

البيوتكنولوجيا ... من زراعة الأنسجة
والإخصاب خارج الرحم ..
إلى ... الهندسة الوراثية

سلسلة:

جولات في عالم البيوتكنولوجيا

والهندسة الوراثية

٢- البيوتكنولوجيا .. من زراعة

الأنسجة والإخصاب خارج الرحم

إلى .. الهندسة الوراثية

إعداد:

صفاء أحمد شاهين

الناشر:

دار

التقوى

للتنشر والتوزيع

٨ شارع زكى عبد العاطى

(من شارع عمر بن الخطاب)

عرب جسر السويس - القاهرة.

ت: ٢٩٨٩٩٤٣

المدير المسئول/ محاسب

عبد الناصر إبراهيم إمام

جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة

لِلناشر ولا يجوز إعادة طبع أو اقتباس

جزء منه بدون إذن كتابى من الناشر.

الطبعة الأولى: ١٤٢٨ هـ - ٢٠٠٧ م

رقم الإيداع: ٢٢٨٤ / ٢٠٠٧

I. S. B. N. 977-5840-54-6

كمبيوتر:

أرمن - ت: ٧٩٦٤٤٠٤

جولات في عالم البيوتكنولوجيا
والهندسة الوراثية

2

البيوتكنولوجيا ... من زراعة الأنسجة
والإحصاب خارج الرحم ..
إلى ... الهندسة الوراثية

إعداد

صفاء أحمد شاهين

دراسات عليا في علم الحيوان

جامعة عين شمس

الناشر

دار التقوى

للنشر والتوزيع

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ

لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾ قُلْ سِيرُوا

فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ كَانَ أَكْثَرُهُمْ

مُشْرِكِينَ ﴿٤٢﴾ فَأَقِمَّ وَجْهَكَ لِلدِّينِ الْقَيِّمِ مِنْ قَبْلُ أَنْ يَأْتِي يَوْمَ لَا مَرَدَّ

لَهُ مِنَ اللَّهِ يَوْمَئِذٍ يَصْدَعُونَ ﴿٤٣﴾ مَنْ كَفَرَ فَعَلَيْهِ كُفْرُهُ وَمَنْ عَمِلَ صَالِحًا

فَلَا نَفْسِهِمْ يَمْهَدُونَ ﴿٤٤﴾ [الروم]

﴿إِنْ يَدْعُونَ مِنْ دُونِهِ إِلَّا إِنَانَا وَإِنْ يَدْعُونَ إِلَّا شَيْطَانًا مَرِيدًا ﴿١١٧﴾ لَعَنَهُ

اللَّهُ وَقَالَ لَا تَتَّخِذَنَّ مِنْ عِبَادِكَ نَصِيبًا مَفْرُوضًا ﴿١١٨﴾ وَلَا ضَلَّانَهُمْ وَلَا مَنِينَهُمْ

وَلَا مَرْنُهُمْ فَلْيَتَّكِنِ آذَانَ الْأَنْعَامِ وَلَا مَرْنَهُمْ فَلْيَغْيِرَنَّ خَلْقَ اللَّهِ وَمَنْ يَتَّخِذِ

الشَّيْطَانَ وَلِيًّا مِّنْ دُونِ اللَّهِ فَقَدْ خَسِرَ خُسْرَانًا مُّبِينًا ﴿١١٩﴾ يَعِدُهُمْ

وَيَمِينُهُمْ وَمَا يَعِدُهُمُ الشَّيْطَانُ إِلَّا غُرُورًا ﴿١٢٠﴾ أُولَئِكَ مَاوَاهُمْ

جَهَنَّمَ وَلَا يَجِدُونَ عَنْهَا مَحِيصًا ﴿١٢١﴾ [النساء]

﴿صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ﴾

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة السلسلة

جولات في عالم البيوتكنولوجيا

والهندسة الوراثية

● إلقاء الضوء على مفهوم البيوتكنولوجيا ... وأطوارها المختلفة:

عالم البيوتكنولوجيا (التكنولوجيا الحيوية - Biotechnology) هو عالم حقيقى .. نعيشه .. موجود على الأرض .. بدأ بالتكنولوجيا الحيوية التقليدية منذ آلاف السنين باستخدام الإنسان القديم للكائنات الحية الدقيقة [كوسيط حيوى] - [دون معرفته بها على وجه التحديد]؛ وذلك فى غذائه بتخمير الخبز والخمور من الفواكه وصناعة الجبن والقشدة والبيرة (بعملية التخمير Fermentation) لتعطى للغذاء الطعم المقبول وقيمة غذائية عالية، ولن ننسى أن لأجدادنا المصريين القدماء دورهم البارز فى هذا المجال .

* وفى الخمسينات من القرن العشرين .. كانت هناك البيوتكنولوجيا الصناعية التى تستغل أنواعاً عديدة من الميكروبات لإنتاج مواد مثل: [الأسيتون - والبوتانول Butanol]، كما استغلت الخلايا الحيوانية فى إنتاج البنسلين، والفاكسينات ضد البكتيريا والفيروسات المسببة للأمراض، وسبق هذه الفترة استغلال هذه الميكروبات فى المجال العسكرى لتصبح أسلحة بيولوجية فتاكة؛ تستخدمها الدول المنتجة لها لإرهاب دول أخرى !!

* فالتكنولوجيا الحيوية ليست إذاً وليدة الآن فقط؛ ولكنها منظومة فنية يتداخل فيها العلم مع الصناعة .. أوجدت لنا ذلك الطعم المقبول والقيمة الغذائية العالية فى صناعات الخبز والخمور، والجبن والبيرة .. وإعداد بعض أنواع

الألياف النباتية وتجهيزها لصناعة الكساء .. وقدمت لنا الدواء .. وأيضاً أسلحة الشر !!

* وكلما ازدادت معارف الإنسان وتجاربه ودراساته على مر الزمان ثمكنت «التكنولوجيا الحيوية» من الاستفادة أكثر بما يوجد في البيئة ، وبالتالي تتزايد وتنوع تطبيقاتها لتخدم الصناعات المتعددة والمتجددة، والتي لم تعد تعتمد على نشاط الكائنات الحية الدقيقة فقط - كما سبق وذكرنا - ولكن أصبحت تعتمد على نشاط وسائط حيوية أخرى مثل الخلايا والأنسجة النباتية والحيوانية .. بل وخلايا مأخوذة من أجنة حيوانية، والإنزيمات والهرمونات، والفيروسات كحاملة للجينات .. إلخ.

ذلك كله بمساعدة وتداخل العديد من العلوم والتكنولوجيا مثل علوم الوراثة والمناعة، وبيولوجيا الخلية، والكيمياء الحيوية، وهندسة العمليات، والهندسة الكيميائية، واكتشاف أسرار المادة الوراثية بنواة الخلية، والجزء، وتكنولوجيا المعلومات، والاتصالات، والحاسوب، والإنترنت، ومعالجة البيانات، ومكونات البيئة وعلوم الأرض، والإيكولوجيا، وتكنولوجيا المواد الذكية، وتقانة النانو، والمحاكاة الحيوية؛ وصنعت منها ضفيرة واحدة ليصبح لدينا عالم التكنولوجيا الحيوية (البيوتكنولوجيا Biotechnology) بمفهومها الحديث، والتي تطورت عبر مراحلها المختلفة لتأخذ دورها البالغ الأهمية في وقتنا الحالي، وتصبح محور الاهتمام والحديث، وتكنولوجيا القرن المقبل، يبحث الجميع عن فوائدها وخواصها المحتملة منها.

* ويمكن إجمال مفهوم البيوتكنولوجيا الحديثة وفق ما تبين لنا :

«في أنها القدرة على استخدام المعارف المختلفة والمتعلقة بالكائنات الحية، وحسن الاستفادة بكل المهارات والابتكارات في كافة المجالات، ودراساتها جيداً على أسس علمية، حتى يمكن تطبيقها على الكائنات الحية أو مشتقاتها للحصول على أقصى منفعة بالطرق الحيوية الحديثة، ومن هذه التطبيقات نذكر

تطبيقات لاستحداث أو تعديل من أداء الكائن الحى لما يخدم الإنسان والبيئة وأيضاً الكائن الحى نفسه.

* كلما ازداد استيعاب الشعوب للتكنولوجيا الحيوية؛ ازداد وتحسن مستواها الاجتماعى والاقتصادى ..

*أطوار البيوتكنولوجيا الحديثة:

... إذا حاولنا الاقتراب من عالم البيوتكنولوجيا والتجول فى أنحائه المختلفة .. فسنجد أنه لن يتيسر ذلك (سنجد صعوبة بالغة) نظراً لكثرة تقنياته وتشعبها، وتداخلها والتي ينتج عنها تطبيقات كثيرة ... لذا فالأنسب أن نجد مدخلاً مناسباً للتجول من خلاله بين ثنايا هذا العالم الكبير، ومعرفة بعض من تطبيقاته الهامة فى حياتنا.

* ومن بين مداخل عدة ... اخترنا أن يكون مدخلنا هو بإلقاء الضوء على ما يمكن أن نطلق عليه مجازاً (بأطوار البيوتكنولوجيا الحديثة) أو [مراحلها الرئيسية]، والتي نرى أنها بدأت منذ القرن التاسع عشر [حيث تم فى هذا الوقت دفع البيوتكنولوجيا بقوة نحو التقدم، وطراً عليها تطورات متلاحقة سريعة أسهمت فى وصولها لما نعيشه الآن، وتميزت البيوتكنولوجيا منذ ذلك الحين بأسلوب جديد للتعامل مع الكائن الحى أو مشتقاته .. مختلف على ما سبق هذا القرن] ولقد اجتهدنا فى ترتيبها بحسب ظهور وشيوع كل منها (كل طور) حتى نصل للقرن الحادى والعشرين مع الأخذ فى الاعتبار أنها متفاعلة ومتداخلة مع بعضها باستمرار لشمر لنا عن الكثير من التكنولوجيا الجديدة.

١. طور زراعة الأنسجة النباتية.

والذى يقصد به نمو خلايا أو أنسجة أو أجزاء نباتية فى أوان خاصة تحتوى على بيئات مغذية - [تحت ظروف خاصة] - والتي تفيد المراجع بأن بداياتها كانت عام ١٨٤٠ م.

٢. طور مرحلة الإخصاب خارج الرحم.

والذى ترجع بدايات ظهوره إلى محاولات مربى الماشية للاستفادة من تقنية استخراج الحيوانات المنوية المرغوب فى صفاتها وتجميدها فى بنوك الأمشاج، ثم إعادة استخدامها فى تلقيح إناث الحيوانات بها للحصول على أجيال من الماشية ذات صفات مرغوبة، ويذكر أنه تم الحصول على أول عجل بهذه الطريقة عام ١٩٥٢م.

وتزداد هذه التقنية تطوراً، ويستفاد منها مع البشر حتى نصل لعام ١٩٧٨م حيث تم فيه ولادة أول طفل أنابيب بشرى وهى الطفلة [لويزا براون] .

٣. طور نقل وزراعة الأعضاء.

حيث كان هناك الكثير من اغاومات لكن يؤرخ فى عام ١٩٥٤م بأنه تمت أول عملية ناجحة لزرع الأعضاء فى البشر . . تم فيها نقل كلية إلى مريض مأخوذة من توأمه .

٤. طور الهندسة الوراثية.

تم الإعلان عن ميلاد تقنية الهندسة الوراثية فى عام ١٩٧٣م، وتمكن الباحثون من خلالها بإجراء معالجات الحامض النوى التى يدخل فى إطارها «مجموعة تقنيات» تضم استنساخ الجين أو شريط الدنا الوراثى المنقول ، وتديد جزئىء الدنا وتقصيره بالإضافة أو الحذف لأجزاء منه (لإظهار صفات جديدة أو حذف صفات غير مرغوبة بالكائن الحى) .

* وترتب على هذا الفهم ميلاد الكثير من التقنيات الجديدة والتطبيقات . .
وستخصص لهذه التطبيقات ثلاثة كتب من السلسلة وهى :

أ- تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية فى مجال الكائنات البسيطة التركيب .

ب- تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية فى مجال الحيوان .

جـ- تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية في مجال النبات .

* وكما أن للبيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية وجهها المشرق النافع للبشر .. فهناك وجه آخر ملىء بالخاوف والمساوئ، والذي سيكون لنا معه لقاء في أحد أجزاء السلسلة بعنوان «الوجه الآخر للبيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية» .

٥. طور الاستنساخ.

رغم أن تقنية الاستنساخ بدأت منذ سنوات تعتبر طويلة [تجارب هارفى على بويضات القنافظ عام ١٩٣٦م، وتجارب لورتن عام ١٩٥٠م على الأميبيا، وتجارب جون چوردن عام ١٩٦٢م على الضفادع] إلا أن الكثيرين منا لم يلتفت إليه إلا منذ سنوات قليلة بعد الإعلان عن استنساخ النعجة دوللى، والتي أعلن عن ولادتها في ٢٦ يوليو من عام ١٩٩٦م، وتوالى وراءها مسلسل الاستنساخ ليشمل أنواعاً كثيرة من الحيوانات .. بل والبشر .. وظهر أيضاً نوع آخر من الاستنساخ هو الاستنساخ العلاجي، وسيكون لنا لقاء مع تقنية الاستنساخ وأنواعه وتطبيقاته والطريف والمفيد منها في أحد كتب السلسلة .

٦. طور [مراحل] تفاعل والتقاء البيوتكنولوجيا مع تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات [عصر البيونى] والتقاءها مع تكنولوجيا جديدة مثل : تكنولوجيا المواد الذكية، والتكنولوجيا المجهرية، وتقانة النانو، والحماكة الحيوية .. وسيكون لنا معها أيضاً لقاء .

... عزيزى القارئ ... أرجو أن تكون أجزاء هذه السلسلة المتواضعة هي بوابة العبور للدخول إلى عالم البيوتكنولوجيا .. لتتجول سعابيين ثناياها وأطوارها الستة وتطبيقاتها المختلفة . لتتعرف على الجديد والمفيد والغريب .. داعين المولى عز وجل أن يعيننا على حسن عرضها بصورة سلسلة ميسرة ... وأن تسعد بها وتستفيد منها .

صفاة أحمد شاهين

تقديم

الجزء الثاني من السلسلة

Introduction

البيوتكنولوجيا... عالم واقعي له خصائصه ونعيش تطبيقاته،

عالم البيوتكنولوجيا (البيوتكنولوجيا الحيوية Biotechnology) هو عالم حقيقي موجود على الأرض.. نعيشه ونتأثر به ونتفاعل معه، وهو عالم كبير بدأ مع بدايات وجود الإنسان على الأرض وتطور بازياد خبرته حتى أصبحت له خصائصه المميزة وأطواره الخاصة به وتقنياته وتطبيقاته والتي تزداد اتساعاً يوماً بعد يوم.. ونذكر من بين ما يضمه هذا العالم - (حالياً) - الأمثلة الآتية:

١. في مجال الاستنساخ،

نذكر.. النعجة الشهيرة «دوللي» والتي أتت للحياة بدون أب.. بتقنية «الاستنساخ Cloning»، ثم توفيت عن عمر يناهز ست سنوات.. وكانت الوفاة بعد معاناة طويلة مع المرض.. وتتوالى مسلسلات الاستنساخ في أماكن كثيرة من العالم والتي نسمع عنها ونراها، ومنها ما تم بالصين منذ فترة وهو استنساخ عنزتين.. أيضاً هناك حالياً محاولات جادة في كوريا لاستنساخ بقرة بديلة عن بقرة كوريا الشهيرة، والتي سبق وتوفيت.. أيضاً تم استنساخ أنثى عجل في جنوب إفريقيا... إلخ.

ثم كانت هناك الجرأة لاستنساخ البشر، بعدما كانت تلك الجرأة لا تتعدى فيما سبق سوى محاولة أن تنمو تلك الأجنة المستنسخة بالمعمل لفترة نحو قصيرة؛ أصبحنا نسمع عن إتمام الحمل والولادة لأطفال (إناث) مستنسخة ومنها من ينتسبون لأفراد وأتباع جماعة الرائييليين؟! ومنها ما طالعنا به وسائل الإعلام عن حمل إحدى السيدات من صربيا لجنين (ذكر) بتقنية

الاستنساخ، قام بها الطبيب «سيثيرينو أنتينورى» وأنه بصحة جيدة وسيولد فى يناير سنة ٢٠٠٣ - (ولم نعرف بعد الجديد بخصوص هذا الطفل).

٢. ومن غرائب الحمل والاستنساخ خارج الرحم نذكر:

أولئك النسوة اللاتي يلدن بعد سن الستين .. ومنهن ما تناقلته وسائل الإعلام فى شهر سبتمبر عام ٢٠٠٣م عن الأم الهندية «ساتياباما ماهاباترا» والتي تُعد أكبر امرأة فى العالم تصبغ أما وعمرها خمس وستون عاماً، حيث جاءت الولادة نتيجة تلقيح بويضة ابنة شقيقة الأم داخل الأنابيب (خارج الرحم)، وبعد تخصيب البويضة تم زراعتها فى رحم السيدة «ساتيا» حيث كانت تلك هى فرصة الزوجين الأخيرة والوحيدة للحصول على طفل . وكان المولود ذكراً يزن ثلاثة كيلو جرامات، وتمت الولادة بعملية قيصرية بمستشفى بمدينة [أوريسا] شرق الهند .. وذكرت صحيفة «تايمز أوف إنديا» أن والد الطفل المولود يعمل مدرساً، وأن المولود هو الطفل الأول للزوجين والحالة السابقة فى موسوعة جينس للأرقام القياسية كانت لامرأة وضعت مولوداً وهى فى الثالثة والستين فى ١٨ / ٧ / ١٩٩٤م . وليست هذه بأغرب الأمثلة .. فهناك تلك السيدة التى نُشر عن حملها من زوجها بعد وفاته .. وغيرها من الغرائب !!

٣. فى مجال الهندسة الوراثية نجد أن:

هناك الكثير من التطبيقات التى تعتمد على مفهوم الهندسة الوراثية وهو: نقل- وإضافة أو حذف وإزالة صفة من كائن ووضعها بكائن آخر لتظهر به صفة جديدة مرغوبة أو تختفى منه صفة ...

ومن هذه التطبيقات نذكر عمليات نقل وزراعة أعضاء من الحيوانات المهندسة وراثياً مثل الخنازير (المهندسة وراثياً)- وزرع أعضائها للبشر المرضى المحتاجين لأعضاء مختلفة، وأصبحنا نسمع عن مثل تلك الأمور؛ ذلك الرجل الذى يعيش بقلب تم نقله وزرعه من خنزير مهندس وراثياً، أيضاً تناقلت وسائل الإعلام فى مارس ٢٠٠٢م ذلك الخبر (من الصين) والذى كان مفاده أنه لأول

مرة في الصين يزرع مجموعة من الأطباء الصينيين خلايا من كبد خنزير لإثني عشر مريضاً يعانون فشلاً في الكبد وتتراوح أعمارهم ما بين ٣٠ - ٤٠ عاماً بمستشفى «جولو» بمنطقة «نانجوي» شرق الصين .

والأمثلة الغربية التي وصلت غرابتها لحد يفوق الخيال لم تنته .. إذ أمكن منذ زمن هندسة كائنات بسيطة التركيب وراثياً أو تنميتها بصورة غير طبيعية لتتحول إلى أسلحة بيولوجية خطيرة؛ ويتردد بين الباحثين ما مفاده أنه سيكون بالإمكان قريباً إعادة تشكيل كائن كالبكتيريا دون خلايا على الإطلاق .. إذ تكفى فقط المعلومات عن جينومه المخزنة في ذاكرة الكمبيوتر، بل وأعلن منذ فترة قصيرة عن التمكن من تصنيع فيروسات مثل شلل الأطفال، وقرب إنتاج فيروس الإنفلونزا .

وهناك من يطمح بتجاوز (ما نعتبره الآن تجاوزاً) وهندسة الإنسان السوبرمان .. فهل سيتحقق؟! ..

والأمثلة لم تنته ... فهناك سمك الأطلنطي والذي عاش حياته الطبيعية .. كما قدر الله له أن يعيش حيث ينمو بشكل بطيء خلال فصل الشتاء ، ولكن بعدما تدخل الباحثون باستعمالهم لتقنية الهندسة الوراثية تم تنقيح هذه الأسماك بجينات هرمون النمو من أسماك أخرى؛ والنتيجة هي وصول الأسماك المعدلة إلى الأسواق بالحجم الذي اعتاده منها المستهلك في نصف الوقت الذي تستغرقه في النمو التقليدي حتى تصل إلى هذا الحجم .

ولم تتوقف الاستفادة من الهندسة الوراثية عند الأسماك ... فهناك تطبيقات عديدة عن إنتاج أبقار وأغنام وطيور مهندسة وراثياً لأغراض عدة منها لإنتاج أدوية وبروتينات بشرية هامة .. أيضاً هناك نباتات مهندسة وراثياً لغرض مشابه وهو إنتاج بروتينات هامة للبشر، هذا بالإضافة إلى أننا أصبحنا نجد ما يزيد على ٦٠٪ من الأطعمة المهندسة وراثياً والتي توجد في الأسواق الأمريكية مثل البيتزا والشيبسي والكعك والآيس كريم والسلطة وزيت الذرة تحتوى على مكونات من فول الصويا والذرة المنقحة جينياً .

٤. وفي مجال زراعة الأنسجة وتحسين السلالات النباتية،

تمكن الباحثون من إنتاج نباتات تحتوي على صفات نوعين مختلفين من النباتات مثل نبات «البطاطم» وهو مهجن من البطاطم والبطاطس، ثم لجأ الباحثون إلى الأغب وهو الحصول على منتجات بعينها فى العمل .. مثل إنتاج فانيلى بدون نبات أوركيده الفانيلى، وهذه الفانيلى التى يتم إنتاجها هى فانيلى طبيعية وليست صناعية .. أيضاً لإنتاج عصير برتقال طبيعى من أنسجة دون ثمار وأشجار ... ومحاولة لإنتاج ألياف القطن دون نبات القطن.

٥. زراعة ونقل الأعضاء:

هى تكنولوجيا متطورة يضاف إليها كل فترة الجديد لتوفير أعضاء مناسبة للمرضى المحتاجين لنقل أعضاء بعينها مثل قرنية العين، كلى، أجزاء من الكبد ... وبخاصة أن عدد المرضى يتزايدون.

٦. التقاء البيوتكنولوجيا وتفاعلها مع تكنولوجيا جديدة وأعدة مثل تكنولوجيا الاتصالات،

المعلومات، تكنولوجيا المواد الذكية، والحاكاة الحيوية، والتكنولوجيا الجهرية وتقانة النانو،

فنحن لسنا بعيدون فى جولاتنا عن استخدام الكمبيوتر والإنترنت والتفاعل مع التكنولوجيا الجديدة .. حيث تفاعلت جميعها وزاد تداخلها لتنشأ علاقة جديدة قوية يتم فيها الاستفادة من الكائنات الحية أو منتجاتها وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ومكونات البيئة .. إلخ.

حتى إنه أصبح العديد من العلماء والباحثين لديهم وجهة نظر شمولية سائدة لمجتمعنا العالمى الجديد .. وهى أنه مجتمع بيومعلومات تتم صناعته الآن بتجميع مثل هذه الأجزاء من التقاء العلوم والتكنولوجيا بما فيها [البيوتكنولوجيا] ويدخل معها علوم الأراضى والإيكولوجيا، وتكنولوجيا المعلومات، والاتصالات .. ويتولد لدينا عصر جديد يسمى عصر «البيوتى» ومن خلال تلك النظرة السائدة يتأكد لدينا أهمية البيوتكنولوجيا فى تشكيل عالمنا المعاصر .. بل وصناعة المستقبل بمشيئة الله.

عزيزنا القارئ .. أليست البيوتكنولوجيا - بعد ما قدمناه من أمثلة - بحق عالماً كبيراً ... ورغم ذلك فما سبق ليس إلا قليلاً من كثير ولا يعبر إلا عن التكنولوجيا الحيوية الحديثة ... فهناك ما هو أقدم . ونود أن نشير في كتب هذه السلسلة المتواضعة إلى البيوتكنولوجيا التقليدية والحديثة وتطبيقاتها وأطوارها والتي نرجو أن تكون بمثابة بوابة العبور للدخول لعالم البيوتكنولوجيا .. نتجول معاً بين ثنايا أطواره وتطبيقاتها العديدة .. داعين المولى عز وجل أن يعيننا على حسن عرضها عليك بصورة سلسلة ميسرة تسعد بها وتستفيد منها .

والآن مع أبواب هذا الكتاب وفصوله نبدأ التحليق والتجول في هذا العالم ... فكن معنا .

الباب الأول

البيوتكنولوجيا
من عهد قدماء المصريين
إلى القرن العشرين

الفصل الأول

البيوتكنولوجيا من عهد قدماء المصريين إلى زراعة الأنسجة، والإخصاب خارج الرحم

تمهيد للفصل:

التكنولوجيا الحيوية التقليدية بدأت منذ ٤٠٠٠ سنة في مصر

ليست العبارة السابقة من صياغة الكاتبة، ولكنها شهادة حق تم ذكرها في المؤتمر الدولي العاشر للتكنولوجيا الحيوية الذي عُقد في عام ٢٠٠٣م في واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية..

وسنستعرض فيما يلي بعضاً مما جاء به:

«تم استعراض تلك النتائج الباهرة، والتي بدأت نواتها (القريبة) منذ ٥٠ عاماً -البيوتكنولوجيا الحديثة- حيث تم كشف غموض سر الحياة DNA، وتلاها تكنولوجيا تخليق التراكيب الوراثية للـ DNA وحصل بمقتضاها العلماء الأربعة على جائزة نوبل، وباحت الأبحاث بأسرار التكنولوجيا الحيوية في الصناعة، والزراعة، والطب، والدواء، والفضاء، ولم يهمل دليل المؤتمر المرجعيات الأخلاقية التي بدأت أولى خطواتها منذ «٤٠٠٠ سنة» في مصر-التكنولوجيا الحيوية التقليدية- حيث كان «الخبز» الذي يتم تخميره هو الأساس، وكانت الحضارة المصرية هي صانعة هذه الفكرة باعتراف المؤتمر».

ترك المؤتمر بعد أن أثار في أذهاننا العديد من الأسئلة منها ما سنجد إجابته في جولاتنا بهذا الفصل ومنها ما سنجد إجابته خلال تجولنا بأبواب وفصول الكتاب مثل: ما هو مضمون البيوتكنولوجيا التقليدية التي كانت في عهد قدماء المصريين،

وهل استمرت حتى الآن .. وما هي مميزات التكنولوجيا الحيوية الحديثة وأطوارها وتطبيقاتها، ومن هم هؤلاء العلماء الأربعة الذين حصلوا على جائزة نوبل؟ وكيف باحت الأبحاث بأسرار التكنولوجيا الحيوية في الصناعة والزراعة والطب، والدواء و ... والكثير والكثير ..

معاً نحلق في سماء عالم البيوتكنولوجيا نبحث عن الإجابات من خلال
جولاتنا ...

الجيل الأول:

البيوتكنولوجيا قديماً وحديثاً ومفهوم وأطوار البيوتكنولوجيا الحديثة

بدأت البيوتكنولوجيا منذ آلاف السنين مع بداية وجود الإنسان على الأرض بالتكنولوجيا الحيوية التقليدية، وذلك باستخدام الإنسان القديم للكائنات الحية الدقيقة (كوسيط حيوي) بدون معرفته بها على وجه التحديد؛ وذلك في غذائه بتخمير الخبز، والخمور من الفواكه، وصناعة الجبن والقشدة والبيرة (بعملية التخمير Fermentation) لتعطى للغذاء الطعم المقبول، وتزداد قيمته الغذائية.

ولن ننسى أن لأجدادنا المصريين القدماء دورهم البارز في هذا المجال.

* وفي الخمسينات من القرن العشرين .. كانت هناك البيوتكنولوجيا الصناعية التي تستغل أنواعاً عديدة من الميكروبات لإنتاج مواد مثل: الأسيتون والـbutanol، كما استغلت الخلايا الحيوانية في إنتاج البنسلين والفاكسينات ضد البكتيريا والفيروسات المسببة للأمراض، وسبق هذه الفترة استغلال هذه الميكروبات في المجال العسكري لتصبح أسلحة بيولوجية فتاكة؛ تستخدمها الدول المنتجة لها لإرهاب دول أخرى!!

- فالتكنولوجيا الحيوية ليست إذاً وليدة الآن فقط؛ ولكنها منظومة فنية يتداخل فيها العلم مع الصناعة .. أوجدت لنا ذلك الطعم المقبول والقيمة الغذائية العالية في صناعات الخبز والخمور، والجبن، والبيرة وإعداد بعض أنواع الألياف النباتية وتجهيزها لصناعة الأقمشة والمفروشات، وقدمت الدواء وتعدها لصناعة أسلحة بيولوجية للشر!!

* وكما ازدادت معارف الإنسان وتجاربه ودراساته على مر الزمان .. تمكنت التكنولوجيا الحيوية من الاستفادة أكثر وأكثر بما يوجد في البيئة، وبالتالي تزايد وتنوع تطبيقاتها لتخدم الصناعات المتعددة والمتجددة والتي لم تعد تعتمد على نشاط الكائنات الحية الدقيقة فقط - كما سبق وذكرنا - ولكن أصبحت تعتمد على نشاط

وسائط حيوية أخرى مثل الخلايا والأنسجة النباتية والحيوانية، بل وخلايا مأخوذة من أجنة حيوانية، والإنزيمات والهرمونات، والفيروسات كحاملة للجينات .. الخ، وذلك كله بمساعدة وتداخل العديد من العلوم والتكنولوجيات مثل علوم الوراثة والمناعة، وبيولوجيا الخلية والكيمياء الحيوية، وهندسة العمليات والهندسة الكيميائية، واكتشاف أسرار المادة الوراثية بنواة الخلية والحزىء، وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والحاسوب والإنترنت، ومعالجة البيانات ومكونات البيئة، وعلوم الأراضى، والإيكولوجيا، وتكنولوجيا المواد الذكية، وتقانة النانو، والمحاكاة الحيوية ... وصنعت منها جميعاً صغيرة واحدة ليصبح لدينا عالم التكنولوجيا الحيوية (البيوتكنولوجيا Biotechnology) بمفهومها الحديث والتي تطورت عبر مراحلها المختلفة لتأخذ دورها البالغ الأهمية فى وقتنا الحالى، وتصبح محور الاهتمام والحديث وتكنولوجيا القرن بل والقرن المقبل (إن شاء الله) .

* ويمكن إجمال مفهوم البيوتكنولوجيا الحديثة وفق ما تبين لنا:

فى أنها القدرة على استخدام المعارف المختلفة والمتعلقة بالكائنات الحية، وحسن الاستفادة بكل المهارات والابتكارات فى كافة المجالات، ودراستها جيداً على أسس علمية، حتى يمكن تطبيقها على الكائنات الحية أو مشتقاتها للحصول على أقصى منفعة بالطرق الحيوية الحديثة، ومن هذه التطبيقات نذكر تطبيقات للاستحداث أو للتعديل من أداء الكائن الحى لما يخدم الإنسان والبيئة وأيضاً الكائن الحى نفسه، وكلما ازداد استيعاب الشعوب للتكنولوجيا الحيوية ازداد وتحسن مستواها الاجتماعى والاقتصادى.

* أطوار البيوتكنولوجيا الحديثة:

إذا حاولنا الاقتراب من عالم البيوتكنولوجيا الحديثة والتجول فى أبعاده المختلفة فإننا سنجد صعوبة بالغة نظراً لكثرة تقنياته وتشعبها وتداخلها، والتي ينتج عنها تطبيقات كثيرة تحتاج لمجلدات عديدة للحديث عنها. ولذا فالأنسب هو أن نجد مدخلاً مناسباً تسنح لنا الفرصة من خلاله للعبور

والتجول بين ثنايا هذا العالم الكبير بيسر ومعرفة بعض من تطبيقاته الهامة فى حياتنا .. ومن بين مداخل عدة اخترنا أن يكون مدخلنا هو بإلقاء الضوء على (ما يمكن أن نطلق عليه مجازاً) .. أطوار البيوتكنولوجيا الحديثة ... أو مراحلها الرئيسية؛ والتي نرى أنها بدأت منذ القرن التاسع عشر - حيث تم فى هذا الوقت دفع البيوتكنولوجيا بقوة نحو التقدم، وطراً عليها تطورات متلاحقة سريعة أسهمت فى وصولها لما نعيشه الآن، وتميزت البيوتكنولوجيا منذ ذلك الحين بأسلوب جديد للتعامل مع الكائن الحى أو مشتقاته ... مختلف عما سبق فى هذا القرن - ولقد اجتهدنا فى ترتيبها بحسب ظهور وشيوع كل منها (كل طور) حتى نصل للقرن الحادى والعشرين مع الأخذ فى الاعتبار أنها متفاعلة ومتداخلة مع بعضها باستمرار لثمر لنا الكثير من التكنولوجيا الجديدة والتطبيقات (التي ذكرنا بعضاً منها فى مقدمة الكتاب).

١ - طور زراعة الأنسجة النباتية:

والذى تفيد المراجع بأن بداياته كانت منذ عام ١٨٤٠ م.

وسمى الحديث عنه ببعض الاستفاضة فى الجولة التالية.

٢ - طور المرحلة الإخصاب خارج الرحم؛ والذى ترجع بدايات ظهوره إلى محاولات مُربى الماشية للاستفادة من تقنية استخراج الحيوانات المنوية المرغوب فى صفاتها وتجميدها فى بنوك الأمشاج ثم إعادة إخراجها لتلقيح إناث الحيوانات. وستكون لنا جولة مع هذه التقنية .

٣ - طور نقل وزراعة الأعضاء:

حيث كانت هناك الكثير من المحاولات لنقل وزراعة الأعضاء، ولكن تؤرخ الكثير من المراجع إلى أنه تمت فى عام ١٩٥٤ م عملية ناجحة لزراعة الأعضاء فى البشر .. وتم فيها نقل كلية .. وسمى ذلك والمزيد عن عمليات نقل وزراعة الأعضاء فى هذا الكتاب.

٤ - طور الهندسة الوراثية:

تم الإعلان عن ميلاد هذه التقنية فى عام ١٩٧٣ م.

* ولقد استفاد الباحثون في كل مكان من إمكانيات هذه التقنية في إنجاز الكثير من التطبيقات .. والتي نظراً لكثرتها أفردنا لها ثلاثة كتب من السلسلة وهي:
أ - تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية في مجال الكائنات البسيطة التركيب.

ب - تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية في مجال الحيوان.

ج - تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية في مجال النبات.

وكما أن للبيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية وجهها المشرق النافع للبشر، فهناك وجه آخر غملي بالمخاوف والمساوئ والذي سيكون لنا معه لقاء في أحد كتب السلسلة بعنوان «الوجه الآخر للبيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية».

٥ - طور الاستساخ:

ذكرنا في مقدمة الكتاب بعضاً من التطبيقات الخاصة بتقنية الاستساخ؛ ورغم أن هذه التقنية بدأت منذ سنوات طويلة إلا أن الكثيرين منا لم يلتفتوا إليها إلا منذ سنوات قليلة بعد الإعلان عن استساخ وولادة النعجة «دوللي» في ٢٦ يوليو ١٩٩٦م، والتي توالى وراءها مسلسل الاستساخ ليشمل أنواعاً كثيرة من الحيوانات، ووصل للبشر !!

وسيكون لنا لقاء مع تقنية الاستساخ وتطبيقاتها والطريف والمفيد منها في أحد كتب السلسلة بإذن الله.

٦ - طور تفاعل والتقاء البيوتكنولوجيا مع تكنولوجيا الاتصالات، المعلومات [عصر البيوتقني] والتقاءها مع تكنولوجيايات جديدة مثل تكنولوجيا المواد الذكية، والتكنولوجيا المجهرية، وتقانة النانو، والمحاكاة الحيوية؛ وسيكون لنا معها لقاء في أحد كتب السلسلة بإذن الله.

* وسنلقى - عزيزنا القارئ - الضوء في هذا الكتاب على الأربعة أطوار الأولى من أطوار البيوتكنولوجيا .. مع وعد بأننا سنوالى إلقاء الضوء على باقي الأطوار في باقي كتب السلسلة بإذن الله تعالى ... ومع أول طور من أطوار البيوتكنولوجيا وهو (طور زراعة الأنسجة) نبدأ جولتنا الثانية بهذا الفصل ... فمعنا ...

الطرق الأولى من البيوتكنولوجيا

زراعة الأنسجة النباتية Tissue Culture وتطبيقات متعددة عليها:

أولاً: تمهيد. • المقصود بزراعة الأنسجة:

يقصد بزراعة الأنسجة نمو خلايا أو أنسجة أو أجزاء نباتية مختلفة في أوان زجاجية وأحياناً بلاستيكية، تحتوي على بيئات مغذية صناعية تتكون من العناصر الغذائية التي يحتاجها النبات، ويتم ذلك تحت ظروف كاملة التعقيم، والأواني بما تحتويه من بيئة ومادة نباتية يطلق عليها اسم «مزرعة أنسجة» والمزارع يتم حفظها في حضانات يمكن التحكم في درجات حرارتها وإضاءتها وفقاً للاحتياجات المناسبة للنبات.

* ومن تتبعنا لأطوار البيوتكنولوجيا (السته السابق الإشارة إليهم) فإننا نجد أن الباحثين والمهتمين بالبيوتكنولوجيا يعتبرون أن طور زراعة الأنسجة هو أول وأقدم هذه الأطوار التي ظهرت - بحسب البداية التي اتفقنا عليها - أما لماذا ... فالإجابة هي في النقطة التالية:

ثانياً: بدايات زراعة الأنسجة وكيفية تطورها:

وينظرة سريعة على هذه البدايات ، وكيف تطورت الأمور لتصبح زراعة الأنسجة بهذا الشكل نجد:

- 1 - في عام ١٨٤٠م أعلن العالم الألماني (Van Liebig) أن وجود العناصر الغذائية في التربة يعتبر عاملاً هاماً لنمو النبات.
- 2 - في عام ١٨٦٠م أعلن العالم (Knop) توصله إلى تكوين محلول مغذٍ للنبات معتمداً على تحليلات التربة.
- 3 - في عام { ١٨٣٨ ، ١٨٣٩ } وضع كلٌّ من عالم النبات Shleiden وعالم

الحيوان Schwann وبصورة مستقلة أسس النظرية الخلوية مع التركيز على طبيعة الخلايا وقدرتها على النمو بعد فصلها من النبات الأم، ولقد توصل العالمان إلى نظرية القدرة الكامنة للخلية (Cell Totipotence) وتعنى قابلية أى خلية نباتية حية لتكوين نبات كامل.

٤ - فى عام ١٨٩٢ أعلن (Sachs) أن النباتات تحتوى على بعض مواد النمو التى تساعد على تكوين الأعضاء النباتية وتتحرك قطبياً فى النبات .

٥ - فى عام ١٩٠٢ نجده ظهور نباتات الأنائب، ولقد قام عالم النباتات الألمانى «هيسبرلاندىت Haberlandt» بالعديد من التجارب ومن خلالها استطاع أن يحدد المشكلات التى صادفت تجاربه ونجح فى وضع الأسس الهامة لنجاح زراعات الخلايا والأنسجة النباتية، وتلا ذلك إجراء العديد من التجارب والدراسات الناجحة التى أسهمت فى التطور السريع لعلم زراعة الخلايا والأنسجة النباتية، ويعرضنا بعضاً من إنجازات الباحثين بعد هذا التاريخ نجد أن العالم «White» فى عام ١٩٣٤ تمكن من الحصول على مزارع أنسجة لجذور نباتات الطماطم، وفى عام ١٩٣٩ تمكن العالمان (Nobecourt وGautheret) من الحصول على مزارع خلوية (مزارع كالس) لجذور الجزر لها المقدرة على النمو المستمر وإعطاء خلايا جديدة غير مكتشفة، وتمكن العالم White أيضاً فى عام ١٩٣٩م من النجاح فى الحصول على مزارع كالس من ساق نبات الدخان، ونشأ علم زراعة الأنسجة والخلايا النباتية، وفى عام ١٩٤٦ أعلن (Ball) عن أول تطبيق عملى لتقنيات زراعة الأنسجة فى إكثار نبات الترمس والحصول على نباتات كاملة باستخدام القمم الساقية، وتوالى بعد ذلك الإعلان عن نجاح إكثار العديد من النباتات باستخدام زراعة الأنسجة. وفى عام ١٩٥٠ تمكن العالم Ball من تكوين الأعضاء النباتية من أنسجة الكالس. وفى عام ١٩٥٦ تمكن العالمان (Tuleck and Nickell) من النجاح والإعلان عن إمكانية نمو بعض الخلايا النباتية وتضاعفها فى المزارع السائلة (المزارع الخلوية المعلقة) بغرض الحصول على نواتج هذه الخلايا من المركبات الثانوية. وفى عام ١٩٧١م تم الإعلان عن النجاح فى الحصول على أول نبات كامل من مزارع البروتوبلاست، وأعلن

العالم (Murashige) فى عام ١٩٧٤ بحته الشهير عن إكثار النباتات باستخدام زراعة الأنسجة، وأوضح فى هذه الدراسة مراحل الإكثار وأهم المشاكل التى ظهرت فى الفترة السابقة، وبعض التوصيات الضرورية. وفى عام ١٩٧٤ أيضاً تم الإعلان عن نجاح التحول الحيوى «Biatrans Formation» فى مزارع الخلايا والأنسجة النباتية، وفى عام ١٩٧٨م تم الإعلان عن نجاح التهجين بين الخلايا الجسدية بتقنية التهجين الجسدى Somatic Hybridization لكل من الطماطم والبطاطس على يد (Melchersetal)، وتكوين نبات البطاطم، وهذا النبات عقيم. وتم الإعلان فى عام ١٩٨٢م عن نجاح عملية اندماج البروتوبلاست باستخدام الحافز الكهربى. وفى عام ١٩٨٥م تم الإعلان عن نجاح التحول الوراثى (Transformation) فى أجزاء الأوراق المعدية بالأجروباكتيريوم والحصول على نباتات متحولة وراثياً من مزارعها على يد (Horsch etal).

ثالثاً: ملاحظة هامة

يجب أيضاً ألا نغفل دور العالمين «سكوت وميللر» حيث بدأت مزارع الأنسجة فى التنفيذ على أيديهما بالإضافة لجهود علماء عديدين. ولعلك عزيزى القارئ تلاحظ من خلال تسبع التواريخ السابقة وأحداثها كيف أن «تقنية زراعة الأنسجة» قد بدأت منذ فترة طويلة .. وكيف أسهمت جهود العلماء المتواصلة فى تطويرها لحد مدهل حتى أننا بوصولنا إلى عام ١٩٨٥م نجد حدوث قفزة وتحول كبير من طور زراعة الأنسجة وأعلن عن الحصول على نباتات متحولة وراثياً لندخل إلى طور آخر يغزو عالم النبات وهو تطبيقات الهندسة الوراثية فى مجال النبات (والتي سيكون لنا معها لقاء منفرد بأحد كتب السلسلة بإذن الله). وبالتالي يتبين لك مدى سبق طور «زراعة الأنسجة» عن طور «الهندسة الوراثية» وبخاصة فى غزو مجال النبات .. إلا أن هذا لا يمنع استفادة كلا الطورين من بعضهما استفادات بالغة الأهمية .. سنوالى إظهار أهميتها تباعاً من خلال التطبيقات المختلفة فيما بعد ...

رابعاً: أهمية زراعة الأنسجة وتطبيقات متعددة توضح مجالات استخدامها والاستفادة منها.

لعبت زراعة الأنسجة ومازالت تلعب دوراً هاماً فى مجالات مختلفة مثل

فسبولوجيا النبات، وأمراض النبات، وبيولوجيا الخلية، وفي تربية وإكثار النباتات بل وللحصول على منتجات من أنسجة بعينها تنمو في المعمل دون تنمية باقى النبات مثل ألياف القطن دون النبات الكامل، وعصير البرتقال دون الثمرة .. أيضاً في مجال الهندسة الوراثية وغيرها.

وستحاول فيما يلي عرض بعض التطبيقات الموضحة لأهميتها واستخداماتها المتعددة.

بعض التطبيقات الموضحة لأهمية (زراعة الأنسجة)

واستخداماتها المتعددة

التطبيق الأول:

كوسيلة لرفع وزيادة إنتاج الأنواع المتميزة:

إذ يستخدمها المزارع فى التكثير الخضرى لنباتات ممتازة دون اللجوء للبدور ..
وفيما يلى بعض الأمثلة الموضحة لذلك:

١ - فى مجال زراعة النخيل (نخيل الزيت، ونخيل البلح).

فإذا عثرنا على نخلة واحدة أثمرت بلحاً أكثر حلاوة .. يمكن بتقنية زراعة الأنسجة أن نقوم بنسخ ملايين الأشجار من أنسجة شجرة واحدة إذا أردنا .. ولقد طورت إحدى الشركات العالمية بإيجلترافاكنيك زراعة أنسجة نخيل الزيت Oil Palm لترسل أولى شتلاتها للزراعة فى ماليزيا عام ١٩٧٦م، فثمر عام ١٩٧٨م بزيادة فى غلة الزيت تبلغ ٣٠% .

٢ - الاستفادة من تكنولوجيا زراعة الأنسجة فى إكثار نخيل البلح:

يقول «أ.د. كمال البحر» بالمركز القومى للبحوث: إن الطلب يزداد سنوياً على أصناف بعينها من نخيل البلح خاصة «نخيل بلح سيوة» والذى تقبل عليه دول

جنوب شرق آسيا بشكل كبير مما يساعد على تحقيق دخل من العملة الصعبة نتيجة زيادة تصدير هذا المنتج المتميز.

أعداد نخيل البلح فى بداية القرن العشرين والآن:

تشير الإحصاءات القديمة إلى أن عدد النخيل فى مصر عام ١٩٠٧م بلغ حوالى «١٣ مليون» نخلة، إلا أن أعداداً كبيرة منها هلكت نتيجة إقامة خزان أسوان، ثم السد العالى، وما ترتب على ذلك من ارتفاع مستوى المياه على شواطئ النوبة قديماً .. لذا فقدت مصر العديد من الأشجار لهذه الأسباب، وأيضاً لسبب آخر وهو التوسع العمرانى خاصة فى المناطق الشمالية .. ويبلغ عدد نخيل البلح المثمرة حالياً حوالى «٧,٥ مليون» نخلة.

*** إكثار النخيل طبيعياً:**

بسم إكثار النخيل طبيعياً :

١- إما عن طريق الفسائل التى تنمو حول الشجرة الأم، وهذه الطريقة تعطى نباتات مشابهة للأم ولكنها لا توفر الأعداد المطلوبة للتوسع فى زراعات النخيل خاصة فى المناطق الجديدة. وتعتبر هذه الطريقة بطيئة حيث لا تظهر نتيجة نجاحها إلا بعد عدة سنوات.

٢- إكثار النخيل بالبذرة يمكن ولكن هذه الطريقة تعطى نسبة متساوية من النباتات المؤنثة والمذكورة، وهذا غير مجد اقتصادياً حيث أن المطلوب هو النباتات المؤنثة، ولا يتم التمييز بين النباتات المؤنثة والمذكورة قبل مرور (٦ - ٧) سنوات حتى تثمر النخلة، وفى ذلك إهدار للمال والوقت، ثم إن برامج التربية التقليدية تحتاج لسنوات طويلة (تصل إلى ٢٠ - ٢٥ عاماً) حتى تتم التهجينات بين الأصناف والحصول على صنف جديد، وتُعد أشجار النخيل هدفاً للعديد من الأمراض أخطرها مرض «البيوض».

