثى للصلع نجدها ترتبط بخلاياها وتدفعها إلى التدهور أو التضائل، فيما يعرف عملياً بـ (تقزم) الحويصلة .. ونجد الحويصلة المتقزمة تنتج شعرة لكنها ما تكاد تنمو هذه الشعرة إلا وتسقط، حتى قبل أن يبرز طرفها إلى خارج الجلد.. وبينما يسقط كل الشعر فى مناطق الصلع عند الرجال، لا يسقط الشعر كله عند النساء .. ويلاحظ أن صلع الرجال يبدأ بانحسار الشعر عن الفودين ثم يمتد إلى الخلف وللداخل، بينما يبدأ صلع النساء من وسط الرأس ثم يزحف دائرياً إلى الخارج.

والعقاقير مثل العقاقير المحتوية على الإستروجين تؤخر ارتباط هرمونات الذكورة بالحويصلات ، ومن ثم تؤخر سقوط الشعر، ويتمتع الأشخاص غير المعرضين وراثياً للصلع (رجالاً كانوا أو نساء) بوجود عوامل وراثية فى خلاياهم تكسب حويصلاتهم مناعة ضد هرمونات الذكورة وبالتالي لا تجد هرمونات الذكورة سبيلاً للارتباط بها أو تقزيمها.

ويذكر أن حويصلات شعر اللحية لا تستجيب لهرمونات الذكورة بالانكماش والتقزم (مثل شعر الرأس) ولكنها تنتج عوامل نمو growth factors تقوى شعر اللحية وتزيده طولاً.

وفى عام ١٩٩٤م اكتشفت العالمة الأمريكية (جيل مارتن، مع زملاء لها [بجامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو] أن تعطيل جين بعينه (يسمى FGF5) فى خلايا حويصلات الشعر يؤدي إلى زيادة فى طول الشعر بمقدار ٥٠ ٪ . ولقد أدى هذا إلى أن يعكف العلماء الآن على إيجاد وسيلة لتعطيل الجين FGF5 فى خلايا فروة رأس الإنسان، دون أن يكون ذلك التعطيل مصحوباً بآثار غير مرغوب فيها .

جين الإنسان العارى Hairless وعالمان من باكستان :

هما العالمان وسيم أحمد ومحمد فياض الحق من باكستان ومعهما أنجيلا كرسيتيانو وزملاء آخرون بجامعة كولومبيا وكانوا يبحثون عن حالة نادرة لسقوط

شعر الإنسان ومعروفة باسم الصلع التام والشامل alopecia universalis . وكان العلماء قد سبق دراستهم لهذا النمط من الصلع فى سلالات من الفئران تعرف باسم الفئران العارية، ومع أن أفراد هذه السلالات تولد بكامل فرائها، فإن الصلع لا يلبث أن يدهم الفأر بسرعة تبدأ من أقصى الأمام ويتحرك سقوط الشعر بسرعة ليصل إلى نهاية الذيل فى غضون أسبوع واحد ليصبح الفأر عارياً بلا شعر، وبالبحث تبين أن جيناً واحداً هو المتحكم فى تلك الظاهرة، وسمى هذا الجين باسم [جين انعدام الشعر hairless] .

ووجد الباحثون بعد فترة عائلة باكستانية لها نفس هذه المواصفات ، وبالبحث وجد وسيم أحمد وكريستيانو وزملاؤهما أن الجين المسئول عن تلك الظاهرة فى البشر يقع فى أحد تلافيف الكروموسوم رقم (٨) .

وفى إبريل عام ١٩٩٩م خطأ أحمد وكريستيانو خطوة أعمق بدراسة حالة مماثلة فى شقيقين لا شعر لهما من إحدى قرى جنوبي إيطاليا، وقدما وصفاً لكيفية عمل الجين المسئول وطريقة توارثه .

حويصلات الشعر .. يمكن أن تتجدد !!!

كان معروفاً أن المرء يولد وبجلده كل حويصلات الشعر المقدر له أن يحمله عبر مراحل عمره، وهو ما يربو على خمسة ملايين حويصلة . يوجد فى فروة الرأس نحو مائة ألف منها ويوزع الباقى على أجزاء الجسم المختلفة . وبالتالى فإن تقزم الحويصلة يعتبر شبيهاً بإخراجها من الخدمة ، فلا تحل حويصلة محلها .

وفى عام ١٩٩٨م اكتشفت العالمية الأمريكية «إيلين فوكس»، وزميلها «يورى جات»، وزملاء آخرون [بجامعة شيكاغو] أن حفز جينات معينة بخلايا جلد الفأر على إنتاج نوع من البروتين [بيتا كاتينين] يمكن أن يؤدى إلى زيادة عدد حويصلات الشعر فى أدمة الجلد، أى تخليق حويصلات جديدة لم تكن موجودة من قبل [لكن جاءت هذه الزيادة فى الحويصلات مصحوبة بآثار جانبية ضارة وخطيرة .

لذا فالعلماء يبحثون بجدية عن حلول لتلافي هذه الآثار الجانبية وهذه العقبات التي تحول دون الاستفادة من هذا الإنجاز- فى أسرع وقت - وبالتالي يتمكنون من تطوير طريقة لتنشيط الجين المنتج لبيتا - كاتينين، ومن ثم إنتاج حويصلات للشعر جديدة وأكثر شباباً ونضارة .

المثال الثالث عشر :

(١٣) بشرى للأقل ذكاء !!

الفئران المعدلة وراثياً - (لتصبح أكثر ذكاء) - أشد حساسية للألم : حيث وجد الباحثون فى تجاربهم التى أجروها على الفئران أن قدرة الحيوانات المعدلة وراثياً لتكون أذكى من مثيلاتها أقل بكثير من أقرانها حيث أدت زيادة معدلات الذكاء لديها إلى وجود ردود فعل غير طبيعية تجاه الألم وحساسية شديدة نتيجة الآلام المزمنة .

وأكدت تلك الدراسة الحديثة أن الأشخاص الأذكىاء وسريعى البديهة أقل قدرة من غيرهم على تحمل الألم . وأن الأغبياء أكثر قدرة على تحمل الألم ، وفى تجارب أخرى على الفئران حقن العلماء الفئران بخلايا جذعية مأخوذة من البشر، وذلك لتمكين الفئران المشلولة من المشى وعجبنى !!

المثال الرابع عشر :

إنتاج فئران مهندسة وراثياً لتفرز أحماضاً دهنية مفيدة للقلب :

حيث قام فريق من علماء الوراثة من كلية هارفارد الطبية ببوسطن؛ بعزل جين «فات - ١» من الدودة الحلقية «سينورابيريتيس الجايز» وزرعوها فى فئران التجارب ، وبالفعل تم الحصول على فئران مهندسة وراثياً (نشط بها الجين) - وأمكنها تحويل الأحماض الدهنية «أوميغا ٦» إلى النوع الأكثر فائدة وهو «أوميغا ٣» وهذا ما لم تستطعه الثدييات فى الحالة الطبيعية، وبالتالي فإن هذه المواد مغذية لصحة القلب .. ومن المعروف أن خبراء التغذية يوصون بتناول الأغذية الغنية بمركبات «أوميغا ٣» . أيضاً يشير العلماء إلى أن تطبيق هذا المشروع على الحيوانات الداجنة قد يسهم فى إنتاج لحوم وألبان وبيض أكثر صحة وفائدة .