ولقد أعلن أ. د. هانى الناظر [رئيس المركز القومى للبحوث] أن فريقاً من علماء المركز برئاسة أ. د. كمال البحر قد نجحوا فى الإكثار المعملى المكثف لنخيل البلح

المصرى وذلك باستخدام تكنولوجيا زراعة الأنسجة النباتية بغرض المحافظة على الأصول الوراثية لأشجار النخيل خاصة الأصناف المتميزة منها أو الأصناف المهتدة بالانقراض، وقد تم تنفيذ المرحلة الأولى (من أغسطس ١٩٩٨ وحتى أبريل ٢٠٠٢م) بمعامل المركز القومى للبحوث بالتعاون مع معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية بوزارة الزراعة.

وقد تضمن المشروع هدفين متوازيين على المدى الطويل:

الأول: تطوير بروتوكول الإكثار المعملى لأصناف نخيل البلح المصرى باستخدام تقنيات زراعة الأنسجة النباتية، والتي تعتمد على فصل القمة النامية (من جمارة النخل) وتنميتها على بيئات صناعية مغذية تحت ظروف كاملة التعقيم، للحصول على آلاف النباتات المطابقة تمامًا للنبات الأم، وهذه الآلاف من النباتات لا يمكن الحصول عليها بطرق الإكثار التقليدية للنخيل.

والثانى: توظيف التقنيات الحديثة والمتقدمة للبيولوجيا الجزيئية لتعريف أصناف نخيل البلح المصرى وعمل البصمات الوراثية لها.

وباستخدام تكنولوجيا زراعة الأنسجة فإن المتوقع هو زيادة جودة الثمار، والمحصول وزيادة فى أداء ما يزرع من الأصناف الممتازة بطيئة التكاثر، وإجراء بزيادة المساحات الصحراوية التى تزرع نخيلاً.

التطبيق الثانى:

لقصر مدة الدراسة:

وأيضاً تمتاز بقصر مدة الدراسة لنحصل على نفس النتائج كما لو تمت على النبات الكامل، ففى خلال أسابيع قليلة يمكن معرفة نواتج التمثيل الحيوى لمركب الترفلان (مبيد حشرى) تستغرق فى النبات الكامل موسمًا كاملاً أيضاً.

التطبيق الثالث:

إنتاج سلالات تقاوم الأمراض:

تسهم هذه التقنية فى إيجاد وسيلة جيدة وسريعة حقاً لإنتاج سلالات تقاوم الأمراض ومثال لها أن المربي قد يلاحظ فى حقل أصيب بمرض ما، وأن بعضاً من

النباتات قد قاومه. يستطيع المربي أن يستخدم خلايا هذه النباتات، فيستزرعها في مستنبت يحمل المادة السامة التي يفرزها الكائن المرض، ليتخب منها ما يستطيع أن يتحمل السم، فيستزرعه ثانية، ربما بعد أن يرفع تركيز السم في المستنبت ويتيح لديه جيل خلوى، وبإستكمال غوها لتصبح نباتات كاملة النمو من سلالة من الخلايا المقاومة للمرض. ولقد نجحت هذه الطريقة في انتخاب سلالة من البطاطس مقاومة لمرض لفحة البطاطس Potato Blight ومع كثير من النباتات الأخرى في ظروف مشابهة.

التطبيق الرابع:

استخدام القمة المرستيمية:

وفي أغلب حالات الإكثار باستخدام زراعة الأنسجة يكون الجزء النباتي المستخدم هو القمة المرستيمية (Meristem Tip) أو القمة النامية (Shoot tip) وهي تحتوى على القمة المرستيمية وبعض بدايات الأوراق، ويمكن فصل القمة المرستيمية تحت الميكروسكوب كما في حالة فصل القمم المرستيمية للبطاطس بهدف الحصول على نباتات خالية من الفيروسات، وذلك اعتماداً على أن القمم المرستيمية تتميز بخلوها من الفيروسات بدرجة كبيرة.

التطبيق الخامس:

الاستفادة من ظاهرة التباين الخضرى الكلونى:

أيضاً يتم الاستفادة من ظاهرة «التباين الخضرى الكلونى» في خلايا النسيج النباتى الواحد الموضوع في مستنبت في انتخاب وإنتاج سلالات مختلفة ثابتة وراثياً من النبات ومثال لها: في استنباط سلالة من قصب السكر مقاومة لمرض العين (Eyespot Disease) الذى يسببه فطر هلمنتوسبوريام سكاراى.

التطبيق السادس:

لتوفير الجهد والوقت:

وعند دراسة عمليات التمثيل الحيوى Biodegradation لمبيدات الحشرات بمزارع الأنسجة أعطت نفس النتائج التى تمت على النباتات الكاملة بل تفوقت في أنها

أظهرت نواتج لم نستطع الحصول عليها من دراسة عمليات التمثيل فى النبات الكامل التى تستغرق وقتاً وجهداً أكبر.

التطبيق السابع:

فى إنتاج محاصيل مقاومة للملوحة .. [عالم يزرع البحار]:

نبات الغاب (البوص) الذى ينمو فى مياه البحر هو من نباتات العائلة النخيلية، والتى تضم الأرز والقمح، وللنبات جينات تجعله يتكيف مع المياه شديدة الملوحة التى تغطى ثلاثة أرباع الكرة الأرضية. ونبات الغاب يشبه فى تركيبه نبات الأرز والقمح، وكانت الفكرة كما يذكر «ذ. أحمد مستجير» أستاذ علوم النبات بجامعة القاهرة ومؤسس مركز علوم الوراثة والفكرة هى: أننا لو اكتشفنا الجينات التى تمكن الأرز والقمح من تحمل الملوحة؛ إذاً لحاولنا نقلها بالهندسة الوراثية إلى الأرز والقمح. لكن الجهاز الوراثى لتحمل الملوحة فى النبات كان لا يزال مجهولاً، وكان هذا هو البداية لأبحاث طويلة للدكتور أحمد مستجير، وفضلً لذلك تقنية الاندماج الخلوى أو التهجين الحضرى بين الأرز والغاب، القمح والغاب، والتى تسمى «الهندسة الوراثية للفقراء» وهى ليست هندسة وراثية. ويتم فيها دمج خلايا منزوعة الجدار من نوعين مختلفين من النبات لتنتج خلايا هجينة تحمل الطاقم الوراثيين للنوعين كليهما، ويكون ذلك فى أطباق خاصة بالمعمل مع شرط توافر الظروف البيئية والغذائية ودرجة الحرارة المناسبة للنمو .. وبعد تكوين ما يعرف بالكلوس يتم تشجيع الكلوس على تكوين غموات خضرية وجذور ثم زراعة النباتات فى أصص صغيرة لتنمو إلى حد مناسب ثم نقلها إلى الصوبات، وبعد نجاح نموها واستمرارها يتم نقلها للمناطق الخارجية.

وكانت بداية التجربة فى موسم (٨٩ - ١٩٩٠م) فتم تمويل مشروع ضخيم للتهجين الحضرى بين الغاب وكل من الأرز والقمح، بهدف اقتناص جينات تحمل الملوحة «أياً ما كانت» من الغاب وتضمينها فى الطاقم الوراثى للمحصولين. وعن طريق الانتخاب بين البادرات الناتجة عن استزراع كالوس الخلايا المدمجة، للقدرة على تحمل الرى بماء البحر، تم اختيار النباتات التى تعطى حبوباً تشبه حبوب الأرز

والقمح، ونتج الجيل الأول للتهجين الخضرى للأرز «صنفى جيزة ١٧٥» و«جيزة ١٧٦» بالغاب ١٩

فى حالة القمح صنفنا «سحا ٨ ، سحا ٦٩» فى الصوبة بدأ الانتخاب بين البادرات لقدرتها على تحمل الملوحة والجفاف، وفى عام ١٩٩٨م تم استئجار أربعة فدادين بالفيوم من الأرض المالحة وزراعتها ببدور سلالتين من الأرز المهجن خضرىاً لتحمل الملوحة، والأخرى لتحمل الملوحة والجفاف، ولوحظ فى نفس المساحة نظريتان فى القمح . أعطى الفدان من سلالة الأرز الأولى محصولاً بلغ (٢,٥ طن) «بتصافى ٧٢%» وأعطت السلالة الثانية (٢,٧٥ طن) «بتصافى ٦٦%» ، ومعلوم أن إنتاج السلالة العادية بين (٤ ، ٥ أطنان للفدان) وكانت غلة سلالة القمح (٥,٥ ١٥ أردباً للفدان)، أما الثانية فكانت (١١ أردباً) فى حين أن السلالة العادية من القمح والتي تروى بمياه عذبة وفى أرض عادية تنتج نحو (١٨ أردباً للفدان)؛ واللافت للانتباه أن طعم الحبوب الناتجة (من تقنية الاندماج الخلووى) لم يكن مالحاً على الإطلاق..

ولقد تمكن د. مستجير وفريقه من خلال ذلك من الحصول على «١٢» سلالة من الأرز، و«٨» سلالات من القمح تحت التجربة، وأوضح د. مستجير أن الفرق بين تجارب مصر وخارجها أننا فى مصر لا نبحث عن الهجينات لأن تجاربها مكلفة جداً، لذا فالاعتماد هنا على التهجين الخضرى ثم الانتخاب. ويذكر د. مستجير أن عدد الأقدنة المزروعة بهذه الحبوب الجديدة قد وصل إلى (٦٠ فداناً) بأرض مالحة تماماً لا تصلح لأى زراعة فى محافظة الفيوم وبنى سويف، ولقد تمكن باحثونا فى مايو من عام ٢٠٠٤م من تسجيل سلالة أرز، وسلالة قمح، وهم الآن يحاولون إكثارهما وزراعتها بعد ذلك.

وبالنسبة للماشية .. يذكر د. مستجير أنه أمكن تهجين الماشية البلدية مع (١٣) صنف أجنبى) بتمويل من أكاديمية البحث العلمى على مدى «٨ سنوات»، وبالنسبة لاستنساخ الجاموس .. فلقد كان من بين أهداف المشروع هو إنشاء مدرسة علمية فى مجال جديد تماماً، يمكن به أن ترفع إنتاج اللبن من الجاموس، وكان المشروع يحتاج

إلى ثمانية ملايين جنيهه، ووافق عليه مجلس كلية الزراعة، ومجلس جامعة القاهرة، وكان ذلك عام ١٩٩٨م ولم تتمكن من تمويله حتى الآن.

التطبيق الثامن:

تهجين الذرة بالغاب:

استطاع «د. مستجير» وزميله «د. أسامة الشيعي» تهجين الذرة بالغاب، ونجح الجيل الأول نجاحاً مذهلاً، لكن يذكر د. مستجير أنه لا يمكن مع الذرة إنتاج سلالة مقاومة للملوحة، كما كان الأمر مع الأرز والقمح. فالأمر يحتاج إلى الدخول في موضوع «البذور الاصطناعية»، لنشر التهجين الأول بإنتاج ملايين البذور والسعي الآن لإيجاد مصادر التمويل، وإذا تمكنا يوماً من إنشاء معمل لإنتاج البذور الاصطناعية فمن الممكن أن نزرع بها آلاف الأفدنة في غضون بضعة أشهر.

التطبيق التاسع:

الإمداد بمصادر الجينات:

أيضاً من فوائد مزارع الأنسجة والخلايا المقاومة أنها تمدنا بمصادر الجينات لنقلها عن طريق زراعة الأنسجة بواسطة دمج الخلايا. ويستخدم تكتيك بيولوجيا الجزئيات لنقل الصفات المقاومة من نبات لنبات وبين الكائنات الدقيقة والنبات.

التطبيق العاشر:

الاستفادة من زراعة الأنسجة في توفير منتجات زراعية دون نبات:

ويتضمن عدة أمثلة عن إنتاج الصمغ والفانيليا وألياف نبات القطن وغيرها في المعمل دون حقول.

المثال الأول: لإنتاج الفانيليا من مزارع الأنسجة.

حيث تمكنت إحدى الشركات عام ١٩٩١م من إنتاج الفانيليا من مزارع الأنسجة، وهذه الفانيليا ليست صناعية مثل التي تباع في العديد من الأماكن، وإنما هي مطابقة تماماً لما تنتجه بذور أوركيدة الفانيليا - (والتي تنمو في عدد قليل من المناطق الاستوائية مثل جزيرة مدغشقر).

المثال الثاني: هناك من تمكن من تنمية الحويصلات التي تحمل العصير في ثمار (البرتقال والليمون والجريب فروت) لينتج عصائر الموالح من مزارع الأنسجة دون أشجار وثمار، ومن الباحثين المهتمين العاملين في هذا المجال نذكر الباحث «برينت تسيرات» والذي له معمل في [باسادينا].

التطبيق الحادى عشر:

تعريض المستنبت لمختلف الظروف وضغوط مختلفة:

أيضاً قد تستخدم زراعة الأنسجة كثيراً في توفير منتجات زراعية لبعض النباتات حتى في بلاد ومناطق لا تصلح زراعتها فيها أصلاً لاختلاف المناخ مثلاً أو التربة. أيضاً يتم تعريض المستنبت لضغوط (مرضية - محلية أو حرارية) لتتخبط الأفضل من الخلايا والأكثر تأقلماً - لا يتاح ذلك في الظروف العادية في الزراعة (بالحقل).

التطبيق الثانى عشر:

الاستفادة منها في مجال الصيدلة (إنتاج عقاقير) ومدخل للهندسة الوراثية:

حيث أوصى المؤتمر السادس للاتحاد المصرى لطلاب كليات الصيدلة الذى نظمته كلية الصيدلة جامعة المنصورة تحت رعاية د. «يحيى عبيد» (رئيس الجامعة)، والذي كان يدور حول الاتجاهات الحديثة في مجالات تطوير الدواء، بضرورة استخدام التكنولوجيا الحيوية في إنتاج الدواء عن طريق استخراج الخلايا الحيوية من مصادر نباتية أو ميكروبية لإنتاج مواد ذات صفة صيدلانية أو طبية، والتوسع في استخدام الأعشاب في مجال علاج الأمراض المختلفة وتقنين استخدامها.

هذا ونؤكد على أن نظم زراعة الأنسجة تعتبر مدخلاً لبيوتكنولوجيا النبات والهندسة الوراثية والحصول على نباتات مقاومة.

الإخصاب خارج الرحم

In Vitro Fertilization (IVF)

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ ﴿ وَوَضِعْنَا الْإِنْسَانَ بِوَالِدَيْهِ إِحْسَانًا حَمَلَتْهُ أُمُّهُ كُرْهًا وَوَضَعَتْهُ

(الأحقاف ١٥)

﴿ كُرْهًا ﴾

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ ﴿ وَوَضِعْنَا الْإِنْسَانَ بِوَالِدَيْهِ حَمَلَتْهُ أُمُّهُ وَهْنًا عَلٰی وَهْنٍ وَفِصَالُهُ

(لقمان ١٤)

﴿ فِي سَامِعِينَ ﴾

قالوا:

« ... منذ ما يقبل عن أربعين عامًا حكمت محكمة في الينوى بأن التلقيح الصناعي بمنى غريب - سواء بموافقة الزوج أو بدونها - يعتبر زنا من ناحية الأم، وكل طفل يولد بهذه الطريقة طفل غير شرعي. أما اليوم فإن مثل هذا التلقيح يتم روتينيًا، وقد ولد عن هذه الطريقة ما يزيد عن (ربع مليون أمريكي) .. لقد تعودنا على الإخصاب في «الأنبوب» تعودنا على بنك الحيوانات المنوية .. هناك على الناصية القريبة تُفسح النماذج الاجتماعية والمؤسسات المكان في بطن أم الغريباء، لزواج الشواذ، ولا تزال الأمهات البديلات أمرًا خلافياً .. لكنني أتوقع أن تجد لها دوراً بين الأدوار المتزايدة بالحياة العائلية». [من كتاب عصر الجينات والإلكترونيات]

تأليف: والتر إندرسون

ترجمة د. أحمد مستجير

« لو أننا طلبنا من رجل أن يربي في بطنه مخلوقًا غريبًا لمدة تسعة أشهر، لتسبب هذا له في احتقان شرايين رجله وغازات في أمعائه، وغثيان نفس، ومقايبة من المعدة، وفقدان ذاكرته، وتنتهي بملء ٣٦ ساعة من آلام شنيعة وعملية جراحية، فهل سيقبل بذلك؟ حتى رامبو سيرفض العرض».

الروائية كاثي لت عن الحمل والولادة

تعليق: [لكن لي مينجوي وافق .. !!]

أولاً: تمهيد:

سبق لنا عزيزى القارئ أن ألقينا الضوء على الكثير من جوانب هذه المرحلة (الطور) الهامة من مراحل البيوتكنولوجيا فى كتابنا (جولات فى عالم البيوتكنولوجيا) .. وسنلقى فى هذه الجولة - أيضاً - المزيد والغريب والطريف عنها خاصة فيما يتعلق ببداياتها والفكرة التى بُنيت على أساسها وبعض إيجابياتها وسلبياتها وردود أفعال الباحثين عليها مع عرض بعض التطبيقات الهامة.

ثانياً: البدايات:

حيث يرجع الفضل الأول فى ظهور هذا الطور للمحاولات الناجحة من قبل مربي الماشية للاستفادة من تقنية استخراج الحيوانات المنوية المرغوب فى صفاتها وتجميدها فى بنوك خاصة (بنوك الأمشاج) لوقت مناسب، ثم إعادة إخراجها من البنوك لإتمام تلقيح إناث الحيوانات بها، وذلك للحصول على أجيال من الماشية ذات صفات تجارية مرغوبة تحقق المكاسب المادية، ثم انتقلت الرغبة للاستفادة بما سبق مع البشر .. فكان فى عام ١٩٥٣م أن استخدم حيوان منوى مجمد فى التخصيب الصناعى للإنسان .. وشجع ما سبق الباحثين على بذل المزيد من الجهود لتحسين التقنية واستحداث طرق وأدوات أفضل واتباع تكنولوجيا أكثر تطوراً .. اكتملت بشكل رائع، وأمكن فى ظل الاستفادة منها وتطبيقاتها فى عام ١٩٧٨م أن يتحقق حلم داعب الكثيرين وتمت ولادة أول طفلة أنابيب فى العالم وهى الطفلة «لويزا براون» .. وبعدها بعامين تم إنشاء بنك الأمشاج Sperms Bank للاحتفاظ بمتويات الرجال وبويضات النساء، والذى سمح بظهور أطفال الأنابيب على مجال أوسع.

ثالثاً: الفكرة التى يقوم على أساسها الإخصاب خارج الرحم:

يعتمد هذا الأسلوب على استبعاد العلاقة الجنسية بين الرجل والمرأة كوسيلة وحيدة للإحجاب .. والفصل بين العلاقة الجنسية من ناحية وبين الإحجاب من ناحية أخرى، وينقسم الإخصاب خارج الرحم إلى مرحلتين: المرحلة الأولى: وتتم فى المعمل .. وفيها تتم عمليتا التلقيح والإخصاب خارج الرحم *In vitro* عن طريق

سحب عدة بويضات من الزوجة -| وليس بويضة واحدة افتراضاً من الطبيب لاحتمال فشل بويضة أو أكثر في تلقيحها وإخصابها، ونطفة مذكرة (حيوانات منوية) من الزوج، وإجراء التلقيح والإخصاب بينهما معملياً -| أى تمكين الحيوان المنوى من اختراق جدار البويضة والالتحام أو اندماج نواتيهما -| ويتم ذلك فى أنبوب اختبار بالمعمل .. وبعد فترة زمنية معينة (١٥ يوماً) تكون فيه البويضة المخصبة (الزيجوت Zygote أو اللاقحة أو الجنين) قد انقسمت لعدد مناسب من الانقسامات يتم عندها الانتقال إلى المرحلة الثانية.

المرحلة الثانية: يتم فيها نقل وزرع الجنين -| أو أكثر من جنين -| فى رحم الزوجة لاستكمال الحمل والولادة.

وزراعة أكثر من جنين بسبب خوف الطبيب من فشل الحمل إذا كان فى جنين واحد، وهو احتمال قائم لذا يتم زراعة أكثر من واحد غالباً حتى إذا ما فشل أحدهما فى الاستمرار يستمر الآخر ليولد حياً فى ميعاده بإذن الله.

مدة الحمل: الحمل فى الظروف العادية (الناتج عن العلاقة الزوجية بين الزوجين) يكون مدته تسعة أشهر، وأقل مدة حمل شرعاً وقانوناً هى ستة أشهر، وأكثرها سنة كاملة، ويبدأ الحمل من تاريخ الإخصاب أى اندماج الحيوان المنوى بالبويضة فى قناة فالوب، وينتهى إما بإتمام الحمل والولادة للجنين حياً، أو إسقاطه (إجهاض) قبل اكتمال مدة الحمل، أو بعد تمامها، لكن هذه المدة فى التلقيح الصناعى يتم فصلها وتجزئتها على مرحلتين .. (كما سبق وذكرنا)، وهذا الفاصل الزمنى قد يطول لشهور وربما لسنوات.

الاستفادة من بنوك الأمشاج والأجنة للفصل بين مرحلتى الحمل فى هذه التقنية: مع التقدم الحادث فى هذه التقنية وأدواتها أمكن للباحثين إنشاء بنوك خاصة للاحتفاظ بالنطف المذكرة وللبيوضات |الأمشاج| وبنوك للاحتفاظ بالأجنة .. وذلك فى حالة مجمدة .. وتحت ظروف تضمن سلامتها لعدة سنوات .. وبذلك يمكن للطبيب (بفضل الله) بعد إنجاز المرحلة الأولى؛ وبحسب الرغبة وضع الأجنة المجمدة لفترة قد تطول أو تقصر ثم استدعاء الأجنة المجمدة من هذه البنوك بعد هذا الفاصل الزمنى لإنجاز

المرحلة الثانية ونقل وزراعة الجنين لاستكمال الحمل والولادة .. وكم من الغرائب ظهرت فى ضوء الاحتفاظ بالأمشاج والأجنة ثم استدعائها ليحدث الحمل والإنجاب .. وسيكون لنا لقاء بعد قليل مع بعض الأمثلة من الحياة توضح لنا هذا المفارقات.

ها أنت ترى عزيزنا القارئ كيف تغيرَّ الموقف على المستوى السياسى والاجتماعى بالنسبة لإنجاب الأطفال .. بعد ظهور هذه التقنية وذلك من طريقة الإنجاب الطبيعى والذي يحدث كنتيجة طبيعية للاتصال الجنىسى بين الرجل والمرأة وهو المتبع منذ بداية الإنسان على الأرض .. وهذه العلاقة خاصة لا يتدخل فيها طرف ثالث ..

أما بعد ظهور هذه التقنية ونجاح استخدامها فى عام ١٩٧٨م انطلقت من عربنها وأصبح هناك ما يطلق عليه الإنجاب الصناعى حيث تكون هناك مشكلة عند الزوج أو الزوجة فى الإنجاب | أو لا تكون أحياناً| ويتم الإنجاب بتدخل طرف ثالث أو عدة أطراف.

وهذا الطرف أو عدة أطراف قد يكون:

١ - فقط الطبيب المعالج الذى يقوم بالحصول على الحيوانات المنوية والبويضات لإتمام التلقيح والإخصاب.

٢ - أطراف أخرى .. ويترتب عليها غرائب وعجائب .. كأن يكون الزوج مصاباً بالعقم .. فتستدعى حيوانات منوية من متبرع أو بنوك الأمشاج لتلقيح وإخصاب بويضة الزوجة ثم إتمام الحمل والولادة، فيكون للطفل اثنان من الآباء .. أو عدم تمكن مبيض الزوجة من إنتاج بويضات .. فيؤخذ بويضات من متبرعة أو غالباً إشراف بويضات | لتلقيحها بمنى الزوج، وحمل الزوجة فى هذه البويضة المخصبة لاستكمال الحمل والولادة لطفل له اثنان من الأمهات.

٣ - أو عجز رحم الزوجة عن الحمل أو عدم وجوده أصلاً (عيب خلقى) فيتم البحث عن أم صاحبة رحم بديل .. ولقد تحدثنا فى كتابنا (جولات فى عالم البيوتكنولوجيا) بشيء من الاستفاضة عن قضية الأرحام المؤجرة والأمهات البديلات .. وسيكون لنا لقاء بعد قليل عن بعض المشاكل والمفارقات الاجتماعية

نتيجة توجيه الاستفادة من هذه التقنية إلى الإطار غير الشرعى.

رابعا، إلقاء الضوء على بعض المظاهر الإيجابية لحسن الاستفادة من هذه التقنية والمظاهر الغربية للأخلاقية (فى ضوء معاييرنا) لاستخدامها.

ومن الإيجابيات العديدة التى ترتبت على ذلك نذكر: المساعدة فى حدوث الحمل للكثير من الأزواج الذين كانوا يعانون من مشاكل فى الإنجاب ، وأيضاً فى أن يعرف الآباء جنس الوليد قبل الولادة، ويجعل أيضاً الإخصاب خارج الرحم، اختبارات ما قبل الولادة أسهل كثيراً وأعلى نوعية لمعرفة الكثير من الأمراض الوراثية التى يحملها الجنين مثل متلازمة داون.

بل ووصل الأمر إلى أن أصبح بالإمكان الحصول على عدة بويضات مخصبة خارج الرحم، ونقل واحدة منها لرحم الأم لاستكمال الحمل والولادة؛ بينما يتم الاحتفاظ بباقى البويضات المخصبة فى بنوك خاصة لتصبح أجنة مجمدة يُحفظ بها لعدة سنوات لحين الحاجة إليها .. وأخذها لنقلها لرحم نفس الأم ليتم الحمل والإنجاب لهذا الجنين، ليصبح أختاً أو أخاً للطفل الأول بفارق زمنى رغم أنه تم الحصول على البويضات المخصبة فى وقت واحد.

جدير بالذكر أنه تم فى عام ١٩٨٤م ولادة (زوى) كأول طفلة كانت جنيناً محفوظاً فى بنك الأمشاج، وهى من ملبورن باستراليا، وبحالة صحية جيدة، وفى أغسطس من عام ١٩٨٤ وضعت سيدة استرالية ثانياً طفلاً فى العالم من جنين مجمد.

وكما كانت هناك إيجابيات فلقد ظهرت أمور عديدة أتسخت بغرابتها وخرجت عن الإطار الشرعى المقبول ووصلت إلى حدود اللامعقول والأخلاقى بمعايرنا .. ونذكر منها:

١ - تلك السيدة التى حملت من أخيها (فى فرنسا)!!

٢ - سيدة أخرى تحمل من زوجها بعد وفاته ..

٣ - السيدة الإيطالية (روزانا ديلاكورتى) التى ولدت وهى فى سن الـ ٦٢ سنة بعد أن أخصبت ببويضة من واهبة بمنى زوج روزانا، ثم أعيدت إلى رحمها ... وفى

إيطاليا ولدت الطفلة «إليزابيتا» بعد أن حملتها عمته من بويضة والدتها «الحقيقية» التي توفيت قبل عامين في حادثة ..

٤ - وهناك السيدة الهندية التي حملت أيضاً وهي في الستينات من عمرها.

٥ - أيضاً نشرت الوسائل الإعلامية في ٢٦/١٢/١٩٩٩م عن ذلك الأب البريطاني الذي توفي ابنه الشاب في حادث سيارة، فقام الأب برفع قضية أمام القضاء من أجل استصدار حكم بالإفراج عن الحيوانات المنوية لابنه المتوفى لإنجاب حفيد من هذا الابن !! .. إن هذا الشاب البريطاني كان قد أوصى قبل وفاته باستخدام حيواناته المنوية في حالة وفاته في إنجاب طفل من صديقه .. غير أن الصديقة التي كانت تربطها علاقة غرامية دامت نحو عشرة أعوام رفضت تطبيق الوصية كما رفض المستشفى الموجود به الحيوانات المنوية الإفراج عنها إلا بعد صدور حكم قضائي حول مشروعية الإنجاب في هذه الحالة، والد الشاب المتوفى قاما بإبرام اتفاق مع سيدة أخرى لإنجاب حفيد لهما غير أنهما اصطدما برفض المستشفى علاوة على عدم جواز إجراء عملية التخصيب في مثل هذه الحالة داخل بريطانيا طبقاً لنص القانون البريطاني .. وصرح متحدث باسم المستشفى بأن القضية متعددة الجوانب وتثير العديد من الأبعاد القانونية والأخلاقية والاجتماعية.

٦ - أمريكية تلد توأماً لابنتها: بالطبع ليست أمريكا ببعيدة عما يحدث ففي عام ٢٠٠٢م طالعتنا الصحف عن حمل السيدة الأمريكية شارون دان (٤٨ عاماً) في توأم، وكان سبب الحمل هو ذلك الوعد الذي قطعت لابنتها «تريش روبرتس» ٢٥ عاماً؛ بأن تحمل لها أطفالها بعملية الإخصاب خارج الرحم بعد أن اكتشفت أن ابنتها ولدت بلا رحم .. ووفت شارون بوعدا وحملت في أحد مستشفيات الولايات المتحدة وسلمت ابنتها الطفلتين بعد ولادتهما !!

٧ - بالطبع لم تنته الأمثلة عن سوء استغلال هذه التقنية، فهناك قضية السيدات اللاتي يؤجرن أرحامهن للحمل Surrogate Motherhood وقضية الأرحام البديلة والتي تناولنا الحديث عنها بشيء من الاستفاضة من قبل.

هناك تنبؤ في العديد من دول الغرب يوضح أنه سيصبح من الممكن قريباً أن تحمل المرأة في أى عمر.

- أيضاً كان لدكتور «جيفرى ز. فيشر» تعليق على تلك الأمور .. وفيما يلي نذكر بعضاً منها:

يقول د. جيفرى أ. فيشر:

سيكون علينا أن نعيد تحديد ما نعنيه بالأمومة والأبوة والحمل، ستصبح بعض النسوة أمهات بيولوجيات دون أن يحملن، بل يستأجرن أمًا تلد لهن. ستختار أخريات أن يحملن متأخرًا، بعد أن يتوقفن عن العمل أو حتى بعد سن اليأس، إما أن يحملن بأجتهن الجاهزة من سنين سابقة كما سبق وذكرنا، أو بشراء بويضات من نساء أخريات. ستحمل بعض النسوة دون أن يقابلن الأب، سيصبح الرجال آباء بيولوجيين دون أن يقابلوا الأم. سيولد أطفال دون أن تحمل بهم امرأة! وثمة عدد آخر من التباديل أيضاً يقينًا، سيجد الكثيرون منا أن هذه الأفكار بغيضة جدًا وغريبة جدًا عن الطريقة الأساسية المميزة لحياة البشر .. أى حق للعلم والطب أن يتفلا على أكثر عمليات حياتنا طبيعية، فيحيلانها لتصبح مصطنعة فظيعة؟ سنواجه بمثل هذه القضايا الأخلاقية المرة بعد المرة في مستقبل الرعاية الصحية، وليس فقط في مجال التكاثر.

ونستنتج من رأى «د. جيفرى أ. فيشر» أن هناك همومًا صحية دعت البعض منهم إلى الدعوة لضرورة وجود ضوابط في هذه البلاد، ذلك أنه يخشى مثلاً من احتمال انتقال الإيدز مع منى الواهب، ويذكرون أيضاً أن هذه القضايا تولد ما شئت من صور الخلاف السياسى - ليس فقط حول القضايا الاجتماعية عما يباح وما لا يباح - وإنما أيضاً حول القضايا السياسية والاقتصادية عمن يتتفع بالخيارات التكنولوجية الجديدة، والقضايا الحكومية عمن له الحق فى اتخاذ القرار.

وإليك عزيزنا القارئ - ذلك المثال - الذى يؤكد ويعبر عن تذبذب ردود أفعال الغرب تجاه طريقة الاستفادة من تلك التقنية وغيرها من التقنيات ..

مخاوف جديدة بعد الإعلان عن ولادة أطفال معدلة وراثياً؛

في ٦ مايو من عام ٢٠٠١م نشرت وسائل الإعلام عن ولادة «٣٠ طفلاً» معدلاً وراثياً في الولايات المتحدة من سيدات غير قادرات على الحمل، تم علاجهن بدواء جديد للخصوبة. وقال الباحثون الأمريكيون أنهم قاموا بتعديل البويضات بمادة مأخوذة من بويضات سيدات متبرعات، وتعرض هذا الإجراء للنتقد ووُصف بأنه غير أخلاقي ومُحرم قانوناً في معظم الدول، وقالت الإذاعة البريطانية في تعليق لها: إن هذا الأسلوب يشير مخاوف جديدة حول الطفل المولود بتصميم خاص عن طريق تعديل الجينات.

رأى د. محمد المرسي زهرة، أحد المتخصصين في الدول العربية،

سبق وذكرنا رأى كثير من مفكرينا وباحثينا ورجال الدين .. في كتابنا (جولات في عالم البيوتكنولوجيا) ونضيف عليهم رأى د. «محمد المرسي زهرة» أستاذ القانون المدني المساعد بكلية الحقوق جامعة عين شمس، وذلك من كتابه «الإلحاح الصناعي: أحكامه القانونية، وحدوده الشرعية دراسة مقارنة» والذي يعلق فيه على تأجير الأرحام بما يلي:

«... فالمرأة الحاملة للنطفة المستأجرة *Porteuse* تضع في الحمل لحساب الغير طاقتها التناسلية تحت تصرف امرأة أخرى، فهو إذن استثمار واستغلال للجسم الإنسان، وقد انتهينا ببطان مثل هذا التصرف لعدم مشروعية المحل من ناحية، وعدم مشروعية السبب من ناحية أخرى، فجسم الإنسان لا يجب أن يكون محلاً للاستثمار والاستغلال للحصول على منفعة غير مشروعته».

.. «فرحم المرأة ليس كقدر الطبخ تنقل ما فيه من قدر إلى قدر، كما أنه ليس مصنوعاً ولا محضناً لتفريخ الأولاد؟ إذ أن الفرج «حرمة» يجب - من ثم - عدم تدنيسه والحفاظ عليه».

ومع المزيد من التطبيقات والتي يضم بعضها ما هو مقبول ومفيد في عالم البشر وعالم الحيوان .. هناك أيضاً الطريف والغريب والمرفوض تماماً .. فمعنا نستكمل الجولة.

بعض التطبيقات والدراسات والأبحاث الحديثة

المتعلقة بتقنية الإخصاب خارج الرحم

ونبدأ الجلوة بهذه الإحصائيات

أولاً: إحصائيات.

بعد ولادة «لويزا براون» أول طفلة أنابيب فى شهر يوليو من عام ١٩٧٨ م انتشرت تقنية IVF بسرعة وتمت ولادة مائتى طفل أنابيب بمن فيهم شقيقة «لويزا براون» وهى الطفلة «ناتالى» فى خلال السنوات الخمس التالية لها .. وتجدر الإشارة إلى أن «ناتالى» هى الآن أم حملت حملاً طبيعياً فى (١١/١٢/٢٠٠٣م) وتعتبر أول طفل أنابيب يُرزق طفلاً.

وحتى عام ٢٠٠٣م كانت الإحصائيات تفيد بأن العالم شهد ولادة مليون طفل بواسطة الأنابيب - منذ ولادة «لويزا براون» من بينهم ٦٨ ألف طفل فى بريطانيا، و ١٠٠ ألف فى فرنسا.

ثانياً: دراستان فى عام ٢٠٠٢ تؤكدان أن البعض يعانون من عيوب خلقية!!؟

فى شهر مارس عام ٢٠٠٢ نشرت مجلة «نيو إنجلاند جورنال أوف ميديسين» دراستين أدخلتا فى اعتبارهما زيادة معدل الولادات المتعددة بين أطفال التقنية IVF فوجدتا - على الرغم من هذا - أن المشكلات ما زالت موجودة، فلقد قارنت إحدى الدراستين بين وزن المواليد لأكثر من (٤٢٠٠٠ طفل) أمريكى حملت بهم أمهاتهم بتقانة توالدية مساعدة - بما فى ذلك التقنية IVF - فى خلال عامى ٩٦م و١٩٩٧م، وقارنته بوزن مواليد أكثر من ثلاثة ملايين طفل تم الحمل بهم بصورة طبيعية، ومع استبعاد الأطفال الخدج Premature والولادات المتعددة، ظل أطفال الأنابيب مرتين ونصف المرة أكثر عرضة لانخفاض الوزن، الذى حُدد بأقل من (٢٥٠٠ جرام)، أو ما يقرب من خمسة أرتال ونصف الرطل، أما الدراسة الأخرى فلقد

وضعت أكثر من ٥٠٠٠ طفل ولدوا في استراليا تحت الفحص ما بين عامي ١٩٩٣ ، ١٩٩٧م وجد نسبة ٢٢٪ منهم بالتقنية IVF ، ووجدت هذه الدراسة أن أطفال هذه التقنية كانوا عرضة للإصابة بعيوب ولادة رئيسية بنسبة تبلغ ضعف عدد الأطفال الذين تم الحمل بهم بصورة طبيعية. وثلث العيوب بصورة خاصة في أنواع من الشذوذات الكروموزومية والعضلية والهيكلية - ٦ ، ٨٪ من الـ ٨٣٧ طفل يعانون عيوبًا خلقية بعد عملية الولادة، و ٩٪ من الذين يولدون عن طريق تجميد الأجنة وزرعها في رحم الأم يعانون من تشوهات في العمود الفقري والعضلات}.

ويُخمن الباحثون الأستراليون أن هذه المشكلات قد تكون نتيجة للعقاقير التي استعملت لتحريض الإباضة أو لتثبيت الحمل في مراحله الأولى، إضافة إلى ذلك فقد تزيد العوامل ذات الصلة من مخاطر العيوب الولادية. وقد تكون التقنية IVF نفسها مسؤولة أيضًا، فالنطفة المعيبة التي تحقن داخل البويضة - قد لا تكون قادرة بمفردها (أي بدون الحقن) - على اختراق البويضة، فعملية الحقن منحت تلك النطفة فرصة لم تكن تمتلكها لتكوين طفل ذي شذوذ نمائي.

ثالثًا: الرجل الذي أنجب:

سبق وتحدثنا في كتابنا (جولات في عالم البيوتكنولوجيا) عن ذلك الرجل «لى مينجوى» والذي وافق على أن يحمل ... ترى ما هي آخر أخباره؟
الخبر الأول من الإنترنت:

يذكر الخبر أن السيد «لى» وضع أول مولود يخرج إلى الدنيا من بطن رجل ، وذلك عبر عملية قيصرية جرت له في لندن بواسطة الدكتور «ماربين» وأكد أن حالة «لى» مستقرة تمامًا، والجنين وضعه طبيعي، وضغط الدم طبيعي للغاية. ويُذكر أن «لى» قد حمل بعد تناول هرمونات أنثوية بجرعات عالية محسوبة، يتم إعدادها بطريقة علمية لمراحل الحمل، وفي المرحلة التالية قام الأطباء بعملية تخصيب مختبري، ثم زرع التكوين الجنيني والمشيمة في التجويف الداخلى للبطانة الداخلية للبطن.

الخبر الثانى: هو من إحدى المجلات المهتمة بأخبار الصحة والجمال، وذلك فى

العدد الصادر فى إبريل عام ٢٠٠٣م جاء بها ما يلى:

... أجريت لأول رجل حامل عملية ولادة بعد اكتمال الحمل، فى مستشفى الولادة بولاية مانهاتن الأمريكية، وكانت عملية قيصرية، وذكرت الأنباء أنه وضع توأماً.

وللعلم فإن هذا الرجل وافق على إجراء تجربة الحمل بعد أن عرض عليه الطبيب الإنجليزى «جوليانو سوركانس» مبلغ (٥٠ مليون دولار أمريكى) مقابل الموافقة على الحمل، وظل «منجواى» حاملاً حتى وضع التوأم، وكان أثناء فترة الحمل يتوحم على الجواقفة وعصير التوت.

تعليق:

سبق وعرضت جريدة المصور صورة أشعة للجنين (وهو مازال فى التجويف البطنى للرجل منجواى) وكانت هذه الأشعة لجنين واحد وليس اثنين ... كما ذكرت المجلة، وهناك تعارض بين الخبرين عن مكان الولادة.

رابعاً : حكاية الطفل الكلب :

ومن صحيفة (صنداى سبورت) البريطانية كان هناك خبر مشير عن سيدة ولدت طفلاً بشكل الكلب، حيث أن له شعراً ومخالب طويلة، ووزنه ٨ أرطال، وهذه السيدة تسمى «زورايدا بيريزا» ٢٥ سنة، من إحدى قرى فنزويلا، رغبت فى إنجاب طفل وذهبت لإحدى العيادات الخاصة وبها أطباء (من أصحاب النفوس الضعيفة والضمائر الجسامحة، أطلق عليهم لقب التازيون الجدد)، حصلوا على بويضات منها وواضح أنهم تلاعبوا فى المحتوى الوراثى لهذه البويضات، ثم أعادوا إحدى هذه البويضات (التلاعب فيها) وهى (مخصصة) إلى رحم الأم، لتنمو وتستكمل فترة الحمل، كانت النتيجة هى ميلاد طفل فى صورة كلب، مما أصاب الأم بالانهيار .. أما المولود فقد مات ..

اختيار جنس المولود

أولاً: تمهيد:

في الهند يتحمل والد العروس جميع نفقات الزواج، بينما لا يتحمل العريس أى نفقات، ولقد أدى ذلك إلى حب إنجاب الذكور عن الإناث .. حتى أن هناك كثيرات يجهضن أنفسهن عندما يتبين لهن أن الجنين أنثى.

أيضاً نُشر عن الزوجين الأمريكيين اللذين لهما بتتان ويرغبان فى إنجاب طفل ذكر لإعادة التوازن فى العائلة على حد قولهما.

ونذكر أيضاً ونحن بهذا الصدد أن هناك من ينتظر لمسألة اختيار جنس المولود بمنظور إيجابى .. فعلى سبيل المثال فإن مرضاً كالهيموفيليا **Hemophilia** النزف الدموى، ومرض ضمور العضلات **Duchenne's Muscular Dystrophy**، والأخير يطلق عليه اسم الحثل العضلى ... يصيبان الذكور فقط، ومن شاهد أخاه أو ابنه يدخل فى صراع مع المرض والألم والموت المبكر فسيكون الحمل المجهول له نوعاً من الرعب والمعاناة والقلق، وهكذا فإن اختيار جنس المولود مسبقاً سيمثل له أنسب الحلول بدلاً من قرار عدم الإنجاب مطلقاً توكياً للتعرض للمرض .. أو محاولة تجربة حمل يعيش كل لحظة منه فى قلق حتى الإنجاب .. وقد يجد بعد الإنجاب طفلاً مصاباً .. يعانى معه أشد معاناة.

ثانياً: إلقاء الضوء على بعض الطرق المستخدمة فى مراكز الإخصاب لاختيار جنس المولود.

من بين هذه المراكز مركز خدمة التناسل المتقدم فى مدينة بيركلى بولاية كاليفورنيا، حيث يتم اختيار جنس المولود باستخدام طريقتين جديدتين لمعالجة الحيوانات المنوية فى المعمل، وبإجراء عملية «التلقيح الاصطناعى **Artificial Insemination**» يتم المطلوب -يذكر أنها قد نجحت مع تلك الأسرة الأمريكية وأضافوا طفلاً ذكراً للعائلة-.

طريقة إيريكسون لاختيار الذكور:

ويقول «رونالد إيريكسون» أخصائى فسيولوجيا التناسل الذى ابتكر واحدة من

هذه الطرق وسجلها باسمه «لن أبلغ في الأمر .. كما أسأل الأطباء ألا يسألوا في ذلك .. ولكن الطريقة الجديدة تتيح لك فرصة بين ٧٠ - ٨٠٪ للحصول على ولدا».

وتعتمد طريقة «ايريكسون» على الحيوان المنوي الذكري بدلاً من التلاعب بالتوازن الكيميائي للرحم، أو الدورة الشهرية للمرأة، أو الغذاء، فهذه الطرق الثلاث رغم أنها صحت مع كثيرات إلا أنه لم يثبت صحتها عملياً، وبشكل قاطع بالإضافة إلى صعوبة التحقق من نتائجها، ولا مجال هنا للتجربة والخطأ .. فالجنين عندما يُولد مخالفاً لرغبة الزوجين ستكون جريمة بكافة المقاييس أى محاولة للتخلص منه.

وتتلخص طريقة «ايريكسون» فى أنه إذا أُضيفت صبغة الكيناكرين «Quinacrine» الفلوروسنتية على السائل المنوى فإنها تتحد مع قسم من «كروموسوم Y» بحيث يمكن رؤيتها بعد ذلك باستعمال مجهر خاص كمنظرة لامعة ذات لون أخضر مائل للصفرة، بينما لا تتحد الصبغة مع «الكروموسوم X» وبالتالي لا تظهر أى علامات على الحيوانات المنوية التى تحمل «الكروموسوم X»، وقام ايريكسون باستخدام هذا الكشف على المحاليل التى تحتوى على الحيوانات المنوية والتى تم ترشيحها بعد فصلها، فوجد أن نسبة الحيوانات المنوية الذكرية إلى الأنثوية تختلف عن النسبة المعتادة فى البشر وهى (٥١,٥ ٪ ذكورية و ٤٨,٥ ٪ أنثوية).

- نظرة أعمق على طريقة «ايريكسون» لفصل نوعى الحيوانات المنوية:

تم تعبئة عمود زجاجى (وهو أنبوب زجاجى طويل مقعر) بعدة طبقات من بروتين الألبومين «Albumin»، الذى يوجد فى زلال البيض، ودماء البشر، وحيوانات عديدة. ويراعى عند وضع هذه الطبقات أن تكون كل طبقة أكثر من التى فوقها.

بعد ذلك يتم وضع بركة صغيرة من السائل المنوى الموضوع فى «سائل ملحي Saline Solution» على قمة العمود بعناية فائقة، وبتأثير الجاذبية ونزعتها الغريزية لتتحرك بعيداً عن الازدحام تسبح الحيوانات المنوية القوية باستخدام ذيلها باتجاه قاع العمود حيث تخرج منه، ويتم استقبالها فى أنابيب اختبار موضوعة تحت العمود،

وبعد حوالي ساعة من بدء العملية تؤخذ الحيوانات المنوية التي وصلت إلى الطبقة السفلى من العمود في عمود ثالث، وقد اكتشف «ايريكسون» أن حوالي ١٠٪ من الحيوانات المنوية هي التي استطاعت اجتياز هذه الحواجز جميعاً، وإنهاء هذه المرحلة، ولكنها كانت جميعاً تتمتع بنفس القوة والحيوية التي بدأت بها.

وباستخدام كشاف {الكينازرين} اكتشف أن نسبة الحيوانات المنوية التي تحمل كروموسوم Y الذكري تبلغ «٨٠٪» لذلك قام الباحث بنشر بحثه واستنتاجاته تلك في مجلة «الطبيعة Nature» عام ١٩٧٣م، واستطاع فيما بعد فريق علمي من جامعة {فاندريلت} الأمريكية الحصول على نفس نتائج «ايريكسون» وبعد ذلك أكدت أبحاث كثيرة أن فصل المنويات الذكورية ذات الكروموسوم {Y} عن المنويات الأنثوية الحاملة للكروموسوم {X} تتحقق بنجاح كبير باستخدام الألبومين.