المثال الخامس عشر :

إنتاج فئران مهندسة وراثياً ... «تشيخ سريعاً» !!؟:

هناك نظرية بدأت تكسب تأثيراً كبيراً تقول : إن حامضنا النووي يهاجم باستمرار ويدمر بواسطة بعض أنواع الأوكسجين التفاعلية، وهي عناصر كيميائية تتولد عندما نمضغ الطعام ونفتته، وبينما يزداد الإنسان عمراً يصل هذا التدمير للحمض النووي إلى مقدار أو قيمة حرجة تبدأ عندها الخلايا التالفة في الانتحار آخذة معها الإنسان، وبناءً على هذه النظرية قام فريق من الباحثين الهولنديين تحت إشراف «د. جان دي بوير» [بجامعة أرازموس بروتردام] بإنتاج فئران بيضاء محورة وراثياً، بحيث أصبحت تشيخ قبل الأوان !! وذلك بسبب تلف تراكمي بحامضها النووي جعلها تفتقد بشكل خاص لإنزيم يسمى « هيليكيز » يمكنه أن يبسط أو يحل الحمض النووي بصورة تجعل آلة الخلايا قادرة على ضبطه، وعندما ولدت هذه الفئران بدت مماثلة لأقرانها الطبيعيين، ولكن بعد ثلاثة أشهر من الميلاد بدأ فراؤها يتحول للون الرمادي، وأخذت جلودها تنكش وتتجدد، كما كان معظمها عقيماً، وعند بلوغها الشهر الرابع عشر أصيبت الفئران الباقية على قيد الحياة بهشاشة العظام، وأصبحت وجوهها دقيقة، كوجوه الطير !!.

ويعتقد بعض العلماء أننا نشيخ لأن آليات الإصلاح الخاصة بالدنا تنهار.. وهناك علماء آخرون يعتقدون أن سبب الشيخوخة هو نتيجة التلف المتراكم في الخلايا عبر سنوات العمر المديدة والذي تعجز آلة الإصلاح بالجسم عن ملاحقته فيؤدي ذلك لظهور أعراض كالشيخوخة.. ويرى «د. بوير» أن الشيخوخة تحدث نتيجة لمزيج من العوامل السابقة مجتمعة.

ومن خلال تجربة تم إنتاج فئران بها خلل وراثي مزدوج، حيث لم تكن تفتقد فقط لإنزيم هيليكيز، ولكنها افتقدت أيضاً للقدرة على إصلاح الحمض النووي.. وهذه الفئران شاخت بسرعة أكبر كثيراً عن غيرها حتى أنها ماتت قبل أن تكمل أسبوعها الثالث .. وعندما تم تعريض خلاياها لأشعة إكس ماتت بصورة أسرع كثيراً من خلايا الفئران وحيدة الخلل الوراثي.

ولقد أثبت الباحثون من خلال هذه التجارب أن الحمض النووي هو مفتاح شيخوخة الإنسان ... ولكن .. قد يكون هناك في المستقبل عوامل أخرى لا تقل أهمية عن الدنا الوراثي .. تلعب دوراً هاماً في شيخوخة الإنسان ... فلنتظر إن كان في العمر بقية .. !!

(٥) إجراء التجارب على القرود :

تمهيد :

تحتوى العديد من المعامل على أنواع مختلفة من القرود .. لإجراء مختلف التجارب عليها ، وذلك نظراً لمدى التقارب بينها وبين الإنسان، فكلاهما من الرئيسيات العليا .. وكما يذكر الباحثون فمستوى ذكاء القرود هو مستوى ذكاء طفل في عمر ٦ أو ٧ سنوات . وفيما يلي نعرض بعض الأمثلة :

المثال الأول : حكاية نيتى وديتو :

سبق وألقينا الضوء على هذين القردين في كتابنا الأول لهذه السلسلة .. والقردان نيتى وديتو من نوع الريزوس ، وقد تم الإعلان عن النجاح في إتمام استنساخهما في أول مارس بعد بضعة أيام من موضوع «النعجة دوللى»، حيث نشر بحث عن حكايتهما سنة ١٩٩٧م وهما أخان ونتج كل منهما من خلية جنينية مستقلة تم أخذها وفصلها من كتلة جنينية خلوية . وسيكون لنا لقاء آخر معهما بالبواب الثانى].

المثال الثانى : استطاع بعض الباحثين بواسطة البيوتكنولوجيا الحيوية من تلقيح بويضة شمبانزى لحيوان منوى بشرى، وقد تم إخصاب البويضة، ونما جنيناً ، لكنه مات بعد فترة .

المثال الثالث : القرد أندى بچين قنديل البحر :

(أ) ميلاد القرد إندى : سبق وذكرنا مثلاً عن الفئران وهذا من القرود ، حيث تم ميلاد هذا القرد فى ٢ أكتوبر سنة ٢٠٠٠م بحالة صحية جيدة واسم إندى مشتق من التعبير الأجنبى الشهير (أيه إن دى معدل) أى معكوس DNA إلى A. N. D .

وهو أول قرد يولد بعد إدخال تعديلات على صفاته الوراثية بحيث أصبحت كل خلية من خلاياه تحمل جيناً لتعديل البحر .

أعلن هذه النتائج فريق من العلماء الأمريكيين في مركز أبحاث جامعة أوريجون، وقالوا: أن «أندى» هو أول قرد يولد بعد إدخال تعديلات على صفاته الوراثية، بحيث أصبحت كل خلية من خلاياه تحمل جيناً لتعديل البحر . وهكذا أصبح أندى هو أول قرد يتم تعديل ميراثه الجيني .

(ب) ظروف ميلاد القرد أندى : حتى يتمكن العلماء من إنتاج «أندى» فقد قاموا بإدخال جين تعديل البحر في الحامض النووي لـ ٢٢٤ بويضة، ثم التخصيب بالاستعانة بالمجهر لهذه البويضات ، مثلما يحدث في بعض حالات التخصيب الصناعي لدى الإنسان .

وأثمرت هذه المحاولات عن النجاح في تكوين ٤٠ جنيناً فقط . تمت زراعتها في رحم ٢٠ أنثى قرد لم تحمل سوى ستة قرود فقط خمسة منها أكملت شهور الحمل، وأثمرت التجارب عن توأمين ولدا ميتين وثلاثة قرود من الذكور بصحة جيدة . والوحيد منها الذي يحمل جين تعديل البحر هو «القرد أندى» .
إذن من ٢٢٤ بويضة مضافاً إليها الجين (معدلة وراثياً) لم نحصل إلا على قرد واحد هو «أندى» معدل وراثياً .

ويقول أحد العلماء المشاركين في هذه التجربة: «المهم أننا قد أثبتنا أننا قادرون على ذلك ، إنها مرحلة هامة وتاريخية في مهمة صعبة» .

لقد كانت هناك تجارب ناجحة سابقة في مجال إدخال جينات غريبة على الميراث الجيني للقرود وغيرها من الثدييات . لكنها الأولى التي ينجح فيها العلماء في تعديل الصفات الوراثية لكائن ينظر إليه الباحثون على أنه الأقرب في محتواه الوراثي من الإنسان .

وهذا الجين الذي تم أخذه من حيوان تعديل البحر ووضع في البويضات هو نفس الجين الذي كان العلماء الفرنسيون قد نجحوا في زراعته في دودة القز والأرانب .

(ج) مميزات الجين المضاف :

يملك هذا الجين خاصية إفراز بروتين فلورى أخضر اللون، وأهميته الوحيدة فى مثل هذه التجربة تكمن فى إمكانية التعرف عليه بسهولة، فيكفى وضع الحيوان الذى يحمل الجين تحت إضاءة معينة ليصبح فلورياً ، وهذا يؤكد أن الجين الغريب أصبح جزءاً لا يتجزأ من القرد أندى، وأصبح هذا الجين يعمل ويمارس نشاطه فى كل خلايا جسم القرد المختلفة.