وبعد إتمام الفصل بين نوعي الحيوانات المنوية يتم إخصاب هذه الحيوانات المنوية الذكورية للبيوضة (خارج الرحم، تلقيح اصطناعي).

وطريقة الفصل هذه تشبه إلى حد كبير طريقة «كروماتوجرافيا العمود Column Chromatography» التي تستعمل لفصل مزيج من المواد الكيميائية ولكنها تختلف في المفهوم والميكانيكية.

طريقة اختيار الإناث:

هي طريقة أدخل عليها تحويرات عديدة ... وترتكز على نفس أسلوب الطريقة السابقة في الاختيار .. وذلك بترشيح السائل المنوي في عمود زجاجي مملوء بمحلول ملحي، وسائل هلامي Gel له قوام نشوي، ويتكون الهلام من جزيئات سكرية خرزية الشكل تنتفخ عند تبليلها إلى عشرين مرة قدر حجمها الجاف، ويقوم الهلام بفصل الجسيمات عن بعضها البعض حسب الحجم والشحنة الكهربائية التي تحملها، وحسب خواصها الجزيئية الأخرى -] ولهذا فإنه يستخدم عادة مع تقنية الأنسولين]- وفي هذه العملية تنجذب الجسيمات إلى أسفل خلال العمود الزجاجي، فتنجذب الجسيمات الصغيرة في ثقب الخرز، بينما تنزل الجسيمات الأكبر والأثقل هابطة إلى أسفل حتى تصل إلى قاع العمود، ولكن لا الحيوان المنوي من النوع {X} ولا من

نسوع {Y} من الصغر بما فيه الكفاية لكي ينحشر أحدهما بين ثقبو الخرز المكون للهلام، وهكذا فإنه كان يجب أن يهبط.

نلاحظ أن الحيوان المنوي الأنثوى الحامل للكروموسوم {X} هو الذى يحدث له ذلك بحيث يتم فصله ، بينما يكون الحيوان المنوي الذكري معلقاً فى العمود الهلامي، ويفسر بعض العلماء السبب فى ذلك - (حيث تبلغ الزيادة ٣ أضعاف فى الحيوانات المنوية الحاملة للكروموسوم X) - فى رجوعه إلى أن الغشاء الخارجى للخلية المنوية الذكرية بها محتويات كيميائية غير موجودة فى غشاء الخلية المنوية الأنثوية - تتسبب فى التصاق الحيوان المنوي وارتباطه بالمادة الهلامية. أو بمعنى أدق ادمصاصه **Adsorption**، وقد تم تطبيق هذه الطريقة بالفعل وتلقيح (١١٢ امرأة) اصطناعياً بها من منويات أخذت من أزواجهن، كانت نسبة المواليد من البنات عالية.. إذ أنجبت تسع منهن بنات، واثنتان أنجبتا ولدين، وأجهضت امرأة واحدة ولم يعرف جنس الجنين.

وقد لا يكون تفسير النجاح بالطريقة السابقة هو العامل الأساسى فقد أظهرت دراسات عديدة أن أدوية الخصوبة **Fertility Drugs** التى تُعطى للنساء قبل إجراء عملية التلقيح الصناعى، تؤثر فى جنس الجنين، إذ أن النساء اللواتى تعاطين عقار {استرات الكلوميفين **Clomiphene Citrate**} أو هرمون جوناودوتروبين {**Gonadotropin**} وكلاهما منشط لعملية {الإباضة **Ovulation**} جاءت أغلبية ذريتهن من البنات، وأن كثيرات ممن أنجبن بنات بطريقة «الهلام» سبق أن تعاطين تلك الأدوية ولاحظ هذه الانتقادات ... سارع مطوّرو هذه الطريقة إلى الاتصال بشركات الأدوية المنتجة للعقارين للحصول على مزيد من المعلومات بهذا الشأن، وطبقاً لسجلات الشركات فقد تعاطت «٢٣٦٩» امرأة دواء الكلوميفين فأنجبن «٨٤٨ بنتاً»، و «٩٠٨ ولداً»، أما الباقي وهو «٨٨٣ امرأة» فلم تتوافر عنهن أى معلومات ونسبة إنجاب الأولاد إلى إنجاب البنات فى هذه العينة هى (٠,٧) إلى (١,٠) مما يدل على أن الدواء لا يرجح كفة الدواء.

والخوف عزيزى القارئ هو من أن يصبح بالإمكان (على وجه اليقين) بمقدور كل زوجين الحصول على ما يريدان: مولود ذكر أو مولود أنثى .. فلو أصبح اختيار جنس الجنين متاحاً وخاضعاً لرغبة البشر فإن التفضيل غالباً سيكون للأولاد الذكور .. وهذا من شأنه أن يخل بتوازن المجتمع .. ويضع النساء فى مرتبة متدنية .. ولقد تأكد هذا من خلال الاستبيانات العديدة التى أجراها علماء الاجتماع فى دول متقدمة خلال فترات زمنية سابقة.

التلقيح الصناعى بالمجان

فى أغسطس عام ٢٠٠٣م تناقلت وسائل الإعلام هذا الخبر نقلاً عن صحيفة «ديلى ميل» البريطانية .. جاء فيه أنه فى محاولة للتغلب على الانخفاض الملحوظ فى معدلات المواليد، أقرت الحكومة البريطانية قانوناً جديداً يوفر الفرصة للسيدات اللاتى لا ينجبن وتقل أعمارهن عن (٤٠ عاماً)، لإجراء ست عمليات تلقيح صناعى مجهرى بالمجان، من خلال نظام التأمين الصحى. ويشترط القانون الجديد منح هذه الفرصة بعد مرور عام على الأقل من عدم حدوث إنجاب، وأن يكون الزوجان قد أجريا بالفعل الفحوص التى تحدد سبب عدم الإنجاب، وأوضحت الصحيفة أنه فى حالة إجراء السيدة العمليات الست كاملة فإن ذلك سيستغرق ستين، وتكلفة كل حالة ١٥ ألف جنيه استرلينى.

فى مصر... ولادة أول عجل جاموسى بتطبيق تقنية نقل الأجنة

سبق وذكرنا فى بداية الجولة أنه يرجع الفضل فى ظهور طور الإخصاب خارج الرحم للمحاولات الناجحة من قبل مربي الماشية للاستفادة من تقنية استخراج الحيوانات المنوية المرغوب فى صفاتها، وتجميدها فى بنوك الأمشاج لوقت مناسب، ثم إعادة إخراجها من البنوك لإتمام تلقيح إناث الحيوانات والحصول على أجيال من الماشية ذات صفات مرغوبة .. من خلال هذه المحاولات التى أخذت تتطور تطوراً سريعاً وتزداد عمقاً وتشعباً انطلقت تقنية الإخصاب خارج الرحم ليستفاد منها على البشر (كما سبق وألقينا الضوء من خلال الأمثلة السابقة) - أيضاً استمرت جهود مربي الماشية والمختصين والذين كان لهم السبق؛ فى طريقهم لحسن الاستفادة من

هذه التقنية للحصول على أفضل السلالات الحيوانية المرغوبة .. وكمثال لتلك الجهود المستمرة نذكر من مصر ذلك التطبيق الذي نهيى به جولتنا والتي كما بدأنا بداياتها بعالم الحيوان ننهىها بذلك التطبيق فى عالم الحيوان...

حيث أجريت تجربة ناجحة لزيادة إنتاجية الجاموس المصرى باستخدام التكنولوجيا الحيوية حيث ولد أول عجل جاموسى بتطبيق تقنية نقل الأجنة يوم ١٣ يناير ٢٠٠٥ بحالة صحية جيدة، ووصل وزنه عند الولادة إلى ٥٠ كجم، هذا المشروع البحثى قامت به الدكتورة «أميمة قنديل» وفريقها البحثى بقسم الإنتاج الحيوانى بالمركز القومى للبحوث بالتعاون مع فريق بحثى برئاسة الدكتورة «كاشيما دمتريانا» بمعهد بيولوجيا ومناعة التكاثر ببلغاريا، وباحثين بمعهد التناسليات وذلك فى إطار مشروع بحثى ممول من أكاديمية البحث العلمى .. وتقول الدكتورة أميمة قنديل الأستاذ بشعبة البحوث البيطرية «تعتبر تكنولوجيا نقل الأجنة من الوسائل المثلى والسريعة لتحسين الصفات الإنتاجية والوراثية فى الحيوان، حيث يتم انتقاء إحدى السلالات التى تتمتع بصحة وإنتاج وفير من الألبان واختيارها كأم معطية للبيضات، كما تم اختيار أحد العجول لىتم التلقيح، وبعد عدة أيام تم فحص الأجنة المجمعة تحت الميكروسكوب ونقل الجيد منها للأمهات المستقبلية التى غالباً ما تكون قليلة الإنتاجية من حيث الألبان واللحوم، وبالتالي فإن مواليدها يكونون مثلها، إلا أنه عبر تقنية نقل الأجنة يتم الاستفادة منها كحاضنات للأجنة لتلد سلالات عالية الإنتاجية، ومختلفة تماماً عنها ولا تحمل منها أى صفة وراثية، هذه التقنية تسهم فى الاستفادة من المواشى الجيدة حتى بعد ذبحها، وذلك من خلال حفظ الأجنة والاستفادة منها لاحقاً، هذا إلى جانب الاستفادة من المواشى قليلة الإنتاجية.

وكما تشير الدراسات فإن الجاموس المصرى يتميز عن غيره بمقاومته العالية للأمراض، وتعايشه مع الأجواء المصرية كما أن إنتاجيته عالية جداً سواء فى اللحوم أو الألبان، وتشير الأبحاث العلمية إلى أنه بهذه التقنية يمكن زيادة عدد المواليد من الأم المعطية ما بين (١٠ - ٢٠) جاموسة سنوياً بدلاً من ولادة عجل واحد كل سنة حيث تصل مدة الحمل فى الجاموس إلى ١٠ شهور.

وتؤكد الدكتورة أميمة أنه من الضروري في المرحلة القادمة التركيز على تطبيق التكنولوجيات الحديثة في مجال تربية وإنتاج المواشى إذا كان هدفنا سد العجز في إنتاج اللحوم والألبان، فإلى جانب الفوائد البحثية من إدخال هذه التكنولوجيات فإنها ستسهم في تحسين الخواص الوراثية، وزيادة عدد المواشى، كما أنه من الممكن عبر هذه التقنية استيراد الأجنة التي لها صفات إنتاجية ووراثية عالية ونقلها للسلالة المحلية، بدلاً من استيراد الحيوان الحى والذي يكلف كثيراً ولا يتواءم بسهولة مع طبيعة الأجواء بمصر.

الفصل الثانى

جولات مع نقل وزراعة الأعضاء

التمهيد للفصل

يشمل الفصل ٥ جولات:

الجولة الأولى:

نتنقل فيها بين بدايات هذا الطور حيث استفاد الباحثون كثيراً من تجاربهم على الحيوان ومن خلالها بدأت التجارب على البشر والتي أخذت فى التحسن حتى أصبحنا نسمع عن تلك النسب العالية للنجاح فى عمليات نقل وزراعة الأعضاء.

الجولة الثانية:

وتشمل تطبيقات متنوعة لعمليات مختلفة لنقل وزراعة الأعضاء مع الإشارة إلى إحصائيات عديدة ومنها عن ارتفاع عدد المرضى المحتاجين لهذه العمليات فى البلدان المختلفة وموقف الدول منها.

الجولة الثالثة:

ونعرض فيها مجموعة من الآراء المؤيدة لنقل وزراعة الأعضاء.

الجولة الرابعة:

نلقى فى هذه الجولة الضوء على بعض الآراء المعارضة وهى أسبابها المنطقية للرفض. ونستشف منه ذلك الصراع الدائر فى مصر.

الجولة الخامسة:

نلقى من خلالها الضوء على بدائل أخرى للحصول على أعضاء وأنسجة بديلة بعيداً عن أخذ أعضاء وأنسجة من البشر سواء أصحاء أو موتى لتجنب المشاكل العديدة المتعلقة بهذه القضية.

ومع الجولة بهذا الفصل نبدأ اللقاء.. فمعنا

الجولة الأولى: جولة مع البدايات

١- هناك بدايات عديدة .. لكننا اخترنا أن نبدأ جولتنا بعام ١٩٠٥م حيث أَلَّف الطبيب المشهور (في ذلك الوقت) (إليكس كارليل) كتاباً يسمى «الإنسان ذلك المجهول» ... وهو حقاً مجهول فكل يوم نكتشف فيه الكثير مما أبدعه الخالق .. فسبحان الله.

وماهى أهم عملية تتم فى هذا العام؟.. هى عملية زراعة قلب ... والمريض هنا كان كلباً!! وتم إجراؤها فى مستشفى «جون هويكنز» ويبدو أنه لم تختبر فئران لإجراء العملية بسبب أن.. قلوبها صغيرة.

٢- يؤرخ فى عام ١٩٥٤م بأنه تمت أول عملية ناجحة لزراعة الأعضاء فى البشر حيث قام بها (جوزيف موراي) وزملاؤه فى بوسطن، وقاموا بنقل كلية إلى مريض مأخوذة من توأمه المطابق identical twin حيث لا يستطيع الجهاز المناعى للمريض أن يميز فى العضو المزروع ما هو غريب عنها.

٣- وفى عام ١٩٦١م تمت عملية ناجحة على يد د. (شاموى) والمريض هنا.. كان كلباً!!

٤- وتوالت عمليات نقل أعضاء بشرية كالقلب والرئة والكبد والبنكرياس مأخوذة من واهبين donors من غير أقارب المرضى، وذلك بعد معاملة المرضى بعقاقير تكبت الاستجابة لأجسامهم فلا ترفض العضو المزروع.. ومثال لها.

٥- قام د. توماس ستارزل فى عام ١٩٦٣ بزراعة أول كبد لإنسان ولكن الوجود اعترى هذا العالم فقد فشلت العملية وتوفى المريض أثناء إجرائها والسبب هو رفض مناعة الجسم للكبد المزروع الغريب عنه ومهاجمته له مما أدى للوفاة.

وفى عام ١٩٦٧م ينجح الطبيب فى زرع كبد لطفلة صغيرة والحمد لله نجحت لكن.. توفيت بعد عام والسبب هو أيضاً رفض الجسم فى كل العمليات.

٦- فى عام ١٩٦٧م تمكن الطبيب الجراح العالمى «د. كريستيان برنارد» من إجراء عملية زرع قلب بشرى لمريض بالقلب.. والمكان الذى تمت به العملية هو

«كيب تاون بجنوب إفريقيا» مع أن المريض لم يعش سوى ١٨ يوماً فقط بعد إجراء العملية إلا أن ذلك بشر بالخير.

وسادت فترة من التوقف النسبي لزراعة الأعضاء حتى تم اكتشاف مركب جديد سمح بنجاح تجارب نقل الأعضاء في عام ١٩٨١ وظهر مركب «السيكلوسبورين» وهو المركب الذي أحدث انقلاباً في عمليات زراعة الأعضاء وبعد استخدامه تزايدت فرص نجاح العمليات ولحياة المرضى من الموت واستمرار حياتهم بشكل طبيعي ولكن يجب توافر عدة شروط هامة خاصة بعمر المعطى للعضو ٤٥ سنة، وإصابته بموت دماغى بطريقة معينة يتوافر بها شرط الوفاة وعدم تأثر الأعضاء، وغيرها من الشروط وللعلم فزراعة ونقل القلب تتكلف ٦٥ ألف جنيه مصرى ويجب أن يكون العضو المنقول سليماً وكامل النمو.

وللعلم فإن عمليات نقل وزراعة الأعضاء أخذت فى التقدم حتى أصبح بالإمكان نقل وزراعة أكثر من عضوين للشخص المحتاج بل لأكثر من ذلك فهذا هو شخص مريض تتم نقل وزراعة ٦ أعضاء آدمية له وهناك سيدة لبنانية تناقلت وسائل الإعلام الحديث عن وصيتها وهي تبرعها بـ ٦ أعضاء من جسدها بعد وفاتها لمن يحتاجهم.

ثانياً: إلقاء الضوء على بعض التطبيقات المتنوعة لعمليات نقل وزراعة الأعضاء:-

لن نستطيع مهما ذكرنا أن نوفي مئات الآلاف من تلك العمليات قدرها وما يبذله فيها الأطباء والباحثون من جهد.. لكننا سنحاول فى هذه الجولة عرض بعض التطبيقات المعبرة عما تم من إنجازات فى هذا الطور، ولكن سنبدأ قبل ذلك ببعض الإحصائيات والبيانات المتعلقة بعمليات نقل وزراعة الأعضاء مع الأخذ فى الاعتبار بأنها دائمة التغير يوماً بعد يوم. لكن عرضها يعطى فكرة لدى القارئ بمدى ما يبذل من جهد مع المرضى ورغم ذلك فهم يتزايدون وللأسف فإن كثيرين يموتون متأثرين بعدم نقل عضو لهم بدل التالف.

التطبيق الأول:

إحصائيات وبيانات متعلقة بنقل وزراعة الأعضاء للمرضى:

- ومن هذه الإحصائيات: إحصائيات عن الدول التي تسمح وتقر بعمليات نقل

وزراعة الأعضاء ونذكر منها:

- إن هناك ١٢٣ دولة تقر عمليات نقل وزراعة الأعضاء ومنها السعودية حيث

تم بها (في إحصائية منذ فترة) عمليات نقل كبد تصل إلى ٢٠٠ عملية و١٠٠ عملية نقل قلب.

- وآخر دولة انضمت للدول التي تجرى بها نقل وزراعة الأعضاء، هي دولة

اليابان.

- وتشمل عمليات نقل الأعضاء ما يلي:

١- نقل وزراعة القلب.

٢- نقل وزراعة الرئتين.

٣- نقل وزراعة الكلى.

٤- نقل وزراعة الكبد.

٥- زراعة نخاع العظام.

٦- قرنية العين.

٧- وهناك أنسجة أخرى وأعضاء أخرى مثل الذراع - الشرايين ... إلخ.

- وفي أستراليا نجد التبوع بأعضاء الجثث إجبارياً ما لم يُوص المتوفى بعكس

ذلك قبل الوفاة.

- وبالنسبة للرئتين:

يُذكر أن نجاح هذه العمليات كان منذ عام ١٩٨٣م وهي حل بديل لحالات

الفشل الرئوى Pulmonary Failure.

- والكلى:

رغم توافر عمليات (الغسيل الكلوى) من حلول جلييلة لمرضى الفشل الكلوى

إلا أن العديد من المرضى يعانون كثيراً من الإرهاق والضعف من تكرار عمليات

الغسيل الكلوى Heamodialysis بالإضافة لاعتبارها حلاً مؤقتاً لحين نقل وزرع كلى لهم.. وفى مصر قائمة انتظار طويلة تضم مرضى يحتاجون نقل وزراعة الكلى نتيجة الإصابة بالبلهارسيا وتلوث المياه والغذاء بالمبيدات الحشرية والأسمدة الكيميائية والتلوث البيئى... إلخ

- لكن رغم وجود عمليات نقل وزراعة الكلى إلا أننا نجد تبايناً حول معدلات البقاء على قيد الحياة لمدة ٣ سنوات بعد الزرع لعوامل عديدة.

- وفى عام ١٩٩٧م كانت قائمة الانتظار فى الولايات المتحدة الأمريكية تضم «٥٦» ألف شخص ينتظرون أعضاء للزرع فى أجسادهم، وأعلنت الشبكة المتحدة للتبرع بالأعضاء {UNOS} أنه قد توفى منهم ٤ آلاف.

- ويلزم القانون الأمريكى عدم التبرع الإجبارى بأعضاء الشخص المتوفى دون موافقته أو موافقة أسرته ؛ حيث يعتبر الجسم ملكية خاصة وليس ملكاً للدولة. تسمح قوانين بعض الدول للمستشفى أو للطبيب بأخذ الأعضاء من جسد من لم يكتب وصية أو إقراراً بعكس ذلك، وهناك دول أخرى ينص القانون فيها على أن أعضاء جسد أى شخص تصبح فى لحظة وفاته «ملكية خاصة للدولة».

- أيضاً يتم فى الولايات المتحدة الأمريكية طبع المعلومات عن الأعضاء المتاحة فوراً على الكمبيوتر بالمستشفى وتُبث إلى بنك المعلومات المركزى الخاص «بالشبكة المتحدة لتقاسم الأعضاء» فى ريتشموند بفيرجينيا. ويرتبط هذا البنك بدوره مع ٨٠٠ مركز حول الدولة مختصة بنقل الأعضاء، وبهذه المراكز مرضى ينتظرون جراحات النقل. ويجرى الكثير من الاختبارات والتحليلات الدقيقة والتي منها تحليل الدنا لتحديد التوافق بين الواهب والمتلقى. وعندما يتم شحن بعض الأعضاء فوراً فى مبردات وترسل فى سرعة بالغة بسيارة الإسعاف إلى المطار لتستقبلها سيارة إسعاف أخرى تنقلها إلى المستشفى والتي يتواجد بها فريق أطباء تم إعداده واختياره بعناية خاصة يعمل على تجهيز المريض للعملية. وهناك أعضاء أخرى يتم إرسالها إلى مؤسسات خاصة حيث تحفظ لحين توزيعها على المستشفيات.

الجولة الثانية: تطبيقات متنوعة لعمليات نقل وزراعة الأعضاء

تمهيد للجولة: أمراض العصر تزيد عدد المرضى

مع إيجابيات العصر الحديث الذى نعيشه فإن من سلبياته.. التلوث البيئى وأدخنة المصانع وعوادم السيارات، والهجوم الاقتصادية التى تسببت فى ارتفاع معدلات القلق والتوتر واللذان أديا إلى زيادة الاكتئاب والإصابة بأمراض الجهاز العصبى المختلفة والإصابة بأمراض الضغط والسكر وخلل هرمونات الجسم ... وازدياد أمراض القلب وحدوث الجلطات القلبية... وأثبتت العديد من الدراسات الجادة أن تناول الأطعمة الملوثة بالمبيدات الحشرية والمُسَمِّدَة بأسمدة كيميائية؛ لها تأثيرات ضارة على أجهزة الجسم وبخاصة الكلية والكبد .. فما بالك عزيزنا بالأغذية المهندسة وراثياً والتي يُضيفها الكثير من الباحثين على قائمة الأطعمة الخطيرة بل ويُطلقون عليها (أغذية فرانكشتين).. وهناك التلوث الكهرومغناطيسى نتيجة تلك الموجات الكهرومغناطيسية الكثيفة التى تنبعث من الأجهزة الكهربائية وأبراج الضغط العالى والتليفزيون والكمبيوتر و... و... كل ما سبق وكثير غيره تشير إليها أصابع الاتهام فى أنها المسئولة عن تلك الزيادة الكبيرة فى أعداد المرضى والذين يحتاجون لنقل أعضاء لهم بدلاً من أعضائهم التى أصابها الفشل والتلف فأصبحت حياتهم مهددة .. ويستظرون الوفاة فى أى لحظة.. حتى طريقة أو نمط وأسلوب التغذية الذى نمارسه هو أسلوب خاطئ يتسم بعدم التوازن وبعيد عن التغذية السليمة فيوقع الإنسان بالتدريج فى برائن المرض لينتهى به الحال مع الوقت للإصابة بفشل كبده أو الكلية أو أمراض القلب أو الإصابة بالجلطات... أضف إلى ذلك انتشار نوعيات جديدة من الأمراض الفيروسية والبكتيرية... بل والطفيليات كالبهارسيا تؤدى لنفس النتيجة. حتى المضادات الحيوية وتناول بعض الأدوية بأسلوب خاطئ بدون وعى وحذر... يتسبب فى حدوث الكثير من المآسى !!

حتى أننا لم نعد نجد (تقريباً) دولة فى العالم إلا وتحوى مرضى محتاجين لنقل أعضاء لهم لتصل أعدادهم للآلاف والملايين فى بعض البلاد... وتشكو حكومات الدول من تلك الميزانيات الضخمة التى تُنفق فى كل عام لعلاج هؤلاء المرضى وتزداد

قوائم الانتظار بمرضى جُدُد يُضافون على ما بها.. والجميع يتظرون نقل أعضاء لهم ليتم شفاؤهم.

ومع قوائم الانتظار ومعاناة الدول اقتصادياً والخسائر العديدة المترتبة على ضعف إنتاجية المواطنين نتيجة المرض تظهر لنا مشاكل أخرى لا تقل في خطورتها عما سبق منها المتاجرة في بيع تلك الأعضاء من الأصحاء للمرضى (ممن لديهم القدرة على الشراء.. وتظهر لنا شبكات مافيا تحوى أطباء وسماسرة وغيرها منتشرون على مستوى العالم.. يصل بهم الأمر لسرقة أو شراء أطفال. بغرض أن يصبحوا قطع غيار.. وكم من الجرائم البشعة والتي نسمع عنها كل فترة عن أساليب جهنمية للحصول على أعضاء لبيعها لمن يقدر على دفع الثمن.. وفيما يلي مثال لذلك.

مثال:

الاتجار في جثث المحكوم عليهم بالإعدام في الصين

هي فضيحة مدوية أتم تناقلها بين وسائل الإعلام نقلاً عن صحيفة الصانداى تليجراف البريطانية في يوليو من عام ٢٠٠١م؛ والذي فجرها طبيب صيني اسمه (وانج جيوجي) أثناء إدلائه باعترافاته أمام إحدى لجان الكونجرس بالولايات المتحدة الأمريكية... فقد اعترف الطبيب الذي كان يعمل في أحد المستشفيات التابعة لأحد السجون الصينية وذكر أن بعض السجناء وبعض الأطباء متورطون في بيع أعضاء المساجين الذين ينفذ فيهم حكم الإعدام، وكما قال الطبيب فقد كان حكم الإعدام، يُنفذ بدقة شديدة خاصة مع المساجين الذين يتم إعدامهم بإطلاق الرصاص عليهم فالحكم ينفذ بدقة شديدة بحيث لا يدمر كلية السجن.

وبعد أن يتم تنفيذ العملية يتم نقل السجناء بسرعة شديدة قبل أن يتوقف قلبه إلى المشرحة التابعة للسجن حيث يتولى فريق متخصص من الأطباء استخراج الكلية والقلب والكبد، وحفظها بطرق خاصة تمهيداً لبيعها في أوروبا وأمريكا والشرق الأقصى. وعن طريق شبكة كبيرة يتم تهريب الأعضاء بصورة مرتبة تماماً وشبه الطبيب ما يحدث في السجن بما فيها كبيرة متورط فيها عدد كبير من المسؤولين في

السجن وفي المستشفى وبعض من رجال البوليس وقال إنه غالبًا ما يتم نقل الجثث للمشرحة ونقل الأعضاء في سيارات لا تحمل أرقامًا حتى لا يمكن كشفها مهما حدث ولأن الجميع يستفيد فلا أحد يبلغ عن الثاني.

صحيفة الصانداى تليجراف قالت عن نفسها أنه بالرغم من أن الحكومة الصينية تنكر وبشدة وجود بيع أو أبحار للأعضاء داخلها إلا أن هناك دلائل قوية تشير إلى أن هذه العملية تحولت إلى بيزنس كبير وقالت أيضًا أغلب المرضى الذين يشترون الأعضاء المباعه صينيون أيضًا يعيش أغلبهم في اليابان وتايوان والولايات المتحدة الأمريكية وبالذات مرضى الكبد أما أغلب التجار فهم تايوانيون فقد ذكرت الصحيفة البريطانية أن هناك على الأقل ٢٠٠ تاجر أعضاء بشرية دخل الصين في العام الماضى وذكرت أيضًا أن الكبد مثلاً يباع بنحو ١٠ آلاف دولار أمريكى وتقول التقارير الواردة من الصين - كما تقول الصحيفة - أن هناك ما لا يقل عن ٣٠٠٠ سجين يحكم عليهم بالإعدام سنويًا بتهم تتنوع بين الاتجار بالمخدرات والاعتصاب وغيرها.

بقى أن نعرف أن الطبيب الصينى واتج جيوجى ذهب إلى الولايات المتحدة فى العام الماضى كجزء من بعثة طبية من بلاده لكنه قرر طلب اللجوء السياسى وحصل عليه وقال فى اعترافاته إنه لم يكن يقصد التشهير بأحد أو أن يستفيد من وضع كان يقبله من قبل لكنه فقط يحاول أن يكشف جانبًا من التجاوزات التى تحدث فى مجال حقوق الإنسان أمام الكونجرس الأمريكى.

الحكومة الصينية ردت على ما قاله الطبيب الهارب بأن كلامه كله أكاذيب وأنه يحاول بنذالة الحصول على اللجوء السياسى مقابل التشهير بزملائه، وكما قال المتحدث الصينى فإن الحكومة الصينية تحرم وبشكل قاطع أى أبحار غير مشروع فى الأعضاء البشرية وأن الطريق الجيد للحصول على قطع الغيار البشرية هو المتبرعون بإراداتهم وفى حياتهم وليس بعد موتهم.

ترى بعد ما قرأت «عزيزنا القارئ» من ستصدق الطبيب أم الحكومة الصينية؟! !!

التطبيق الثانى:

عمليات زرع الكبد فى مصر

تعتبر أمراض الكبد هى مشكلتنا الصحية الأولى فى مصر. ويذكر د. عبد الرحمن الزيدى (أستاذ أمراض الكبد والجهاز الهضمى بكلية طب عين شمس) فى ٢٠٠١م أن تعداد المصابين بالفيروسات الكبدية فى العالم حوالى ٣٠٠ مليون يحملون فيروس (سى) مقابل إصابة (٢٥٠) مليون بفيروس «بى» إلى جانب الحاملين لفيروسات الكبد الأخرى وتمثل الإصابة فى الوطن العربى نسبة متوسطة وتتفاوت الإصابة فى الدول العربية من دولة لأخرى، بل وتتفاوت فى مصر من محافظة لأخرى. ويؤكد د. (الزيدى): ليس معنى وجود الأجسام المضادة وجود الفيروس «بى» إذ يجب أن يتم تحليل الفيروس بجهاز «بى سى آر»، حيث ثبت أن ٥٠٪ ممن ثبت وجود أجسام مضادة للفيروس عندهم؛ ليس لديهم فيروس على الإطلاق.

ويذكر الأطباء أن المشكلة الأساسية للكبد فى مصر هى البلهارسيا والفيروسات الكبدية وبخاصة فيروس (سى) والذي يوجد منه ٦ أنواع وهناك أمراض السمثة والسكر التى تسبب الكبد المتدهن. وهناك أورام الكبد.

وهناك محاولات تجرى لتحديد نسبة الإصابة بأمراض الكبد عن طريق مركز رصد لأمراض الكبد، فتجد فى محافظة المتوفية الإصابة بفيروس (سى) تصل إلى ٢٥٪ وفى القاهرة ٦٪ وفى محافظة الفيوم تجدها ١٧٪ فى عام ٢٠٠١م؛ ويذكر أن زراعة الكبد فى مصر تتكلف فى المتوسط «خمس» التكلفة فى الخارج؛ الذى تصل فيه تكلفة الزرع لحوالى مليون جنيه.

وعمليات زرع الكبد ممكنة عن طريقين:

- ١- نقل الكبد من متوفى حديثاً لآخر مريض بالكبد.
- ٢- الزرع من أحياء لأحياء فيستأصل فص من كبد المتبرع ويزرع مكان كبد المريض.

- ويذكر د. «عبد الحميد أباطة» (مدير عام مستشفى أحمد ماهر التعليمى

ورئيس قسم الكبد) أنه إذا تم اختيار المريض بشكل جيد وأعطيت له كل الفرص الجيدة لنجاح الزرع فإن نسبة النجاح قد تبلغ ٧٥٪ إذا ما قورنت بالدول الأجنبية المتقدمة والتي تصل نسبة نجاح عمليات زرع الكبد فيها ٩٠٪ في اليابان. ويضيف د. «عبد الحميد» أن زرع الكبد لا يعنى القضاء على الفيروس الذى أدى لفشل الكبد وتليفه.. وحدوث استسقاء وغيبوبة متكررة للمريض. ولكن عملية الزرع تنهى الآثار التدميرية فى الكبد.. وعن عدد السنوات المتوقعة لاستمرار الكبد المزروعة بعد نجاح الجراحة.. يذكر د. «عبد الحميد أباطة» أن فى الطب مقياساً يسمى «حياة خمس سنوات» وبالتالي هناك نسبة كبيرة تقضى خمس سنوات، وهناك مرضى آخرون يقضون ١٢ عاماً وقد تمت زراعة الكبد لهم فى عام ١٩٨٩م فى الخارج وما زالوا أحياء.. {٢٠٠١م} والشخص الذى لا يزرع الكبد ليس له أية فرصة فى الحياة بالحسابات الطبية إذا كان يعانى من تليف واستسقاء وغيبوبة متكررة.

ويذكر د. «عبد الحميد» أن حالات زرع الكبد أمر ضرورى ويتم إجراؤها فى السعودية التى أقرت الموت الإكلينيكي المعروف بموت جذع المخ. «سيكون لنا معه لقاء بعد قليل» .. وهى تتم فى إسرائيل منذ ١٠ سنوات ويوضح أنه من الصعب جداً الاتجار بالكبد أو سرقته. ويذكر د. «عبد الحميد» أنه قد أجرى فى أوائل التسعينيات «٦» جراحات زرع كبد بجامعة المنوفية.

- ولقد تم فى مصر منذ فترة النجاح لأول مرة فى زراعة كبد لطفل بمستشفى القوات المسلحة. وعن هذه العملية نذكر أن الفريق الطبى المصرى العسكرى قد تمكن بالتعاون مع طاقم طبى بريطانى، فى إجراء أول عملية لزراعة كبد لطفل عمره خمس سنوات، وهو أحد أبناء ضباط الصف بالقوات المسلحة. وأجريت له الجراحة بمركز علاج أمراض الكلى والكبد الملحق بمستشفى القوات المسلحة بالمعادي، وقد أشاد الفريق الطبى البريطانى بالإمكانات الطبية المتميزة فى المستشفى حيث أنه مزود بأجهزة ومعدات طبية وغرف عمليات، ومعامل تحليل تضاهى أحدث المستشفيات العالمية.

التطبيق الثالث،- تضحية والدين !!

حيث تناقلت وسائل الإعلام قصة الأبوين الأمريكيين اللذين قُتل ابنتهما ذو السنوات السبع في إيطاليا برصاصة طائشة أطلقها لص.. فرتبا الأمر للتبرع بأعضائه للأطفال الإيطاليين المحتاجين لها.

التطبيق الرابع، عضو القلب وعمليات الشرايين التاجية،

أوجاع القلب كثيرة ومرضى القلب كثيرون وأنواع الإصابة متعددة ومتنوعة ومنها مرضى الشرايين التاجية والملفت للانتباه أن هناك بحثًا طبيًا في مصر في عام ٢٠٠٠ أشارت نتائجها الأولية إلى ارتفاع معدل الإصابة المبكرة بجلطة الشريان في مصر بالمقارنة بالدول الأوروبية حيث تتراوح سن الإصابة في المصريين بين ٤٠ - ٤٩ سنة بينما في الدول الأوروبية من ٥٠ - ٦٠ سنة!! وتشير الدراسات لدور التلوث البيئي حيث تزداد الإصابة في الأماكن التي يرتفع بها معدل التلوث البيئي.

ومن إحدى الإحصائيات يُذكر أن هناك حوالي ٥٠ ألف شخص مريض بالقلب يموتون سنويًا حتى أنه في عام ١٩٩٧م لم يحصل سوى ٢٣٠٠ من أصل ٤٠٠٠٠ من مرضى القلب في الولايات المتحدة الأمريكية؛ على قلب جديد، والوفاة هي بسبب الفشل القلبي وأحدث ما وصل إليه الطب الآن في مجال علاج مشاكل عضو القلب هو الاستفادة من العلاج بالجينات وهندسة الأنسجة والخلاعية الجذعية لعلاج القلب وكانت النتائج مُرضية لحد كبير، أيضًا هناك الاستعانة بقلوب الحيوانات ومنها تلك الفتاة التي نُقل إليها قلب البابون.. وذلك الرجل الذي نُقل إليه قلب خنزير.. وهناك الاستعانة بأعضاء من حيوانات مهندسة وراثيًا بجينات بشرية (حتى يتفادى مشاكل الجهاز المناعي للمرضى). وسيكون لنا لقاء مع تطبيقات متعددة لعلاج عضو القلب بهذه الوسائل في كتابنا أجولات في عالم البيوتكنولوجيا والاستنساخ بإذن الله.

ونحن بصدد الحديث عن تلك المشاكل المتعلقة بعضو القلب وشرايينه والعمليات التي تجرى لعلاج حالات انسداد الشرايين التاجية باستخدام شرايين بديلة... نذكر التطبيق الآتي:

عمليات الشرايين التاجية، واستخدام شرايين بديلة،

ففى بعض حالات الشرايين التى تصاب بالانسداد التى نذكر منها على سبيل المثال: الانسداد المتعدد أو الكامل بالشريان النازل الأمامى { يكون أفضل علاج هو إزالة الترسبات والدهون وإعادة بنائه. وللعلم فإن انسداد الشرايين التاجية يؤدي إلى مضاعفات تؤثر بشكل مباشر على كفاءة عضلة القلب ويكون هناك التوسيع بالبالون واستخدام الدعامات أو العلاج الجراحى بعملية ترقيع الشرايين التاجية أو العلاج الدوائى.

وهناك حالات تتطلب علاجاً جراحياً يضاف فيها وصلات وريدية أو شريانية وحالات أخرى يصعب وضع الوصلة عند الانسداد الكامل أو الانسدادات المتعددة بطول الشريان، وتمثل هذه النسبة من المرضى نوعية خاصة وأفضل تدخل جراحى هو أسلوب إعادة بناء الشريان المتأثر بهذا النوع من الانسداد بطريقة جذرية، ويتم خلال العملية فتح الشريان بطوله وإزالة الترسبات الدهنية والمتكلسة التى تعوق شريان وتدفق الدم إلى كل فروع هذا الشريان، ثم إعادة بناء الشريان بتغطية مكان الفتح الجراحى الطولى بجزء طولى من وريد الساق أو شريان اليد حسب الحالة، ثم توصيل الدم إلى الشريان باستخدام الشريان الثديى، ولا يمكن تعميم مثل هذه الطريقة على شرايين القلب ولكن يفضل استخدامها فى حالة الشريان الأمامى النازل الذى يغذى جزءاً كبيراً من عضلة القلب.

ومن الحديد فى جراحة الشرايين هو استخدام شرايين بديلة وتشمل الشريان الثديى الأيسر وشرايين اليد ومجموعة أخرى مثل شرايين المعدة وجدران البطن، وإن كان استخدام الشريان الثديى وشرايين الذراعين أفضل، وبالنسبة للشريان الثديى نجده يظل مفتوحاً دون انسداد مرة أخرى أكثر من ١٥ سنة بعد العملية، ومن النادر تأثيره بترسب الكوليسترول والدهون نظراً لطبيعة تركيبه الهستولوجي الذى لا يسمح بوجود هذه الترسبات، وهناك حالات تستدعى استخدام وريد الساق الذى لا يزال يحمل نسبة نجاح عالية. وفى أغلب الحالات يُفضل استخدام الشرايين كوصلات أفضل من الأوردة فى حالات انسدادات وضيق شرايين القلب التاجية.

ويقول د. «جمال سامى» (أستاذ جراحات القلب بطب عين شمس): أن نسبة

نجاح استخدام شريان اليد تتراوح ما بين ٩٢ و ٩٥٪ وإن كانت بداية استعماله في العمليات منذ فترة قريبة.

التطبيق الخامس

عمليات زرع القرنية في مصر

هناك عشرات الآلاف من المرضى مهددين بالعمى بعد إصدار قانون عطلَّ عمل بنوك القرنيات؛ ومع إصدار القانون أصبح هناك خوف لدى الأطباء من العقوبة إذا ما خالفوا القانون، أيضاً نجد أن استيراد القرنيات، من بنوك العيون بالخارج متوقفٌ والتي كانت تساهم في إنقاذ هذه الحالات. وتضاعف المرضى خمس مرات (في عام ٢٠٠٠م) منذ صدور قانون إغلاق بنوك العيون في سنة ١٩٩٥م فتجاوز مائة ألف مريض في مصر.

وللعلم فإن هذه القرنية لا تتمدى مجرد قشرة رقيقة كانت تؤخذ من عيون الموتى وكل الدول العربية من حولنا تجرى فيها هذه الجراحة. وكانت هناك موافقة صريحة من فضيلة شيخ الأزهر بإعلانه عن قبول التبرع بقرنيته حال وفاته.

ويعتبر فضيلته التبرع بالقرنية عملاً إنسانياً لإنقاذ أبصار المرضى، وكان هناك اقتراح من أحد أطبائنا وهو د. «عاصم زهران» استشاري جراحة العيون أن يقوم كل من لا يرغب في التبرع عند وفاته؛ بكتابة إقرار بعدم موافقته على التبرع والباقي يعتبر المجتمع أنهم موافقون..

فهل أنت من الموافقين؟! أم من غير...؟

التطبيق السادس:

نقل أيدى وأذرع للمرضى المحتاجين

طرح اللورد «أوين OWEN» الطبيب البارح في هذا المجال ووزير الخارجية البريطاني السابق والدبلوماسي المعروف؛ طرح فكرة زرع اليد البشرية منذ أكثر من (٣٢ سنة) مضت في محاضرة بجامعة أدنبرة ولكن لم تتقرر إمكانية تحقيق ذلك إلا في منتصف التسعينيات بوصفه رئيساً للكلية العالمية للجراحين.

ويذكر في هذا الصدد أنه كانت هناك محاولات عديدة من قبل الباحثين؛ أُجريت على القروء لكنها فشلت فشلاً ذريعاً إذ توفي معظمها لأن أدوية ضبط المناعة

كانت سبباً في تفاقم المشكلة ثم ثبت أن التخفيض من جرعات تلك الأدوية ساعد على ضبط مشاكل الرفض الجسدي.. وهناك أبحاث اتجهت للاستفادة من الحنازير بدلاً من القروذ اعتقاداً بأنها أقرب للجنس البشري... وبعدها بدأ التفكير في التطبيق على الإنسان. وفيما يلي مثالان يوضحان تطبيق ذلك على البشر.

المثال الأول: نقل وزرع يد لتجار:

ومن العمليات الناجحة تمكن جراحان فرنسيان من مستشفى إدوارد هيربوت في مدينة ليون من إجراء عملية نقل وزرع ذراع من راهب في عداد الأموات وغرسه لشخص يعمل لحجاراً فقد معظم ساعده أثناء استخدامه لمنشار كهربائي وكانت حادثة فقدانه لساعده منذ أكثر من ١٥ عاماً قبل قيام الطيبين بإجراء العملية له وتشير الدلائل إلى نجاح العملية.

المثال الثاني: نقل ذراعين للنقاش (شاتلييه):

سقط الابن ١٩ عاماً من فوق الكوبري وظل تحت رحمة أجهزة وآلات لبضعة أيام. بالطبع كانت أسرته تأمل في شفائه ولكن لم يتحقق ذلك وأعطى والده موافقته على أن ينزع منه الأطباء ما يريدون.

وفي المقابل.. كان هناك نقاش عمره (٣٣) عاماً وهو أب لاثنتين واسمه (دينيس شاتلييه) أو (شاتلير) فرنسي.. هذا الرجل في ١٢ يناير ١٩٩٦م انفجر فيه صاروخ صغير صناعة منزلية.. أدى إلى فقد الرجل ليديه. وبعد حوالي ثلاث سنوات من الحادث سمع دنيس شاتلير عن أول عملية زرع ليد واحدة لرجل من أستراليا قام بها الجراح الفرنسي ميشيل دو برنارد في مستشفى دو برنارد في عام ١٩٩٨م (سبق وتحديثنا عنها) وفي هذه اللحظة قرر دنيس شاتلير أن يكون أول رجل في العالم تزرع له يدان في نفس الوقت. وبالفعل وافق الجراح على إجراء العملية له في نفس المستشفى وذلك في يناير من عام ٢٠٠٠م. ووقع الاختيار على نقل يدي الشاب إذى الـ ١٩ عاماً الذي سقط من فوق الكوبري وزرعها للتجار.

وفي الساعات الأولى من يوم الخميس ١٣ يناير تم نزع الكليتين والكبد والقلب والذراعين من الساعد... وذلك من الشاب ذي التسعة عشر عاماً.

ووضعت فى محاليل خاصة، وتم نقلها إلى المستشفى التى سوف تتم فيها جراحة زرع اليدين.

وفى السادسة صباحاً كان هناك (٥٠) طبيباً فى حجرة العمليات من بينهم ١٨ جراحاً وقام بالعملية الجراح ميشيل دو برنارد.. واستمرت عملية الزرع ١٧ ساعة. أثناء عملية زرع اليدين، توصل أولاً العظام، ثم الأوعية الدموية، ثم الغضاريف والأعصاب والعضلات، وفى النهاية الجلد. وقبل القيام بهذه العملية أجريت فحوص جسمية ونفسية على المريض للتأكد من تقبله جسمياً ونفسياً لمثل هذه العملية، وأيضاً أخذت موافقته على أخذ الأدوية التى تمنع الجسم من رفض العضو الجديد.

فى أول ٦ أشهر بعد عملية الزرع قام المريض بأداء تدريبات لليدين الجديدتين تحت إشراف متخصصين، وذلك يومياً لمدة ٦ ساعات، وفى هذه الفترة كان لا يوجد إحساس يذكر فى اليدين، ولكن بعد هذه الفترة بدأ المريض تدريجياً الإحساس بأطراف أصابعه. وفى السنوات التالية استمرت التدريبات، ولكن لفترات أقصر وأقصر، حتى استطاع المريض بعد ٥ سنوات من عملية الزرع استرداد جميع حواس اليدين واستخدامهما فى أغلب الأعمال اليومية.

ويقول متخصصون فى المخ تابعوا حالة المريض طوال هذه السنوات، إنه فى أثناء هذه السنوات الخمس استطاع مخ المريض، الذى لم تصله أى إشارات من اليدين طوال أربع سنوات بعد الحادث أن يستعيد قدرته على استقبال إشارات من اليدين الجديدتين. وهذا يدل على قدرة مرونة مخ الإنسان فى استيعاب مثل هذه العمليات.

وبصفة عامة فإن عمليات نقل الأعضاء يوجد حولها الكثير من الجدل والمناقشات وعلى سبيل المثال:

بالنسبة للشخص الحى المتبرع بالكلية تتأثر كليته الوحيدة على المدى القريب أو البعيد بحدوث تدهور بها ووفاة العديد من المتبرعين فى غرف العمليات أثناء النقل وبالنسبة للمنقول إليه الكلية أو أى عضو آخر فإن الكثير من هذه العمليات يفشل

نتيجة رفض الجسم للعضو المنقول ومهاجمة الجهاز المناعي له بالإضافة إلى ظهور الكثير من الآثار الجانبية القاتلة للمرضى المنقول لهم هذه الأعضاء لعدة أسباب منها نتيجة العقاقير المثبطة لجهاز المناعة وأيضاً توجد العديد من الشروط الواجب توافرها بالشخص المريض وعند عدم توافرها لا يتم نقل العضو المطاوب إليه. أضف لذلك الخلافات الحادة بين الأطباء على مدى التأكد من حدوث الوفاة قبل أخذ أى عضو من جسم المتوفى ومن الآراء الراضية رأى النائب قويسة عضو مجلس الشعب عن فارسكور الذى قدم أوراقاً عن مشروع يحمل عنوان تجريم انتزاع الأعضاء من مرضى جندح المخ وتجريم الاتجار بالأعضاء البشرية. وسيكون لنا لقاء مع كل ذلك بعد قليل.