٦- إجراء التجارب على الدجاج : وتتضمن الأمثلة الآتية :

المثال الأول : (١) قضية مثيرة للبحث :

فى ولاية بوسطن الأمريكية توجد مدرسة هارفارد الطبية حيث استغرق العالم د. كليف تابين فى أبحاثه وتجاريه لمدة عشر سنوات ليجيب عن هذا السؤال :

[ما الذى يجعل الساق فى الدجاجة تخرج من مكان محدد لا يتغير والجناح يخرج من مكان محدد باستمرار !!؟ ولماذا لا نجد الساق مكان الجناح، أو الجناح مكان الساق !!؟]

ومن خلال تجاريه استطاع التوصل إلى جين معين هو المسئول عن تشكيل الجناح وأطلق عليه اسم (تى بى إكس - ٥) وجينان آخران مسئولان عن تخليق الأرجل هما (بى أى تى إكس - ١) و (تى بى إكس - ٤) ، وهناك الجين المايسترو أو السحرى (بى أى تى إكس - ١) الذى تم اكتشافه أيضاً. وعندما تم إدخاله إلى الخلايا التى ستعطى أحد الأجنحة فى جنين دجاجة فوجد أن هذا الجين المايسترو يسيطر على الجين الذى ينتج الجناح ويغير من نشاطه، وبدلاً من أن يشفر لإعطاء جناح أعطى رجل الدجاجة كاملاً !!! وبمنتهى الوضوح .. بينما جناح الدجاجة الثانى الذى لم تستقبل خلاياه الجين المايسترو أثناء مرحلة نمو جنين الدجاجة فى البيضة ، فإن الخلايا الجنينية تطورت تطوراً طبيعياً وأنتجت جناحاً حقيقياً.

ولازالت الأبحاث والتجارب الجادة لمعرفة التغيرات الجزيئية التى أدت إلى أن ينقلب الجناح رجلاً.

المثال الثاني : (٢) دجاجة بستة أرجل :

أيضاً من خلال تجارب وأبحاث العلماء تم الحصول على دجاجة بستة أرجل .

المثال الثالث : (٣) ديك يغنى بصوت السمان :

وهناك علماء آخرون فى (سان دييغو) بالولايات المتحدة من خلال تجاربهم على طيور السمان ..أخذوا خلايا من بيض مخصب لأحد طيور السمان، ووضعوها فى بيضة دجاجة لترقد عليها، وبعد إكمال فترة الحضانة ورقودها على البيض وهى ٢١ يوماً كانت النتيجة هى خروج ديك يغنى بصوت السمان!!

٧- استخدام الأسماك المهندسة وراثياً فى التجارب العملية :

حتى الأسماك لم يتركها الباحثون .. واستفادوا منها فى أبحاثهم وتجاربهم، ومن هذه التجارب نذكر الآتى :

حيث عكف فريق من أساتذة كلية طب جامعة فوردان بمدينة شانغهاى على مدار أربعة أعوام كاملة على إجراء بحوث على سمكة «الزرد»، واكتشفوا أن لسمكة الزرد ثلاثين ألف جين وهو نفس عدد الجينات لدى الإنسان، كما أنها تؤدي الدور ذاته الذى تؤديه بالنسبة للإنسان.

وبالاعتماد على تقنيات الهندسة الوراثية ، تمكن الفريق الطبى من حفز سمكة الزرد على نشر نوعين من السرطانات هى سرطان الدم وسرطان الغدد الليمفاوية بهدف التعرف على الجينات المساعدة على انتشار تلك الأورام السرطانية والجينات الأخرى المثبطة لها .

بعد ذلك قام الأطباء بتنشيط الجينات المسؤولة عن هذين النوعين من السرطانات، ثم ربطوها بجين ثان من السمكة يعمل فى موقع الخلايا المصابة بالسرطان، وجين ثالث يشع الضوء المساعد على تحديد انتشار الورم .

وتحقن مجموعة الجينات الثلاثة فى إحدى سمكات الزرد المصابة بأورام سرطانية... تم إخماد الجينات المساعدة على انتشار المرض وإيقاف نشاطهما فيما تم بالمقابل تعزيز تلك الجينات المثبطة للمرض .

المثال الثاني :

الدجاج فى تحفيز أسماك السلمون على إنتاج أسماك التروت :

فى طوكيو باليابان .. تمكن فريق طبي من جامعة [التقنية والعلوم البحرية] من تحفيز أسماك السلمون على إنتاج أسماك التروت .. حيث تنزع أجزاء من أجنة أسماك التروت وزراعتها فى أجنة أسماك السلمون .. وبعد فقس أسماك السلمون ونمو الصغار ووصولها لمرحلة البلوغ والتزاوج أنجبت أسماك تروت !! .
لقد اعتمد الفريق العلمى على الخلايا الأولية من أجنة أسماك التروت التى ستصبح مع نمو الأجنة إما خصى أو بويضات، ثم زرعت هذه الخلايا فى ٦٠ جنيناً من أجنة السلمون، وبعد نمو الأجنة وفقس البيض ونموها ونضجها وتزاوجها كان أغلب نسلها أسماكاً تجمع بين صفات السلمون والتروت ولكنها .. ماتت بسرعة .. أيضاً كان بعض النسل أسماك تروت فقط غير مخلطة !! وعند تحليلها جينياً ثبت أنها لا تحمل أياً من صفات أسماك السلمون .. ترى أين ذهب تأثير المحتوى الوراثى لأجنة أسماك السلمون بها !!؟ .

رابعاً : أسباب تناقص استعمال الحيوانات للأغراض الخاصة بالطب والتجارب العلمية فى الوقت الحالى فى العديد من الدول :

قبل أن نبدأ فى عرض بعض من هذه الأسباب نذكر تلك الواقعة المؤثرة :

حيث ذكر جراح القلب العالمى الشهير (كريستيان برنارد) واقعة مؤثرة وفيها يقول «اشترت قردين ذكريين من مزرعة لتربية (الرئيسيات) فى هولندا، ووضعتهما بقفصين متجاورين، عاشا فيهما لشهور عدة، قبل أن أستخدم أحدهما فى جراحة تجريبية لزرع قلب. وعندما كنا نعيده إلى قفصه لينام، بعد إجراء بعض الفحوص عليه لإعداده للجراحة، كانت أسنانه تصطك، ويأخذ فى البكاء، دون انقطاع ! ولم نكن نلتفت لذلك كثيراً، ولكن يبدو أن رفيقه فى القفص المجاور قد تأثر كثيراً، فعندما حان موعد إجراء الجراحة، ونقلنا القرد إلى غرفة العمليات ، راح الرفيق ينوح، وقد فشلت جهودنا فى تهدئته، واستمر على هذه الحال لأيام عدة،

وينهى كريستان برنارد حكايته قائلاً : «ولقد تركت هذه الواقعة أثراً عميقاً
فى نفسى، حتى أننى قررت ألا أعود لاستخدام هذه المخلوقات الحساسة فى
تجاربي!!»

ألا يذكرنا هذا- عزيزى القارئ- بقول رسول الله ﷺ والذي بدأنا به هذا
الباب.. إننا بتمسكنا بهذا الحديث والعمل به لن نكون مسرفين أبداً فى استخدام
الحيوانات فى مجال التجارب المعملية.. ولكن ماذا عن الغرب !!؟

معكم نعرض بعض الأسباب :