التطبيق السابع: نقل وزراعة رحم

طالعتنا الصحف البريطانية فى مارس ٢٠٠٢م؛ بأول تقرير يُنشر فى الدوريات العلمية عن نجاح زراعة عضو «رحم» وذلك بعدما تم نقله من مريضة تعدت سن الإنجاب ونصحها الأطباء باستئصال الرحم لوجود أورام ليفية حميدة بالمبيضين، وتم زرع الرحم فى مريضة شابة كانت قد فقدت رحمها الأصلي أثناء جراحة عاجلة ولقد قام الرحم بوظائفه الفسيولوجية لمدة ثلاثة أشهر قبل أن يضطر الأطباء لاستئصاله لرفض الجسم له .. ولكن سبق البريطانيين... فريق طبي سعودي وكان للسعوديين سبق فى كونهم أول فريق طبي على مستوى العالم، وعن هذا الحدث نذكر ما يلى:

قام فريق علمى طبي سعودى برئاسة د. «وفاء فقيه» فى ١٦/٤/٢٠٠٦م وذلك بنقل وزراعة رحم تم استئصاله من مريضة تبلغ ٤٦ عاماً بلغت سن اليأس وزرعه فى زوجة فقدت رحمها قبل ٦ سنوات بعد نزف نفاسى وتبلغ من العمر ٢٦ سنة. وسجلته المراجع الطبية والعلمية كأول إنجاز علمى فى هذا المجال واستجابت المريضة للعلاج ومرت بدورتين شهريتين طبيعيتين ولكن بعد ٩٩ يوماً حدث انسداد فى الأوعية الدموية الموصلة للرحم مما أوقف استمرار العملية ولفظ الرحم من السيدة المنقول إليها بعد فترة وأزاله الجراحون جراحياً.

هل تعلم عزيزى القارئ أن رحم الفتاة البكر هو آخر ما يتحلل فى الجسم من أعضاء بعد الوفاة! سبحان الله.

محاولات للإقبال على عمليات زرع قضيب:

إذ أن هناك بعض جراحين ممن يقومون بإجراء عمليات تغيير الجنس.. يتحدث بعضهم عن الأعضاء الجنسية ويقول أحد رواد هذا المجال. «أنا لا أعتقد أن الحكومة ستقبل تمويل عملية زرع القضيب. لكننا سنحاول أن نقتنعها بذلك».

طموحات لن تنتهى

إن العلم يبحر فى مجالات قد تبدو لنا الآن خيالية لكنه يقتجمها.. من يدري هل يمكن إزالة وجه سيدة متوفاة لتركيبه لمريضة تشوه وجهها؟ هل يمكن تركيب ثدى لسيدة فقدت ثديها؟... هل يمكن زرع أو تركيب مخ إنسان لإنسان آخر؟! كيف سيفكر ويتصرف الشخص المتقول له هذا العضو... إن طوفان التجارب والمحاولات لن يتوقف... برغم الموانع الأخلاقية.. ترى ما هو موقف الدين؟ انتظروا مزيداً من الآراء بين المؤيدين والمعارضين فى الجولتين القادمتين... فمعنا...

الجولة الثالثة: جولة مع آراء بعض المؤيدين؛

تمهيد:

نقل وزرع الأعضاء ما بين المؤيدين والمعارضين.. وبخاصة في الدول الإسلامية... أمصر على سبيل المثال:

تختلف نظرة الدول الإسلامية ومنها مصر (لقضية نقل وزرع الأعضاء) عن نظرة باقى الدول إليها.. إذ أن الدول الإسلامية تُحكم الدين فى ذلك قبل إعطاء الضوء الأخضر بالموافقة على عمليات نقل وزرع الأعضاء أم لا.. ونحن لن نخوض كثيراً فى الحديث عن موقف الدول الإسلامية هنا.. وهناك.. ولكن سنحاول إلقاء نظرة سريعة مع الإشارة لبعض الآراء البارزة سواء لرجال دين أو لرجال فكر وأطباء ومهتمين بهذه القضية.. فى مصر.

وسنلتفت انتباه القارئ إلى المقصود ببعض المفاهيم المتضمنة فى نقل وزرع الأعضاء.. ومع آرائهم سيتبين لعزیزنا القارئ - جوانب وأبعاد أخرى للقضية منها: جوانب وأبعاد دينية - أو طبية.. إلخ.. وجميعها ستساعد فى رسم صورة أعمق للموقف وتساعد عزیزنا القارئ.. (وهذا ما نرجوه)؛ على تكوين رأيه الخاص إزاء هذه القضية الخطيرة التى تمسنا جميعاً.. وسنعرض فى هذه الجولة آراء المؤيدين مع ذكر المقصود ببعض المفاهيم ضمناً (مع هذه الآراء):

إلقاء الضوء على بعض المفاهيم المتعلقة بنقل وزراعة الأعضاء وآراء المؤيدين؛

هناك الكثير من الجدل والناقشات التى لا زالت تدور فى هذا الموضوع والتى لم تُحسم بعد وسنحاول فيما يلى عرض بعضها مع توضيح المقصود ببعض المفاهيم المتعلقة بنقل وزراعة الأعضاء وذلك من خلال رأى دكتور «محمد محمود زهران» فى شهر إبريل من عام ٢٠٠٤م:

(أ) تعريف الموت شرعاً؛

وقد أوضح ذلك فضيلة الإمام الأكبر وهو مفارقة الإنسان للحياة مفارقة تامة، بحيث تتوقف كل الأعضاء بعد مفارقة الحياة توقفاً تاماً عن أداء وظائفها (وهذا رأى الدين).

(ب) الموت الإكلينيكي،

(أ) رأى د. محمد محمود زهران.

وهو ما كان يسمى بموت «جذع المخ» وهذا معناه أن هذا المريض ما زال يرقد في سريره وموصولاً بأجهزة التنفس الصناعي والمحاليل الطبية، وقد أثبت رسم المخ أن المخ لا يعمل ولن يعمل مرة أخرى حسب المفاهيم الطبية العالمية في هذا الشأن والتي خرجت من الولايات المتحدة الأمريكية والكثير من دول أوروبا وآخرها اليابان منذ «٦» سنوات. وقد وافق الكونجرس الأمريكي على قانون نقل الأعضاء من موتى جذع المخ عام ١٩٨٤م ثم تلتها الكثير من الدول الأوروبية، ثم بعدها الدول العربية مثل الأردن، العراق، والكويت.

ورغم أن جذع المخ لا يعمل إلا أن القلب مازال ينبض ويضخ الدم لكل أعضاء الجسم وهي ما زالت تحتفظ بحيويتها وبالتالي فبعد نقلها وزرعها في المرضى المحتاجين سوف تستمر في أداء عملها ولقد سمي هذا المتبرع في الولايات المتحدة الأمريكية (BEATING HEART BODY) وترجمتها الحرفية «الجسم ذو القلب النابض» وهي تعنى أن قلب المعطى مازال ينبض، وهو لا يُعتبر موتاً شرعياً حسب تعريف فضيلة المفتي.

وأجمعت العلوم الطبية على أن القلب هو أول عضلة «بل أول جهاز بمعنى الكلمة» تبدأ وفاته وعمله والجنين مازال في رحم أمه، وهو أيضاً آخر جهاز يتوقف عن العمل والنض عند الوفاة. وبالتالي يتم تشخيص الموت سواء في منزل المتوفى أو داخل المستشفى من توقف القلب عن العمل؛ توقفاً صريحاً وواضحاً لكل العيان. وهو يُشخص بالسמاعة الطبية العادية، ويتم بدون أى تعقيدات أو استعمال أجهزة معينة مثل رسم المخ أو خلافه لتحديد الموت. هذا المتوفى يمكن أن يعطى عدداً كبيراً من أعضائه للمرضى المحتاجين مثل الكليتين - قرنيتي العينين - صمامات القلب - وهي حالياً تُشتري من لندن بألاف الجنيهات الإسترلينية وكذلك العديد من عظام الهيكل العظمى.

وفي الولايات المتحدة الأمريكية نجد ما لا يقل عن عشرة آلاف عملية نقل وزرع

كلى سنويًا، وأكثر من ٨٠٪ من الحالات تنقل الكلى من حديثى الوفاة (تشخيص بموت جذع المخ) ولكن فى السنوات الخمس الأخيرة تمهت الأبحاث لنقل الكلى من وفيات الموت الشرعى بتوقف القلب تمامًا، وثبت من الإحصائيات نجاح هذه العمليات وتأدية الكلية لوظيفتها المطلوبة فى ٨٠٪ من الحالات مقابل ٩٠٪ من كلى موتى جذع المخ.

٢- رأى د. عادل فؤاد رمزى، أستاذ الجراحة طب القاهرة: **جريدة الأهرام - قضايا وآراء فى شهر يونيو من عام ٢٠٠٦م:**

هبوط الأعضاء الحيوية النهائى ليس له إلا حل واحد بإذن الله وهو الأعضاء البديلة. ولحين توافرها للمريض قد تنجح بعض الوسائل التعويضية المؤقتة مثل الارتشاح الدموى أو البريتونى لهبوط الكلى أو القلب الصناعى لهبوط عضلة القلب أو الكبد الصناعية للهبوط الكبدى وإن كانت نتائجها للآن غير مشجعة.

علميًا دواعى نقل الأعضاء هى الهبوط النهائى لهذه الأعضاء وهناك مشاكل لنقل الأعضاء مثل تصور عدد الأعضاء المتوافرة عالميًا والحاجة إلى الأدوية المثبطة للمناعة لتفادى رفض الجسم وغلو ثمنها وكذا مضاعفات بعض هذه الأدوية فهل هناك بديل لهذه الأعضاء البشرية؟ هناك بعض الحلول المطروحة مثل أخذ الأعضاء من الحيوانات العليا مثل البابون - ولكنها قد تسمح بنقل أمراض هذه الحيوانات إلى الإنسان - بالإضافة لاختلاف عملياتها الحيوية عن الإنسان مثلما حدث فى نقل الكبد. هناك احتمال زرع الخلايا وهذا زرع لأن الخلايا تتكاثر فى جسم المستقبل، بينما الأعضاء الكاملة لا تتغير ولهذا فالأعضاء تنقل ولا تزرع. وهناك أبحاث عديدة فى هذا المجال بدأت بزراعة خلايا البنكرياس ثم خلايا الكبد، وهناك محاولات لاستزراع خلايا عضلية فى أجزاء من عضلة القلب التالفة وأيضاً زراعة خلايا مفرزة لمادة الدوبامين من الغدة الكظرية أو مخ الأجنة إلى مخ من يعانون من الشلل الرعاش والحقيقة أن زراعة الخلايا تقابلها مشاكل عديدة مما يحدد الاعتماد عليها حالياً.

لقد قارنت دراسة علمية منذ سنوات بين نقل الأعضاء والعلاج بلا نقل من

حيث التكاليف مقدرة بآلاف الدولارات ونوعية الحياة ونعروض نتائجها، يتكلف نقل الكلى ٣٥ ثم ١٤ لكل سنة مكتسبة بعد ذلك مقارنة إلى ٢٥ سنوياً بلا نقل - وبالنسبة للقلب فالقيمة ٩٥ و ٢٣ لكل سنة بالمقارنة إلى ٨٠ للعلاج الطبي - وبالنسبة للكبد ١٣٠ ثم ٣٨ سنوياً بالمقارنة إلى ٣٥ لكل حالة نزيف دوالي مريء - وبالنسبة للبنكرياس يتكلف النقل ٣٥ ثم ١٤ لكل سنة بالمقارنة إلى ١٥ سنوياً بلا مضاعفات كبرى كبر الأضرار هذا بالإضافة إلى أن عدم نقل الأعضاء يؤدي إلى الوفاة المبكرة بعد حياة بائسة وفقدان ٣٠ ألف دولار في المتوسط بسبب عدم القدرة على العمل.

الفشل الكلوي يصيب الإنسان المصري بنسبة ٣٠٠ حالة لكل مليون نسمة سنوياً وعلاجه النهائي هو نقل الكلى وقد بدأ عالمياً عام ١٩٥٤ وفي مصر عام ١٩٦٦ وكانت تجرى بمصر ٣٥٠ حالة تقريبا سنوياً بنسبة نجاح ٩٥٪ في العام الأول و ٧٠٪ بعد خمسة أعوام وتؤخذ الكلية في مصر من الأصدقاء الأقارب أو المتبرعين أو بالشراء، وشراء الأعضاء مبدأ غير إنساني لا يقره الدين أو المثل ولا المجتمعات المتقدمة مما يحتم نقل الكلى من المتوفين حديثاً.

نقل الكبد ضرورة ملحة في مصر - فالكبد المصرية عليلة منذ الأزل بسبب البلهارسيا ولكن الآن زادت الطين بلة بالالتهاب الكبدي الفيروسي ونسبة حدوثه اختلفت في دراسات مختلفة أقصاها إصابة فيروس سي ثمانية ملايين مصري وفيروس «ب» مليون مصري ويصاب ربع هذا العدد بالمضاعفات مثل التليف أو أورام الكبد أو هبوط الكبد الذي يستدعي نقل الكبد وأدناها يصل إلى نصف هذه النسبة، ونقل الكبد لا يحتاج إلى اختبار توافق أنسجة وإنما توافق فصائل الدم فقط، ويتم النقل إما من المتوفين حديثاً أو بنقل فص من حي بما يمثله ذلك من خطورة على حياة المتبرع وتصل نسبة نجاح نقل الكبد إلى ٩٥٪ في الأطفال و ٩٠٪ في البالغين.

مرض البول السكري نوعان: الطفولي ويصيب ١٪ من صغار السن ومرض الكبار ويصيب ١٠٪ من البالغين وتصل النسبة إلى ٢٥٪ لمن هم فوق الأربعين. ونقل البنكرياس هو الإجراء الوحيد القادر على إيقاف إصابة الأوعية الدموية بكل الأنسجة وكثيراً ما يصاحب نقل البنكرياس، نقل الكلى لأن مرض السكر يسبب

إصابات بالغة للكلية ويتم هذا إما بنقل ذيل البنكرياس أو رأس البنكرياس مع الاثنى عشر وكلاهما خصوصاً الشانئ يجب أن يؤخذ من المتوفئ حديئاً وتصل نسبة النجاح إلى ٨٠٪ بعد عام.

نقل القلب يستدعيه هبوط القلب نتيجة أمراض الشرايين التاجية المتقدمة وما أكثرها اليوم أو مرض عضلة القلب ويتم بنسبة نجاح ٨٠٪ بعد عام و ٦٠٪ بعد خمسة أعوام وينسب أفضل إذا نقل القلب مع الرئتين.

نقل قرنية العين بدأ عام ١٩٠٥ وتمارس بمصر منذ ستين عاماً لمعالجة عتامة القرنية وأسباب أخرى قد تؤدي للعمى بنسبة نجاح ٩٠٪ وهناك بنكان بطب القاهرة وعين شمس كانا يجريان ٢٠٠ حالة نقل قرنية كل شهر وتوقف ذلك لأسباب غريبة مما دعا المرضى إلى السفر للخارج.

نقل نخاع العظام يتعاطم دوره في علاج الأنيميا الخبيثة بنسبة نجاح ٧٠٪ وبعض أنواع سرطان الدم بنسبة نجاح ٤٠٪ ويؤخذ النخاع من الأقارب الأحياء ويجرى في مصر بنجاح. هناك أيضاً نقل أعضاء أخرى تنقل من المتوفئ حديئاً مثل العظام والجلد والأمعاء الرفيعة والغدد الصماء. وأما نقل الأعضاء التناسلية فتأجها سيئة، كما أنها تحدث خلطاً بالأنساب وهو إجراء يتنافى مع الأديان والمثل.

يتضح مما سبق الحاجة الماسة لنقل الأعضاء في مصر تطبيقاً للمقولة «دع أعضاءك تعيش بعد مماتك» وتعطى الحياة لإخوة الإنسانية بدلاً من أن تتحلل أعضاءك ويموت إخوتك، وقد وافق كبار رجال الدين الإسلامي والمسيحي على نقل الأعضاء، وليس بعد موافقتهم أن يعترض الذين لا يملكون التحدث باسم الدين عن الجانب الديني، أما على الجانب العلمي والطبي فمفهوم الموت الإكلينيكي متفق عليه عالمياً وقد عرف الموت الإكلينيكي بواسطة مؤتمر الكليات الطبية الملكية في المملكة المتحدة عام ١٩٧٦ بدقة بأن موت جذع المخ وانعدام حركة التنفس وبرسم المخ - وهذه الحالة تختلف تماماً عن الغيبوبة العميقة التي يدعى المعترضون من الأطباء أنها نفس الحالة ويلعبون بمشاعر الناس بدخولهم في الغياهب والأسرار وقد سبقتنا أغلب الدول العربية بالدخول في عصر نقل الأعضاء مثل السعودية بقرار هيئة كبار العلماء عام

١٩٨٢، وكذلك الأردن وتونس وعديد من الدول العربية والإسلامية. ولا يعقل أن كل هذه الدول تقدم على قتل مواطنيها. ولا أن المعارضين أكثر غيرة على حياة الناس من كل العالم المتحضر الإسلامي والمسيحي.

نحن الآن بحاجة إلى سرعة إصدار قانون نقل الأعضاء والإمكانيات متاحة والخبرة متوافرة منذ سنوات ولكننا نحتاج إلى بعض الضوابط لمنع التلاعب، فلنبداً بتحديد مستشفى (لتوفر كافة الخدمات لكل التخصصات) بكل من القاهرة والإسكندرية وتعمل به مجموعات عمل متكاملة باطنية ومعملية وجراحية وتخديرية وعناية مركزة، وأن يتم تشخيص الموت الإكلينيكي بواسطة لجنة ثلاثية من الأساتذة ويتم إقرار النقل بواسطة لجنة مماثلة تختلف تمامًا عن الأولى، وأن تتم العملية كلها بالمجان ومن المتوفين في حوادث أو إصابات شديدة بالمخ، وأن تعمل وسائل الإعلام لدعوة العقلاء للتبرع بأعضائهم بعد موتهم وليحافظ الله على المتبرع ويبارك حياته جزاءً وفاقاً لعطائه لإخوته من بنى البشر.

٣- فتوى الشيخ عبد الله بن سليمان عضو هيئة كبار العلماء السعوديين (في أكتوبر من عام ٢٠٠٢م):

حيث أفنى الشيخ عبد الله بن سليمان بن منيع عضو هيئة كبار العلماء السعوديين بأن سحب أجهزة التنفس من المتوفين دماغياً هو قرار لا بأس به وجائز شرعاً، موضحاً أن الذي لا يجوز شرعاً في هذه الحالة هو أخذ شيء من أعضاء المتوفى دماغياً لأنه حتى شرعاً ولذلك لا تعتد زوجته إلا بعد وفاته حقيقة ولا توزع تركته إلا بعد وفاته حقيقة ولا يدفن إلا بعد موته حقيقة ولا يغسل ولا يكفن إلا إذا ثبت موته حقيقة.

وأشار الشيخ ابن منيع في تصريح لجريدة عكاظ إلى أن سحب الأجهزة من المتوفى دماغياً مما قد يؤدي إلى وفاته حقيقة هو أمر لا بأس به.

جاء ذلك تعقيباً على ما أثاره البعض حول قيام مدير العناية المركزة بالمستشفى العسكري في الرياض (غير سعودي) بسحب الأجهزة من المتوفين دماغياً قبل استئذان أهلهم، حيث أكد اللواء الدكتور خلف المطيري مدير المستشفى أن ذلك غير

صحيح موضحاً أن المسؤولية في هذا الأمر تقع على كاهل الطبيب المراقب لأوضاع المرضى سواء المصابون بالقلب أو المخ وهو يتحمل هذه المسؤولية كاملة.

٤- رأى أستاذ «وجدى رياض»، وهو صحفي مختص بالشئون العلمية

بجريدة الأهرام:

وفي بداية مقالته بريد الأهرام عام ٢٠٠٤م تحدث عن مشاعر الألم التي انتابتة بعد حضوره لمؤتمر عن نقل وزراعة الأعضاء وعن مؤتمر آخر عقد بجامعة الأزهر أما عن سبب الألم فيذكر:

«.. وسبب الألم الذى يعتصرنى أنه فى كلا المؤتمرات كان التساؤل دائماً.. لماذا تعثر قانون زراعة الأعضاء الذى أدى تعطيله إلى تراجع الفن الجراحى وعلوم زراعة الأعضاء فى هذا التخصص» والمحزن حقاً أن الذى عطل تحريك هذا القانون النائم فى أدراج مكاتب مجلس الشعب هم عشرة من الأطباء من الجراحين وأخصائى التخدير والرعاية، حتى سماوا «مجموعة العشرة» فقد تعطل القانون بسبب البلبلة التى أشاعوها حول هذا القانون بحجة التلاعب فى تشخيص «موت جذع المخ» وهو أمر حسمته كل النظريات العلمية واعترفت به اللجان العلمية فى العالم، وأخذت به الدول العربية والإسلامية على حد سواء، وتتبعه أكبر مراكز زراعات الأعضاء فى الدنيا واستفاد منه كل من أتاحت له الفرصة للسفر للخارج لزراعة عضو.

والأمر المحير فى هذا الموضوع أن رجال الأزهر الشريف وافقوا على التشريع وأجازوه. وعندما نستعرض عدد حالات زراعة الكلى المأخوذة من الأقارب بطب الأزهر - على مدى ٢٣ عاماً - نجدها ٤٥ عملية فقط، وهو رقم يتواضع جداً لعدم وجود كلى مأخوذة من حديثى الوفاة، كذلك فإن مركز زراعة الكلى فى المتصورة، لم يكن أفضل حالاً برغم أنه أول مركز يزرع الكلى فى مصر، فبلغ عدد الحالات التى زرعت لها الكلى مأخوذة من الأقارب على مدى ٢٧ عاماً ألف حالة تقريباً.

وقطعت كل المراجع العالمية بقضية موت جذع المخ وأكدت أن موت جذع المخ - برسم المخ الكهربائى - يعنى أن المريض أو المصاب فى عداد الموتى. وأنها مسألة

وقت بدلاً من الألوفا من الجنيهاة الاءى اءءع والمريض على جهاز الاءنفس الصناعى وسوف يوءع الءياة؁ وهنا يمكن الاسءفااء من أعضائه لإنقاا ءياة الماا الاءظرين كباءاً أو كلية أو صءراً أو قلباً أو قرنية أو عظاماً.

إن الاءرع بالأعضاء نوع من «ثقافة العطاء أو الاءرع» وهى «ثقافة وطن» وأءكر عءما كنت أءءء مع صءىقى الءكءور مءءى يعقوب جراح القلب العالمى؁ وبينما كان ينقل أوراقه من سءرته تأهباً لءءول ءجرة العمليات؁ لمء بين أوراقه بطاقة ءمراء؁ فسألته ما هءه البطاقة الءمراء؟ أءاب قائلاً: إنه بمءضى هءه البطاقة يءل للءمعية الاءى أنءمى إليها الاءرع بأى عضو فى ءسءى يكون مفىءاً؁ إذا تعرضء لءاءء أءى إلى وفاءى.. ولهم أن يأءءوا قلبى وصءرى؁ وكبءى والكليءين؁ والبنكرياس؁ والقرنية؁ والعظام؁ وابتسم قائلاً: إننى بنك أعضاء مءنقل؁ وهءه الاءرة سوف ءموء معى داخل قبرى؁ فليسءفء مءها المرضى ليءىوا.. وهمس فى أءنى قبل أن أءاار المكان قائلاً: الورءة الشرعيون وقَّعوا معى على هءه الوءيقة وبموافقءهم.

هل ءعلم مءموعة العشرة أصحاب زعامة ءعطيل القانون إنه لم يتم ءسءيل ءالة ءبرع بقرنية على سءى ءمس سنواا؁ ويعيش الآلاف من مكفوفى البصر بعءامة فى العين؟ هل ءعلم مءموعة العشرة عءء المرضى الءىن مااوا على الأسرة لأنهم لم يءءوا العضو اللازم ليرء لهم الءياة؁ والآءرين الءىن مااوا على الأسفلء وماءء أعضاءهم ولم يسءفء منها أءء؟ هل ءعلم مءموعة العشرة أن السعوءية والكوء أءازاا نقل الأعضاء من ءءى الوفاة؁ وءسماءا موضوع موء ءءع المء. منذ عشرين السنواا؟ وعملنا بالقول: «من أءيا نفياً كمن أءيا الناس ءمىعاً».

الجولة الرابعة: رأى المعارضين:

وتشمل نخبة من رجال الطب والدين والمهتمين بهذه القضية ونبداها بما يلي:
من دراسة الدكتور «صفوت حسن لطفى» (رئيس الجمعية المصرية للأخلاقيات الطبية وأستاذ التخدير والعناية المركزة بطب القاهرة) فى ديسمبر سنة ١٩٩٨م.
حيث عرض أ «سعيد عبد الخالق» فى مقالته التى نشرت بالأهرام فى ١٦/٦/٢٠٠١م؛ دراسة كان قد أهداها له د. «صفوت حسن لطفى» منذ ستين ونصف قبل نشرها بالجريدة. وكان قد تم عرضها أمام لجنة الاقتراحات والشكاوى بمجلس الشعب ويذكر د. «صفوت» أنه كان قد قدم لها مشروع قانونين: الأول مشروع قانون يُجرم انتزاع الأعضاء من المرضى الأحياء الذين يُسمون خطأ بموتى المخ ويحكم على المشاركين فى عملية انتزاع الأعضاء من هؤلاء المرضى بعقوبة القتل العمد... وهو يستند فى ذلك إلى الحقائق العلمية والقانونية والشرعية، وإلى فتاوى مجمع البحوث الإسلامية السابق والحالى، وفتوى مجلس الدولة.. قسمى الفتوى والتشريع.. التى تنفى كل ما يسمى بموت المخ، وتحكم على انتزاع الأعضاء من هؤلاء المرضى بأنه جريمة قتل.

وستذكر فيما يلى بعضاً مما جاء بدراسته عن مشروع القانون الثانى:
.. يُفيد بأن المشروع «يبيح ويقنن انتزاع الأعضاء من مصابى الحوادث ومرضى الغيبوبة العميقة الأحياء المُسمين خطأ بموتى المخ.. ولكنه يلجأ إلى التحايل بالابتعاد عن استخدام التعبيرات الواضحة التى تكشف حقيقة هذه الوفاة المزعومة مثل موت المخ أو موت جذع المخ أو موت المخ الإكلينيكي - كما يتجنب استخدام التعبير الخاطى والحاد - حديثى الوفاة - .. ، «وأنه قد تكشفت أمام العامة والخاصة حقيقة أن هذه الوفاة ليست هى الوفاة الشرعية الحقيقية، وأن الأعضاء الحيوية مثل الكبد والكلى والقلب وغيرها، لابد أن تُنتزع من أحياء حتى تصلح للنقل والزرع.. ومن ثم فإن انتزاع الأعضاء من مرضى الغيبوبة العميقة الأحياء هو جريمة قتل بشعة تستر تحت شعارات الإنسانية.. ولقد حاول المشروع الالتفاف حول هذه الحقائق فذكر أن - الوفاة - المُشار إليها فى المشروع - تقررها لجنة من ثلاثة أطباء - ومن البديهيّات الطبية

أن الوفاة الشرعية الحقيقية يقررها دائماً طبيب واحد .. بل إن ما يسمى طبيًا بالعلامات المؤكدة للوفاة - هي علامات قاطعة حتى أمام غير الأطباء .. أما تشكيل لجنة ثلاثية من الأطباء أحدهم متخصص في الأمراض العصبية - فلا يتم إلا في حالة ما يُسمى موت المخ - وذلك بهدف حماية الأطباء من المساءلة الجنائية عند قتلهم لمريض الغيبوبة العميقة لانتزاع أعضائه».

ومن بين الفتاوى التي تضمنتها دراسة د. «صفوت» نذكر ما يلي:

أ - «الفتوى الرسمية لمجمع البحوث الإسلامية الحالي بتاريخ ٢٤ أبريل ١٩٩٧ بشأن التعريف الشرعي للوفاة والذي يتضمن التوقف التام لكل الأعضاء عن أداء وظائفها.

ب - الفتوى الرسمية لمجمع البحوث الإسلامية السابق بتاريخ ٢٦ يونيو ١٩٩٢ برفض الأخذ بما يسمى بموت المخ، والحكم على انتزاع الأعضاء من هؤلاء المرضى بأنه جريمة قتل.

ج - فتوى فضيلة المفتي الدكتور نصر فريد واصل في ٢٧ مايو ١٩٩٧ بأن انتزاع الأعضاء من حالات ما يسمى بموت المخ أو الموت الإكلينيكي والدماغى هو قتل عمد يستوجب القصاص.

د - فتوى شيخ الأزهر الحالى الدكتور محمد سيد طنطاوى عندما كان مفتياً حيث أقر أمام ندوة جمعية العلوم الطبية الشرعية - في ٢٧ سبتمبر ١٩٩٥ بالعلامات الشرعية للموت .. ونفى ما نسب إليه عن إباحته لانتزاع الأعضاء من موتى المخ .. وكذلك نفى فضيلته للموت الإكلينيكي أو وفاة المخ، وقوله - إننى لا أعرف تحديداً للموت غير ما حدده مجمع البحوث.

هـ - فتوى الجمعية العمومية لقسمى الفتوى والتشريع بمجلس الدولة بتاريخ ٦ سبتمبر ١٩٩٥ بأنه - لا قول بموت ما دام جزء من الجسم حياً - وأن الموت هو التوقف الذاتى لجميع مظاهر الحياة وأجهزة الجسم وأعضائه.

بعد أن عرض ممثل الجمعية المصرية للأخلاقيات الطبية أمام لجنة الاقتراحات والشكاوى بمجلس الشعب، الحقائق الطبية والمخاطر الأخلاقية والأمنية والاجتماعية

والمخالفات الدينية لانتزاع الأعضاء من المرضى الأحياء الذين يسمون خطأ - بموتى المخ - فقد علق المستشار الدكتور مدير إدارة التشريع بوزارة العدل وممثل الوزارة بأنه: «فى ضوء ما ذكره ممثل الجمعية المصرية للأخلاقيات الطبية من حقائق ومعلومات هامة وخطيرة فإنه يجب أن توضع هذه المعلومات أمام رجال الدين لكي يصلوا إلى الرأى الشرعى حول هذا الموضوع على أن يعرض هذا الرأى الشرعى على القانونيين الدستوريين حيث أنه توجد بعض العبارات التى وردت فى رأى فضيلة المفتى قد تدخل فى حظيرة عدم الدستورية. وأن هذا الموضوع يحتاج إلى دراسة دستورية عميقة لأن الأمر يتعلق بالإنسان المصرى الذى حظى باحترام الدستور والمحافظة عليه».

الرأى الثانى

من مقالة الأستاذ «عبد المعطى أحمد» فى جريدة الأهرام بتاريخ ٢٠٠٢/٨/٣٠ م.

ونذكر من مقالته حول قضية نقل الأعضاء البشرية ما يلى:

نقل الأعضاء من حى إلى حى جائز ومعتبر شرعاً وقانوناً، لأن النقل من الجسم إلى جسم آخر لا يرد إلا على ما يقبل التجدد أو التعويض كالدم ونحوه أو يرد على عضو من أعضاء الجسم ذى مثيل له باق وكاف لأداء وظائف العضو المنقول كالكلى ونحوها على أن تكون بضوابطها وشروطها المعلنة.

أما إذا كان نقل الأعضاء من ميت إلى حى، فلا خلاف أيضاً إذا كان هذا الموت موتاً شرعياً يجيز النقل بالشروط والضوابط التى تمكن من إعماله بما لا يهدر عظمة دم أو حق وبما يرمى حقوق الله والعباد، فمثلاً لا بد أن يأذن به قبل وفاته أو يصدر الإذن من أقاربه المقربين بعد موته، وذلك فى إطار الآباء والأبناء والإخوة والأزواج وهكذا!!!

كما أنه فى مجال نقل الأعضاء الفريدة غير ذات المثيل والتى لا يستعاض عن وظائفها فى الجسم آدمى، ولا تحمل نقصاناً لا بد أن يصرح القانون المنظم لذلك بأنه لا يجرى نقل إلا بعد تحقق موت الجسم آدمى، وأن يشير إلى معنى الموت بما

يوجه الخبرة الفنية والطبية إلى ما يجب مراعاته في هذا الشأن، لأن الموت ليس واقعة طبية فقط، بل هو أيضاً حقيقة دينية فلسفية وواقعة قانونية وحالة اجتماعية، وذلك كله إعمالاً لقاعدة الضرورات تبيح المحظورات وأن الضرر الأشد يزال بالضرر الأخف التي سندها الكتاب والسنة، خاصة أن اللجنة تبيس بعد خمس دقائق تقريباً من الموت، ولا يمكن نقل الأعضاء التي يدور حولها الجدل الآن كالقلب والكبد وغيرها ولا يمكن نقل إلا ما يمكن نقله بعد عدة ساعات كالقرنية وغيرها، وهذا لا خلاف فيه أيضاً.

أما الذي يثور حوله الجدل فهو النقل من موتى المخ فقط بغض النظر عن كونه موت الجذع فقط أم موت كل المخ، أم موت الوظائف العليا له، ويقول الدكتور البيومي محمد البيومي نائب رئيس مجلس الدولة: بعيداً عن هذا الجدل العلمي، فإن موتى المخ أو الموت الطبي أو الإكلينيكي كما يسمونه لا يعد موتاً شرعياً ولا قانونياً. فمن ناحية الشرع حدث تحول كبير للغاية في الآونة الأخيرة حول هذه النقطة بالذات باعتبارها جوهر الموضوع، وذلك في مجمع البحوث الإسلامية بالأزهر الشريف بجلسته الشهرية المنعقدة يوم الخميس ٢٤ أبريل ١٩٩٧ حيث وافق بالأغلبية الساحقة على تعريف الموت الشرعي القطعي والنهائي والذي تبنى عليه الأحكام الشرعية من إرث وقصاص ودية وإنهاء عقود وغير ذلك والذي حدد بأنه «توقف جميع أعضاء جسم الإنسان عن أداء وظائفها توقفاً تاماً» وهو في نظرنا تعريف جامع مانع وقد نسخ بذلك التعاريف التي كانت قبله.

أقول: لقد حسم هذا التعريف الأمر تماماً وقطع بذلك الطريق على مروجي موتى المخ فقط بهدف نقل الأعضاء المشار إليها منهم وترويجها تجارياً وظهور سوق علنية بدلاً من السوق المستترة حالياً لبيع الأعضاء البشرية كأنها قطع غيار للسيارات مثلاً، وأصبح في ضوء ذلك لا تهم التسمية ما دام أن الموت شرعي وأكد، وقرر ذلك الطبيب الشرعي المختص باعتبار أن ذلك من صميم عمله لا من عمل غيره من الأطباء.

أما من الناحية القانونية، فلقد فطنت لذلك مبكراً الجمعية العمومية لقسمى

الستوى والتشريع بمجلس الدولة في سبتمبر ١٩٩٥ إذ ذهبت إلى أن الموت هو التوقف الدائى لجميع مظاهر الحياة وأجهزة الجسم وأعضائه بالمدى الزمنى الذى تقررره الخبرة الطبية الفنية هذه هي ماهية الموت لأن نقل العضو غير ذى المثل لا يكون إلا من ميت وإلا كان قتلاً وبنت على ذلك ما مفاده: أن انتزاع الأعضاء من مريض الشيبوية العميقة يعد جريمة قتل حتى ولو كان المريض فى سكرات الموت، إذ أنه لا قول بموت مادام جزء من الجسم حياً وقالت وبالحرف الواحد: «إن نقل العضو الفريد يفيد حتماً وبذاته موت المتقول منه حتى وإن كان المتقول منه فى سكرات الموت وأن العبارة فى بيان سبب الموت هو بالحالة أو بالفعل الذى أفضى حتماً ومباشرة إلى حدوث الموت فى لحظة حدوثه» وأضافت فى فتاها رقم ٦٥٨ بتاريخ ٦ سبتمبر ١٩٩٥ ملف رقم ١٦ / ٢ / ٨١ أنه بهذا يجتمع الفكر القانونى شرعاً ووضعاً ونصاً وفقهاً وفى مجال الترجيح بين مضرة المتقول من الحى ومنفعة المتقول إليه، فإن دفع الضرر أولى من جلب النفع وفى الحالة المعنية فالضرر قطعى ومتحقق وهو الموت والمنفعة ظنية ومحتملة وهى الشفاء ولا مناسبة بين الأمرين.

ومن هنا ينبغى أن يتضمن أى مشروع قانون فى هذا الشأن من الأحكام ما يكفل سد ذرائع البيع والاتجار من حيث شروط النقل وأحواله، وأن يتضمن عقوبات رادعة عن البيع والاتجار بالنسبة للقريب الأذن أو الهيئة المتاجرة أو للطبيب العارف بذلك، كما يحسن أن يتضمن أحكاماً إجرائية من شأنها ضمان عدم حرمان التعامل النقدى فى الأعضاء بيعاً أو متاجرة. وأناشد الجميع مراعاة وجه الله تعالى ثم الوطن وثقتنا كبيرة فى أعضاء مجلس الشعب وحرصهم الشديد على مراعاة ذلك، وسرعة حلهم الموضوع تشريعياً إنقاذاً لطواير المرضى الذين هم فى حاجة إلى العلاج بأحدث الوسائل كسائر الدول المتقدمة.

٣. رأى مقتى الجمهورية السابق فضيلة الدكتور «نصر فريد واصل»

فى شهر يوليو من عام ٢٠٠١م ذكر فضيلة الدكتور «نصر فريد واصل» حول موضوع نقل الأعضاء أن «الشارع أمر بأن نحوى النفس ونحافظ عليها والإنسان مأمور بأن يعالج نفسه من الأمراض، وإحياء الغير هو إحياء للنفس ومن هنا يمكن

للإنسان أن يتبرع بأعضائه بشرط ألا يُضار من ذلك، وألا يكون هناك نفع مادي من وراء التبرع، لأن جسد الإنسان ليس للبيع والشراء.

وقال المفتى: إن التبرع ببعض أعضاء الإنسان الميت جائز شرعاً بشرط أن يوافق على ذلك قبل موته، وبعد التبرع هنا نوعاً من الصدقة الجارية وأضاف أن عذاب القبر حقيقة أكدها الرسول ﷺ، وقد دعا الرسول الكريم أن يستغفر المسلمون للميت بعد الدفن لأنه يُسأل وتعود إليه الروح.

وحول تأجير الأرحام قال المفتى: لقد أجمع علماء الشريعة والفقهاء على أن تأجير الأرحام لا يجوز بأي حال من الأحوال، لأن مجال العلاقة الزوجية ليس ملكية منفعة، وإنما هو ملكية انتفاع فلا يتعدى الزوجين، وبالتالي لا يجوز أن ينقلها لغيرهما والقضية محسومة ولا يصح فيها أي مجال للاجتهاد.

٤- من آراء فضيلة الإمام الأكبر د. «محمد سيد طنطاوي» «شيخ الأزهر»:

أولاً: رأى فضيلة الإمام الأكبر د. «محمد سيد طنطاوي» «شيخ الأزهر» في (فبراير ٢٠٠١م):

ونذكر من رأى فضيلته ما يلي،

١- أجمع أهل العلم على أنه لا يجوز للإنسان أن يبيع عضواً من أعضائه أيّاً كان هذا العضو، لأن أعضاء الإنسان ليست محلاً للبيع أو الشراء، وليست سلعة من السلع التي يصح فيها التبادل التجاري أو المالي، وإنما جسد الإنسان بناء بناء الله - تعالى - وكرمه، وسواه وعدله، وسما به عن البيع أو الشراء أو المتاجرة وحرم هذه الأمور تحريماً قاطعاً، وكل ما يأتي عن هذا الطريق بالنسبة لجسد الإنسان فهو باطل ويجب أن يعاقب من يفعل ذلك بالعقوبة العادلة الرادعة.

٢- أما بالنسبة لتبرع الإنسان لغيره كأبيه أو ابنه أو أخيه أو غيرهم بعضو من أعضائه فيرى جمهور الفقهاء أن هذا التبرع جائز شرعاً، إذا صرح الأطباء الثقات المتخصصون بأن هذا التبرع لا يترتب عليه ضرر شديد لا في الحال ولا في الاستقبال بالنسبة للشخص الذي قام بهذا التبرع وفي الوقت نفسه يترتب على هذا التبرع نفع عظيم بالنسبة للشخص الذي قدم له هذا التبرع.

ونحن نميل إلى هذا الرأي لأن تبرع الإنسان بشيء من أعضائه جسده لا يصدر عنه إلا في أشد حالات الضرورة، وإلا لشخص عزيز لديه، والا من أجل تقديم منفعة جلييلة لغيره مبتغياً بها وجه الله تعالى وخدمة لإنسان له مكانة كبيرة في قلبه.

ولا شك أن هذا اللون من التبرع، يمثل أسمى ألوان الإيثار الذي مدح الله تعالى أصحابه بقوله: ﴿وَيُؤْتُونَ عَلَىٰ أَنفُسِهِمْ وَلَوْ كَانَتْ بِهِمْ حَصَاةٌ﴾ [الحشر: الآية ٩].

٣- ولا يقال أن جسد الإنسان ليس ملكاً له، وإنما هو ملك لله تعالى ومادام الأمر كذلك فلا يصح للإنسان أن يتصرف فيما لا يملكه.

لأننا نرد على هذا القول بأن الكون كله بسمائه وأرضه وإنشئه وجهه، ملك لله - تعالى - بدليل قوله تعالى: ﴿لِلَّهِ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا فِيهِنَّ وَهُوَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ﴾ [المائدة ١٢٠].

أى: لله تعالى وحده دون أحد سواه، الملك التام والكامل لكل ما فى السموات ولكل ما فى الأرض، ولكل كائن فى هذه الدنيا سواء أكان إنساناً أم حيواناً أم جماداً، أم غير ذلك وهو سبحانه على كل شيء قدير.

ومع أن هذه الآية الكريمة قد صرحت بأن هذا الكون بكل من فيه وما فيه ملك له - تعالى - إلا أنه - سبحانه - قد أباح أن نتصرف فيما يملكه بالطريقة التى ترضيه، ولا شك أن فضيلة الإيثار والجود والكرم والتضحية من أجل مساعدة من يهمنى إنقاذه مما هو فيه من مرض اليم، لا شك أن هذا الإيثار وتلك التضحية على رأس الفضائل التى ترضى الخالق - عز وجل - ويرتاح لها أصحاب العقول السليمة، وأصحاب المشاعر النقية، وأصحاب القلوب العامرة بالإيمان. وبالمروءة السامية، وبالهمة العالية.

ولا يقال - أيضاً - إننا لو فتحنا هذا الباب وأبجنا التبرع لحصل كذا وكذا من المتاجرة بأعضاء بدن الإنسان ومن وجود قتلة متربصين، ومن وجود أطباء غير أمناء ومن وجود ما يهدر الكرامة الإنسانية.

لأننا نقول فى الرد على من يقول ذلك: إن الخير والشر موجودان فى الناس منذ

أن أوجد الله - تعالى - هذه الدنيا إلى أن تقوم الساعة، ووظيفته أولى الأمر في الدولة بصفة خاصة، وكل فرد بالغ عاقل فيها بصفة عامة العمل على شيوع الخير والحق والعدل في المجتمع، والعمل على إزالة الشر والباطل والظلم من المجتمع.

وليس معنى وجود طائفة منحرفة في أي وزارة من الوزارات أو في أي مؤسسة من المؤسسات أن نغلق هذه الوزارة أو تلك المؤسسة، وأما الواجب على كل مسئول في الدولة أن يحاسب المنحرف، وأن يعاقب المجرم، وأن ينفذ بكل دقة وشجاعة ما تقتضيه الشرائع والقوانين من عقوبات لكل معتد أئيم.

٤- وكما أن شريعة الإسلام قد كرمت بدن الإنسان في حياته، فقد كرمته، أيضاً بعد مماته، بدليل أنها نهت عن ابتذاله أو تشويهه، أو الاعتداء عليه بأي لون من ألوان الاعتداء.

ومن مظاهر ذلك أنها أمرت - بعد موته - بتغسيله، وتكفينه، والصلاة عليه، والدعاء له، ودفنه بكل خشوع، ولقد كان من هدى النبي ﷺ أنه بعد الانتهاء من الغزو، لا يترك جسد إنسان يلقى على الأرض دون دفن، وإنما كان يأمر بدفنه سواء أكان هذا الجسد لمسلم أو لغير مسلم.

وقد حدث في غزوة «بدر» أن أمر بدفن المشركين، كما أمر بدفن شهداء المسلمين، وقال في حديثه الشريف: «كسر عظم الميت ككسره حياً» أي أن عقوبة من يعتدى على جسد الميت، كعقوبة من يعتدى على جسد الإنسان حال حياته.

٥- وتعريف الموت شرعاً، مفارقة الإنسان للحياة مفارقة تامة، بحيث تتوقف كل الأعضاء بعد مفارقة الحياة توقفاً تاماً عن أداء وظائفها.

والذي يحكم بأن فلاناً قد فارق الحياة مفارقة تامة، هم السادة الأطباء الشقاة المتخصصون في هذا الشأن دون سواهم.

ولم نسمع بأن أهل الميت قد ذهبوا إلى دار الإفتاء أو إلى مشيخة الأزهر - مثلاً - لأخذ شهادة منهما بأن فلاناً قد فارق الحياة، وإنما الذي نراه ونسمعه هو أن أهل الميت يذهبون إلى مكاتب الصحة ليأخذوا تلك الشهادة من الطبيب المختص.

فإذا ما تمت هذه المفارقة التامة للحياة بالنسبة للإنسان، وأقر بذلك الطبيب الثقة المختص، فإنه في هذه الحالة - وفي أقصى حالات الضرورة يجوز نقل عضو من

أعضاء جسد الميت إلى جسد إنسان حي، إذا كان هذا الإنسان الميت قد أوصى بذلك قبل وفاته، أو شهد بذلك ورثته، وإذا لم تكن هناك وصية ولا شهادة من الورثة ففى هذه الحالة يكون الإذن من السلطة المختصة.

وفى جميع الأحوال يجب أن يكون الإذن بنقل عضو من أعضاء الميت إلى أحد الأحياء دون أى مقابل مادي، كما يجب - أيضاً - أن يكون العضو المنقول لا يؤدي إلى اختلاط الأنساب أو إلى تشويه جسد الميت تشويهاً يتنافى مع الكرامة الإنسانية. وفوق كل ذلك يجب أن يقرر الطبيب الثقة المتخصص أن هذا النقل لعضو من أعضاء الإنسان الميت الإنسان الحي، يؤدي هذا النقل إلى منفعة هذا الإنسان الحي منفعة ضرورية لا يوجد بديل عنها.

والذى يقرر منفعة العضو المنقول من الميت إلى الحي هم السادة الأطباء المتخصصون لأنهم هم سادة الموقف فى مثل هذه الحالات، وهم المسؤولون مسئولية تامة عن تصرفاتهم.

وإنما قلنا بجواز نقل بعض أعضاء الشخص الميت إلى الشخص الحي بالضوابط السابقة، بناء على القاعدة الفقهية المشهورة التى تقول: إن الضرر الأشد يُزال بالضرر الأخف.