١- يرجع السبب الرئيسى إلى تكثيف نشاط جماعات حقوق الحيوان، مما
أثر على الرأى العام، وتكون جبهة داخلية قوية ضد الإسراف فى استعمال هذه
الحيوانات فى التجارب ، وكثيراً ما تكون هناك مواقف تتسم بالشدة من جانب
هذه الجماعات، ويثار الجدل بين الحين والآخر بين كلا الطرفين؛ نذكر منها
ذلك الجدل الذى ثار- منذ فترة - بين الهيئات العلمية والبحثية فى بريطانيا
وبين جمعيات الرفق بالحيوان حول جدوى التجارب العلمية على الحيوانات ..
فالعلماء يرون ضرورة إجراء هذه التجارب من أجل صحة الإنسان والقضاء
على أمراضه، ولكن أعضاء جمعيات الرفق بالحيوان لهم رأى آخر .. إذ يرونها
نوعاً من التعذيب للحيوانات .. بل لقد تمادى الأمر بالبعض من المتطرفين
وبدأوا يرسلون خطابات تهديد لعدد من الباحثين المشاركين فى هذه الأبحاث.
والعجيب فى موقف هذه الجماعات هو أنها لا تتخذ موقفاً مماثلاً مع تلك
المعارك الحيوانية التى تتخذها بعض الشعوب بغرض اللهو مثل مصارعة
الثيران فى أسبانيا، ومعارك الديوك فى أمريكا اللاتينية، وفرنسا وبلجيكا وشرق
آسيا .. الخ.

والجدير بالذكر أن المسئولين بالمراكز العلمية يؤكدون على أنهم يتخلصون
من حيوانات التجارب بطريقة إنسانية رحيمة جداً، فحقنة واحدة تنهى
حياة حيوان فى ثوان معدودة دون أن يشعر بأى ألم ، وأن هذه الحيوانات فى
المراكز البحثية تنعم بحياة مرفهة ولا تتعرض للقسوة أو العنف، بل يتم تدليلها

واصطحابها للزئمة كى لا تصاب بالآلم والحزن حتى لا تفرز مواد كىمىائية تعرفل متابعة تأثير الأءوية عىها ... لكن لزال أعضاء جمعىاء الرفق بالءىوان ىتمسكون برأىهم حتى أن إءى السىءاء البرىطانىاء وعمرها ٨٥ عاماً قد أضرىء عن الطءام لءة ىومىن بسبب ذلك ، وءاء أن الءىواناء ىءءرض لقسوة غير مبررة وكثىراً ما ءقوم هءة الجماعات من ءلال أعضاءها بمتابعة عءء الءىواناء الءى ىستعمل سنوياً فى الولاىاء المءءة الأمريكية ، وعلى سبىل المءال ، فرغم صءور ءقرىر أصدره مكءب ءقىم الءءنولوءىا ، ىقدر فىه عءء الءىواناء الءى ىستعمل سنوياً بنءو ١٧ - ٢٢ ملوىن ءىوان .. إلا أن ءركة «ءقوق الءىوان» ءءرت ذلك بما ىقرب من مائة ملوىن .

لءء أءى ذلك الوعى المءزىء إلى أن أءءء بعض المءارس عن اسءعمال الضفءاع فى ءروس الءشرىء ... ولءء ذكر ءقرىر ءءىء : «أن ما ىقرب من ٣ ملابىن ءىوان ىسءءء بالمءارس لهذا الغرض منها الضفءاع لءلءة الءانىء ، والءلاب لءلءة الطب . وىذكر أنه قد أءلء بعض الشركاء عن أنها لم ءءء ءضى بالءىواناء فى اءءبار مءءءاءها .

٢- هناك ءءارب عءىءة كانت ءسرف فى اسءءءام الءىوان ولكن نءىءة لما نعىشه الآن من طءرة فى الءءور العلمى .. فقء عفا الزمن على ذلك الإسراف !! وأصبءء ءلك الشركاء لا ءلءاً إلى نوعىاء عءىءة من الءءارب الءقلىءىة المءسءءمة للءىوان .. ومن هءة الءءارب نذكر ءءارب الءشءىص الءى كانت ءءءء على اسءءلال الأرانب فى اءءبار وءشءىص الءمل (فى إناء البشء) . إذ أنه قىل أن ىظهر الءمل صرىءاً .. كانت النساء ىلءآن للمءءصص الءى ىأءء عىنة من بول المرأة وىءقءنها فى أرنبة .. فإءا كانت السىءة ءاملاً ، ءءءء ءغىراء فى الأعضاء الءناسىة للأرنبة . وءأكدء السىءة من ءملها . أما الآن فإننا نجد بءائل عءىءة أىسر وأوفر .

أىضاً أصبح من المءوافر الآن بالمعامل عءء وأءواء ءرءكز على الاسءءاءة من إمكانىاء ، الأجسام المصءاءة النقىة Monoclonal Antibodies وءءضىرها ؛ وبالءالى الاسءءاءة منها فى ءشءىص العءىء من الأمراض بصورة أسرع كءىراً ،

وأكثر دقة عن تلك التجارب التي كانت تستخدم الحيوان والتي كانت تستخدمها في تشخيص أمراض الإنسان كالسل، والدفتيريا، والإجهاض المعدي، والجمرة الخبيثة.

٣- في عام ١٩٩٥ م بدأ أول بنك للأنسجة التي تستخدم في التجارب، وتوفر بالتالي زراعة الخلايا واستنساخها، والعديد من التجارب بديلاً عن حيوانات التجارب في اختبارات السمية وغيرها، وتعطي نتائج مباشرة لأنها تعمل على أنسجة آدمية مباشرة، صحيح أن هناك اختلافات؛ مثل الاختلاف بين التأثير الخارجي (في أطباق التحضير والتربية) والتأثير الداخلي للخلايا داخل الإنسان، وأن عينة الخلايا البشرية لا تزودنا دائماً بما يكفي من معلومات عما قد تكون استجابة عضو كامل أو شخص حي لمادة معينة قد تكون مبيداً حشرياً أو عقاراً أو مستحضر تجميل جديد .. إلخ. لكنها تتغلب على مشكلة «اختلاف الأنواع» .. نعى احتمال أن يكون للحيوان المختبر مقاومة أكثر أو أقل من الإنسان. وعموماً فباستمرار التقدم العلمي سيقبل وتنعقد بقدر الإمكان كل ما يمكن من معوقات.

٤- النمذجة بالكمبيوتر :

ففي عصر الكمبيوتر .. والإنترنت ، أصبح بالإمكان أن يجد له مكاناً وسط التجارب العملية بالمعمل، بل وأصبح بديلاً عن الكثير منها .. وذلك من خلال عمل برامج «حياة - اصطناعية»، تحاكي في دقة بالغة تعقيد أجسام الكائنات الحية ودورة حياتها، ونظريات التطور، وهي كما يسميها المتحمسون لها (النمذجة) .

وأيضاً يمكن استعمالها في مجال الصيدلة لاختبار المحتمل من المواد العلاجية ووضع استراتيجيات العلاج. وبين استعمال الحيوان وعدم استعماله .. نذكر أن الاعتدال وعدم الإسراف وإحكام العقل والضمير هو المحك الرئيسي وكما يقول «سير بيرسي» وهو أحد علماء البيولوجيا البارزين : «علينا أن نتشبت بتناقض فحواه أن لا شيء غير البحوث على الحيوان سيوفر لنا المعارف التي ستمكنا يوماً من الاستغناء عنها كلية» .

ونحن لا نراه تناقضاً ولكن الاعتدال المبني على عقيدة سليمة تعطى لهذا الحيوان حقه في الحياة ولا تظلمه، وتلجأ إلى استخدامه في أضيق الحدود، ودون إسراف إذا كان في هذا منفعة ضرورية للبشر تطبيقاً للقاعدة القهية (الضرورات تبيح المحظورات).