والضرر الأشد هنا يتمثل فى بقاء الإنسان الحي عرضة للمرض الشديد، وللهلاك المتوقع، والضرر الأخف يتمثل فى أخذ شيء من إنسان ميت لعلاج إنسان حي فى حاجة شديدة إلى هذا الأخذ.

ويختتم «فضيلة الإمام» حديثه بتوضيح أن ما ذكره من رأى قد قالته الأغلبية من الجامع الفقهية المحترمة، فى كثير من الدول كالمملكة العربية السعودية، والمملكة الأردنية الهاشمية، مجمع البحوث الإسلامية بمصر، ودار الإفتاء المصرية، ولجنة الفتوى بالأزهر، وغير ذلك من الجهات العلمية المتخصصة التى يضيق المجال عن ذكرها.. ويرجو فضيلته أن يصدر فى أقرب وقت القانون الذى ينظم هذه المسائل تنظيمًا واضحًا حكيمًا.

ثانياً:

رأى فضيلة الإمام شيخ الأزهر في مسألة «أخذ القرنية من الموتى في المستشفيات»:

وفي يونيو من عام ٢٠٠١م صدر تأكيد من د. محمد سيد طنطاوي «شيخ الأزهر» بجواز أخذ القرنية من الموتى في المستشفيات التي يحددها وزير الصحة في حالة الضرورة العلاجية، ما دام الشخص الذي تؤخذ منه القرنية بعد وفاته عنده العلم بالقانون الذي يبيح ذلك، ويعطيه الحق في تسجيل رفضه هذا الأخذ مع احترام هذا الرفض. وقال شيخ الأزهر رداً على خطاب وزير الصحة بإبداء الرأي في مشروع بتعديل بعض أحكام القرار، بالقانون رقم ١٠٣ لسنة ١٩٦٢م في شأن إعادة تنظيم بنوك العيون: إنني أرى أن هذا الأخذ الذي لا يوجد معه تشويه لوجه الميت هو من باب الصدقة الجارية، لأن ما أخذ من هذا الميت سيوضع في عين إنسان آخر هو في أشد حالات الضرورة لهذه القرنية دون مقابل، ولا توجد صدقة جارية لهذا الميت لها مثوبة عند الله سبحانه وتعالى أفضل من ذلك.

د. رأى أستاذ «سعيد عبد الخالق»:

وهو من أشد المهتمين بقضية نقل وزرع الأعضاء وكانت له آراء تم نشرها تباعاً وسبق وذكرنا الدراسة التي قدمها الدكتور «صفوت»:
ونذكر من هذه الآراء ما يلي: (كما نُشر في مقالته بالأهرام بتاريخ ٢٨/٧/٢٠٠١م):

«.. إننا أمام أخطر قضية تواجه مصر إنها قضية منح تراخيص بالقتل أو تقنين جريمة قتل!! إن المراجع العالمية لنقل الأعضاء تعترف باختلاف أكذوبة ما يسمى بمفهوم موت المخ منذ ثلاثين عاماً عندما بدأت عملية زراعة الأعضاء الأدمية الحيوية مثل القلب والكبد والرئتين.. اختلقوا هذه الأكذوبة لحماية الأطباء من المساءلة الجنائية عند انتزاع الأعضاء من مصابي الحوادث ومرضى الغيبوبة العميقة الأحياء. إن مريض ما يُسمى بموت المخ هو حي فعلاً».

٦- رأى أحد المهتمين بقضية نقل وزرع الأعضاء:

وهو أستاذ «طارق البرديسى» (مذيع بإذاعة القاهرة الكبرى).

وهذا رأيه من جريدة الجمهورية فى ١٣ يناير عام ٢٠٠١ تحت عنوان «تأشيرة طيبة للعالم الآخر» والذي يبدأ مقالته بتعريف الوفاة الطبية والموت المدنى فى لغة القانون، فيقول:

نعرف فى لغة القانون أن هناك وفاة طبيعية وموتاً مدنياً، والوفاة الطبيعية تتحقق بتوقف القلب وذهاب سخونة الحياة وظهور برودة الموت وبداية الجسم فى التحلل أما الموت المدنى فمعناه، أن هناك مفقوداً مضى على فقدانه مدة أربع سنوات فحكم القاضى بموته حتى تترتب الآثار القانونية، فتعتد زوجته وتبدأ إجراءات إعلان الوراثة إلى غير ذلك من آثار قانونية.

أما فى عالم الطب فكنا نعرف أن المريض إما أن يُشفى أو أن تتفاقم حالته حتى يحصل على تأشيرة للعالم الآخر، أى أن الوضع لا يتعدى أحد أمرين إما حياة أو موت، بيد أن التطور أفرز حالة ثالثة لم تكن موجودة من ذى قبل وهى أن المريض قد لا يموت كلية ولكن قد يموت جذع مخه وهو الموت الإكلينيكى فيبادر الأطباء بنقل أجزاء جسمه النابضة بالحياة إلى مرضى آخرين.

وفى الواقع لقد شاهدت حلقة من برنامج بدون رقابة وهى تحديداً حلقة يوم السبت الموافق ٣٠/١٢/٢٠٠٠ استضافت فريقين فريق يقف ضد نقل الأعضاء ويرى فى تقنيته شراً مستطيراً وفريق آخر يتزعمه أ.د. حمدى السيد نقيب أطباء مصر يعتبر المعيار أو الضابط الذى يفرق بين الحياة والموت هو موت جذع المخ الذى يعنى مفارقة الحياة بلا رجعة، وأنه إذا نزعنا الأجهزة عن المريض الذى مات جذع مخه فلم يستطع التنفس، فإن هذا معناه الموت المحقق وبدأ تقطيع أوصال المريض أو «الجنة» ونقل تلك الأجزاء أو القطع البشرية لمحتاجيها.

والعمل الطبى هو نشاط يتفق فى كلفيته مع القواعد المقررة فى علم الطب ويتجه فى ذاته إلى شفاء المريض وليس إلى تقطيع أوصاله وأجزائه والأصل فى العمل الطبى أن يكون علاجياً، أى يستهدف التخليص من مرض أو تخفيف حدته أو مجرد تخفيف آلامه.

وعندما يقوم القانون بالاعتراف بمهنة الطب وترخيص مزاولة المهنة فإنه لا يفعل ذلك إلا لعلة محددة وهي أن الأعمال الطبية وإن كانت تمس سلامة الجسم مادياً إلا أنها لا تمس مصالحته في أن تُصان له سلامته وأن يسير سيراً عادياً طبيعياً أى أنه إذا انتفت العلة فلا مجال لإباحة العمل الطبي.. هذا من جهة قانونية، ومن جهة ثانية لقد ذكر أ.د. حمدي السيد نقيب أطباء مصر أن الضابط والمعيار هو أن يقوم الطبيب بنزع الأجهزة عن المريض الذي مات جذع مخه فإذا توقفت التنفس فقد تحققت الوفاة أما إذا شهق المريض فهذا معناه أنه ما زال على قيد الحياة.

وفي اعتقادي أن هذا القول يناقض نفسه، ذلك أنه إذا كانت هناك أمور أخرى يجب اتباعها بعد موت جذع المخ، فهذا معناه ببساطة أن موت جذع المخ ليس هو المناط أو الضابط في الحكم على حياة المريض من مبادئه فالمعيار يلزم أن يكون بسيطاً وواضحاً سهل التطبيق.

ومن جهة ثالثة: إن الطبيب كان دائماً أبداً يتمنى الحياة لمريضه ولكن بعد أن استجدت هذه الحالة هل ستظل المشاعر الإنسانية للطبيب كما هي أم أنه ستضحى مشاعر إكلينيكية تتمنى الموت للمريض؟!

٧. رأى النائبين محمد خليل قويطة ود. هدى رزقانة؛

وفي عام ٢٠٠١م يُذكر أنه قد حدثت بعض المفارقات بخصوص قانون التقدم بقانون تنظيم نقل وزراعة الأعضاء البشرية في مجلس الشعب. ويطالب النائبان قويطة والدكتورة هدى رزقانة بتجريم انتزاع الأعضاء من مرضى الغيبوبة العميقة وأن يكون النقل بناء على وصية مكتوبة قبل الوفاة بالموافقة على التبرع ويطالبان بتجريم نقل الأعضاء من المتوفين مجهولي الشخصية حتى لا يتم تجهيل شخصية المتوفين عمداً. وهذا متوقع أن يحدث في وفيات الحوادث أو المصابين فيها. وكان د. فتحي سرور قد قرر في هذا الوقت حضور جميع اجتماعات اللجنة التي ستبدأ من ١١ يونيو ٢٠٠١م (الموافق الاثنيين) والانتهاؤها منها لمناقشة القانون من حيث المبدأ قبل ٣٠ يونيو ٢٠٠١م.

وقبل أن ننهي معك عزيزنا القارئ هذه الجولة .. نود أن نسرّد عليك واقعتين
ليستا في صف عمليات نقل وزراعة الأعضاء.

أما الواقعة الأولى:

فهي واقعة تناولتها وسائل الإعلام منذ ما يزيد عن ١٥ عاماً وهي عن سيدة
يابانية دخلت المستشفى لوضع طفلتها ثم دخلت بعد الولادة في حالة غيبوبة عميقة..
ظلت بها لمدة حوالي (٢٠) عاماً لتفיק من غيبوتها وترى طفلتها عروساً شابة.

أما الواقعة الثانية... فهي تعبر عن تلك المخاوف التي تتاب الأطباء والباحثين
من احتمال نقل أمراض خطيرة مثل الإيدز التي منتهى الأعضاء ويعبر عنها
د. «والترتروت إندرسون» في كتابه عصر الجينات والإلكترونيات ترجمة د. أحمد
مستجير - ويذكر هنا هذه الحادثة الحقيقية وهي عن رجل مات برصاصة عام ١٩٨٥م
ثم أخذ منه ٦١ عضواً ورقعة نسيج . محلّل دم هذا الواهب مرتين للكشف عن
الأمراض المعدية وكانت نتيجة الاختبار في كلتا المرتين سلبية، وبعد بضع سنين
استخدم بنك الأنسجة طرقاً أكثر دقة فاكشفت أن دم الواهب إيجابي لفيروس
الإيدز. تمكنوا من الوصول إلى (٣٤) مريضاً (من بين ما يزيد على ٤٠) ممن زُرعت
بهم أعضاء هذا الرجل الواهب وأنسجته. كان منهم سبعة مصابون بالإيدز وكان
منهم ٣ قد توفوا.

ولعلك عزيزنا القارئ تستشف من كل الآراء السابقة أن الدين لا يمنع ما فيه
منفعة للبشر وأن الكرة في ملعب ضمائر رجال الطب، ومن خلال فتوى رجال
الطب الخالصة لوجه الله تعالى في مسألة «موت جذع المخ» ومرضى الغيبوبة
العميقة.. وهل هم مرضى على قيد الحياة يستحقون أقصى عناية ليستردوا وعيهم
وصحتهم ويستكملوا حياتهم. أم موتى يتم تقطيع أجزاء جسمهم حسب الطلب؟!
نأمل في حسم قريب لهذه القضية بعيداً عن التطبيق السريع لكل ما يقوم به
الغرب .. فهم ليسوا دائماً على صواب.. ونحن لدينا من العقول ما يفوقهم. أيضاً
هناك حلول بديلة مُشرقة تنتظر أن تتجه لها الأبحاث لتنال حظها.. ومع بعض هذه
الحلول نلتقى في الجولة الخامسة .. فمعنا.

الجولة الخامسة:

جولة مع جهود العلماء منذ الأربعينيات للتوصل لأعضاء وأجهزة وأنسجة بديلة (لنقل الأعضاء من شخص لآخر):

رغم ما يُبدل من جهد بفرض الارتفاع بنسب نجاح عمليات نقل وزراعة الأعضاء من الواهب (سواء شخص متوفى أو حي) إلى المريض. أو الأمل أن تصل في يوم ما إلى كل المرضى. ولتوفير الأعضاء لكل المرضى حتى يتم شفائهم وممارسة حياتهم بصورة طبيعية؛ إلا أننا نجد في المقابل جهوداً وأبحاثاً متواصلة لا تكل من قبل الباحثين والأطباء في كل زمان ومكان للتوصل لأعضاء وأجهزة وأنسجة بطرق بديلة، لتوفيرها للمرضى المحتاجين لنقل أعضاء وأنسجة.

وسنلاحظ من خلال عرضنا للتطبيقات المختلفة بهذه الجولة ذلك التباين فيما تم إنجازه لإنتاج أعضاء وأنسجة بديلة في الأربعينات عنها في السبعينات، وعتها في الثمانينات، واختلاف كل ما سبق عما يتم إنجازه الآن في ظل ما نعيشه من ثورة علمية هائلة في مجالات البيوتكنولوجيا والتي منها: تقنيات الهندسة الوراثية وما تتيحه من إنتاج حيوانات مهندسة وراثياً تصلح أعضاؤها كقطع غيار!، وتقنية الاستنساخ والخلايا الجذعية وهندسة الخلايا والعلاج بالجينات وجميعها تُعنى بإصلاح الأعضاء والأنسجة التالفة أو تقديم البديل الملائم... بل وهناك من الباحثين من ابتكر أعضاء وأنسجة صناعية مثل العظام، والأسنان والقلوب يدخل في تركيبها السيلكون والبلاستيك. واللدائن والدوائر الإلكترونية،... إلخ ومستفيداً بتكنولوجيات حديثة مثل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والمواد الذكية والتكنولوجيا الثانوية (النانونتكنولوجي) وغيرها. والتي تتفاعل جميعها لتثمر أعضاء وأنسجة بديلة مطلوبة مع كل ما سبق وغيره نستكمل اللقاء من خلال عرضنا لبعض التطبيقات بهذه الجولة؛ والتي هي قليل جداً من كثير.. فمعنا.

التطبيق الأول: العالم «وليام كولف» وإنتاج أجهزة الضل الكلوي في الأربعينات:

بالرجوع بالزمن للوراء والبحث عن بعض الجهود المبذولة من قبل العلماء

لإنتاج أجهزة وأعضاء بديلة ونجد العالم والطبيب المشهور (وليم كولف) وقصته مع ابتكار الكلى الصناعية والتي تعود بداياتها لعام ١٩٤٠م حيث كان فى ذلك الوقت شديد الحزن على وفاة شاب مريض بالفشل الكلوى وكان عمره {٢١} سنة. وكانت هذه الفترة فى بداية دخول الألمان إلى هولندا.. وشجع حاجة الجرحى للدم نتيجة إطلاق النار المتواصل عليهم والحرب المستمرة على تأسيس أول بنك للدم فى أوروبا ليتمكن الأطباء من القيام بواجبهم لإسعاف المرضى والجرحى واستفاد «وليم كولف» من خبرته فى معالجة الدم خارج الجسم، وتجاربه لإزالة الشوائب من الدم؛ وقام بعمل تجربته.. حيث قام بوضع قليل من الدم داخل أنبوب من مادة معينة ثم غمرها فى أحد الأحواض.. وهذا الحوض يحتوى على محلول ملحي.. ولأن مادة الأنبوبة من قشر الأمعاء فلقد استطاعت الشوائب الموجودة بالدم الخروج عبر المسام إلى المحلول الملحي، وبعد فترة من الزمن استمرت ١/٢ ساعة من المراقبة تم النجاح للفكرة، حيث أصبح الدم نظيفاً من الشوائب التى تسربت للخارج.

قام العالم بتطوير الفكرة وبعد جهد قام فى عام ١٩٤٤م بعمل جهاز كلية صناعية لاستخلاص مادة البولينا من دم المرضى المصابين بالفشل الكلوى، وفى هذه المرة بُت أنابيب من السلوفان حول أسطوانة شبيهة ببطل أسطواناتى لتدور فى الحوض الحاوى للمحلول الملحي ويتصل الجهاز بدم مريض الفشل الكلوى بواسطة خراطيم من نوع خاص لتوصل بالأنابيب التى تدور بفعل دوران الأسطوانة فتعبر الشوائب {البولينا} للجهة الأخرى بواسطة خروجها من غشاء السلوفان [غشاء شبه منفذ ومثبه وظيفياً لقشر الأمعاء] فيصبح دم المريض تقريباً بعد فترة من الزمن يعود دفعه مرة أخرى إلى الدورة الدموية للمريض بما يسمى بعملية الدليزة «الغسيل الكلوى»، ويذكر أنه كان قد تم تطوير الجهاز الذى عالج إحدى السيدات والتى كانت على وشك الوفاة سنة ١٩٤٥م وتم إنقاذها وواصلت الحياة، وبعد انتهاء الحرب أعطى «كولف» اختراعه لعدة دول. وقام فى عام ١٩٤٥م بالتعاون مع إحدى الشركات الأمريكية وتسمى «ترافينول» بتصنيع وتطوير فكرته بجهاز يسمى باسم «الكلية الصناعية» التى اكتسبت شهرة عالمية واسعة فى العلاج.

وليام كولف وابتكار القلب الصناعى وعين صناعية:

استمر عطاء هذا العالم فى مجالات أخرى ومنها مجال القلب الصناعى باستعمال فكرة الهواء المضغوط وفى عام ١٩٧٩م تم إجراء التجربة وزرع قلب بلاستيكى لحيوان العجل «ابن البقرة» ولجحت التجربة وعاش هذا العجل بالقلب البلاستيكى ٢٢١ يوماً سمن خلالها وازداد حجمه بالنسبة لجهاز القلب الصناعى الذى يستخدمه .. فمات العجل !! وكان السبق للجراح (كولى) فى هيوستن أول من زرع قلباً بلاستيكياً لإنسان بقى على قيد الحياة ٥٤ ساعة بمناسبة الحديث عن العالم وليام كولف نذكر أيضاً أنه كان لهذا العالم الفضل فى اختراع عين صناعية.

التطبيق الثانى:

تطور التجارب والأبحاث لنقل الأعضاء من الحيوان للإنسان أو لإنتاج أجهزة وأعضاء وأنسجة صناعية من الخمسينات لأن

كثيراً ما كان هناك العديد من العمليات التى تنقل فيها قلوب من حيوان لإنسان، أو قلوب صناعية ومعها نجد أيضاً الكثير من الأبحاث التى تؤدى لتحسن أدائها وتطورها.. أيضاً تم إنتاج مواد صناعية عديدة تدخل فى تكوين أعضاء وأنسجة بديلة كثيرة ، وفيما يلي نبذة عن ذلك

١- حدث تطور سريع ومتلاحق فى نوعية المواد المستخدمة لتحسين أداء الأعضاء الصناعية لتفى باحتياجات جسم الشخص المريض بعد زراعتها وروعى فيها ألا يرفضها الجسم لحد كبير... وذلك بالمقارنة بفترة الخمسينات والستينات ... ومنها التوصل لصناعة مواد غير دوائية لإدخالها فى أنظمة لتدعيم وظائف أنسجة الجسم وهى خامات حيوية (Biomaterials) تم استخدامها فى القلوب الصناعية، الصمامات، الأوردة، الأربطة، بدائل الدم، الأسنان، العدسات، العظام، ... إلخ ولديها القدرة على تكوين روابط كيميائية مع الأنسجة الحية المجاورة بالجسم فتمكن الأجزاء المزروعة من التثبيت وبعضها يتحلل بعد فترة فى الجسم بعدما ينتهى دورها المزروعة من أجله دون مشاكل.

ويحضرنا هنا أن نذكر أهمية استخدام السيلكون بتعديل خاص ليقاوم التصاق الدهون والبروتينات في البلازما.

٢- تم إنتاج الكثير من المواد الصناعية والتي يدخل في تركيبها مادة رئيسية هي مادة الـ «بولى يوريثان». وهكذا تحمل مادة أكثر توافقاً محل مادة أخرى كلما زاد التطور وذلك بفضل الأبحاث والدراسات العديدة والمستمرة.

٣- وفي مجال صمامات القلب الصناعية وإنتاج القلوب الصناعية نذكر: فى الخمسينات؛ نجد صمامات ميكانيكية مصممة من الصلب الذى لا يصدأ، ثم تطورت ليتم تصميمها باستخدام مادة من المطاط السليكونى. وفى أواخر الستينات تم استخدام بدائل من مواد حيوية معوِّرة وراثياً فى التصميم، ويحضرنا هنا ذكر جهود الفريق العلمى بجامعة «ليفربول» والذين اجتازوا خطوة هامة فى تطوير آلية صمامات القلب.

حتى فى مجال السكتة الدماغية والتي تؤدى لتوقف الدم الذى يصل إلى الدماغ ويؤدى لتلف جزئى أو كامل لخلايا المخ، أمكن إنتاج سوائل معينة تمد المخ بالغذاء والأكسجين حتى يتمكن الدم من العودة والوصول للدماغ. وبالنسبة لإنتاج الدم الصناعى.. نجد حدوث تطورات كبيرة منها: التوصل لمواد يمكنها حمل الأكسجين بمقدرة تفوق مقدرة الهيموجلوبين نفسه.. وباستمرار الجهود المبذولة فى هذا المجال أصبحنا نسمع عن الحديد ومنه تجارب وأبحاث لإنتاج نباتات وحيوانات مهندسة وراثياً لتنتج فى أجسامها دماء بشرية يمكن استخلاصها والاستفادة منها فيما بعد.. وأيضاً عن إنتاج دماء فى صورة جافة (بودر) ليتمكن الاستفادة منها فيما بعد.

إنتاج القلب الصناعى فى عام ١٩٧٠ وفى عام ٢٠٠١م

- فى عام ١٩٧٠م كان تصميم أول قلب صناعى والذى صممه المعهد الأمريكى للقلب وذلك ليحل محل القلوب المريضة وليضخ الدم بمعدل ٤٢ مليون نبضة فى السنة.

- ولكى تدرك عزيزى القارئ مدى التطور الحادث فى هذا المجال نذكر لك على سبيل المثال ما تم إنجازه فى عام ٢٠٠١م.. حيث أعلن فى شهر مارس من هذا

العام عن نجاح مجموعة من الأطباء فى مستشفى (سان جيوفانى) بمدينة «تورينو الشمالية» بإيقاف قلب مريضة واستخدام قلب صناعى خارج الجسم لإجراء عملية جراحية فى المخ استغرقت ١٨ ساعة؛ وكان ذلك لمريضة تبلغ من العمر (٥٣) عاماً ومصابة بانسداد فى أحد شرايين المخ نتيجة تضخمه بشكل كبير.. ويذكر د. ريكاردو بيغى لاکوا» رئيس قسم القلب بالمستشفى أن الجانب الأكثر تعقيداً فى العملية قد قام به جراحو القلب الذين قاموا بتوصيل الدورة الدموية بجهاز خارجى ثم قاموا بتبريد درجة حرارة الجسم إلى أقل من ١٨ درجة مئوية وبعدها بدأ جراحو المخ والأعصاب فى العمل من خلال فتح الجمجمة وإزالة الجلطة وخياطة الشريان المصاب.

- ويذكر أن أكثر أنواع القلوب الصناعية البلاستيكية استعمالاً فى أيامنا هذه هو نوع «جارفيك ٧» الذى بدأ استعماله عام ١٩٨٥م، وهو مضخة نابضة تعمل بالضغط الهوائى، وهو مكون من تجويفين يمثلان البطين الأيسر والبطين الأيمن ويُزرع مكان القلب المعتل، فيتم وصل التجويفين على الأذنين والأوعية الدموية «الأبهر والشريان الرئوى» ويوصل هذا القلب بالجهاز المحرك أو المشغل له من خلال أسلاك تخرج من الصدر، وتكون بطول ١٥٠ سم إلى ٢٠٠ سم، أى حوالى المترين. وهو يجعل المريض محدد الحركة بهذه المسافة ورغم المميزات فهناك مضاعفات تحدث للمريض بعد عملية زرع القلب البلاستيكى، وفكر الباحثون فى زرع القلب البلاستيكى للإنسان، والذى يعمل على (البطارية) بحمله المريض معه ويذكر أن هذه الطرق مؤقتة لحين وجود قلب إنسان مناسب كى يتم زراعته.

٦- زرع شريحة سليكون مجهرية تحت شبكة العين هى عام ٢٠٠٠م،

يُعد زرع هذه الشريحة دليلاً على مدى ما تم من تطور فى هذا المجال حيث نجح العلماء الأمريكىون من مركز شيكاغو الطبى، فى يوليو من عام ٢٠٠٠م ولأول مرة فى إجراء عملية زرع لشبكية السليكون الصناعية فى عيون ثلاثة مرضى فقدوا البصر بشكل كلى تقريباً، بعد إصابتهم بالتهاب الشبكية الاضطباغى. وهى حالة وراثية تصيب الشبكية بالضمور التدريجى، وأشاروا إلى أن الدلائل الأولية تبين أن الشريحة وهى أصغر من رأس الدبوس، لم تتردها العين.

٧. زراعة قلب صناعى ميكانيكى بمريض فى عام ٢٠٠١:

فى يوليو من عام ٢٠٠١م أعلن عن تمكن فريق طبي يعمل بمستشفى «لويز فيل» الأمريكى من إجراء عملية تعد الأولى من نوعها فى العالم وهى زراعة قلب صناعى ميكانيكى داخل صدر مريض... فى عملية استمرت ٧ ساعات، وتم إجراؤها بعد أبحاث دامت عشرين عامًا لتطوير قلب صناعى ميكانيكى يمكن زراعته داخل الصدر، وهو يعمل بالبطارية وفى حجم الكرة الصغيرة، ولا يحتاج إلى أسلاك أو أنابيب من خارج الجسم.

التطبيق الثالث:

الاستفادة من الحيوان فى عمليات نقل وزراعة الأعضاء

تقنيًا:

حيث دفعت المشاكل العديدة التى يلاقيها الأطباء نتيجة نقل وزرع الأعضاء من الواهب (سواء كان ميتاً أو حياً) إلى المريض؛ والتى منها الشك فى موته حقاً وأنه يتم التعجيل بموته للإسراع بنقل الأعضاء منه... وهذا معناه قتل النفس التى حرم الله قتلها .. أيضاً المشاكل التى يلاقيها العضو المزروع من جهاز المناعة الخاص بالمريض المنقول إليه ... ولقد سبق وتناولنا هذه الأمور فى الجولات السابقة.

- أضف إلى ذلك كثرة أعداد المرضى ولا تكفى الأعضاء والأنسجة التى يتم الحصول عليها لتلبية احتياجاتهم .. لهذا كله كان هناك توجه منذ زمن للاستفادة من عالم الحيوانات وسمعنا عن تزايد العمليات الجراحية التى يتم فيها نقل أعضاء وأنسجة من الحيوان للإنسان ومنها:

١- كانت هناك تجارب وأبحاث على عملية زرع القلب فى الستينات فى القرن الماضى؛ فكانت هناك محاولة بتاريخ ٢٣/٢/١٩٦٤م حيث فشل الجراح «هاردى» فى محاولته زرع قلب شمانزى لإنسان استؤصل قلبه المعتل.

٢- تبعه كولى فى عام ١٩٦٨م حيث حاول زرع قلب خروف لإنسان إلا أن هذه المحاولات باءت بالفشل كلها، وذلك لرفض الجسم المفاجئ لها والسريع «الرفض فوق الحاد» وذلك بعد ساعات من انتهاء العملية وتسمى هذه الحالة باستحالة القبول البيولوجى. أيضاً تم الاستفادة من أجزاء أخرى بالحيوان ونذكر

منها: صمامات القلب والمأخوذة من الأبقار، والجلود من الأغنام والأبقار لاستخدامها في حروق الجلد .. وغيرها من الأعضاء والأنسجة المختلفة.

لكن كما سبق وذكرنا مع ظهور مشاكل رفض جهاز المناعة للأعضاء المنقولة من الحيوان والتي تصل لوفاة الشخص المنقول له العضو رغم الجهود المبذولة لحمايته... أدى الأمر إلى إجراء المزيد من الأبحاث والدراسات والاستفادة من أحدث التقنيات المتاحة للقضاء على مثل هذه العقبات.. وكان أن تم الاستفادة من الهندسة الوراثية بعد ظهورها في مجال نقل وزراعة الأعضاء وذلك بإنتاج حيوانات مهندسة وراثياً تم تعديل محتواها الوراثي وهي لا زالت (نطفة مخصبة) وإضافة جينات بشرية لها ثم زرعها برحم أمهاتها وبعد الولادة يصبح لدينا حيوانات مهندسة وراثياً بجينات بشرية تمثل مصانع أو قطع غيار نأخذ منها الأعضاء والأنسجة المطلوبة لزرعها بالمرضى المحتاجين إليها.

- أيضاً ظهر لدينا أسلوب العلاج الجيني للاستفادة منها لإصلاح التلف بالأعضاء والأنسجة المختلفة... وفيما يلي بعض الأمثلة الموضحة لما سبق:

المثال الأول:

في السوق الطبية الآن بالفعل بدائل للجلد، وفي الطريق بدائل أخرى والتي من بينها منتج يُصنع بأخذ خلايا أغلفة الأولاد الذكور بعد الختان، يُضاف إليها كولاجين من الأبقار مُقَيَّ ثم يُستزرع المزيج الناتج في بيئة غذائية.

المثال الثاني:

تم منذ عدة سنوات نقل قلب من قرد البابون لفتاة صغيرة لكن لم يكتب لها النجاح، أيضاً تم نقل قلب من خنزير لأحد المرضى، وفي عام ١٩٩٩م تم الإعلان عن بشرى لمرضى تصلب الشرايين.. وهي توصل فريق من الأطباء الأمريكيين إلى إنتاج شرايين جديدة بواسطة زراعة خلايا أوعية للخنازير في رحم حيوى منعزل ثم إعادة زراعتها في الخنازير بحيث تظل نابضة بالحياة لعدة أسابيع.. مما يفتح باب الأمل في علاج مرضى تصلب الشرايين والذي ينتشر على نطاق واسع خاصة بين الأطفال.

المثال الثالث:

الاستفادة من الحيوانات المهندسة وراثياً في نقل وزراعة الأعضاء.

تطالعنا وسائل الإعلام كل فترة عن نجاح الباحثين في أماكن متفرقة بالعالم من الحصول على حيوانات مهندسة وراثياً، تم هندستها خصيصاً لتصبح أجسامها معدة للاستفادة منها في عمليات نقل وزرع الأعضاء، وذلك بعد إضافة جينات بشرية بها .. والهدف من ذلك هو للتغلب على مشاكل رفض جهاز المناعة الخاص بالمريض للعضو أو النسيج المزروع .. ومن بين هذه الأمثلة:

- نذكر ما تم منذ سنوات من الإعلان عن حصول العلماء على ٨٠ ألف حيوان بينى الصفات الوراثية... ووضع جينات بشرية في الأسماك والخنازير والأبقار بتكنيك الهندسة الوراثية لتصبح معدة وجاهزة لإمدادنا بقطع غيار لمن يحتاج إليها من المرضى كل على حسب حالته المرضية ... وبعضها ليتم الدراسة وإجراء التجارب عليه حيث ستكون أكثر مصداقية لمعرفة التأثيرات المختلفة للعقاقير وغيرها من المؤثرات بدلاً من إجرائها على البشر.

وسيكون لنا لقاء مع مزيد من التطبيقات المتعلقة بالحيوانات بينية الوراثة والاستفادة من أعضاء هذه الحيوانات في كتابنا «تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية في مجال الحيوان» بإذن الله.

- ويجدر بنا عزيزي القارئ أن نؤكد على مدى الدقة والرعاية الفائقة التي تلقاها هذه الحيوانات المعدلة وراثياً وتحظى بها من قبل الشركات التي تتولى مثل هذه الأمور. فهي تنفق على رعايتها الكثير ويتم عمل فحوصات غاية في الدقة على هذه الحيوانات منذ بداية تكوينها أي وهي ما زالت مجرد «لاقحة مخصبة» وأيضاً على أمهاتها للطمئنان ولضمان عدم وجود أي أمراض بها من أي نوع .. أيضاً يتم الحصول على هذه الأجنة في آخر شهور الحمل بعمليات قيصرية من الأم لضمان عدم تلوث الجنين والذي سيشمل بالرعاية والتربية لحين أخذ الأعضاء منه وكل ذلك يتم في بيئة وظروف معقمة .. حتى إنه يُمنع عنها الرضاعة خوفاً من نقل أي جراثيم إليها.

• مخاوف من نقل وزراعة أعضاء الحيوانات المهندسة وراثياً:

- على الرغم من التأييد الكبير الذى تحظى به الحيوانات المهندسة وراثياً للاستفادة منها لنقل وزراعة أعضاء منها والذى يزداد كل يوم وأن يتم فى المستقبل القريب مزيد من التوسعات المتعلقة بها لتعميم الاستفادة منها ... إلا أن هناك مخاوف جدية بالأخذ فى الاعتبار... وهذه المخاوف تتردد على ألسنة المختصين وفى كتاباتهم .. ونذكر منها:

١- مخاوف من أن يؤدي تدخل الشركات الخاصة فى إنتاج هذه الحيوانات وانفاقها الملايين من الدولارات لإنتاج حيوان واحد بينى الوراثة بهدف الاستفادة من أعضائها سيجعل الأمور تُحسب من زاوية تجارية لتربح وتغضى التكاليف الباهظة التى أنفقتها... وأنها قد تتعجل لهذا الغرض دون إعطاء الفرصة لمزيد من الأبحاث والدراسات الجادة والدقيقة التى قد تُظهر عيباً ما أو أى من المخاطر المختلفة التى لم تلاحظ لتعجل الأمور.

٢- رغم صرامة الإجراءات ودقتها وكثرتها للحصول على حيوان مهندس وراثياً خال من الأمراض... إلا أنه لا يمكن الاطمئنان نهائياً إلى أن هذا الحيوان نظيف وخال من الأمراض بنسبة ١٠٠٪. فالباحثون يخشون بعد نقل وزراعة العضو... أن يتبين بعد فترة إصابته بميكروب أو فيروس جديد لم يكن فى الحسبان ولم تكن أحدث الاختبارات الوراثة (فى وقت تربية الحيوان ونقل العضو) قد اكتشفته.. ويشهد ويؤكد على صدق هذا الطبيب الذى أشرف على استنساخ النعجة دوللى إذ أصدر فى أحد تصريحاته اكتشاف أحد الفيروسات الكامنة والتى لم تكن معروفة بعد نقل وزراعة أعضاء من خنازير مهندسة وراثياً للبشر وأعلن رغبته فى وقف تلك العمليات.

٣- أن عملية نقل وزراعة عضو من حيوان بينى الوراثة للإنسان هى نفسها عملية باهظة التكاليف ولن يتحملها معظم المرضى المحتاجين وحكوماتهم (لتوفرها لهم)... لذا فالأمل هو فى إيجاد الحلول المناسبة لكل ما سبق وغيره من معوقات لضمان سلامة مثل هذه العمليات والبحث عن بدائل جديدة مساعدة تفتح باب

الأمل للمرضى الذين يتزايدون.

المثال الرابع: شرايين القلب بالهندسة الوراثية (العلاج الجيني):

في أغسطس من عام ٢٠٠٠م أعلن باحثون أمريكيون أنهم تمكنوا من زيادة معدل تدفق الدم في قلوب المرضى في مرحلة متقدمة من المرض، عن طريق تنشيط عضلة القلب الخاملة بتمية الشرايين... وقال د. «جيفري إسبر» أستاذ الطب الباطني بجامعة «تافتس» { إنه وفريقاً من الباحثين قاموا بحقن قلوب المرضى بجين معين يعمل على تسريع نمو شرايين جديدة في القلب وأنه تم إجراء تجارب أولية على ١٣ مريضاً يعانون الذبحة الصدرية، وأجريت لهم عمليات توسيع للشرايين.

التطبيق الرابع: الاستزادة من هندسة الخلايا واستنساخها

Tissue Engineering and cloning: _

وتسمى استنبات الأنسجة Tissue Culturing ونذكر ممن قام بهذه الأبحاث باحثين من مدرسة «هارفارد للطب» وتمت أبحاثهم - في ذلك الوقت - على استنبات خلايا من الجلد. وتعتمد تكنولوجيا هندسة الخلايا واستنساخها على أخذ خلية من العضو الثاليف؛ على أن يكون محتواها الجينومي سليماً.. ثم يتم معاملتها معملياً بطرق خاصة تسمح بتكاثرها (استنساخها) ووضع دعائم تتخذ شكل العضو أو النسيج المطلوب، وذلك لتنمو هذه الخلايا متخذة شكل العضو أو النسيج المطلوب. (تنمية عضو كامل من بعض خلايا) والباحثون متفائلون من أنه سيتم من خلال هذا التكنيك الحصول على عضو خلايا مطابقة لخلايا المريض وبالتالي فلن يواجه بتلك الحرب الضارية التي يعلنها جهاز المناعة على أي جسم أو عضو غريب.

مثال:

الإعلان عن قرب إنتاج قلب بشري

أعلن منذ فترة عن بدء الأبحاث الجادة من قبل فريق علمي كبير - لإنتاج أول قلب بشري داخل المعمل بواسطة خلايا بشرية في مشروع يستغرق «١٠» سنوات ويتكلف «٦» مليارات جنيه إسترليني، ويسمى هذا المشروع (هبة الحياة) وفي حالة

لنجاح هذه الأبحاث فإن مرضى القلب سيصبح بإمكانهم الحصول على قلب من خلاياهم دون مخاوف من رفض الجسم للأعضاء المزروعة وسيكون لنا لقاء بإذن الله تعالى مع مزيد من الأمثلة والتطبيقات فى كتابنا (جولات فى عالم البيوتكنولوجيا والاستساخ) فانتظرونا.

التطبيق الخامس

تركيب ذراع ميكانيكية بتقنية «هندسة الأعصاب»

أعلن فى عام ٢٠٠٥م عن تمكن علماء أمريكيين بمعهد التأهيل فى شيكاغو من تركيب ذراع ميكانيكية لعامل أمريكى فقد ذراعيه من جراء صعق كهربائى والذراع الميكانيكية تعتمد على الهندسة الحيوية ويمكن أن يتحكم فيها بأوامر مباشرة من المخ، وهذه التقنية الجديدة تسمى «هندسة الأعصاب» وهى تربط البشر بالآلات .. وقد تم قطع الأعصاب الأربعة الرئيسية التى كانت تمتد عبر ذراعى العامل ونقلها إلى عضلات صدره .. ونمت الأعصاب داخل العضلات مما سمح بتوجيه وتحريك الذراع عن طريق إشارات عصبية صادرة من المخ .. وأصبح العامل يقوم بخدمة نفسه ويمكنه الآن أن يرفع مرفقيه ويفتح يده ويغلقها ويديرها ويخفضها. أما ذراعه اليمنى فاستبدلت بذراع بديلة تقليدية. المعروف أن الهندسة الحيوية تهتم بدراسة وظائف الأحياء وخصائصها بهدف تصميم وتطوير أجهزة ميكانيكية وإلكترونية تؤدى نفس الوظائف.

الباب الثاني

جولات مع الطور الرابع من أطوار
البيوتكنولوجيا
(طور الهندسة الوراثية)

قالوا:

١- «إننا نعيش في زمن الهندسة الوراثية والجينات هي ساحتها، فكيف يكون العلاج الجسدى عبرها؟
د. «وجدى عبد الفتاح سواحل» [بشعبة بحوث الهندسة الوراثية والبيوتكنولوجيا] المركز القومى للبحوث.

٢- «ستمكننا الجينات مستقبلاً من إنتاج اللاعب حسب الطلب من حيث الطول وقوة البنيان ودرجة التحمل والمهارة، والمرونة في التعامل واتخاذ القرار السريع، بما يعنى أن المبدأ القادم في عالم الرياضة هو: اكتسب جيناً جديداً تكتسب بطولات جديدة».

د.ج.ل سمارانس [باحث بالمشروع الأمريكى

المسمى الجينات والرياضة]

ولاية فلوريدا الأمريكية

٣- ويحضرنا أيضاً من قَوْل د. «إدوارد ويلسون» وهو متخصص في علم الأحياء بجامعة هارفارد في عام ١٩٧٥م - قوله: - «إن الجينات تمسك بزمام الثقافة» وفي كل يوم نكتشف فيه جزءاً من الجينات، نكتشف جزءاً وسراً من أسرار الحياة».

الفصل الأول نظرة شاملة لعالم الهندسة الوراثية

أولاً: التمهيد:

قوانين مندل ونشأة علم الوراثة الحديث

فعلى الرغم من أن عام ١٩٧٣م هو العام الذى تم فيه الإعلان عن ميلاد ذلك الإنجاز الثورى وهو ميلاد الهندسة الوراثية - كما سنرى بعد قليل - إلا أن بدايتها الحقيقية بدأت منذ زمن بعيد نتيجة للإنجازات العديدة والنتائج المبهرة التى سعى لتحقيقها الباحثون فى كل مكان وبمجالات وفروع علمية متعددة وبخاصة فى مجال علم الوراثة - ويعتبر معظم الباحثين أن عام ١٩٠٠م هو ذلك العام الذى تم الإعلان فيه عن نشأة علم الوراثة الحديثة Modern Genetics عندما أُعيد اكتشاف قوانين مندل. ترى ماذا قدم مندل لتستحق قوانينه أن يُنسب لها هذا الدور البارز؟
مع مندل:

فى عام ١٩٦٥م وبعد خمسة عشر عاماً من الجهود الخارقة والعمل المتواصل نشر «جريجور مندل» Gregor Mendel نتائج تجاربه عن تهجيناته لأنواع مختلفة من بسلة الزهور Pisum sativum فى بحث من خمس وخمسين صفحة، وكان قد عثر فى نباتات البسلة على أزواج متميزة من صفات بديلة.
حبوب ملساء وحبوب مجعدة، نباتات طويلة وأخرى قصيرة وهكذا، سبعة أزواج فى مجموعها - أزواج كانت تورث بصورة صريحة تماماً. وكان لمندل الفضل فى استنباط قانونى «الانعزال الوراثى» و«التوزيع الحر للعوامل الوراثية». كذلك استطاع مندل أن يصوغ مصطلحين «ما زال» شائعى الاستخدام حتى الآن فى علوم الوراثة وهما: «الصفات السائدة» و«الصفات المتنحية». ويرى العلماء أن مندل اتبع أسلوباً فعالاً فى تحليل الظواهر البيولوجية لم يعرفها أحد من قبله ... وكان أول من استخدم الرياضيات والإحصاء فى علم البيولوجيا .. لم يلتفت أحد لأهمية نتائج

أبحاثه والتحقق منها إلا بعد نشره لها بثلاثة عقود ... مما أحرَّ ثورته. ويرجع الفضل للملاحظات مندل لتأسيس علم الوراثة بعد إعادة اكتشافها.

كان لقوانين مندل ولإنجازات عديدة نلت هذه القوانين (والتي سنذكر منها الكثير ضمن جولات الفصول القادمة) الفضل في تطور مفهوم العلماء للبيولوجيا الجزيئية، وبالتالي في أن يصبح العالم ممهداً بعد اكتشاف بنية «الدنا الوراثي» في عام ١٩٥٣م، إضافة لاكتشافات وابتكارات هامة أعقبته في الدخول لعالم الهندسة الوراثية وميلادها.. ونذكر منها: اكتشاف «دور إنزيمات التحديد والوصل»، وطرق صبغ الكروموسومات، وتفاصيل عديدة عن تركيب وكيفية نمو ومعيشة كائنات حية عديدة كالفيروسات والبكتيريا، وتركيب الدنا الوراثي والاستفادة من ذلك ... وغيرها الكثير والكثير... إلخ.. أدت جميعها لتوالي إنجازات أخرى أشد تأثيراً وأدت لتوفير البنية التكنولوجية التحتية للاكتشافات الأحدث منها وأدى أيضاً إلى الاستمرار في التوسع في تطوير التقنيات المختلفة. مما سمح للعلماء والباحثين بعد عام ١٩٧٠م للاندفاع بقوة نحو تطوير تقنيات تسمح بالتدخل المباشر في بنية تتابعات الدنا ويستخدمونها لقطع ولحام المادة الوراثية لأحد الكائنات وتكوين جين جديد ويستخدمونها أيضاً في دراسة سلوك الإنسان على وجه الخصوص ومختلف الكائنات بقدر المستطاع وأدى ذلك إلى إيجاد طرق لتحريك قطع من المادة الوراثية، صغيرة مُعيّنة الهوية، من خلية إلى أخرى قد تكون كائناتاً مختلفاً، ثم ملاحظة ما تصنعه هذه الجينات الموجة، ولتسهيل التحليل، كثيراً ما كان التحريك يتم من نوع لم يُعرف عنه الكثير إلى آخرَ مدروس جيداً، عادة ما تكون بكتيريا.

الجولة الأولى:

جولة مع ميلاد تقنية الهندسة الوراثية وردود الأفعال المتباينة إزاءها

تمهيد للجولة:

بمجيء عام ١٩٧٣م ظهرت للوجود أول خلية بكتيرية مهندسة وراثياً.. «خلية بكتيرية معوية» أدخل فيها جين استخرج من ضفدعة... ها قد أدرك علماء البيولوجيا أنهم قد جمعوا عدة عمل رائعة. أطلقوا عليها اسم تقنيات الدنا المطعم، وأطلق عليها الصحفيون والشركات الاستثمارية اسم «الهندسة الوراثية» Genetic Engineering تلك التقنية التي يمكن بها أن تُقَصَّ قطعة من دنا چينوم كائن ثم تولج في آخر باستخدام مقص خاص للقطع وهو نوع من البروتينات يسمى إنزيمات التحديد، ثم تُوصل وتلصق الأجزاء المقطوعة بإنزيمات الليجيز.

ولقد انطلقت تجارب الباحثين منذ ذلك الوقت «باندفاع الصاروخ» لتبتكر كل ما هو جديد في الدنا المطعم، إلا أنه صاحب ذلك ردود أفعال متباينة إزاء هذا المجال الجديد، بعضها مُشجج، والبعض يرفض «أو بمعنى آخر لم تكن على نفس قدر فضول العلماء»، ومعها تُضَيَّ بعض الوقت.

احتجاجات ومؤتمرات وتوصيات ملزمة:

فلقد أعقب ذلك أن ثارت موجة قلق جماهيري من تلك التجارب (في مجال الهندسة الوراثية) لم تقتصر على غير المتخصصين، فقد رأى العلماء أنفسهم أن من الأصوب التريث قبل الاندفاع إلى استغلال هذه التكنولوجيا الجديدة، ونادوا في عام ١٩٧٤م بإيقاف كل نشاط في الهندسة الوراثية، الأمر الذي زاد من تأجيج انزعاج الجماهير، والخوف كان من النتائج الرهيبة من جراء نقل دنا من كائن لكائن آخر وكان مضمون تعليقاتهم هو «ما نكون نحن حتى نخلط مادة وراثية من كائن بكائن آخر «هذا بذلك». وفي هذا الصدد نذكر ما يلي:

١- صدور مؤتمر لتهدئة النفوس فى عام ١٩٧٥م؛

ففى فبراير ١٩٧٥م أثناء انعقاد المؤتمر الدولى الأول عن جزئيات (د.ن.أ) المطعم فى أسيلومار وُلدت فكرة الضوابط الفيزيائية والحياتية لضمان السلامة والأمان فى بحوث تقنية الهندسة الوراثية، والتي تمثل ثمرة نتاجها فى صدور دليل المعاهد القومية الأمريكية للصحة NIH فى يونيو ١٩٧٦ عن الضوابط الفيزيائية والحياتية التى يجب مراعاتها فى المستويات المختلفة من تجارب تقنية الهندسة الوراثية.

وقد عدلت هذه الضوابط وأصبحت أكثر تشدداً فى ٢٣ فبراير ١٩٨٤.

ومن ثم فلقد فتحت الهندسة الوراثية مجالاً خصباً لدراسة العلاقة بين العلم والقانون والمجتمع. ولقد تم نتيجة هذا المؤتمر فى ذلك الوقت استئناف أبحاث الهندسة الوراثية فى أمريكا على نحو جذرى تحت إشراف لجنة فيدرالية... لذا استمرت تجارب وابتكارات الباحثين تتسارع وتسبق الزمن والطموح تشدد تحقيق المزيد من الإنجازات... ولكن كلما تنبعت الشعوب لطبيعة تقنيات الهندسة الوراثية وما إذا كانت (تعارض مع قيم هذه الشعوب وعاداتها) وجدنا مواجهات ومناقشات نذكر منها ما يلى:

٢- قرارات وتوصيات تمخضت وصدرت عن أعضاء مجلس المجمع الفقهي؛ وهو مجلس تابع لرابطة العالم الإسلامى وقد سبق وصدرت توصيات عديدة فى دورته الخامسة عشرة المنعقدة فى مكة المكرمة، والتي كانت قد بدأت يوم السبت ١١ إلى ١٥ رجب ١٤١٩ - ٣١ أكتوبر ١٩٨٨م وكانت بشأن استفادة المسلمين من علم الهندسة الوراثية وسنذكر منها ما يلى:

١- الاستفادة من علم الهندسة الوراثية فى الوقاية من المرض أو علاجه، أو تخفيف ضرره، بشرط ألا يترتب على ذلك ضرر أكبر.

٢- لا يجوز استخدام أى من أدوات علم الهندسة الوراثية ووسائله فى الأغراض الشريرة والعدوانية، وفى كل ما يحرم شرعاً.

٣- لا يجوز استخدام أى من أدوات علم الهندسة الوراثية ووسائله، للعبث

بشخصية الإنسان، ومسؤوليته الفردية، أو للتدخل في بنية الموروثات بدعوة تحسين السلالة البشرية.

٤- لا يجوز إجراء أى بحث، أو القيام بأية معالجة، أو تشخيص يتعلق بموروثات إنسان ما، إلا للضرورة، وبعد إجراء تقويم دقيق وسابق للأخطار والفوائد المحتملة المرتبطة بهذه الأنشطة، وبعد الحصول على الموافقة المقبولة شرعاً، مع الحفاظ على السرية الكاملة للتائج، ورعاية أحكام الشريعة الإسلامية الغراء، القضائية باحترام الإنسان وكرامته.

٥- يجوز استخدام أدوات علم الهندسة الوراثية ووسائله، في حقل الزراعة وتربية الحيوان، شريطة الأخذ بكل الاحتياطات لمنع حدوث أى ضرر- ولو على المدى البعيد- بالإنسان، أو الحيوان، أو البيئة.. (وسيتبين لك عزيزى القارئ من خلال تلك السلسلة أنه لا زال هناك شك واحتمال التعرض لأخطار عديدة من جراء تطبيقات الهندسة الوراثية في مجال النبات والحيوان).

٦- يدعو المجلس الشركات والمصانع المنتجة للمواد الغذائية والطبية وغيرها من المواد المستفاد من علم الهندسة الوراثية، إلى البيان عن تركيب هذه المواد، لئتم التعامل والاستعمال عن بيئة حذراً مما يضر أو يحرم شرعاً.

٧- يوصى المجلس الأطباء وأصحاب المعامل، والمختبرات بتقوى الله، والبعد عن الإضرار بالفرد والمجتمع والبيئة.

- أيضاً كان للباحثين في مصر قراراتهم ونذكر منها مايلي:

٣- تشكيل لجنة لأخلاقيات البحث العلمى فى مصر:

حيث أصدر د. هانى الناظر رئيس المركز القومى للبحوث قراراً بتشكيل لجنة تختص بوضع الضوابط الأخلاقية للبحوث العلمية حرصاً على أن تكون الأبحاث العلمية خاضعة لقواعد وتقاليد المجتمع ومبادئ الأديان، خاصة التجارب العلمية المتعلقة بالاستنساخ وزراعة الأعضاء وبحوث الإخصاب والإنجاب ومن أهداف اللجنة وضع ضوابط يلتزم بها الباحثون وألا يتم إجراء البحث على الإنسان إلا بعد الانتهاء من الاختبارات العملية على الحيوانات بصورة كافية وأضاف أنه يجب أن

تجرى البحوث على الإنسان تحت إشراف طبي متخصص وأن تقع المسؤولية على الطبيب وليس على الشخص محل التجربة. وينبثق من هذه اللجنة مجموعتان هما:
١- مجموعة البحوث الطبية.

٢- مجموعة البحوث الأساسية والتطبيقية وتضم: البحوث الكيماوية والزراعية والبيولوجية والبحوث الغذائية والبحوث الفيزيائية والهندسية وبحوث الهندسة الوراثية والمياه والدواء والإشعاعات الكهرومغناطيسية.

الجولة الثانية؛ (جولة مع بعض الشركات المتخصصة التي تعمل في هذا المجال)؛

مما دعم من بزوغ نجم البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية وكان أهم عوامل انتشارها وتوسعها وتعدد تقنياتها؛ ظهور تلك الشركات المتخصصة عقب ميلاد الهندسة الوراثية واستثماراتها الموجهة لتقوية أركان تكنولوجيا الدنا المطعم وبخاصة أنها ضمت إليها نخبة من الباحثين ذوى الخبرة والطموح... نذكر منها شركة (جين تك) التي ظهرت أولاً، ثم سيس وبيوجن، وبعدها خرجت للنور شركات أخرى لاستغلال هذه التقنية الجديدة. وكان جميع هذه الشركات يحدوها الأمل بالاستفادة من هذا المجال الجديد للأعمال.

وبالفعل استفادت هذه الشركات من كائنات حية عديدة ومنها البكتيريا وكان بالإمكان باستخدام البكتيريا إنتاج هرمون الإنسولين البشرى والذي يحلول عام ١٩٨٢م كان قد طُرح بالسوق كأول منتج تجارى يركز على تكنولوجيا الدنا المطعوم . تحت اسم (هوميلين humulin)، ثم تم استخدام البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية فى إنتاج بروتينات هامة طبيأ مثل إنتاج بروتين يسمى عامل نمو الخلايا "GSF" "Granulocyte macrophage" وهى «٧» أنواع فى الطبعية «وعن طريق حقن المرضى المصابين بفشل فى نخاع العظام أو كسول بالنخاع فإنهم يحقنون «بهذه المادة» فهو ينبه خلايا العظام كي تنشط وبالتالي تنتج الأنواع المختلفة من خلايا الدم وبخاصة خلايا الدم البيضاء والأمال معقودة على تحسن حالات كثيرة. أيضاً تم استخدامها فى إنتاج فاكسينات لمقاومة الالتهاب الكبدى (ب) والذي لمج فى تحصين البشر ضد الفيروس...

وفى مجال السيطرة على السرطان .. توجد شركات عديدة تستثمر أموالها فى هذا المجال أنجزت المئات من العلاجات المستفيدة من الهندسة الوراثية والتى منها استخدام أسلوب «المعالجة الجينية»؛ والذي يبشر بإحداث تغيير ثورى فى طب القرن الواحد والعشرين... فمن خلال اكتشاف الجينات المسؤولة عن إطلاق الاستعداد للإصابة بالسرطان يمكن تغيير هذه الجينات، بواسطة الأساليب الحديثة للهندسة

الوراثية.. التي تواصل تجاربها لغرس الجينات المعطوبة .

وقد اكتشف العلماء حتى الآن بعض المورثات المسؤولة عن الاستعداد للمرض وتبذل الجهود للسيطرة عليها لكن المشكلة التي في طريقهم للتغلب عليها ليكتمل لهم الموقف تتمثل في الأداة الفعالة القادرة على توصيل الجينات السليمة في الخلايا المنشودة... وحتى الآن، استخدمت الفيروسات لهذا الغرض.. كما استعانوا بوسائل أخرى.. لكن لا زال النجاح محدوداً ولا زالت المهمة تحتاج إلى المزيد من الأبحاث وإن كانت المؤشرات تؤكد ما يحمله هذا الميدان من آمال عظيمة تقف وراءها استثمارات ضخمة من قبل هذه الشركات العاملة في هذا المجال.

أيضاً ظهرت شركات من نوع آخر وهو لصناعة المعدات التي تستخدمها الشركات الأخرى مثل شركة أبلويد بيو سيستمز (المنظومات البيولوجية التطبيقية) والتي تكسبت كثيراً من جراء ذلك.

عالم الهندسة الوراثية وعوامل كثيرة ساهمت في إنجاز التطبيقات المتعددة على الكائنات الحية

تمهيد:

يمكننا القول بأن طور الهندسة الوراثية يمثل عصرًا جديدًا تم ميلاده، فطلق عليه «عصر البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية» عصر نجد فيه الهندسة الوراثية وقد فتحت المجال لظهور إمكانيات علمية هائلة، وأحدثت طفرة كبيرة في التكنولوجيا الحيوية القائمة على التعامل مع الكائنات الحية ونظمها الخلوية والكيميائية المختلفة بعدما أمكن للباحثين التدخل في المحتوى الجينومي للكائنات، وعزل الجينات سواء من الحيوان أو النبات أو الإنسان ومن الكائنات بسيطة التركيب بل ومن بقاياها والقيام بتحديد وظيفة هذه الجينات ومعرفة تنابعاتها، وكيف تعمل بدقة مذهشة والتدخل في تكوينها ونقلها من كائن لآخر. إما لإكساب الكائن الحي صفة جديدة أو لإزالة صفة. مما أدى إلى إحداث التنوع في أشكال الكائنات الحية وظهور أشكال جديدة؛ غالبًا ليستفاد منها؛ وترتب على ذلك أن أصبح لدينا تطبيقات متعددة للبيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية في مجالات: الكائنات بسيطة التركيب، والحيوان والنبات؛

وستكون «عزيرنا القارئ» هذه التطبيقات هي محور ثلاثة كتب من «كتب السلسلة» إن شاء الله تعالى... ونذكر منها هنا على سبيل المثال:

١- تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية للاستفادة من الكائنات بسيطة التركيب؛

أمكن من خلال هندسة الكائنات بسيطة التركيب وحسن تطويعها؛ أن يستفاد منها في مجالات متعددة مثل:

١- في العلاج الجيني gene therapy فهناك جهود مبدولة لاستخدام أنواع معينة من الفيروسات (وفق شروط خاصة) لتعمل كناقلات تُستخدم لإيلاج الجينات العلاجية في خلايا الجسم... مثل علاج شخص يعاني من التليف الكيسي، بهدف دفع خلاياه الجسدية إلى إنتاج بروتين يُلطف الحشرجة والتهاب الرئة، والاحتمال

القائم أنه في ظل استعمال فيروسات مثل الإنفلونزا .. والهريس .. أن تهاجم الخلايا التناسلية للمريض .. فيظل العلاج مستمرًا (جانب إيجابي) أي يُنتج نفس البروتين في خلايا المريض التناسلية (والتي يُفترض أيضًا أن بها نفس النقص في البروتين) وتكون النتيجة المأمولة ألا يولد نسل الشخص المُعالج (علاج جيني) وبه مرض التليف الكيسي.. ورغم هذا الاحتمال الواقعي فهناك وجه آخر مخيف يسعى الباحثون لتلافيه ولأخذ كافة الاحتياطات لعدم حدوثه (أن يؤثر الفيروس سلبًا على العلاج فتسوء حالة المريض). والمتوقع هو أن يصبح العلاج الجيني للخلايا الجسدية طبًا معيارياً في القرن الحادي والعشرين.

ومنذ فترة كانت هناك محاولات لتحويل نوع من الفيروسات النباتية ليحمل على غطائه البروتيني أجزاء مغلقة من بروتين فيروس الإيدز وحقنه في جسم فأر، ونجحت التجربة معملياً، واستطاع جسم الفأر تكوين جسم مضاد يستطيع تثبيط وتحييد فيروس الإيدز .. مما يشير بالأمل عند الانتقال لعلاج البشر.

٢- أيضاً هناك تطبيقات أخرى يستفاد فيها من الكائنات بسيطة التركيب في

الطب والصيدلة مثل إنتاج الفاكسينات وبيروتينات علاجية.

٣- في مجال تنقية البيئة من الملوثات المختلفة، وفي التعدين البيولوجي وفي

إنتاج الطاقة... بل وفي حثها على إنتاج بروتينات تصلح كغذاء.. وسيكون لنا لقاء آخر مع مزيد من التطبيقات.

٢- تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية في مجال الحيوان:

وهي تطبيقات متعددة لإنتاج حيوانات مهندسة وراثياً تخدم في أغراض عديدة

مثل التجارب العلمية والطبية، وفي العلاج لإنتاج بروتينات بشرية علاجية سواء في

ألبان إناث الحيوانات المهندسة وراثياً أو بأشكال أخرى لعلاج أمراض عديدة مثل

الهييموفيليا وتجلط الدم، وإنتاج الأجسام المضادة وحيدة النسيلة لعلاج الأورام

وغيرها.. وفي إنتاج حيوانات مهندسة وراثياً بهدف عمليات نقل وزراعة الأعضاء..

إضافة لأغراض أخرى عديدة.

٣- أيضاً هناك تطبيقات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية في مجال
النبات:

تم إنجاز العديد من التطبيقات لإنتاج نباتات مهندسة وراثياً تخدم في أغراض
عديدة مثل: في مجال العلاج وإنتاج لقاحات وأمصال مختلفة ولعلاج أمراض
متعددة.. أيضاً لإنتاج نباتات تصلح للتخلص من ملوثات البيئة، وأخرى لتقاوم
الجفاف والملوحة والصقيع وبخاصة محاصيل هامة «كالقمح والأرز»، وإنتاج نباتات
مقاومة للأمراض والحشرات والحشائش. أو لإنتاج نباتات يتم رفع قيمتها الغذائية
والتسويقية عن طريق تحويل مادتها الوراثية وخصائصها التصنيعية ولأغراض عديدة
أخرى.

- ونذكر من الإنجازات المتعددة التي لا نستطيع حصرها في كتابنا، التطبيقات
التالية:

١- إدخال الجينات المسؤولة عن إنتاج بروتينات تولد الضوء إلى نبات مهندس
وراثياً ومنها نبات الموز، ونبات البطاطس الذي يتمكن من إنتاج بروتين يسمى
«إنثيروتوكسين» وهي المادة التي تسبب الإسهال في الحالات المتسبب فيها نشاط نوع
من البكتيريا وتم إنتاج البروتين وإطعام الفئران من هذه البطاطس المهندسة وراثياً فتم
تخليق أجسام مضادة للإنثيروتوكسين والمشكلة هي أن يتناول الأطفال هذه البطاطس
نيئة.

٢- هناك تجارب تبشر بالخير في إنتاج طماطم معدلة وراثياً تحتوي على مواد
مضادة لفيروس مرض السعار (الكلب) وتم تجربتها بنجاح على بعض أنواع الدببة.
٣- وهناك تجارب ناجحة لهندسة نبات التبغ وراثياً لإنتاج بروتين سطحي
لفيروس التهاب الكبد الوبائي من النوع {HBV} وباستخلاصه من النبات تم حقنه
في فئران التجارب. تم ملاحظة استجابة جهازه المناعي بتكوين أجسام مضادة
لمهاجمة الفيروس وقتله.

٤- أيضاً كانت في عام ١٩٩٥م، ١٩٩٦م، جهود عديدة لإنتاج نبات فول
الصويا مهندس وراثياً لإنتاج جسم مضاد يسمى "BR96" ومن الاختبارات القبل

سريرية ظهرت مقدرته في العمل كحمال Vehicle يسهل توجيه أحد العقاقير الكيميائية الهامة إلى أورام الثدي والقولون والمبيض والرتة. وهناك مساحات شاسعة يتم بها زراعة هذا النوع من فوك الصويا المهندس وراثياً لإنتاج هذا الجسم المضاد. وهو يسمى «بالصناعة الخضراء» ويرى الباحثون في مجال هندسة النبات أن زراعة النبات المعدل وراثياً أسير وأرخص من استزراع البكتيريا أو الخميرة.

ولقد تمكن الباحثون من إنجاز هذه التطبيقات العديدة بالاستعانة بالعديد من الأدوات والعوامل ... سواء أكانت:

١- مكونات بالخلية؛ تم اكتشافها والاستفادة منها مثل إنزيمات التحديد والوصل وإنزيمات البلمرة.

٢- وسائل لكلونة المادة الوراثية؛ مثل استخدام البلازميد والفاجات ثم استخدام تفاعل ال- PRC بعد ابتكاره.

٣- أو طرق مختلفة؛

يتم ابتكارها لنقل المادة الوراثية للمحتوى الجينومي للكائن مثل: الحقن المجهرى، ومسدس الجينات... إلخ

أيضاً تم الاستفادة من تكنولوجيا الدنا المطعم في كشف النقب عن بعض المشاكل التي تؤرق الباحثين خلال أبحاثهم لمعرفة كيفية حدوث التنامي والتمايز وكشف جينات الكائنات الحية والتعرف على وظائفها وكيفية عمل الجينات الوراثية والشفرة الوراثية وكيفية انتقال الصفات الوراثية والتوصل لإنتاج الدنا المكمل صناعياً ومعرفة منطقة ما كان «يسمى بدنا اللغو» والاستفادة منها في مجال البصمات الوراثية..

ومع بعض هذه العوامل البارزة والمؤثرة في الدخول لعالم الهندسة الوراثية نلتقى في الجولات التالية .. فمعنا...

الفصل الثاني

جولات مع بعض العوامل البارزة والمؤثرة

سواء أكانت اكتشافات أو ابتكارات أو تجارب ونحوها، والتي أدت للدخول لعالم الهندسة الوراثية والنهوض والإسراع بها (منذ فترة الخمسينيات وحتى نهاية الستينيات ..).

مقدمة:

نظراً عزيزنا القارئ لغزارة الاكتشافات والابتكارات التي أُنجزها الباحثون والعلماء، والتي اجتمعت مع بعضها وتفاعلت لتتصنع بذلك عالماً خاصاً متألّقاً هو (عالم الهندسة الوراثية).. والتي تتسع وتزداد مجالاتها في كل يوم وتأتي بما يزيدنا إبهاماً وحيرة...؛ فلقد آثرنا أن نذكر (في الفصلين الثاني والثالث) بعضاً من هذا الفيض (العوامل البارزة والمؤثرة). ونلقى الضوء على دورها الفعّال وإسهاماتها الفعّالة في ميلاد تقنية الهندسة الوراثية والإسراع والنهوض بتقنياتها.

وسيزم الفصلان الثاني والثالث «عشر جولات» فنجد:

١- **الفصل الثاني:** ويضم جولات مع بعض العوامل المؤثرة والبارزة للدخول في عالم الهندسة الوراثية: (من فترة الخمسينات وحتى نهاية الستينات).

٢- **الفصل الثالث:** جولات مع بعض العوامل المؤثرة والبارزة للدخول في عالم الهندسة الوراثية (من بداية السبعينات وحتى الإعلان عن ميلاد الهندسة الوراثية).

٣- **الفصل الرابع:** وهي ٤ جولات.

الفصل الثاني:

بعض العوامل المؤثرة والبارزة للدخول في عالم الهندسة الوراثية: (من فترة الخمسينات وحتى نهاية الستينات):

مقدمة الفصل:

يشمل الفصل «ست جولات» ... تبدأ بالدراسات العديدة التي قام بها

الباحثون.. «روزاليد فرانكلين» والعالمان «واطسون وكريك» والتي انتهت باكتشاف نموذج الدنا الوراثي (DNA): وتعرفا على تركيب تلك المادة الوراثية لذلك أطلقت على تلك الجولة (لقد اكتشفنا سر الحياة؟!)- {والجدير بالذكر أنه قد أعلن في شهر أغسطس من عام ٢٠٠٤م عن وفاة العالم فرانسيس كريك} .. ومنتقل بك عزيزي القارئ لجولة أخرى بالفعل تتناول التوصل للعدد الحقيقي للكروموسومات.. ومنها لجولة ثالثة عن اهتمام الحكومة الفرنسية بالبيولوجيا الجزيئية والذي ظهر في بداية الخمسينيات وإلى أى مدى وصل الآن.

وتتناول الجولة الرابعة حلولاً تم التوصل إليها لعدة مشاكل مثل: مشكلة الشفرة والقيام بفكها، وفك جزيء الدنا، واكتشاف مسببات لتلف الدنا. وعن أول محاولة تمت لدمج خلايا حية في عام ١٩٦٠م وتهجين الخلايا الجسدية وغيرها من الجهود المبذولة لخرطنة جين بشري.. تقود لمشروع الجينوم.. تمضى جولتنا الخامسة بينها جميعاً ثم نتناول في جولتنا السادسة الحديث عن اكتشاف إنزيمات التحديد والبتير وإنزيم الليجيز وأمثلة متعددة لاستخدامهما.
ومع الجولة الأولى.. نبدأ اللقاء.. فمعنا..

الجولة الأولى: «لقد اكتشفنا سر الحياة» ١١٩

كانت هناك العديد من الدراسات على المادة الوراثية وتذكر منها:

١- في عام ١٨٦٩، استطاع العالم البيوكيميائي السويسري، فردريش ميشر، أن يعزل من نواة الخلية مادة كيميائية كانت جديدة على العلم، ولما لم تكن لديه أية فكرة عن أهميتها، لم يتابع اكتشافه حتى النهاية، فظلت هذه المادة منسية جنباً إلى جنب مع كثير من الاكتشافات المهمة بانتظار من يبط اللثام عنها.

٢- في أوائل الأربعينات أشرف العالم «إزوالد آيفري» على سلسلة تجارب مهمة أجريت في معهد روكفلر.. ودفعت نتائج هذه التجارب بالعلماء إلى الاقتناع بأن العامل المؤثر بين العناصر المكونة للحمية - المسئولة عن انتقال الصفات المتوارثة من الآباء للأبناء؛ لم تكن من البروتينات (كما كان يُعتقد) .. ولكن من الأحماض النووية، وتمكّن العلماء من تعريف الدنا كحامل للمعلومات الجينية عام ١٩٤٤م.

٣- ظهور علم البيولوجيا الجزيئية في أوائل الخمسينيات والذي اكتسح عالم البيولوجيا كالعاصفة.. ووفّر للبيولوجيا، بصورة خاصة، أسلوباً جديداً للبحث والتنقيب والتفسير حيث انجذبت أنظار الباحثين واهتماماتهم لاكتشاف ومعرفة البنية الجزيئية التي تفسر آلية الوراثة .. وبظهور البيولوجيا الجزيئية باتت الإمكانيات اللازمة لذلك بمتناول العلماء.

٤- ثم تبرز لدينا دراسات هامة بدأها فريق من العلماء وكان يرأسهم البيوفيزيائي البريطاني «موريس ولكنز Wilkins» وكان هذا الفريق يؤمن بأن سر الحياة لا بد أن يشكّل نوعاً من القدرة على الاستنساخ أو نقل الذات، وتتسم الجينة بهذه الصفة بل و«الدنا» تحديداً واستخدام الفريق التصوير البللوري بالأشعة السينية على الدنا الوراثي، وتعتمد تصوير البلورات من زوايا عدة، بواسطة الأشعة السينية، لجعل هذه البلورات ترمي طيقاً من الأشعة على صفيحة فوتوغرافية كاشفة بذلك بنيتها الهندسية وترتيباتها الداخلية، وأشارت إلى أنه يوجد في سلسلة شعرية متعددة دقيقة التنظيم قطرها حوالي ٢٢ أنجستروم تتميز بوجود مجموعات

تباعده عن بعضها على طول الشعرة بحوالى ٤, ٣ أنجستروم وبوحدة تتكرر كل ٣٤ أنجستروم.

وعلى الرغم من أن «ولكنز» توصل إلى الاستنتاج بأن «الدنا» يشبه حبلًا مجدولاً، فقد فشل تصوره في أن يقدم أجوبة عن كثير من الأسئلة وأبرزها الطريقة التي تنسخ فيها «الدنا» نفسها ناقلة بذلك تعليمات الوراثة من خلية إلى أخرى، وتمت هذه الخطوة على يد عالين مغمورين.

هما في نظر الكثيرين كانا غير مؤهلين بما فيه الكفاية لمثل هذا الكشف الكبير.. هما واطسون وكريك.

ولا يفوتنا قبل الحديث عن العالمين (واطسون وكريك) أن نلفت نظر عزيزنا القارئ إلى «عالمة» من كامبريدج وهي [روزاليندا فرانكلين Franklin] والتي كانت قد توصلت إلى النتائج نفسها. [التي توصل إليها واطسون وكريك وستشير إليها بعد قليل].

وكان ذلك نتيجة لجهودها الشخصية، وأبحاثها المستقلة وهي التي وفرت الدليل الذي مكّن كريك وواطسون من أن يتوصلا إلى استنتاجهما... فالقدرة التقنية التي وفرتها (روزاليندا) للعلماء للحصول على صور أشعة لبلورات الجزيء الرطب الدقيق والسريع العطب [الدنا الوراثي] هي التي مكّنت العالم من الوصول إلى نظريتهم... لكنها تخلت للأسف عن بحوثها بعد إعلان واطسون وكريك نتائج أعمالها، واتجهت لإنجاز مشروع آخر وهو تحليل فيروس التبع... وتوفيت وهي لا زالت شابة بعد إصابتها بالسرطان.

٦- أيضاً لا يفوتنا الإشارة إلى جهود عالم كبير هو «لينوس بولينغ» والذي كان من أشهر كيميائي عصره والذي تحدث عن ذلك الحبل المغرق في الطول والبالغ التعقيد لكن (بولينغ) فشل في استكمال الرؤية والتوصل لنتائج واطسون وكريك.

٧- العالمان واطسون وكريك Watson and Crick واكتشافهما تركيب المادة الوراثية.

استرعت نتائج الأبحاث السابقة اهتمام باحث أمريكي شاب تخرج للتو وهو

«جيمس واطسون» وكان يبلغ من العمر ٢٥ عاماً فقرر اقتحام هذا المجال والذهاب إلى بريطانيا... خطا عالم بريطاني «فرانسيس كريك» خطوة مشابهة... كان واطسون ضعيفاً في الكيمياء والتصوير البللوري والرياضيات أما «كريك» فلقد كان شيئاً عبقرياً مغروراً وقليل الكلام وعمل في زرع الألبان المائبة للحكومة البريطانية خلال الحرب العالمية الثانية وبعد انتهاء الحرب أصبح مهتماً كثيراً بالترقية بين «الأحياء والأموات» وقرر أن يكرس حياته في دراسة علوم الأحياء والكيمياء وإجراء التجارب العلمية العملية.. لكن لم تكن له أعمال بارزة يُعرف بها شخص مجهول للمجتمع العلمي} وكان يتابع دراسته للحصول على درجة الدكتوراه في سن الـ ٣٥ عاماً ولكنه رغم ذلك كان جاهلاً بمسائل الجينات!!

وتمكن هذان الباحثان عندما اجتماعاً وعملاً معاً في معمل «كافيندش» الصغير في رحاب جامعة كامبريدج من الاستفادة من أعمال «بولينغ» أدركا أن الجبل المغرق في الطول والبالغ التعقيد لجزء الدنيا يوحى بأن الجزىء يتخذ شكلاً حلزونياً، واستفاداً بما توجيه الصور البللورية للدنا الوراثي والتي التقطها «ولكنز» في عمل نموذج حول شكل وتركيب الدنا الوراثي.. وهكذا دون جهود شخصية في البحث والتنقيب، وحتى دون استئذان.. عكف خلال عامين من العمل المشترك على تحليل أبحاث الآخرين وأعمالهم وتوصلاً بما حباهما به الله من قدرة على التحليل وخيال خصب.. إلى رؤية ما فشل فيه الآخرون - رغم جهودهم المضنية - في رؤيته .

ظل العالمان يُجريان محاولتهما حتى جاء ذلك اليوم وهو ٢٨ - ٢ من سنة ١٩٥٣م - [وفي بعض المراجع أنه شهر مارس] وهو اليوم الذي أتما فيه إنجازهما وتمكنا من صنع نموذج يمثل تركيب الدنا الوراثي.. ساعتها أسرع «فرانسيس كريك» إلى بار «إيجل» وهي الحانة المجاورة للجامعة ناقلًا إلى جمهور العلماء الذين كانوا يحتسون الشراب في أوقات الفراغ وأطلق عبارته المشهورة مفاخرًا «لقد اكتشفنا سر الحياة» - [بصرف النظر عن مدى دقة هذه العبارة والتي بها شيء من الصحة]؛ فلقد كانت تعبر عن تلك الفرحة الطاغية التي أحس بها الإنجليزي «فرانسيس كريك» والذي كان يبلغ من العمر حوالي ٣٥ سنة» ومعه زميله الأمريكي «جيمس واطسون»

نتيجة اكتشافهم لتركيب المادة الوراثية فى نواة الخلية بالإنسان «الدنا الوراثى» وطريقة عملها حيث فصلوا التركيب الجزيئى ثلاثى الأبعاد «الدنا» وأثبتوا أن الجينات «المادة الوراثية بالنواة» تتكون أساساً من الحمض النووى الديوكسى ريبوز؛ وهو لا يشبه جبلاً مجدولاً واحداً، بل يشبه جبلين اثنين مجدولين، وهذان الجبلان لولبيان مما يجعلهما أشبه بسلم لولبى مزدوج وهذا اللولب المزدوج (الحلزونى) يلاحظ أن جديليتيه قابلتان للانفصال على غرار السحاب وهما أيضاً فى تواز مضاد... وكل جبل منفرد (جديلة) أو نصف سلم يُشكل أساساً لإعادة تكوين جزيئين جديدين للدنا وكل جزيء جديد ينقسم بدوره وبالصورة ذاتها مرة بعد المرة، ومع كل انقسام خلوى فإنه ينقل تعليمات الوراثة (الصفات الوراثية) وتتضمنه الجينات من معلومات من خلية إلى أخرى.

ويحتوى الحامض النووى على شفرة مكتوبة بطول درجات سلم أنيق متشابك - (وهذه السلالم هى مسافات دورية تصل بين جديلتى الدنا وكل سلم يتألف من واحد من زوجين من القواعد {أ، ث أو س مع ج}، ويمكن لهذا اللولب المزدوج أن يطول إلى ما لا نهاية. وهذه الشفرة تنسخ نفسها بواسطة انجذابات كيماوية بين حروفها، وتعبّر عن وصفات للبروتينات بواسطة قاموس للعبارات ما زال غير معروف «وقتها» - وهو يربط الدنا بالبروتين - ثم تبنى للعلماء فيما بعد أن القواعد الأربعة وهى أدينين (أ)، ثايمين (ث)، سيتوزين (س) وجوانين (ج) وهى التى تتشكل منها أبجدية الشفرة الوراثية؛ والجين هو تتابع نوعى من هذه القواعد الأربعة.

إضافة إلى ذلك. رأى العلمان «واطسون وكريك» أن المعلومات التى تنقل إلى البروتينات، حاملة الأوامر لبناء الحياة؛ لا تستطيع أن تخرج منها، وبالتالي فإنه من غير الممكن تعديل المعلومات. وأطلق كريك على هذا التصور اسم «الدوجما المركزية» أى العقيدة المركزية التى هى بمصاف العقائد اللاهوتية التى لا تحتل التأويل لآلاف السنين - لكن تجدر الإشارة إلى أنه تم اكتشاف الكثير مما كان يجهله الباحثون فى هذا الوقت وعارض نظرية الدوجما المركزية وسيكون لنا لقاء معه بالكتاب.

وتجدر الإشارة إلى أن النظرية الجديدة للدنا والتي أعلنها واطسون وكريك؛ قد حظيت بالقبول العام في العالم البيولوجي واكتسبت تأييداً واسعاً.. وفقرت إلى أبعاد من حدود العلم لتصل إلى أجهزة، وتمت المقابلات مع واطسون وكريك في كل مكان وكتبت عنهما الصحف والمجلات وتحدثت عنهما البرامج التليفزيونية. وفي عام ١٩٦٢م مُنحت جائزة نوبل لسبعة أشخاص لبحوثهم في البيولوجيا الجزيئية من بينهم واطسون وكريك وموريس ولكنتز.. أما روزاليندا فكانت قد توفيت ولم يتح لها أن تلتقى التكريم الذي تستحقه جهودها. ولقد أصدر واطسون كتاباً بعنوان «اللولب المزدوج The Double Helix» في عام ١٩٦٨م.

وبحضرنا هنا مقولة العالم ريتشارد دوكنز عن هذا الحدث «إن ما هو ثوري حقاً في البيولوجيا الجزيئية في عصر ما بعد واطسون - كريك هو أنها أصبحت رقمية... فشفرة ماكينات الجينات تشابه الكمبيوتر على نحو خارق».

مقولة العالم «ريتشارد دوكنز» وتخليق بالجملة من الخمسينات للقرن الحادي والعشرين.. مع جهود لإنتاج كائنات حية دقيقة مُبرمجة «رقمية» فعلاً - صدقت مقولة هذا العالم.

ولتسمح لنا «عزيزنا القاري» أن نترك فترة الخمسينات لبعض الوقت ونحلق بك تخليقاً مفاجئاً في سماء القرن الواحد والعشرين حيث سنجد ما يؤكد مدى صدق تعبيره في قوله «... أنها أصبحت رقمية فشفرة ماكينات الجينات تشابه الكمبيوتر على نحو خارق»... إذ ستشاهد ما يلي:

عندما تصبح البكتيريا... مُبرمجة «رقمية» في المستقبل!! - فالخطوة المستقبلية والتي تُعد لها العدة منذ فترة - هي إنتاج «كائنات حية رقمية».. بمعنى إنتاج نوعية خاصة تتكون من جيش من الكائنات الحية الدقيقة.. يقوم الباحثون بتحميل أو ازدياع "implanting" برامج كمبيوتر حديثة بها بما يُمكن هذه الكائنات من أن تتحرك بشكل مُبرمج خاص لتؤدي وظائف مُحددة كأن تتحرك في شرايين الإنسان (مُراقبة تركيزات السكر في الدم ومتابعة أي زيادة في نسبة الكوليسترول cholesterol بالدم).

ويتم تحميل أو ازدراع برامج الكمبيوتر هذه بالكائنات الحية الدقيقة.
وتتم عملية تحميل أو ازدراع برامج الكمبيوتر الحديثة بهذه الكائنات الحية «عن طريق توصيل برامج كمبيوترية إلى الحامض الوراثي الدنا DNA الخاص بها؛ حيث يمكن في النهاية إنتاج «كائنات» applets جينية، أو برامج كمبيوترية دقيقة يمكن تحميلها في كائن حي واحد، وذلك بتثيت «دنا» به نفس الطريقة التي تحمل بها تطبيقات «جافا» من الإنترنت. والعلماء بذلك يحاولون تطويع الأنشطة المتعددة للكائنات الحية الدقيقة والتي تتجاوز حدود قدرة الأجهزة السليكونية.
مع أوجه الشبه بين عمل الدوائر الرقمية بالكمبيوتر وعمل الدنا البكتيري:

تعمل الدوائر الرقمية - (وهي وحدات البناء الأساسية في الكمبيوترات الحديثة على تشفير المعلومات إلى أرقام ثنائية «صفر»، و «واحد»)، ثم تعالجها بطريقة دقيقة ومتحكم فيها تماماً وبالنسبة للكائنات الدقيقة كـ «البكتيريا» فإننا نجد أنها تتكون أساساً من جزيئات عضوية وبروتينات وأثناء قيام البكتيريا بتنظيم أنشطتها وتفاعلاتها مع البيئة المحيطة بها، فإنها تستخدم العديد من الأساليب، تشبه إلى حد كبير ما تقوم به الدوائر الرقمية في الكمبيوتر مثل مفاتيح الوصل والفصل وحلقات Loops التغذية المرتدة «الحلقة» مجموعة من الأوامر يتكرر تنفيذها مع تتابع حلقي حتى يتحقق شرط معين». وأكثر من هذا فإن البكتيريا تشتمل على واحدة من أكثر منظومات معالجة البيانات المعروفة «ثراء» إذ أن جدائل «الدنا» الخاصة بها، تشتمل على تعليمات تفصيلية لكيفية وتوقيت بناء نوع واحد من آلاف الأنواع من البروتينات ويعمل مركز تحكم في كل حين على تشغيلها أو إيقافها تبعاً للاحتياجات المتغيرة للبكتيريا.

وكما يوصل المهندسون الكهربائيون الترانزستورات معاً، ومفاتيح التشغيل والإيقاف المصنوعة من رقائق السليكون، فإن الباحثين يكونون في نفس الحاضر دوائر جينية genetic Circuits يقوم فيها البروتين الناتج من إحدى الجينات، بتنظيم عمل الجين التالي لها. وتنفذ الدوائر السليكونية silicon circuits «مجموعة من العناصر الكهربائية تُوصَلُ بنظام معين لتحقيق وظيفة محددة، عند مرور التيار

الكهربائي بها» عمليات معقدة، باستخدام حقنة من المكونات البسيطة التي يطلق عليها البوابات المنطقية logic gates «دائرة إلكترونية يتحدد مخرجها بدالة منطقية محددة بين مدخلاتها ومن أمثلتها بوابة «و» and وبوابة «أو» or. وينشئ في الوقت الحاضر مهندسو الدوائر الجينية نفس هذه الأدوات داخل الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا).

إحدى تلك البوابات المنطقية هي العاكسة «بوابة منطقية خرجها عكس دخلها» التي تخرج (١) إذا كان دخلها (صفر)، وتخرج (صفر) إذا كان دخلها (١) وبوابة منطقية أخرى هي بوابة «و» و And التي تستقبل دخلين في نفس الوقت، ويكون خرجها (١) فقط في حالة ما إذا كان كل من دخلها (١)، والأمر العجيب أنه على الرغم من بساطة تلك البوابتين، فإن علماء الرياضيات يمكنهم تصميم أى عملية منطقية، بتوصيل العدد الكافي منها ببعضها البعض.

عودة لفترة الخمسينات والستينات مرة أخرى

نعود عزيزي القارئ لفترة الخمسينات مرة أخرى لنستكمل بعض أحداثها الهامة، ونذكر أنه نتيجة قبول الجميع لما أنجزه العالمان «واطسون وكريك» في العالم البيولوجي فلقد تبع ذلك الإنجاز انطلاق الباحثين في تجاربهم وأبحاثهم لكشف المزيد، ونذكر هنا ما قام به العالم «آرثر كورنبرج» - فماذا فعل؟
«كورنبرج» وتكوين جزيء «دنا» صناعي؛

تمكّن العالم «آرثر كورنبرج» وآخرون في عام ١٩٥٧م في جامعة ستانفورد أو هناك مراجع تذكر أن العام هو ١٩٦٧م من عزل إنزيم بلمرة من بكتيريا إ. كولاى أو هو إنزيم لديه القدرة على تجميع النوتيدات في سلاسل الدنا، ثم قاموا بإجراء تجارب لتصنيع الدنا فى الأنابيب بالمعمل باستعمال هذا الإنزيم مع الأربعة من النوتيدات الداىوكسى ريبوزية وفى وجود هيكل أو قالب سابق التصنيع من الدنا وتوافر عناصر أخرى .. وبالفعل استطاع تكوين جزيء «دنا» اصطناعى مؤلف من جديدة واحدة... وقام هذا الجزيء بنسخ نفسه. ولقد وجد الباحثون عند قياسهم

لكمية الدنا، أن كمية الدنا أصبحت ٢٠-٣٠ مثل الكمية الأصلية التي دخلت في التفاعل. ولقد كان لهذا الدنا نفس الخواص الطبيعية والكيميائية للدنا الطبيعي ولذلك استحق «كورنبرج» جائزة نوبل عام ١٩٥٩م.

أيضاً في عام ١٩٦١م اكتشف "Marmur Doty" إمكانية انفصال جزيء الدنا المزدوج إلى خيطين منفردين ثم قابليتهما للارتباط مرة أخرى وهي أساس التهجين». وجدير بالذكر أن الحرية يُقدمها تركيب الدنا الوراثي بالنسبة للتعليمات الوراثية؛ حرية واقرة لحد يكاد يفوق الخيال؛ فليس ثمة قانون فيزيقي أو كيميائي يقرر تنابع القواعد.. فعلى الرغم من أن البعد بينهما ليس سوى ٤, ٣ أنجستروم، فإن الدنا النموذجي بخلية الحيوان الثديي يزيد طوله على مترين - لدى الإنسان نجد أن سلم «الدنا» الموجود في خلية واحدة قد يصل طوله إذا ما وصلت أطرافه، بعضها ببعض الآخر، ثلاثة أقدام أو ٩١, ٥ سم، ويحتوي على ستة آلاف مليون درجة - ورغم ذلك فإن القيود في نفس الوقت صارمة وتكاد تكون مُطلقة فنيما بين الجديلتين - إذا بُتَّ التنابع في إحداهما، فإن اقتران القواعد (أ مع ث، ج مع س) يحدد تماماً التنابع الكامل على الجديلة المقابلة: نجد هنا توحد الشكل مع الوظيفة وبالتالي فهذا النموذج يوجد وجهي الوراثة فيفسر انتقال الصفات وتعبيرها. وإذا افتقرت الجديلتان، فإن في إمكان كلٍّ - أن تجمع وحدها نسخة من رفيقتها السابقة المكملة لها، فيتيج لولبان مزدوجان متطابقان أثناء انقسام الخلية، فيكون هذا هو تضاعف الجينات .

من ناحية المبدأ أصبح بمقدورهم أن يفكروا في تحليل نمو وعمل الكائنات تحليلاً يتجه من الداخل إلى الخارج - أي في تواز مع العمليات الطبيعية للكائن (ومثال لها تجارب كورنبرج) وذلك في عدة اتجاهات: منها بفحص دنا الكائنات الحية ومحاولة قطع ووصل دنا من كائن في كائن آخر لإظهار صفة لم تكن موجودة - الهندسة الوراثية - ومنها بتعيين هوية التنابعات العاملة من القواعد، ثم اكتشاف ما تحده هذه التنابعات في الكائن الحي، وبالتالي الدخول إلى إنجاز مشروع هام هو مشروع الجينوم، وفي العلاج الجيني، والاستنساخ والبصمة الوراثية إلخ.

بقي لنا في هذه الجولة أن نُشير إلى وفاة «فرانسيس كريك» في منتصف عام

٢٠٠٤م عن عمر يناهز ٨٨ عاماً ولفظ أنفاسه بمستشفى تورنتون في كاليفورنيا بعد معاناة طويلة مع مرض سرطان القولون.

ويقول عنه «هوريس فريلاندر جودسون» في كتابه «في اليوم الثامن للخلقة» ، إن كريك نسق بذكائه وإدراكه وقوة شخصيته ورقية الفكرى ونشاطه الدائم وبكثرة اطلاعه وتحرير الرسائل بلا انقطاع بحوث العديد من علماء البيولوجيا الآخرين وشرح نتائجها.

وأيضاً نذكر ... أنه على الرغم من الاستفادة الكبيرة التي عادت على العالم بأسره من وراء اكتشافات الحامض النووى فى مجالات الطب والهندسة الوراثية والاستنساخ والعلاج الجينى والعديد من المجالات الأخرى المختلفة - إلا أن الهدف الأساسى الذى شغل بال كل من «واطسون وكرىك» كان مختلفاً تماماً... !!

فمن الناحية الظاهرية، كان المشروع المحدد أمامهما هو حل شفرة التركيب الجزيئى للحامض النووى DNA، ولكن فى الواقع - كان هدفهما الحقيقى من وراء هذه التجارب هو إنكار الدين وتكذيب الحقائق التى وردت فى كافة الكتب السماوية عن الوحدانية. وهذا بالفعل ما اعترف به واطسون فى كتابه فبصفتها ملحدين (أى منكرين لوجود الله) فكان شغلهم الشاغل اكتشاف الأسرار الحقيقية للمادة لإثبات أنه لا يوجد كائن فوق الوجود المادى، أى لا يوجد إله... ﴿سبحانه وتعالى عما يصفون﴾ .

الجولة الثانية:

التوصل للعدد الحقيقي للكروموسومات بنواة الخلية البشرية، ومتلازمة داوون

فى عام ١٩٢١م احتز أحد الباحثين ويسمى «ثيوفيلوس بيتتر» من تكساس شرائح رقيقة من خصى رجلين أسودين ورجل أبيض كانوا قد أخذوا لجنونهم ولإساءة استغلال الذات وثبتت الشرائح بالكيمائيات وفحصها تحت الميكروسكوب وتوصل إلى رقم ٢٤ باعتباره عدد الكروموسومات فى الخلايا المنوية، وكرر بعدها آخرون تجربته واتفقوا جميعاً على أن عدد الكروموسومات هو {٢٤} وظل هذا الأمر حتى عام ١٩٥٥م.

وفى عام ١٩٥٦م اشترك الباحثان: «چو - هين - تيو» - «وفى مراجع أخرى» «نجيو» - «وهو أندونيسى الأصل رحل من أسبانيا إلى السويد»، و«ألبرت ليفان» واستخدما تنويعاً من بضع تقنيات أفضل من سابقينهم مما مكّنهم من رؤية الكروموسومات بوضوح وأثبتا أن الجينوم البشرى يحتوى على ٢٢ زوجاً - لا ٢٣ زوجاً - من الأوتوزومات، وإذا ما أضفنا إليها كروموسومى الجنس أصبح العدد الكلى من الكروموسومات فى الجينوم البشرى هو ٢٣ زوجاً أى ٤٦ كروموسوم، ويعد أن تعزز هذا التأكيد بأبحاث حديثة، عُقد فى إبريل فى «دنفر - كلورادو» مؤتمر للوراثة تم فيه الاتفاق على ترقيم الأوتوزومات (أى الكروموسومات غير كروموسومى الجنس X و Y) حسب تدرج أحجامهما بحيث يعطى الرقم ١ للكروموسوم الأكبر. فى أوائل عام ١٩٥٩ تم الإثبات فى فرنسا وإنجلترا بنفس الوقت تقريباً، أن متلازمة داوون تنشأ عن شذوذ كروموسومى - تملك الشخص لثلاث نسخ من الكروموزوم ١، بدلاً من كروموزومين.

ال الجولة الثالثة :

اهتمام فرنسي مماثل في الخمسينات والى أين وصل في القرن الحادى والعشرين؟

فكما اشتركت أمريكا بعالمها «جيمس واطسون» وانجلترا بعالمها «فرانسيس كريك» فإن فرنسا أيضاً كان لها دور .. فما هو؟
فى عام ١٩٥٨م أنشأ الرئيس الفرنسى الأسبق شارل ديغول «لجنة البحث العلمى» وتضم ١٢ من كبار العلماء والمفكرين.. وفى أحد الاجتماعات طلب أن يطرح كل منهم خلال خمس دقائق المجال البحثى الذى يرى أنه الأجدر بالتمويل. وبالفعل تم طرح العديد من الموضوعات مثل توليد الطاقة وغزو الفضاء واستغلال المحيطات والبيولوجيا الجزئية وغيرها من مجالات البحث العلمى. ووقع اختيار الجنرال ديغول على «البيولوجيا الجزئية» حيث قال فى كلمته أمام أعضاء اللجنة «... وماذا لو أن تلك البيولوجيا الجزئية المغلفة بالأسرار والتى لا أفهم منها شيئاً ولن أفهمها أبداً، ستكون هى الواعدة بالتطورات الثرية وغير المتوقعة على المدى المتوسط.. ويمكنها أن تسهم فى إيجاد «طب جديد» ليس لدينا عنه أى فكرة؛ وقد يصبح هو طب القرن الحادى والعشرين..!؟».

وفعلاً اختارت اللجنة «البيولوجيا الجزئية» لتحتل الأولوية وتكون «الأجدر بالتمويل».

وإذا كان هذا هو ما حدث فى فرنسا فى عام ١٩٥٨م وسوقف الحكومة الإيجابى من البيولوجيا الجزئية مما قد ترتب عليه الكثير والكثير وإليك دليلنا الذى يعبر عما تم من قفزة كبيرة حدثت منذ نهاية الخمسينات وحتى الآن:

تكوين اتحاد علمى لدراسة الجينوم فى فرنسا فى القرن الحادى والعشرين:
حيث تم تكوين اتحاد فرنسى لتقنيات الكمبيوتر فى المجال البيولوجى أطلق عليه اسم (جينوستار) GENO STAR .. الهدف منه تصميم وتطوير أنظمة كمبيوتر لوصف وتحليل جينات الكرموزومات (الجينوم) GENOME والبروتينات،

بالإضافة إلى تحديد العلاقة التي تربط بينهما مما يساهم في توفير أساليب تحليل وإعداد أدوات خاصة لتحديد وظيفة الجينات مع تحديد أهداف جديدة للعلاج. يتكون الاتحاد من معهد باستير، المعهد القومي الفرنسي للأبحاث الخاصة بالكمبيوتر وأنظمة التحكم الأتوماتيكي، وشركتى HYBRIGENICS و GENOME EXPRESS.

وخلال هذا الاتحاد فإن شركة HYBRIGENICS - باستخدام طرق بيولوجية للفرز الأتوماتيكي وتقنيات الكمبيوتر في المجال البيولوجي - لمجت في تصميم خرائط لتفاعل البروتينات.

وبواسطة وحدة موائمة بيانية تقوم تلك الخرائط بعرض البروتينات في المسارات البيولوجية الخاصة بها مع تحديد الوظائف في الخلية مما يسمح باكتشاف أهداف جديدة تفيد في الأساليب العلاجية للأمراض المعدية والسرطان.

الجولة الرابعة:

«مع حل مشكلة الشفرة والقيام بفكها، وفك جزيء الدنا، واكتشاف مسببات لتلف الدنا»:

س: بعدما تقدم من كشف للكثير من أسرار المادة الوراثية أصبح ما يشغل ذهن العلماء هو: ترى ما هو التابع الخاص من القواعد الأربعة الذي يحدد بالفعل كل حامض أميني؟

والإجابة: هي أن جهود الباحثين والعلماء المستمرة والمتواصلة أثمرت لنا الكثير من الاكتشافات نذكر منها:

١- طور العالم «فرانسيس كريك»، فرضية ما يسمى الجزئيات الملتزمة (المكيفة) adapter، التي تعمل كمتوسطات، ونشر في عام ١٩٥٦م مجموعة من القواعد التي يمكن لهذه المتوسطات أن تعمل وفقاً لها. وكان كود «كريك» عديم الفواصل commaless : والكودونات تكون عديمة الدلالة من حيث الفعالية، غير مرئية فيما يتعلق بالملتزمات.

٢- في عام ١٩٦١م [في مراجع أخرى تذكر أنه في (صيف ١٩٦٠م)] شهد أول اختراق، حيث قام أو توصل «مارشال نيرنبرج وچوهان مانشاي». (ومراجع أخرى تذكر أن اسمه «هاينزيغ ساتاي» العالمان الشابان بالعهاد القومية للصحة - قاما بأول اختراق، ولقد تم فك شفرة «كلمة» من كلمات الشفرة الوراثية، بوسيلة بسيطة هي صنع جديلة اصطناعية من الرنا كل قواعدها من صنف واحد فقط بمعنى (صنع قطعة رنا باستخدام يوراسيل نقى ورمزه «ي» - المكافئ لحرف «ث» في دنا)، وضعا هذه الجديلة كمرسال في محلول مجهز بالأحماض الأمينية، وبالريبوزومات والمواد الكيماوية البيولوجية وغيرها من المكونات الخلوية اللازمة، وتمكنت الريبوسومات من صنع سلسلة بروتينية بأن خاطت معاً العديد من جزئيات (أحماض أمينية) - من صنف واحد لا أكثر هي جزئيات الحمض الأميني فينيل آلانين، وبالتالي أمكن اختراق سر أول كلمة في الشفرة: ذلك أن «ي ي ي» تعني «فينيل آلانين».

وعلى مدى السنين الست التالية، بيّنت تتابعات الرسائل الاصطناعى الطريق لتحديد القاموس الكامل للشفرة الوراثية.

وبحلول عام ١٩٦٥م أصبحت الشفرة كلها معروفة - وتذكر مراجع أخرى أنه قد تم هذا الإنجاز فى عام ١٩٦٦م وليس عام ١٩٦٥م عن تمكن الثلاثة: «Kharana» و «أوكو Ocho» و «نيرنبرج Nirenberg» من فك الشفرة الوراثية (ويبدو أنه استكمال لما حدث عام ١٩٦١م حتى تم على أيديهم تحديد القاموس الكامل للشفرة الوراثية) ولقد بدأ العصر الحديث للوراثيات بهذا الإنجاز، وأصبحت إنجازات النجاح الرائدة فى الستينات بمرور الوقت عمليات روتينية فى التسعينات.

مثال:

يُحدّدُ الحمضُ الأمينى بثلاث من القواعد فى ترتيب معين على طول جديلة الحمض النووى، ويسمى هذا الثلاثى باسم «كودون». فعلى سبيل المثال فإن القواعد الثلاث: ثايمين - سيتوزين - جوانين (س س ج) تُشفّر إلى الحامض الأميى {برولين} بينما تُترجم نفس هذه القواعد بالترتيب العكسى (ج س س) على الرنا المرسال وتدفع الريبوزوم إلى إضافة الحامض الأمينى {الالانين}. وللشفرة الوراثية ٦٤ كودونا (أى من القواعد الأربع فى الموقع الأول، وفى الثانى، وفى الثالث) والكثير من الحشو. ثمة ثلاثية من الكودونات لا تُحدد أى حامض أميى، وإنما تستخدم كإشارات توقف، تُفيد نهاية السلسلة (وقد تظهر لها أهمية أكثر من هذا فى المستقبل).

والجدير بالذكر أن الحموض الأمينية العشرين تختلف من حمض لآخر بجميع أنواع الخصائص: من الحجم إلى الشكل إلى الشحنة الكهربائية.

جولة خاطفة:

للقرن الحادى والعشرين واكتشاف خطأ الاعتقاد بأن الشفرة شمولية Universal بنسبة ١٠٠٪.

كان الاعتقاد السائد بين العلماء لفترة طويلة هو أن الشفرة الوراثية شمولية Universal بمعنى أنها تتماثل فى الكائنات المميزة وغير المميزة النوى ... فشفرة

ثلاثة ما تقوم بتخليق نفس الحمض الأميني في مدى واسع من الكائنات الحية ولذا فإننا نجد (حسب الاعتقاد السابق) أن التسابع النوتيدى فى كودون ما والذي يوجه حمضاً أمينياً معيناً كبروتين البكتيريوفاج هو نفس التسابع النوتيدى الذى يوجه ذات الحمض الأميني فى بروتين الإنسان.

لكن الدراسات والأبحاث الحديثة أوضحت أن هناك على الأقل ستة عشر كائناً حياً من صنيف متنوع لسلاسل (تطورية) مختلفة، تنحرف عن كود الطبيعة المعيارى (أى عن مبدأ شمولية الشفرة)؛ فيما يتعلق بمعانى الحموض الأمينية التى تعينها ... بمعنى أن العلماء يدركون الآن أنه يوجد على الأقل «١٦» تفاوتاً موزعاً عبر صنيف array متنوع من السلاسل التطورية، تُعين فيها معانٍ مختلف لـكودونات محددة .. ولكن النظام الأساسى واحد: تُترجم الكودونات الثلاثية التكويديات إلى حموض أمينية.

أمثلة:

- ١- تُترجم أنواع كثيرة من الطحلب الأخضر *Acetabularia* الكودونين المعيارين لإنهاء الانتساخ "UAG" و "UAA" إلى الحمض الأميني كلسين.
- ٢- فى معظم الكائنات الحية تقرأ الكودون "CUG" فى الرنا ليعنى الحمض الأميني (لوسين) - أى أن كودون الرنا: "CUG" يعنى معيارياً الحمض الأميني (لوسين)؛ إلا أنه اكتُشف أن أنواعاً كثيرة من فطور المبيضات {فطر الكانديدا *Candida*} تُترجم كودون الرنا نفسه (CUG) إلى الحمض الأميني (سيرين).
- ٣- أيضاً نجد أنه بالإضافة إلى أن للميتوكوندريات جينومها الخاص .. فإنه لها نظام كودونى خاص بها فمثلاً: يكود الحمض الأميني {تريونين} فى جينوم ميتوكوندريات خميرة الخبازين (الفطرية السكرية الجموية) بأربعة كودونات من أصل ستة تكود فى الحالة السوية فى بقية الكائنات الحية الحمض الأميني (لوسين).
- ٤- صار من المؤلف أن تؤخذ الجينة موضع اهتمام الباحثين ... كجينة من جينات السرطان البشرى مثلاً وتغرز فى كائن حى ما - مثل بكتيريا الإشيريشيا *E. coli* - حيث يتم تركيب واستخلاص البروتين الذى تكوده الجينة ولكن

قد يحدث أن يخفق الكائن الحى كلياً فى التعبير عن الجينة، أو أنه ينتج كمية من البروتين أقل مما هو متوقع، أو حتى نسخة مغايرة بعض الشيء للبروتين الذى تنتجه الجينة فى الإنسان ومع أن هذه المشكلة قد تسبب فوضى شديدة فى الأبحاث البيولوجية. إلا أن الباحثين الآن يدركون أن الإخفاق إنما ينشأ أحياناً لأن الكائن الحى يبدى أفضليات مختلفة فيما يتعلق بالكودونات المترادفة. فمثلاً، يشتمل الكود المعيارى على ستة كودونات للحمض الأمينى أرجينين arginine، وتترج الجينات البشرية إلى محابة الكودونين AGA و AGG. بيد أن بكتيريا Ecoli لا تستعمل إلا فى حالات نادرة جداً الكودون AGA، حتى أنها غالباً ما تخطئ فى ترجمته. إن المعرفة لهذه الاختلافات ولهذه الأفضليات ستمكن من تصميم نسخ محورة عن الجينة البشرية لابد أن تعمل واحدة منها بثوقية لدى نقلها من كائن حى إلى آخر.

إن هناك أسئلة كثيرة تدور الآن بين الباحثين يبحثون لها عن إجابة منها: لماذا يوجد عشرون حمضاً أمينياً معيارياً فقط؟ لماذا عين لبعض الحموض الأمينية ستة كودونات، فى حين عين لحموض أمينية أخرى كودون واحد أو كودونان؟ هل لهذا الطراز علاقة ما بتخفيض الأخطاء إلى الحد الأدنى؟ لقد ثبت أن حل الكود لم يشكل سوى بداية فهم معناه:

سبحان الله ﴿وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلاً﴾ (الإسراء ٨٥)

اكتشاف مسببات لتلف الدنا:

كانت للعالم «دروس آمس» فى كاليفورنيا فى ستينات القرن العشرين العديد من الأبحاث، والتي نذكر من نتائجها أنه قد توصل إلى أن الكثير من الكيماويات والإشعاعات التى تسبب السرطان، مثل قار الفحم وأشعة إكس، فيها صفة مشتركة واحدة خطيرة، فهى تتلف شريط الدنا الوراثى تلفاً شديداً. وهكذا الملح (أمس) إلى الاحتمال بأن يكون السرطان مرضاً جينياً.

الجولة الخامسة:

التهجين الخلوي الجسدى Somatic hybridization وأول خطوة لخرطنة جين بشري... تؤدي إلى مشروع الجينوم:
أولاً: تمهيد:

تقنية التهجين الخلوي الخضري Vegetative Hybridization أو (التهجين الخلوي الجسدى):

يعتمد على تقنية الاندماج الخلوي Cell Fusion، وهي عبارة عن اتحاد خليتين باستخدام وسيلة مناسبة مثل: المواد الكيميائية Chemofusion أو التيار الكهربائي Electrofusion أو شعاع الليزر Laser microbeam ثم انتخاب الخلايا المتحددة المرغوبة.

ثانياً: إلقاء الضوء على بعض الجهود التي تمت في هذا المجال:

١- ويذكر أن أول محاولة لدمج خلايا تمت سنة ١٩٦٠م في معهد (جوستاف) في باريس، حيث تمت تحت إشراف البروفيسور (جورج بارسكي) وتم بها دمج خلايا فئران في أطباق خاصة مزودة بغذاء معقم فكانت النتيجة هي التحام الخلايا واختلاطها مع بعضها البعض لتصبح خلية واحدة، ورغم أن الحدث كان جديداً، فإنه لم يكن مقنعاً!!

٢- وفي عام ١٩٦٧م اتخذ كل من «ماري وايس M.Weiss ود. هوارد جرين H.Green» من جامعة نيويورك أول خطوة حاسمة نحو خرطنة جين بشري، عندما نشرا تقنية لدمج (أو تهجين) خلايا بشرية بخلايا فأر وذلك في مستنبت واحد بالمعمل مع توفيرهم لكافة الظروف المناسبة لحدوث الإنماء لتنتج خلايا تحمل جينومى الإنسان والفأر معاً، يمكنها أن تنقسم وتتكاثر في المستنبت بالمعمل، فيما سُمى «بتهجين الخلايا الجسدية». وأعيدت التجربة مرة أخرى على يد مجموعة من العلماء ولاحظوا أنها تفقد بالتدريج بعض الكروموسومات البشرية - لا الفأرية - أى أن خلية الفأر أو البرنامج الوراثي للفأر أكل البرنامج الوراثي للإنسان - أو بمعنى آخر

«طرده» بعد أن اتحدت الخليتان، وتم ذلك تحت دهشة العلماء ومخاوفهم. ورجح البعض أن السبب في ذلك يرجع إلى أن «انقسام كروموزومات الفئران المسجل عليها البرنامج الوراثي كان أسرع، والسريع يغلب البطيء، ولهذا أخذت كروموزومات الفئران زمام المبادرة من كروموزومات الإنسان... ولذا نلاحظ مع توالي انقسام هذه الخلايا الهجينة أن تفقد بالتدرج بعض الكروموزومات البشرية لا الفأرية، ويمكننا بذلك أن ننمى خلايا هجينة تحمل كروموزومات الفأر بالإضافة إلى كروموزوم بشري بعينه. (وهو ما حدث).

٤- أيضاً ذكر أنه عند إضافة فيروس من فيروسات أورام الثدييات اسمه «فيروس سينداي» إلى مستنبت يحوى خلايا بشرية وفأرية، يلتصق الجسيم منه ببضع خلايا ولما كان حجمه أصغر بكثير من الخلايا فإنه يربطها بالضرورة ربطاً محكماً، وتمكن أجربين ووايس من البرهنة على أنه من الممكن تليين جزئى الخلايا باستخدام مواد كيميائية معينة، فتندمج معاً يعيش البعض من هذه الهجن الخلوية ويتضاعف في المستنبت، وعلى الرغم من أن هذه الهجن تميل مع تكرار الانقسام إلى التخلص من الكروموزومات البشرية - كما سبق وذكرنا - فمن الممكن ترسيخ خطوط تكاثر جينوم الفأر - بكروموزوماته العشرين.

٥- وأمكن الاستفادة من هذا التكنيك في استنباط خطوط (lines) من هذه الخلايا الهجين؛ بحيث تحمل كروموزومات الفأر وكروموزوم بشري واحد بعينه أو قطعة معينة من كروموزوم محدد - ويمكن التأكد من حدوث ذلك ومعرفة الكروموزوم بنمط الشرائط الموجودة عليه واستخدام الميكروسكوب لفحص هذه الخلايا - ومن الممكن فحص النواتج البيولوجية لهذا الكروموزوم أو المقطع منه لمعرفة إن كان يحمل شيئاً ما.

٣- ولقد تمكن الباحثون بواسطة هذا التكنيك من نسب جينات بشرية إلى كروموزومات بعينها بل وحتى إلى مناطق أو شرائط محددة بعينها، من كروموزوم بذاته، وذلك بفحص البروتينات البشرية التي تنتجها الخلايا الهجين، ولقد أثمر ذلك معرفة الكثير منها.

٦- وفي ضوء كل ما تقدم من ملاحظات ونتائج؛ استفاد منها الباحثان «هوارد جرين ومارى وايس» وأثمرت جهودهما عن الإعلان عن تحديدهما لأول جين يُنسب إلى كروموسوم أوتوزومى بعينه كان ذلك عام ١٩٦٨م، وتم تحديد مكان هذا الجين على (الكروموسوم ١٧) وتم ذلك عندما وجدوا الخلايا الهجينة المحضرة بتلك التقنية تنتج إنزيم الثايميدين كابينز Thymidene Kinase وهو إنزيم بشرى .. ومن خلال ملاحظة هذا الجين تم على الفور استنتاج أن الجين البشرى الخاص بهذه الصفة يقع على الكروموسوم البشرى هذا - أو الجزء منه - الباقى بالخلايا الهجينة المحضرة.

٧- والجدير بالذكر؛ أن التجارب والأبحاث السابقة كانت بمثابة الضوء الأخضر الذى فتح الباب على مصراعيه لحسن الاستفادة من هذه التقنية، وأثمرت عن نتائج هامة نذكر منها إنتاج فئران هجينة مبرمجة لإنتاج أجسام مضادة نقية.

٨- وفي عام ١٩٦٩م أعلن «سينسهايمر» عالم البيولوجيا الجزيئية البارز أن البيولوجيا الجزيئية قد فتحت أمام البشر آمالاً جديدة لا تُحَد، إذ هي تُمكن العلماء من تخليق جينات جديدة وصفات جديدة، «فالأول مرة فى التاريخ يفهم كائن حى أصله ويستطيع أن يتولى تخطيط مستقبله». وفى عام ١٩٧٧م تولى «سينسهايمر» رئاسة حرم جامعة كاليفورنيا فى سانتا كروز - حديث النشأة نسبياً. وكانت الآمال عالقة بذهنه، وفى أواسط الثمانينات من القرن العشرين قام «روبرت سينسهايمر وتشارلس ده ليزى» بمبادرات عديدة أدت لنشأة مشروع الطاقم الوراثى البشرى (مشروع الجينوم).

ويلاحظ أنه بعد دخولنا للقرن الواحد والعشرين وتعدد المصادر التى يمكن التوصل منها لنفس النتائج ووجود جمعيات متعددة تنادى بحقوق الحيوان، قلَّ الاعتماد على هذه الطريقة.

الجولة السادسة:

« اكتشاف إنزيمات التحديد والبتر restriction enzymes وإنزيم

الليجيز Ligase:

اكتشفت إنزيمات التحديد والبتر Nucleases فى البكتيريا فى عام ١٩٦٨ م. وفى مراجع أخرى تذكر أنه فى عام ١٩٦٢ م، اكتشف (Arber) وجود إنزيمات التكسير وحصل على جائزة نوبل عام ١٩٧٨ م، وفى عام ١٩٦٧ م اكتشف (Gellert) إنزيمات اللصق Ligases، ولقد أوجدها المولى عز وجل فى خلايا البكتيريا - أنواع منها لتصبح وسائل دفاعية؛ تتمكن بواسطتها البكتيريا من الدفاع عن نفسها ضد بعض أنواع الفيروسات التى تهاجمها (من نوع لاقمات البكتيريا Phages or bacteriophages) وتسمى أيضاً «الفاجات». ولهذه الإنزيمات القدرة على أن تهزم وتمزق الفيروسات المهاجمة بتقطيع جيناتها (مادتها الوراثية).

وبالتالى تتلف هذه المادة الوراثية للفاجات فتحد من انتشارها.

وسرعان ما تبين أن إنزيم التحديد بخلاف المقصات الحقيقية، أداة تدقق فيما تقطعه، فهى متخصصة وتعمل كمقص منمق، لا تقطع جديلة الدنا إلا بعد ما تبحث به جيداً وتلاقى فيها تتابعاً معيناً من الحروف (نقاط معينة من القواعد النيتروجينية)، يقطع عنده الإنزيم - ما بين قاعدتين محددتين له وبالتالي تحولها لقطع عديمة النفع فتتلف المادة الوراثية للفاجات - (كما ذكرنا منذ قليل) - فتحد من انتشار هذه الفاجات. ومن هذا المنطلق تم استغلال هذه الإنزيمات واستخلاصها من البكتيريا فكانت فتحاً للدخول لعالم الهندسة الوراثية.

ونحن نعرف الآن «٤٠٠» نوع مختلف من إنزيمات التحديد - من أنواع عديدة من البكتيريا - يتعرف كل منها على تتابع مختلف من حروف دنا وراثى ليقطع عندها وكأنه مقص لا يقطع الورق إلا عندما يجد كلمة «تحديد».

وهناك إنزيمات الليجيز Ligases:

وهى الأداة التى تصل وتُحيك (تلصق) الجمل السائبة (المقاطع) من «دنا» أينما

وقع عليها، وهذه الإنزيمات موجودة طبيعياً في الخلايا، ووظيفتها إصلاح التكسير أو التقطيع الذي يحدث في الدنا أثناء عملية التضاعف (DNA replication) حيث لها القدرة على ربط قطعتين معاً، وبالرغم من أن كل الخلايا الحية تحتوى على ligases إلا أن الإنزيم الذي يُستخدم في الهندسة الوراثية مستخلص من بعض أنواع بكتيريا الأمعاء *E.coli*.

وإذا ما تحولنا في عالم إنزيمات التحديد واللصق لبعض الوقت (على أن نستكملها في جولات أخرى). نذكر:

١. **بالتنسبية لأنواعها:** نذكر أولاً أنه تتم عملية التكسير من خلال تكسير الروابط الفوسفاتية ثنائية الإستر. والنوعان هما:

(أ) **Exonucleases:** وهي إنزيمات لها المقدرة على قطع أو تكسير نيوكليوتيدات من أطراف «الحامض النووي DNA».

(ب) **"Endonucleases"** وهي إنزيمات لها المقدرة على تكسير الروابط الفوسفاتية ثنائية الإستر داخل جزيء الـ DNA. وبعض إنزيمات Nucleases لها القدرة أيضاً على تكسير الـ RNA مثل إنزيم الـ RNAase والذي يتم معاملة الـ DNA المستخلص به وذلك لتنقية الـ DNA من الـ RNA. وتوجد أنواع عديدة من إنزيمات القطع وتختلف هذه الأنواع عن بعضها البعض حسب تتابع النيوكليوتيدات التي يحدث عندها القطع. ومنها إنزيمات *Hind III*، *Ecori*، *HpaI*

٢. **بالتنسبية لطول القطع:**

وعادة طول القطع الذي يتعرف عليه إنزيم القطع ما بين ٤ و ٨ نويدات (حسب نوع الإنزيم)، وأطلقت على هذه الإنزيمات اسم إنزيمات التحديد، يرجع ذلك في الأصل لأنها تحدد مجال العوائل التي يمكن للفيروس أن يحيا بها، وهذه الإنزيمات يصفها الباحثون بأنها تعمل مثل مقراص أسلاك تحت ميكروسكوب، ولقد مكّن العمل على أنواع عديدة من البكتيريا غير الضارة مثل بكتيريا *إيشيريشيا كولاي* *E.coli* الباحثين من تعلم كيفية نقل أجزاء محددة من المادة الوراثية من كائن لآخر، وتنجح عملية نقل مادة وراثية من كائن لآخر بناءً على مبدأ أن للمادة الوراثية

للكائنات الحية جميعاً نفس البنية الكيماوية، وبالتالي يمكن استعمال إنزيمات التحديد للقطع ثم باستخدام إنزيمات الوصل أن نصل قطع دنا مأخوذة من بكتيريا في دنايات أو حيوان بل وتولج قطعة من دنا بشرى في المادة الوراثية لنبات أو لبكتيريا فيتكوّن لدينا ذلك الدنا (المطعوم أو الهجين) Recombinant DNA في المعمل، والذي نتج عن وصل قطع دنا من مصادر (كائنات حية) مختلفة.

أمثلة:

إنزيم "EcoR 1" البكتيريا المنتجة له هي إيشيريشيا كولاي E.Coli والتتابع على الجديلتين وموقع البتر: ٥ - ج. أ أ ث س والأطراف بعد البتر لزجة
س ث أ. ج - ٥

إنزيم "Hind III" والبكتيريا المنتجة له هي Haemophilus influenzae، التابع على الجديلتين وموقع البتر: أ. أ ج س ث والأطراف بعد البتر لزجة
ث س ج. أ. أ

التفسير:

(١) ولتفسير الأمثلة السابقة نذكر المثال الأول حيث إنزيم "ECORi" وهذا الإنزيم مأخوذ من بكتيريا إيشيريشيا كولاي E.coli. ومن المعلوم مسبقاً أن ترتيب النيوكليوتيدات على أحد شريطي DNA يكون من ٥ : ٣، فيكون ترتيب النيوكليوتيدات بالجديلة الثانية هو من ٣ - ٥ [راجع كتابنا الأول].

وهذا الإنزيم يتعرف على تتابع من ست نيوكليوتيدات (تتابع التعرف) هي:

٥ - ج أ أ ث س - ٣ ، ويقطع ما بين القاعدتين (ج ، أ)

٥ - ج. أ أ ث س ١ - الجديلة ١ (الاتجاه من ٥ - ٣).

س ث أ. ج - ٥ ٢ - الجديلة ٢ (الاتجاه من ٥ - ٣).

ملحوظة: يُشار إلى مكان القطع بالنقطة، الإنزيم يتعرف على مكان القطع في الجديلة ١ فيقطع عندها، ويتعرف على مكان القطع في الجديلة ٢ فيقطع عندها.

ومن هنا يتبين أن إنزيمات التحديد طالما وجدت التسابعات التي تتعرف عليها بالمادة الوراثية فهي تعمل عندها دون تفرقة بين كائن حي وآخر، وكلما كان التسابع

الذى يتعرف عليه إنزيم التحديد طويلاً - بحيث يقل احتمال وجوده - كان هذا الإنزيم هو الأفضل بالنسبة للباحث لأنه ينتج عدداً محدوداً من الشظايا المتبورة يمكن فصلها وفحصها.

شكل الأطراف بعد البتر:

قد يكون مكان البتر بوسط التابع فيترك مكان القطع بالجديلتين بأطراف جافة blunt ends (وتكون النهايات منتظمة) وقد يكون مكان القطع بالجديلتين بأطراف منحرفاً عن وسط التابع - كما رأينا فى المثال السابق - ليترك مكان القطع بأطراف أو نهايات غير منتظمة وتسمى أيضاً |أطراف لزجة sticky end|.

لماذا لا تهضم إنزيمات التحديد الدنا البكتيرى؟

هناك تفسيرات عديدة تفسر السبب وراء أن إنزيمات التحديد المستخرجة من البكتيريا لا تقطع الدنا الوراثة الخاص بهذه البكتيريا، ومن هذه التفسيرات نذكر ما يلى:

١- أن البكتيريا المنتجة لإنزيم التحديد تُرقم ما يحمل دناها من هذا التابع بإضافة ذرة كربون لبضع قواعد منه، فتحفظ بذلك جهازها الوراثة .

- [سبحان الله تعالى] - تحفظه من البتر وهذا يذكرنا بما سبق ودرسناه بالمرحل التعليمية المختلفة عن كيف أنه لا تقوم إنزيمات الهضم بالجهاز الهضمى بهضم المعدة والاثني عشر والأمعاء!! وكيف أن حمض HCL لا يتسبب فى العادة فى أى ضرر للمعدة رغم خواصه الحامضية المعروفة بقوة تركيزها!!

٢- والتفسير الثانى:

ويعتبر مكملاً .. ويذكر أن للبكتيريا إنزيمات للوقاية الذاتية تصلح بها دناها عندما يُكسر أو يُساء نسخه (هى إنزيمات اللصق Ligase).

الفصل الثالث

جولات مع:

بعض العوامل المؤثرة والبارزة للدخول في عالم الهندسة الوراثية (في بداية السبعينات وحتى الإعلان عن ميلاد الهندسة الوراثية).

مقدمة الفصل:

يشمل هذا الفصل ٤ جولات مع خمسة عوامل من بين العوامل البارزة والمؤثرة في بداية السبعينات وحتى الإعلان عن ميلاد تقنية الهندسة الوراثية في عام ١٩٧٣م وهذه الجولات هي:

الجولة الأولى: وتضم النجاح في تحضير أول جين على يد العالم «خورانا» وأيضاً تضم الحديث عن أول طريقة لصنع كروموسومات البشر.

وتتضمن الجولة الثانية اكتشاف دور إنزيم النسخ العكسي في عام ١٩٧٠م، والاتجاه للكلونة باستعمال الفيروسات وميلاد العلاج الجيني.

وتتجول في «الجولة الثالثة» في عام ١٩٧٢م حيث تم إنتاج أول دنا «مؤلف» على يد «بول بيرج». ونصل إلى غايتنا وهي الإعلان عن ميلاد تقنية الدنا المطعم (الهندسة الوراثية) في عام ١٩٧٣م.

بينما تتسم الجولة الرابعة ببعض الظرف إذ إن عنوان الجولة هو «لا تفرح أيها الإنسان كثيراً فهناك من سبقك في مجال الهندسة الوراثية» أما كيف، فستعرف عندما نتجول بها بعد قليل. أما الآن فنبدأ التحليق مع أول جولة... فمعنا..

الجولة الأولى:

العالم خورانا والنجاح في تحضير أول جين، وأول طريقة لصنع كروموسومات

البشر:

في عام ١٩٧٠م نجح هـ جويند خورانا - | وفي بعض المراجع «كورانا» وفي بعضها «غوياند خورانا»|، وزملاؤه (والذين بلغ عددهم خمسة وعشرين من زملاء ما بعد الدكتوراه) في تحضير أول جين في المختبر، فقد نجح في محاكاة ما يحدث بالخلية في تحضير الـ «٧٧» قاعدة زوجية التي تسيطر على تكوين الحامض النووي الريبوزي الناقل للألانين في نبات الخميرة - (ولقد احتاج الأمر خمسة أعوام للتوصل لذلك). غير أن هذا الجين المصنَّع لم يكن له القدرة لا في داخل الخلايا أو في أنابيب الاختبار على صنع الحامض النووي الريبوزي الناقل للألانين على الرغم من أن تركيبه الكيميائي كان صحيحاً ومماثلاً للجين الطبيعي داخل الخلايا، وبعد عمل عدة دراسات تبين أن هذا الجين المصنَّع كانت تنقصه الشراة التي بها يبدأ عمله والنهية التي توقفه عن العمل إذا تطلب الأمر ذلك.

وفي عام ١٩٧٦م تمكن العالم «كورانا» والذي حاز على جائزة نوبل وزملاء له في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بالولايات المتحدة، من تركيب جين صناعي يعمل داخل الخلايا الحية، ولقد دعا ذلك الباحثين في أوائل الثمانينات بعدما اكتسبوا المزيد من الخبرة إلى أن يصنعوا أوتوماتيكياً شظايا صغيرة من الدنا أو [الجونيدات]، وإلى إنجاز وتحقيق الكثير والكثير بمرور الوقت.

وظل الأمر يتطور حتى أصبح بإمكان الباحثين على بدايات التسعينات من القرن العشرين أن يُصنَّعوا الآن [جينات أكبر حجماً من «خورانا»] - بألات حديثة خاصة وفي يوم واحد، ولقد راحت المؤسسات التجارية التي توفر المواد الجاهزة - مثل الكلونات، وإنزيمات التحديد - مما أراح البيولوجيين الجزيئيين من إضاعة الوقت والجهد في المعمل لإعداد هذه المواد وتوفيرها لمزيد من التركيز على تصنيع المزيد من الجينات.

أول طريقة لصبغ كروموزومات البشر

وفي عام ١٩٧٠م أيضاً نشر «توريون كاشبرسون» و «ل. زيغ» وزملاؤهما بالسويد أول طريقة لصبغ كروموسومات البشر أو غيرهم من الثدييات، بأسلوب تظهر به نماذج الشرائط، استخدم «كاشبرسون» صبغات لاصقة تتطلب ميكروسكوب الأشعة فوق البنفسجية.

تستخدم تقنية التشريط الأوسع انتشاراً اليوم صبغة «جيمسا».

وتم الكشف من خلال هذه الطرق على التركيب الفيزيقي للطاقتم الكروموزومي البشرى. أظهرت أنماطاً من الشرائط، سميكة ونحيلة - يمكن بها تحديد كل واحد من الكروموزومات ويمكن بمضاهاة الشرائط أن نحدد قرين كل كروموزوم، وأن نميز (القرينين) عن بقية كروموسومات الخلية - فالكروموزومان «٦» مثلاً يختلفان بوضوح عن الكروموزومين «٧»، وهكذا. ويمكن أن نكتشف التغيرات الكروموزومية (انقلاب، انتقال، اقتضاب، تضاعف) لأنها تغير من نموذج الشرائط. ويمكن تحديد أي من الكروموزومات البشرية قد بقى في الخط الراسخ من هُجُن خلايا الفأر - الإنسان.

الجولة الثانية:

«اكتشاف دور إنزيم النسخ العكسي والاتجاه للكلونة باستعمال الفيروسات وميلاد العلاج الجيني:

١- اكتشاف قدرة بعض الفيروسات على نسخ الرنا إلى الدنا:

الكثير من الفيروسات التي تُصيب الكائنات العليا - لاسيما فيروسات الأورام الحيوانية، تحمل الجينات كجديلة من الرنا لا الدنا، وهي تحقن هذه الخلية لتضييها العدوى.

وفي عام ١٩٧٠م نشر «هوارد تيمين» و«دافيد بالتيمور»، كلاً على حدة، ذلك الاكتشاف والذي فيه أن الكثير من مثل هذه الفيروسات الارتجاعية تستطيع أن تنسخ رناها عند دخولها الخلية المصابة، إلى دنا يتج في دنا العائل، ولقد تبين فيما بعد أن الفيروس الارتجاعي يحوى رسالة مكتوبة في رنا (فسرها العلماء بأنها تقول أساساً: «اصنع نسخة مني لتخفيها في كروموسومك»، ووجد الباحثون أن ثمة إنزيم يقوم بهذه المهمة، هو إنزيم النسخ العكسي ولقد بين «تيمين» أن مثل هذه العملية ربما كان لها أهمية عالمية مستقبلية في تطور الأجنة وفي مكافحة سرّض السرطان، ويمكن للبيولوجي باستخدام مثل هذا الإنزيم أن يبدأ لا بجين دناوى. إنما بجديلة من الرنا المرسل، وأن يستخدم فيروساً رناوياً ليوجه في الخلية، لتقرأ الرسالة عكسياً إلى دنا، ويُسمى الكلون، ثم يُدفع الجين إلى التعبير عن نفسه ليعرف وظيفته.

٢- ميلاد العلاج الجيني وخلق بين العلماء في فترة الثمانينات:

لقد أدى هذا الاكتشاف |اكتشاف إنزيم النسخ العكسي| إلى أن جعل تكنولوجيا العلاج الجيني Gene Technology The rapy تبدو فجأة معقولة برغم كل شيء... فكل ما يحتاج إليه المعالج بالجينات هو أن يأخذ أحد الفيروسات الارتجاعية ويقطع منه جينات معدودة، خاصة تلك التي تجعله معدياً بعد أول إيلاج، ويدخل جيناً بشرياً بدلاً عن الجين البشري المسبب للأمراض (وبخاصة الأمراض الوراثية)، ويصبح الفيروس حاوياً للجين البشري المطلوب وبحقته داخل الجسم يعود الجين المتقول للعمل في خلايا الجسد، يؤدي الجين الوظائف المنوط بها كاملة

ويشفى المريض، والذي سيصبح بمثابة شخص مُحور وراثياً تم علاجه بتكنولوجيا العلاج الجيني.

وإذا ما دخلنا لبعض الوقت في دائرة العلاج الجيني وتحدثنا عن بداياته وصعود نجمه وما يبشر به بإحداث تغيير ثوري في طب الواحد والعشرين وتحدثنا أيضاً عن بعض التطبيقات المتعلقة به ... فإنه يجدر بنا أن نبدأها بالحديث عن فترة الثمانينات من القرن العشرين.

أولاً: العلاج الجيني وفترة الثمانينات:

تميزت هذه الفترة باتجاه الأنظار نحو استخدام هذا الأسلوب في العلاج ومع الآمال المبشرة.. كانت أيضاً فترة قلق بالنسبة للعلماء ذلك القلق الذي يتتاب كل ما هو جديد، فمن ناحية: يجب أن يكون لديهم القدرة الكافية على التحكم الكامل بطرق عزل الجينات المعيبة والسليمة وتحديد خصائصها وتصميم نظام نقل جيني ذي كفاءة عالية وتأكيدهم من قدرة الجين المنقول على التعبير بدرجة كافية لإحداث التأثير الطبي الملحوظ وإتمام الشفاء؛ ومن مقدرة الجين المنقول على الاستمرار والعمل داخل المحتوى الجينومي لخلايا المريض. وهو لن يتأذى إلا بتوافر خريطة كاملة بالجينات البشرية والبروتينات (يرجى الاعتماد عليها بعد إنجاز مشروعي الجينوم والبروتيوم)، أيضاً يجب أن تكون لديهم القدرة الكافية على التحكم في إدماج الجينات داخل المحتوى الوراثي للفيروس... ومن ناحية أخرى وهي الأهم نجد ذلك القلق بشأن الأمان في:

١- استخدام الفيروسات الارتجاعية؛ إذ أنه قد يحتمل أن يعمل الفيروس الارتجاعى بعد إدخاله بنشاط يزيد عما ينبغي .. ولا يقتصر على أن يعدى خلايا الجسد العادية، ويعدى أيضاً الخلايا الجنسية (الإنجابية) فيكون له تأثير على الأجيال القادمة).. وكان هناك خوف من أن يستعيد هذا الفيروس الارتجاعى جيناته الغائبة ويتحول إلى فيروس ضار (نشط)؛ أو ربما يسبب عدم استقرار في جينات الإنسان أو يتجه بالجين لأنسجة أخرى فيسبب آثاراً جانبية خطيرة قد يكون من بينها السرطان، أيضاً الخوف من أن يتسبب هذا العلاج في إحداث خطر على المريض أو البيئة ولكن

جميع هذه المخاوف وغيرها لم يمنع تضافر جهود الأطباء والباحثين لحل هذه المشاكل وإجراء المزيد من التجارب والأبحاث أملاً في أن يحمل العلاج الجيني العلاج الأمثل للمرضى في المستقبل.

٣- وفي عام ١٩٨٠م أدخل العالم «مارتن كلين» جيناً مولفًا لا ضرر منه داخل مريض إسرائيلي يعاني مرض دم وراثي وهو مرض (الثلاسيميا) (وإن لم يكن ذلك باستخدام فيروس ارتجاعى) ولم تنشر قط نتيجة تجربته وفقد «كلين» سمعته ووافق الجميع وقتها على أن التجارب على البشر ما زالت سابقة للأوان. ولكن كانت هناك تجارب على الحيوان كالقتران والأرانب.

وفي عام ١٩٨٧م عرف «ليدلى» المقصود بالعلاج الجيني بأنه: «عملية إدخال أو نقل جينات سليمة إلى خلايا جسمية وذلك للحصول على وظيفة جينية غير موجودة، وذلك إما بسبب مرض وراثي أو مرض مكتسب».

وفي عام ١٩٨٩م حملت الفيروسات الارتجاعية جينات الأرانب إلى داخل خلايا القروء، ووضعت جينات بشرية نسيلة داخل خلايا بشرية. **ثانياً: بداية العلاج الجيني الرسمى عام ١٩٨٩م والإقبال على الاستفادة منه بإجراء العديد من التجارب؛**

إن فكرة استخدام الجينات كأساس علاجى ناجح ليست جديدة فى حد ذاتها حيث إنه فى الواقع فى بدايات عام ١٩٧٩م استطاع كل من «ميركولا وكلاين» القيام ببعض المحاولات لاستخدام الجينات لعلاج الإنسان ولكنها كانت غير ناجحة.

ورغم كل الجهود السابق الإشارة إليها لكن بداية العلاج الجينى لم تأخذ شكلها الرسمى إلا عندما قرر ثلاثة رجال طموحين أن الوقت قد حان لإجراء تجارب على البشر، وهم «فرنش أندرسون ومايكل بليز وستيفن روزنبرج»، وبعد طول مناقشات وجلسات، منحت لجنة دنا المؤلف الاستشارية للحكومة الفيدرالية الأمريكية الإذن فى ٢٠ مايو سنة ١٩٨٩م، وبعدها بيومين بدأ العلاج الجينى الرسمى وكان المريض هو سائق شاحنة يدعى «موريس كونتز» وكان مريضاً بسرطان

الميلانوما وتلقَى أول جين يُدخل في إنسان عن عمد بعد اعتماده وليس كما حدث مع «مارتن كلين» والتجربة ببساطة هي : استنبات نوع خاص من خلايا الدم البيضاء خارج جسم المريض (ولهذه الخلايا القدرة على فلترة الأورام والتهاهما) وقبل إعادة حقن هذه الخلايا بجسم المريض، أصابها الأطباء بعدوى من فيروسات ارتجاعية تحمل جيناً من بكتيريا والغرض الوحيد من هذا الجين البكتيري هو ليُمكّن الأطباء من متابعة الخلايا داخل جسم المريض وإظهار المكان الذي تذهب إليه، ورغم موت المريض لكن ... بدأ العلاج الجيني ليستمز ويزدهر لا ليتوقف.

وبحلول عام ١٩٩٠م كانت للطبيب فكرة أوقع وهي علاج مرض وراثي نادر هو {مرض النقص الشديد للمناعة المشتركة SCID} حيث يكون جسم الطفل المصاب عاجزاً عن تجهيز دفاعه المناعي ضد العدوى؛ بسبب موت كل الخلايا البيضاء بالدم موتاً سريعاً. ويواجه الطفل المريض أن يعيش حياة قصيرة مع تكرار العدوى والمرض (راجع كتابنا «جولات في عالم البيوتكنولوجيا») والسبب الرئيسي هو حدوث تغيير في «هجاء» جين واحد على كروموسوم رقم ٢٠ اسمه جين آدا (ADA) واقترح إندرسون وبليز أن يأخذا بعض خلايا دم بيضاء من طفل مريض بحالة (SCID) ويصيياها بعدوى فيروس ارتجاعى به جين {آدا} ثم يتقلا خلايا الدم ثانية إلى جسد المريض. وبعد تطبيق أساليب أخرى (أكثر تطوراً) تم فى النهاية منح «أندرسون وبليز» الإذن بإجراء العلاج فى سبتمبر سنة ١٩٩٠م وعالجا فتاة اسمها «شانتى دي سيلفيا» باستخدام {جين آدا} المهندس وراثياً ، وعن قصتها مع المرض والعلاج (راجع عزيزي القارئ كتابنا الأول).

ثالثاً: تعدد أنظمة نقل الجينات:

بمرور الوقت زاد إقبال الباحثين على حسن الاستفادة من تكنولوجيا العلاج الجيني لعلاج العديد من الأمراض... ومعها تعددت أنظمة نقل الجينات ولم تعد قاصرة على استخدام الفيروسات.. ومن أنظمة نقل الجينات نذكر:

١- النقل الجيني المناسب المباشر (الحقن المباشر للجين السليم) وفيه يتم نقل الجين مباشرة ودون وسيط إلى الخلية المقصودة.

٢- النقل الجيني غير المباشر: وفيه يتم نقل الجينات عن طريق وسيط إلى الخلايا المستهدفة، مثل استنشاق إيروسول يحمل فيروسات من نوع يسمى {أدينو فيروس} أو الليبوسومات التي تحمل الجين السليم، ويرسل الإيروسول في الأنف بواسطة بخاخة ليدخل الفيروس حاملاً الجين السليم للخلايا المبطنة للجزء العلوي من الجهاز التنفسي وبالتالي يتمكن الجين السليم من التعبير عن نفسه أيضاً ثم تجريب وسيلة أخرى لحمل الجينات مثل تحميلها على فقاعات فائقة الصغر تعمل بواسطة موجات صوتية عالية التردد. {وسياتى ذكرها فى التطبيق الخامس بهذه الجولة}.

رابعاً، تعدد أساليب العلاج الجيني والقفزة الرابعة فى الوقاية من الأمراض وعلاجها:

لقد بشر أسلوب المعالجة الجينية بإحداث تغيير ثورى فى طب الواحد والعشرين.. فقد شهد الطب عبر التاريخ، ثلاث قفزات كبرى فى الوقاية من الأمراض وعلاجها .. الأولى: تمثلت فى تحسين البيئة الصحية مثل تنقية المياه، والتخلص من الفضلات، والقضاء على الحشرات الناقلة للأمراض، وتأمين السكن الصحى .. وغير ذلك من أساليب الطب الوقائى. والقفزة الثانية، هى استعمال المخدر فى الجراحة... بكل ما أحدثه من آثار فى هذا الميدان.. والقفزة الثالثة، هى اللقاحات والمضادات الحيوية.. وستشكل الثورة الرابعة؛ الهندسة الوراثية بما تحمله من أساليب للمعالجة الجينية لأخطر الأمراض بما فى ذلك السرطان وأمراض القلب وغيرها من الأمراض... تُرى كيف سيكون شكل الثورة الخامسة!!؟

ومن تلك الأساليب المتعددة للعلاج الجيني لعلاج الأمراض نذكر:

١- إضافة جين سليم: وذلك إلى الخلية المعيبة وراثياً لإعادة نشاط الجين المشوه إلى مستوى كاف لإزالة الأثر المرضى.

٢- استبدال أو إصلاح الجين المعيب .. وهو ليس أسلوباً عملياً حيث يحتاج إلى وسائل معينة لقطع أو إصلاح الجين المعيب.. لكن يتوقع الباحثون أن يتم ذلك فى المستقبل.

٣- تصميم وظائف جينية جديدة: بنقل جين جديد إلى الخلية المرضية وهذا الأسلوب يمكن اتباعه في حالة الأمراض التي يصعب فيها إعادة الجين لحالته الطبيعية.

٤- تغيير نظام تعبير الجين: وهو أسلوب يعتمد على نقل منظمات الجينات وذلك بهدف تغيير مستويات نشاط الجين، وعلى ذلك يمكن إيقاف أو التقليل من نشاط الجين المعيب إلى مستوى يمنع أو يقلل من ظهور العرض المرضي.

لقد أعطت التجارب والأبحاث الجدية السابقة وغيرها الكثير؛ الضوء الأخضر لأطباء عديدين للاستفادة من أساليب المعالجة الجينية في علاج أمراض عديدة .

خامساً: تطبيقات متنوعة للاستفادة من العلاج الجيني؛

تهديد:

لا تقتصر جهود الباحثين على الاستفادة من أساليب العلاج الجيني في علاج الأمراض الوراثية فقط؛ ولكن هناك جهود موازية للاستفادة منه في علاج الأمراض غير الوراثية. ويذكر الباحثون أن العلاج الجيني يمكنه أن يكون فعالاً وذو قيمة في مجال علاج الأمراض غير الوراثية إذا وصلنا للدرجة التي يمكن فيها نقل جينات تجعل الخلايا لديها القدرة على مقاومة للأمراض الطفيلية والفيروسية وأيضاً مقاومة للتدمير الذاتي داخل الجسم ومقاومة للسموم والمواد الكيميائية وإصلاح ما تم إتلافه أو أن تتمكن من خلال العلاج الجيني من إنتاج أجسام مضادة متخصصة لرفع مقاومة الجسم لمسببات أمراض بعينها، أو إعادة وظائف حيوية بسبب مرض مكتسب.

ومن التطبيقات العديدة للمحاولات المتوصلة للاستفادة من العلاج الجيني، نذكر في هذه الجولة خمسة تطبيقات: منها تطبيقان يوضحان استخدام العلاج الجيني في علاج أمراض القلب وتطبيق ثالث لعلاج أمراض الزهايمر، والتطبيق الرابع عن علاج أورام المخ، والتطبيق الخامس في علاج بعض الأورام الوراثية مثل أنيميا الخلايا المنجلية، وعن (علاج الخط الوراثي).

التطبيق الأول:

منذ سنوات؛ عالِج فريق طبي علمي من جامعة إدمبوري { بأطلنطا وفريق علمي ثان من جامعة كافت} في بوسطن.. حالات مرضى مصابين بانسداد وتجاظ بالشرايين أدى لتعرضهم لآلام الذبحة الصدرية وبعد أن تمكّن الأطباء من حقن المرضى بالجينات المسئولة عن تكوين خلايا «الأندوميليوم» المكوّنة لجدران الشرايين في القلب نجحت التجربة وتم تكوين شرايين جديدة بدلاً من المصابة بالانسداد.

التطبيق الثاني:

في شهر أغسطس من عام ١٩٩٩م أعلن علماء أمريكيون عن توصلهم لأسلوب جديد لعلاج عضلة القلب التي تعاني من نقص الأوكسجين .. وُصِف بأنه يفتح المجال أمام طرق جديدة لعلاج أمراض القلب. وفي دراسة نشرتها مجلة «سيركيوليشن» التي تصدرها جمعية القلب الأمريكية، قال البروفيسور «تودرو زينجارت» الأستاذ بجامعة كورنيل: إن هذا الأسلوب يقوم على حقن مباشر للجينات في عضلة القلب ويسمح بمعالجة مشكلات خطيرة لدى عدد كبير من المرضى لا يمكن علاجهم بطرق أخرى، وقالت الدراسة: إن حقن الجين المعنى في عضلة القلب لم يؤد لأعراض جانبية، كما لاحظ الباحثون ظهور أوعية جديدة تسمح بتحسين تدفق الدم المحمل بالأوكسجين.

ويحضرنا بهذا الصدد مقولة لطبيبتنا العالمي د. «مجدى يعقوب» رائد جراحة القلب العالمي إذ يقول: «العلاج بالجينات سيفتح باب الأمل لمرضى القلب خلال السنوات العشر المقبلة».

التطبيق الثالث: لعلاج الزهايمر:

أيضاً هناك جهود مبذولة للاستفادة من العلاج الجيني في علاج مرض الزهايمر... حيث يُرجع الأطباء سبب الزهايمر إلى خلل في الكروموسوم {٢١}، ومن الممكن مستقبلاً نزع الجين المسبب لظهور أعراض المرض واستبداله بجين سليم فيتم الشفاء (بإذن الله تعالى) ولقد أكد مؤتمر دولي عُقد في سالزبورج بالنمسا في عام ٢٠٠٢م إلى أن ٦٦٪ من أمراض النسيان سببها الزهايمر.

التطبيق الرابع: لعلاج أورام المخ؛

حيث طور فريق من علماء مجلس البحوث الطبية البريطاني أسلوباً جديداً لعلاج أورام المخ باستخدام جينات معدلة معملياً ولحميلها على فقاعات فائقة الصغر تعمل بواسطة موجات صوتية عالية التردد وإدخالها نحو الورم لإصلاح ما فيه من خلل.

التطبيق الخامس: الاستفادة من العلاج الجيني فى علاج الأمراض الوراثية؛

١- الاستفادة من العلاج الجيني فى علاج أنيميا الخلايا المنجلية حيث تمكنت طبيبة أمريكية تدعى «يتى بيس» من تحقيق نتائج مهمة فى مجال العلاج الجيني للأنيميا المنجلية التى تصيب الأطفال نتيجة لخطأ فى الجين الخاص بإنتاج الهيموجلوبين المسئول عن حمل الأكسوجين بخلايا الدم الحمراء حيث تسبب الجزئيات المعيبة فى إنتاج بوليمرات طويلة لزجة تجعل خلايا الدم أشبه ما تكون بالمنجل بدلاً من الخلايا المستديرة. وتعمل هذه الخلايا الشاذة على انسداد مسارات الدموى ويؤدى ذلك إلى قصور شديد فى حصول أعضاء الجسم الحيوية على الأكسوجين اللازم لعملها. وتعد الأمراض الناشئة عن خطأ واحد بأحد الجينات من الأسباب الرئيسية التى ترشح الإنسان للعلاج الجيني باستبدال الجين المعيب بالنسخة الصحيحة له .

ويستهدف المنهاج النمطى إدخال الحمض النووى المرغوب فيه غلاف فيروس متعادل ووضعه حرماً بدم المريض. إلا أن تمكين الجين المرغوب فيه من وضع نفسه بصورة صحيحة داخل آلة الجسم الوراثية يتطلب نوعاً من الخداع وعلى مدى الأعوام الثلاثين الماضية لم ينجح العلاج الجيني بشكل عملى إلا فى عدد قليل من المرضى، ونتيجة لتسبب العلاج الجيني فى إصابة طفلين بسرطان الدم قررت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية فى يناير الماضى تعليق تجارب العلاج الجيني فى الإنسان.

إلا أن طريقة الباحثة بيس تبدو مختلفة حيث تتجنب العلاج الجيني التقليدي فلا يتضمن عملها إدخال حمض نووي جديد للخلية ولكن بالأحرى التحايل على الجسم لكي يعالج نفسه ولإجراء عمل مضاد لتأثير الأيميا المنجلية تسعى لحث الجسم على تنشيط الجين الخاص بالهيموجلوبين الجيني. حيث ينتج البروتين الذي يساعد في إنماء الجين يقوم بنقل الأكسوجين المطلوب للجين من تيار الدم بجسم أمه خلال فترة الحمل ثم يتوقف عند مولد الطفل، وما جعل هذا الجين يستحوذ على اهتمام الباحثة الأمريكية هو أنه لم يتم قط بحمل التحورات المنجلية وإذا ما تواجد قدر كاف من الهيموجلوبين في دم الشخص البالغ فإنه يحول دون تكون تلك البوليمرات اللزجة بالدم حتى في وجود البروتينات المتحورة التي يصنعها الجين الخاص بالخلايا المنجلية في دم الشخص البالغ.

وتقوم الدكتورة بيس بالبحث عن عوامل النسخ التي تتمثل في البروتينات التي تلتصق بالجين الخاص بالهيموجلوبين الجيني وتشغيلها. وقد تمكنت أخيراً من العثور على الجين الذي يساعد معملياً في المزارع - على تحقيق دفعة قوية واعدة لإنتاج الهيموجلوبين الجيني وستكون الخطوة القادمة اختبارها على الفئران وإذا ما نجحت هذه الخطوة فسيكون بوسع الأطباء فصل الخلايا الجذعية من النخاع العظمى للمريض وتنشيط الجين ثم إعادة الخلايا في المريض تقوم بإنتاج البروتين الشافي إلى الأبد.

٢- في علاج الثلاسيميا:

أيضاً هناك من ينادى بالاستفادة من العلاج الجيني في علاج الثلاسيميا، فهذا النوع من أنواع فقر الدم يتشتر في منطقة البحر المتوسط وهو ينتج عن نقص أو عيب في جين الجلوبيين ويمكن علاجه بنقل جين جلوبيين سليم إلى خلايا الدم الحمراء ليمنع تحملها.

٣- وفي علاج «فينيل كيتون يوريا»: فمن المعلوم أن هذا المرض هو بسبب

نقص الإنزيم الكبدى «فينيل ألانين هيدروكسيلاز» وهو مهم فى التمثيل الغذائى لما يودى لأعراض شديدة منها اسوداد لون البول وتتهى بإصابة الطفل بالتخلف العقلى منذ الطفولة.. والأمل هو فى علاجه بنقل جين فينيل ألانين هيدروكسيلاز إلى خلايا الكبد.

والمسوح العلماء لا يقتصر فقط على استخدام العلاج الجينى مع الخلايا الجسدية Somatic cell ولكن أيضاً لاستخدام النقل الجينى إلى خلية النطفة Germ Cell وعند انتقال الجين السليم للنطفة فإنه سيتج بروتينه فى خلية النطفة ويتم علاجها من المرض الوراثى وتكون النتيجة ألا يولد النسل وبه المرض الذى كان فى الآباء، بعدما أصبح الجين المنقول جزءاً ثابتاً فى جينوم النطفة تتوارثه الأجيال ويصبح العلاج الجينى مستمراً وهى مميزة لا يتصف بها علاج الخلايا الجسدية حيث تُشفى فقط دون انتقال العلاج للأبناء.

وكانت هناك الكثير من التجارب على الفئران تم فيها الحصول على أجيال من الفئران المعدلة جينياً لا تحوى المرض الوراثى الذى كان ظاهراً بالآباء والاختبارات المتعمدة من قِبَل الباحثين لا تنتهى لتحويل جينات «ما قبل الجنين» أثناء الإخصاب فى الأنبوب قبل أن يُغرس الجنين فى رحم الأم.

ونجحت بالفعل الكثير من التجارب على الحيوانات ومنها الفئران - تُولج فيها الجينات فى الجنين وتم الحصول على فئران معدلة جينياً.

وهناك طريقة ثالثة تتلخص فى استزراع الحيوانات المنوية وتحويرها ثم استخدامها فى التلقيح الاصطناعى أو فى التلقيح بالأنبوب .. ومن المحتمل أن يختار علاج الخط الجرثومى سلالات العائلات ذات التاريخ الطويل فى ولادة أطفال يحملون مرضاً وراثياً مثل أمراض تاي ساكس (المتشرة فى بعض طوائف اليهود) ومرضى هنتنجتون (سيأتى الحديث عنه بعد قليل)، وبخاصة أن العلاج الجينى يعد بالتخلص من المرض فى الأجيال التالية .. ويأمل الباحثون أن يغدو البعض من هذه

الأمراض بلا أهمية.. من خلال الجمع بين الفرز الوراثي والعلاج بالجينات.. فتختفي تلك الأمراض الوراثية من الأجيال القادمة ويصبح مكانها في كتب ومتاحف التاريخ فقط.

وهناك ضوابط دينية وأخلاقية لإحداث أى تغيير صناعى للخلايا الجرثومية للإنسان ولو عن طريق الخطأ لذا فإن العلاج الجينى مقصور فقط على التعامل مع الخلايا الجسدية.. وإذا تم نقل الجين للخلية الجسدية فإنه سوف يخدم فقط فى تقليل أو إزالة العرض المرضى ولن تتوارثه الأجيال.

الجولة الثالثة.. جولة مع:

«إنتاج أول دنا مولف» و«الإعلان عن ميلاد تقنية الدنا المطعم

(الهندسة الوراثية)»

ها نحن نرى من خلال القليل الذى تقدم كيف حاول علماء البيولوجيا الجزيئية خلال أكثر من (٥٠) عاماً، مضت، القيام بمحاولات مُضنية لفهم عملية التوارث بدءاً من القفزة القوية فى عام ١٩٥٣م على يد واطسون وكريك ووصفهم لتركيب الدنا الوراثى - إلى أن أصبحوا على دراية بكيفية تخزين وتضاعف المعلومات الوراثية بالخلية وكيفية انتقالها من خلية إلى أخرى ومن جيل إلى آخر وبناءً على هذه الاكتشافات وغيرها اقتربنا بخطى واسعة من الدخول إلى ابتكار ثورى مُغير هو ميلاد الهندسة الوراثية ، ففى عام ١٩٧٢م استخدم «بول بيرج» بجامعة ستانفورد إنزيمات التحديد وهى فى أنبوبة اختبار ليقطع جزأين من دنا الفيروس كلاً فى نصفين ثم استخدم إنزيم الليجيز للصقها معاً فى توليفات جديدة وأنتج بهذا لأول مرة دنا «مولف» قد صنعه الإنسان، هكذا أمكن للبشر أن يحاكوا عمل الفيروسات الارتجاعية!!! بعد طول عناء... الإنسان يحاكي .. الفيروس - أى إدخال أحد الجينات فى أحد الكروموسومات.

وفى خلال سنة بعد تجربة [بول بيرج] ظهر للوجود أول خلية بكتيرية مهندسة وراثياً.. إذ إنه بحلول عام ١٩٧٣م تمكن «هربرت بوير»، وستانلى كوهين ومعاونوهم "Bayer and Cohen co." من الحصول على جزيئات من الدنا {Recombinant DNA} أى جزيئات «دن مأخوذة من نوعين مختلفين هما: - (دن من ضفدعة ودن أ من بكتيريا أ. كولاى). ولقد تلا ذلك الكثير من التجارب ومعها كانت هناك موجات من القلق سواء لدى العلماء، أو بين الجماهير التى لم تنته حتى الآن (وسبق وذكرنا بعضاً منها بالباب الأول)، وليسمح لى عزيزى القارى أن أذكر أولاً أن مصطلح «الهندسة الوراثية» يعتبر بديلاً لمسميات علمية أخرى مثل: «الدنا الهجين»، و«الدنا المطعم "Recombinant DNA"، و«الدنا المتزاوج»، و«الدنا

المستزرع»، «قطع وإعادة التحام الجين»، و«الدنا معاد الاتحاد».

وأصبح بالإمكان تعريف أى من هذه المسميات على أنها: «تعنى: نقل المادة الوراثية من كائن حى (معطى واهب donner) إلى كائن حى آخر (مضيف)، وقدرة هذه المادة الوراثية المنقولة على التعبير عن نفسها فى الكائن المضيف مما يجعله يؤدي وظيفة لم تكن به أصلاً ولكنه اكتسبها من الدنا الواهب.

ولقد فتحت الهندسة الوراثية الباب على مصراعيه لمجالات عديدة لم تنته حتى الآن .. نذكر منها على سبيل المثال:

(أ) إمكانية عزل الجينات مثل: الجينات البشرية ووضعها فى خلية بكتيرية ليتم إنماء ملايين النسخ منها .. بحيث يمكن تنقيتها وقراءة تتابع الحروف الموجودة بالجين، وبواسطتها أمكن تكوين مكتبات هائلة من جينوم بشرى .. تحوى شذرات متداخلة من الجينوم، وعليها عكف القائمون بمشروع الجينوم البشرى.

(ب) أيضاً لإنتاج كائنات معدلة وراثياً نباتية وحيوانية.

(ج) أيضاً لإنتاج إنزيمات وهرمونات هامة. نذكر منها على سبيل المثال، أول منتج تمت إجازته وهو إنتاج بروتين (كاسى - ماكس) وهو المعادل البيوتكنولوجى لإنزيم معدل العجول المستخدم فى صناعة الجبن ويطلق عليه (المنفحة) أو يطلق عليه (الرينين الصناعى renin). ويمكننا القول أن هذا الإنزيم هو بروتين تم إنتاجه ليعمل كإنزيم صناعى يُستخدم فى صناعة الجبن كبديل عن إنزيم الرنين الذى كان يؤخذ من صاعدة العجول. والجدير بالذكر أنه رغم أن «كاسى - ماكس» كان أول منتج لتكنولوجيا الدنا المطعم أجازته مصلحة الغذاء والدواء (كما ذكرنا منذ قليل). إلا أنه لم يهتم أحد به فى بداية إنتاجه، وبعد بضع سنين وصلت نسبة منتجات الجبن الذى استخدم «الكاسى ماكس» فى تصنيعه إلى ٥٠%. ومع منتجات أخرى سيكون لنا مزيد من اللقاءات إن شاء الله.

الجولة الرابعة:

أيها الإنسان لا تفرح كثيراً.. فهناك من سبقك في مجال الهندسة الوراثية!!؟
قبل أن يأخذنا الفرح بسعادة الباحثين وعمامة البشر الغامرة بإنتاج أول خلية
بكتيرية مهندسة وراثياً.. وقبل أن نستكمل جولتنا.. بعرض أمثلة متنوعة في عالم
الهندسة الوراثية ستوقف قليلاً وتأمل قدرة الخالق وعجائب مخلوقاته (التي هي من
صنعه جلّ وعلا) .. وسنجد هناك كائنات بسيطة التركيب سبقت ذلك الإنسان ذا
العقل الراجح و... إلخ (بما شاء الله تعالى من السنين) في مجال الهندسة الوراثية
وسأخذ مثالين لإيضاح ذلك:

١. المثال الأول: فيروس {Salmonel la phage (P22)} وظاهرة الاستئصال [التنقل الوراثي بالطاچ: Transduction].

اكتشفها «زندر ولدريبرج» عام ١٩٥٣م في بكتيريا تيفويد الفئران.
وفي التجارب استخدمت سلالات بكتيرية طافرة تكميلية الاعتداء Auxo
trophic (وهي طوافر لا يمكنها تخليق واحد أو أكثر من المواد الغذائية الضرورية
لنموها بل يلزم استكمالها في البيئة المغذية حتى يمكنها النمو) من تيفويد الفئران.
فكانت إحدى السلالتين تكميلية الاغتذاء Auxotroph للحمض الأميني «ميثونين»
($me^+ thr^+$)، والأخرى تكميلية الاغتذاء للحمض الأميني ثريونين ($me^+ thr^-$) وكلتا
السلالتين - كل بمفرده - لا يمكنها النمو على البيئة الدنيا Minimal medium ولكن
عند خلط السلالتين معاً وزراعتهما على بيئة ينقصها كل من الحمضين، الميثونين
والثريونين، تظهر بعض الأفراد البرية وتتكون مستعمرات بدائية الاغتذاء
(Prototrophs) وفُسر ظهور هذه المستعمرات على أساس تكون اتحادات وراثية
جديدة، وتبادل للدنا الوراثي بين السلالتين تكميليتي الاغتذاء، وأن هذا التبادل قد تم
عن طريق الفيروس Salmonel la phage P₂₂ والذي كان يعيش داخل أحد الأبوين
البكتيريين (وهذه المعيشة من نوع تعاوني بمعنى أن الفيروس الغازي (الفاج) قد
يوجد داخل البكتيريا دون أن يسبب لها تحللاً مباشراً ويتكاثر معها) وتسمى هذه
«بالبكتيريا الليسوجينية» وتسمى الفاجات التي تُكوّن علاقة ليسوجينية مع البكتيريا

«بالفاجات المعتدلة Virulent» إلا أنه قد انتهى في بعض الأحيان العلاقة التعاوية ويحطم الفاج البكتيريا نتيجة حدوث تغيير للفاج من الحالة التعاوية "Prophage" إلى «الحالة الخضرية Vegetative State» والتي ينجم عنها تحطيم خلايا البكتيريا، ويستقطع معه جزء (مقاطع) صغيرة من دنا الخلية البكتيرية فيصبح فيروساً مطعماً أو مهجناً (وبفهومنا «مهندس وراثياً»)..

نعود لتجربة الباحثين ولتفسيرهما أن ظهور المستعمرات بدائية الاغتذاء على أساس تكون اتحادات وراثية جديدة، وتبادل للد. ن. أ بين السلالتين تكميليتي الاغتذاء وأن هذا التبادل قد تم عن طريق الفيروس "P₂₂" والذي كان يعيش داخل أحد الأبوين البكتيريين، ويعتقد أن الفيروس استقطع مقطعاً كرموسومياً من الخلية البكتيريا الواهبة والتي كانت تعيش فيها فأصبح فيروساً مهندساً وراثياً (بفهومنا الحالي)، ونقلها إلى الخلية البكتيرية المستقبلية (التي دخلها)، وهذا المقطع الكروموسومي المستقل قد يتزاوج مع الجزء المناظر له في الكروموسوم البكتيري للخلية المستقبلية وتشارك معه في عملية التناسخ الكروموسومي، ويحدث العبور بين المقطع الكروموسومي المستقل والمقطع المناظر في الخلية المستقبلية، مما يؤدي إلى حدوث اتحادات وراثية جديدة بالنسبة للجينات المتناظرة. {سبحان الله}.

والجددير بالذكر أنه قد أمكن العلماء فيما بعد استعمال أنواع من الفيروسات {الاقمات البكتيريا (الفاجات)} لاستزراع الدنا «أمكن ترويضها» نذكر منها على سبيل المثال الفاج Lambda phage والفاج MI3 (وسيكون لنا معها لقاء بإذن الله).

٢. المثال الثاني: البلازميد Plasmid F' F

اكتشف الباحثون في أوائل السبعينات أن بكتيريا إ. كولاى تحتوى في السائل الخلوية على قطع دائرية مغلقة من الدنا سميت بالبلازميدات Plasmids. وكان لها شكل وخصائص مميزة. {وكان لاكتشاف هذه القطع الدائرية بالغ الأثر في استخدامها كناقلة للمادة الوراثية في مجال الهندسة الوراثية فعلى سبيل المثال: نذكر أنه قد تمكن العالم «كون» من نزع البلازميد من خلايا بكتيرية وزرعها في بكتيريا مضيئة أخرى فأمكنه التكاثر معها، وأيضاً في تجارب أخرى له تمكن من كسر حلقة

البلازميد وأدخل جيناً جديداً عليها «البلازميد معاد الاتحاد» واستفاد منها العلماء في اعتبارها وسيلة نقل مناسبة لنقل وإكثار الجين المطلوب).

وتتمتع البلازميدات بالخصائص التالية:

١- توجد مستقلة داخل الخلايا البكتيرية.

٢- تناسخ تناسخاً ذاتياً منفصلاً تماماً عن الكروموسوم الرئيسي للخلية

البكتيرية.

ونجد أن لهذه البلازميدات القدرة على حمل جزء من دنا الكروموسوم الرئيسي بعد أن يفصل وقد يخرج البلازميد عندئذ من البكتيرية (الخلية البكتيرية) يتركها ليدخل أخرى محملاً بهذا الجزء بالإضافة لما يحمله من جينات.

والبلازميدات قد تفقد من الخلايا تلقائياً أو مستحدثاً مثل تعرض الخلايا البكتيرية «للاكروبيدنيات» أو التجويع للثيميدين أو المعاملة بالأشعة السينية التي وجد أنها تبطل تناسخ بلازميدات معينة دون أن تؤثر على تناسخ الكروموسوم الرئيسي. وهذه حقيقة توضح أن التناسخ المستقل لكل من الكروموسومات والبلازميدات والأفراد المنعزلة التي فقدت البلازميدات سوف تستطيع الحياة. ولكن ستفتقر إلى تلك الصفات المحددة بواسطة جينات البلازميدات، وذلك يعني أن الجينات التي تحويها البلازميدات قد لا تكون أساسية حقاً لحياة البكتيرية، وبالطبع هذه الأفراد لم تنشأ بواسطة الطفرة (ويمكن معرفة ذلك عن طريق التكرار الذي تنشأ به الطفرة).

٣- يمكن لبعض وليس كل البلازميدات أن تندمج في - أو تنفصل من

الكروموسوم الرئيسي. وهذه البلازميدات يطلق عليها اسم الأيبوسومات Episomes ومنها بلازميد F-.

٤- يحمل البلازميد صفات هامة مثل مقاومة المضادات الحيوية.

٥- جميع البلازميدات البكتيرية المعروفة توجد داخل الخلية كحلقات مغلقة من

حلزون الدنا DNA (ثنائية الجديلة). وقد وجد حديثاً في الخميرة والدروسوفيل

جزئيات حلقية مغلقة صغيرة من الدنا يحتمل أن تكون بلازميدات.

تصنيف البلازميدات،

توجد عدة طرق يمكن أن تصنف بها البلازميدات البكتيرية:

أولاً، يمكن تقسيم البلازميدات تبعاً للصفة التي يحملها البلازميد إلى أربعة أنواع:

١- بلازميدات المقاومة (R) Antibiotic resistane،

وهي تحتوي على جينات مقاومة المضادات الحيوية مثل معظم البلازميدات الشائعة في مجال الأبحاث العلمية.

٢- بلازميدات كحول السامة (Colicins (col،

وهي تحتوي على جينات مسؤولة عن تكوين بعض البروتينات (السموم) تُعرف بالكوليسينات وهي تقتل الكائنات الأخرى مثل الباسلس ثيرينوجنيسيس (BT).

٣- البلازميدات الممرضة (Virulence plasmids)،

وهي تحتوي على جينات تسبب أمراضاً للنبات مثل *Agrobacterium tumefaciens* والتي تسبب مرض السرطان (Crown gall) في النبات لاحتوائها على *(Ti) gone Tumor Inducing*.

٤- البلازميدات المحللة Degradative Plasmid،

حيث تحتوي بعض أنواع البكتيريا على بلازميدات تحتوي جينات لها القدرة على تكسير (تحليل) البلمرات مثل الهيدروكربون (زيت البترول) إلى وحدات البناء الأولى وتستخدمها كمصدر للكربون وتستخدم مثل هذه الأنواع في التخلص من التلوث بالبترول ومشتقاته (كما نعرف في جولات تالية).

ثانياً، تصنيف مبني على القابلية للانتقال، وهذه تشمل:

١- بلازميدات مختصة بالتزاوج Conjugal وتسمى بلازميدات قابلة للانتقال -

ومن أمثلتها العنصر (F. Factor) [وهو محور الحديث]:

حيث تسيطر جيناته على تكوين القنوات الخارجية والانتقال التزاوجي للمادة الوراثية «دنا العنصر F» من الخلايا المعطية F^+ إلى الخلايا المستقبلة F^- .

٢- بلازميدات غير مختصة بالتزاوج: وهي تفتقر إلى جينات التزاوج الفعالة لذا

فهي غير قابلة للانتقال. إلا أنها تنتقل عادة من خلايا أبوية إلى خلايا بنوية (أبوية) بطريقة لا جنسية أو تنتقل مع أو تتحرك البلازميدات المختصة بالتزاوج إذا وُجدت معها في نفس الخلية.

وصف البلازميدة أكثر: العنصر (عامل الجنس F - Factor):

تتسم خلايا *E. Coli* الحاملة لعنصر F أو F⁻ بعدد من الصفات المظهرية.

١- تحتوي على قنوات تزاوج تُمكنها من أن تنقل دنا بلازميداتها لخلايا F⁻ مستقبلية.

٢- حساسة للعدوى «بالفاجات phages مفردة خيط الرنا»، و«الفاجات مفردة

خيط الدنا» (والتي تُسمى فاجات مختصة بالذكر Male specific phages).

حيث أن خلايا F⁺ تسمى ذكر، وتقاوم الفاجات المختصة بالأنثى مثل 7 و 3.

٣- تستبعد اكتساب عناصر F إضافية.

٤- يمكن أن ترتد إلى خلايا High Frequency of Recombination (HFR)

عندما يعبر العنصر F عن خصائصه الإيسوسومية (سبق وأشرنا إليها في المميزات وهي تعنى إمكانية البلازميد لأن يندمج أو ينفصل من الكروموسوم الرئيسي) ويُولج في الكروموسوم البكتيري الرئيسي. وهذا الحشد من الصفات المحكومة بالعنصر F يتحكم به عدد من الجينات أمكن معرفتها وقد تم عمل خريطة لهذه الجينات على العنصر F في بكتيريا *E. Coli* ووجد أن الطول الكلي للدنا هو «٩٤٥٠٠» زوج نوتيدي (٩٤,٥ كيلو قاعدة Kilo base).

ها أنت ترى عزيزي القارئ كيف أن عملية نقل واستزراع الدنا، هي في الأصل

«عملية تحدث طبيعياً» دون ضجة وتعتبر بلازميدات F⁻ مثلاً على استزراع ونقل تتابع متتال من الدنا كما أن تكوين فاج مطعم بالدنا البكتيري التي حللها مثال آخر لهذه العملية الطبيعية... ولقد استغل الباحثون تلك الكائنات أحسن استغلال (بفضل الله تعالى) (كما أشرنا لذلك) وأمكنهم أن يستفيدوا من البلازميد البكتيري والفاج (وبخاصة في بدايات الهندسة الوراثية) باعتبارهما وسيلة النقل (الناقل) التي

يحتاجها العلماء لنقل الدنا من الواهب إلى المضيف .. ولأن دوام الحال من المحال؛
فلقد ابتكر الباحثون بمرور الوقت وسائل نقل أخرى... ومع وسيلة النقل الأولى
ووسائل النقل الأخرى التي ابتكرها الباحثون وأمثلة لما تم من إنجازات سيكون لنا
لقاء في الجولات الآتية .. (إن شاء الله) .. فمعنا..

الفصل الرابع

جولات مع مجموعة من العوامل المؤثرة
في السبعينات والثمانينات والتي أسهمت
في النهوض والإسراع بتقنيات الهندسة الوراثية

مقدمة الفصل:

لعبت العوامل العديدة السابق الإشارة إليها في الفصلين الأول والثاني وغيرها الكثير والكثير (سواء تجارب أو اكتشافات وغيرها) دوراً أساسياً وفعالاً في القفز بمجالات البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية قفزات واسعة للأمام. وشهدت فترتا السبعينات والثمانينات توسعاً هائلاً في البيولوجيا الجزيئية تقنياً وثقافياً واقتصادياً... ويرى معظم الباحثين أنه بنهاية عقد السبعينات وباستخدام «تقنيات الدنا المطعم» أساساً.. تزايدت عدد الكروموسومات البشرية «التي حددت هويتها وخرطت على كروموسومات بذاتها أكثر من ستة أضعاف بل إلى نحو ٣٠٠ ضعف بالنسبة للجينات الأوتوزومية. وتم عرض وقبول لفكرة ومفهوم (المرض الوراثي) وأصبحنا نجد في التسعينات طرقاً مرتكزة على الدنا تطبق روتينياً في مجالات الجراحة (نقل الأعضاء)، والدواء (السرطان) وطب الأطفال (التشخيص الوراثي) والتوليد لأمراض النساء (التشخيص قبل الولادة).

وبناء على هذا الأساس الذي يتفق عليه أغلب الوراثيين في السابق بعدم الشك في قدرة الجينات على تقرير رفاهية البشر ومن ثم، في النهاية «تحسينها»؛ فلقد تزايد استخدام علماء الصحة والأطباء لمصطلح الوراثة في إدراك مفهوم المرض الذي امتد الآن في عموم مجال السلوك البشري وتزايد حجم المجلدات الطبية عن الأمراض الوراثية وأصبح علماء الوراثة ينظرون إلى اعتبار العوامل الوراثية من بين أسباب محددات الصحة، وأنها محدد غاية في الأهمية للصحة والمرض..

وفى أثناء هذا التحول فى المفهوم تم ضم ليس فقط العلل الوراثية التى تُعتبر أمراضاً ، وإنما أيضاً الشذوذات الوراثية التى لا ترتبط بأى علة، بجانب علل قد لا تكون وراثية ولا مرضية... كل ذلك فتح الباب على مصراعيه لظهور مجالات متعددة فى عالم الهندسة الوراثية منها : العلاج الجينى، هندسة الخلايا والأنسجة و... و... إلخ.

وستناول فى جولات هذا الفصل بعضاً مما تحقق فى فترتى السبعينات والثمانينات وأسهم فى النهوض والإسراع بتقنيات الهندسة الوراثية لتصل لما هى عليه الآن:

فستعرض فى الجولة الأولى بعض الإنجازات الهامة التى تمت فى السبعينات والثمانينات مثل كلونة الدنا المتمم (دنا-م) فى عام ١٩٧٥م، وخرطنة جين مرض بطريقة الرقليات وغيرها.. أيضاً نتعرض لتقنية نهجين المادة الوراثية فى موقعها والاستفادة منها.

وفى الجولتين الثانية والثالثة تناول موضوعاً واحداً وهو وسائل النقل التى تم استخدامها لنقل وإكثار تتابعات من الدنا. وتختص الجولة الثانية بالتركيز على الدور الذى لعبته الفاجات والبلازميد البكتيرى كوسائل للنقل مع إبراز الدور الفعال لباحثى مصر فى هذا المجال.

بينما يتم فى الجولة الثالثة: عرض وسائل نقل أخرى لنقل الدنا المرغوب من «الواهب» وإدخاله فى جينوم المضيف مثل الثقب الكهربائى والحقن الدقيق واستخدام أشعة الليزر فى النقل التورائى، ومستدس الجينات... ثم نأخذك عزيزنا القارئ فى جولة مع إنزيمات القطع والتحديد وتكوين الرقليات وذلك فى «الجولة الرابعة من الفصل». بينما تنتقل الجولة الخامسة (ما بين الرقليات والفتترات والتوصل للبصمة الوراثية).

هذه هى الخطوط العريضة لموضوعات الجولات الخمس التى سنأخذك معنا عزيزى القارئ فيها ضيفاً كريماً .. لتخلق معنا فى سمائها .. والمزيد من التفاصيل الشائقة ستجدها فى الجولات.. فمعنا نبدأ أولى الجولات..

الجولة الأولى:

جولة مع بعض الإنجازات الهامة في السبعينات والثمانينات

والاستفادة من تقنية تهجين المادة الوراثية في موقعها»

أولاً: مع بعض الإنجازات الهامة في السبعينات:

تم في عام ١٩٧٥م كلونة الدنا المتمم «دنا - م» الخاص بالهيموجلوبين. وبنفس العام أيضاً تم التوصل إلى ابتكار طريقة سريعة (تقنيات) لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات (سلسلة أزواج القواعد في قطع من الدنا). وذلك بواسطة علماء أمثال «جيلبرت Gilbert» بجامعة كيمبريدج بالإنجلترا، «آلان م. ماكسام Maxam» [بجامعة هارفارد]، و«فريد سانجر Sanger» بجامعة كيمبريدج بالإنجلترا و«Barrell».

٢- وفي عام ١٩٧٦م تم تفسير آلية تنوع الجلوبولين المناعي وبنفس العام كان أول استخدام طبي لتكنولوجيا الدنا المطعم.

٣- وفي عام ١٩٧٨م تم تخليق عقار بيتيدي باستخدام الدنا المطعم.

٤- وبنفس العام أيضاً تم خرطنة جين مرض بطريقة الرقليات.

٥- اكتشف في عام ١٩٧٩م جين تي بي ٥٣ {TP53} ويقع على الذراع القصيرة لكروموسوم ١٧. وهو من الجينات الكابحة للورم وعندما يُكتشف أى سلوك شاذ في إحدى الخلايا، ويصدر تعليمات لجينات مختلفة بأن تفكك هذه الخلية من داخلها أى أن تتحرر.

ثانياً: ابتكار تقنية «تهجين المادة الوراثية في موقعها Insitu hybridization» في أوائل الثمانينات والاستفادة منها في خرطنة الجينات:

ففي عام ١٩٨٠م ابتكرت تقنية تهجين المادة الوراثية في موقعها، وفي نفس العام أيضاً أضافت «مارى هاربر» مادة الدكستران. (وهي من الكربوهيدرات) للتقنية السابقة لتزيدها كفاءة بحيث لاحظت أنه بوضعها مع المسبر فإنه يشكل شبكة أو كتلة تتسبب في تعقد جزيئات المسبر، ومن ثم يصبح بالتهجين ما يكفي من الإشعاع كى يظهر بوضوح.

كيفية الاستفادة من تقنية تهجين المادة الوراثية في موقعها في خرطنة الجينات:

(أ) تستغل هذه التقنية مبدأ تكامل القواعد الأزوتية (س فقط مع ج، أ تقترن فقط مع ث). فإذا أخذنا مثلاً قطعة من دنا بشرى تحمل جيناً معيناً أو جزءاً محدداً من جين، وأنتجنا منها بالكلونة مثلاً قدراً معقولاً يكفي بحيث يُستفاد من البكتيريا في كلونة الجزء أو الجين المطلوب.

(ب) ويتم إعدادها وتجهيزها لتصبح مسبراً... وفي سبيل الوصول لذلك تتخذ عدة إجراءات منها: معالجتها بحيث تُفصل جدائل (الدنا) وتصبح مفردة، ومنها أنه يتم وسُمها بواسم مشع أو بمادة كيماوية تُسبب تغيراً في اللون.. وهكذا يصبح لدينا مسبر Probe.

(ج) يتم أخذ دهكة من جينوم فرد ما - (وهو الشخص المطلوب خرطنة جين أو جزء من دنا خاص به) - ويتم معالجتها حتى تفصل جدائل (الدنا) وتصبح مفردة.

(د) يُضاف إليها المسبر المشع، نلاحظ (اشتباك) أو التصاق أو تهجن المسبر بالقواعد المكتملة له عند مكان الجين بالتحديد - أو تتم عملية التكامل من خلال الترابط الكيميائي بين القواعد الأزوتية بواسطة الروابط الهيدروجينية - ويتمكن الباحث بذلك من تحديد الكروموسوم الذي يحمل الجين؛ بل والمنطقة منه التي تحمله، وذلك بأخذ صورة إشعاعية، فتظهر في الصورة بقعة سوداء في مكان التهجين.. وهي بذلك تحدد مكان الجين وتحدد الكروموسوم الذي يحمله.

(هـ) أو بملاحظة مواقع تغير اللون إذا كانت مادة الوسم تحدث تفاعلاً يعطى لوناً.

(و) وبهذه الطريقة تمكنت «مارى هاربر» واثنان من زملائها في عام ١٩٨١ م من إتمام ذلك الإنجاز وتم تحديد موضع الجين المشفر للإنسولين على الخريطة بعد أن جُهزت صورة إشعاعية ذاتية بينت لطفة سوداء مُشعة على طرف الذراع القصيرة للكروموسوم رقم (١١).

٧- ومع ظهور تقنية تهجين المادة الوراثية في موقعها، كانت هناك خطوة تقنية

أخرى اتخذت فى عام ١٩٨٠م ومنهجها يتطلب الدقة العالية وهى تبدأ بقطعة من الدنا تحمل جيناً، أو حتى جزء صغير من جين «وكثيراً ما يبدأ «الوراثى» بقطعة من دنا مرسال»، ثم يستخدم نظاماً به إنزيم نسخ عكسى، ليقرأها عكسياً إلى دنا، يكلون هذا الدنا بعدئذ فى بكتيريا تُنمى لتنتج كمية منه ملائمة.

٨- وفى عام ١٩٨١م أيضاً تم عزل جينات مسرطنة، وبنفس العام تم تحديد هوية طفرة مَرَضِيَّة بالطرق الجزيئية.

٩- وفى عام ١٩٨٣م تم عزل الفيروس المسبب لمرض الإيدز، وفى أوائل الثمانينات ابتكر العلماء بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا بقيادة «ليروى هود» تكنولوجيا جديدة يمكن أن تؤتمت عملية السلسلة مع الإسراع بها، أيضاً ابتكر «تشارلز كانتور» ومعاونوه [بجامعة كولومبيا] فى أوائل الثمانينات (سنة ١٩٨٤م) تقنية تسمى التفريد الكهربائى ذى المجال النابض يستطيع بواسطتها عزل شظايا الدنا الكبيرة نسبياً.

١٠- وفى عام ١٩٨٧م تم إنتاج فاكسين بالتطعيم الچينى.

الجولة الثانية:..جولة مع:

الفاجات والبلازميد البكتيرى.. (وسائل نقل ناجحة) وأخيراً فى مصر؟! و..

الاحتجاج مستمر؟!!

نأخذك «عزيزنا القارىء» لتخلق معنا بين ثنايا ثلاثة موضوعات أساسية تشملها

هذه الجولة وهى:

١- الموضوع الأول وهو عن الفاجات والبلازميد البكتيرى.. والتي تم

الاستفادة منها كوسائل نقل ناجحة للاستفادة منها فى تقنية الهندسة الوراثية.

٢- الموضوع الثانى: وهو لا يتفصل عن «الأول» ولكنه مكمل له وإن كان يتميز

بأنه حدث أخيراً فى مصر.. حيث نقفز بجولتنا لعام «٢٠٠٣م» لتقدم لك ذلك

الحدث السعيد وهو عن إنتاج بطاطس مهندسة وراثياً فى مصر- باستخدام

الأجروباكتريم.

٣- ونستمر لبعض الوقت فى عام (٢٠٠٣) لننتقل لك ذلك الاحتجاج على

الأطعمة المهندسة وراثياً.. مما يعطى لعزينا القارىء انطباعاً حقيقياً عن ذلك التردد

الذى يعيشه العالم اليوم ما بين الإقبال على الهندسة الوراثية ومنتجاتها بما فيها من

أدوية وأطعمة مهندسة وراثياً.. وذلك الرفض والخوف من مخاطرها.

ومع الموضوع الأول نبدأ معك التحليق.. فى هذه الجولة.. فمعنا..

١- مع الجزء (الموضوع) الأول من الجولة:

«الفاجات والبلازميد البكتيرى.. (وسائل نقل ناجحة)»..

أولاً: المقدمة:

عقب الإعلان عن ميلاد تقنية الهندسة الوراثية (الطور الرابع من أطوار

البيوتكنولوجيا)، فى عام ١٩٧٣م.. أصبح من الضرورى فى بداية العهد بهذه التقنية

والتي يُطلق عليها أيضاً «الدنا المطعم». أن يتمكن الباحث من إجراء معالجات

الحامض النووى DNA manipulation (مناولة الدنا الوراثى) والتي تشمل أو

تتضمن أو يدخل فى إطارها «مجموعة تقنيات تضم استنساخ الجين أو الدنا المنقول

Gene Cloning وتطويل جزيء الدنا وتقصيره بإضافة أو حذف أجزاء منه.

وحتى يتم الأمر للباحث فإنه يستلزم أن يتوافر لديه مايلي:

١- طريقة لعزل مقطع الدنا المرغوب من الواهب، وهو يستلزم معرفة طرق كسر ووصل أو لحم جزئيات محددة من الدنا الناتجة من مصادر مختلفة، ويتم ذلك تحت تحكم كامل.

٢- معرفة تتابع النيوكليوتيدات DNA Sequencing.

٣- وسيلة لحمل هذا الدنا وإدخاله في جينوم المضيف أى توفير ناقل ملائم للدنا المرغوب. وهذا يستلزم أن تشتمل وسيلة النقل أو الحامل أو الناقل على دن أ، يمكنه أن يستقبل الدنا الواهب، وهو يستلزم معرفة طريقة لقطع الدنا الخاص بالناقل ولصق الدنا الواهب فى منطقة القطع ليصبح جزءاً من الدنا الناقل الذى يجب أن تكون له القدرة على التناسخ الذاتى حتى يمكن أن تتناسخ قطعة الدنا التى يحملها.

٤- طريقة لإدخال الناقل بما يحتويه من الدنا الغريب داخل خلايا المضيف التى يجب أن تكون نشطة وفعّالة ليتمكن الدنا المطعم من التعمير عن نفسه وإظهار خصائصه.

٥- وسيلة لانتخاب خلايا المضيف التى تحتوى على الدنا المطعم المطلوب، من بين ملايين خلايا النسل التى يتجها المضيف.

وفى بداية العهد بهذه التقنية لم يكن البحث عن هذه المتطلبات وتوفيرها للمهندس الوراثى. (الباحث فى مجال الهندسة الوراثية) بالأمر السهل، وبالبحث عن تقنية لتقطيع جزئيات الدنا إلى مقاطع جينية ثم إعادة اللصق، كان الحل الأمثل هو فى إنزيمات التحديد والقطع والوصل ومن بين هذه الإنزيمات مجموعة الـ «Endonucleases» مثل «Endonuclease R» الذى يوجد فى بكتيريا القولون والذى يسمى «EcoRI».

(ولقد سبق الحديث عن هذه الإنزيمات فى جولة سابقة).

ثانياً: الاستفادة من البلازميدات والفاجات،

وحلاً لمشكلة «الناقل Vector» المناسب: نذكر أن الحل الأمثل كان - وقتها - بالاستفادة من البلازميدات والفاجات (والتي من خصائصها أنها كيانات ذات تضاعف ذاتي وذلك إضافة لما سبق وأبرزناه في جولة سابقة).
وفيما يلي نذكر أمثلة (تطبيقات) تبرز حسن الاستفادة من البلازميدات وذلك بتكوين (البلازميد الهجين).

ثالثاً: أمثلة:

١- تكوين البلازميد الهجين:

وأولى الخطوات لتحقيق ذلك تتمثل في توفير إنزيمات التحديد والبتر والتي تعمل كمقصات، أيضاً توفير البلازميدات البكتيرية المناسبة، فعندها يصبح بإمكان الباحث بعد تتبعه وقطعه لتتابعات معينة (جينات) من جزيئات الدنا المعقدة الموجودة في الخلية الواهبة، يستطيع أن يستعمل نفس إنزيمات التحديد أيضاً في قطع وفتح البلازميدة البكتيرية، يلي ذلك أن يتمكن المهندس الوراثي من دمج مقاطع الواهب داخل دنا البلازميدة - وتسمى هذه القطعة من الدنا (موجة Insert) -، ولأن النهايات المقطوعة في البلازميد وفي الجين القادم من الواهب هي نهايات لزجة، فإنها تلتصق ببعضها ويتم تثبيتها بالمعاملة بإنزيم الليجيز الذي يلصق نهايات الأطراف.. وهكذا تكون بلازميدة هجينة متضخمة (إضافة قطعة الدنا الموجة) وتسمى أيضاً البلازميدة المتعممة "recombined" أو «بلازميدة مهندسة وراثياً» ويتم إدخالها داخل البكتيريا وإعطائها الظروف لتكاثر وتضاعف مستقلاً عن الدنا الأساسي للبكتيرية - وبخاصة أن الخلية البكتيرية تتميز بقدرتها الفائقة على التضاعف الذاتي السريع في وقت قصير، حتى أن البكتيرية الواحدة من الممكن أن تعطى ربع مليون بكتيرية في ظرف ١٢ ساعة إذا توافرت لها الظروف المثلى للنمو والتكاثر. لذا فإنه يحدث تكاثر بعدد وفير، ليتم في النهاية إكثار واستنساخ الجين "Gene cloning" الذي تم إيلاجه من الخلية الواهبة بأعداد وفيرة، أو لجعله يُعبّر عن نفسه بطرق خاصة مناسبة لتنتج

البروتينات المرغوبة سواء إنزيمات أو هرمونات يختص بالتكويد لها هذا الجين. كل ذلك يتطلب ظروفًا وأدوات خاصة للحصول على أعلى النتائج.

افتراض... لتوضيح كيفية إجراء كاونة جين مطلوب داخل بلازميد بكتيري:

سنفترض أننا سنستخدم إنزيم Hind III وهو يقطع بين القواعد أ، أ ومستخرج من بكتيريا *Heamophilus influenzae* ... والأطراف بعد البتر تكون لزجة (وسنرمز لمكان القطع بنقط).

١- التتابع على الجديلتين وموقع البتر:

هـ أ . أ ج س ث ث

ث ث س ج أ . أ

٢- الجديلة (١) هـ أ . أ ج س ث ث أ . أ ج س ث ث - ٣

الجديلة (ب) ٣ ث ث س ج أ . أ الجين البشري ث ث س ج أ . أ - هـ

سيتر إنزيم Hind III بعد القاعدة أ (في الاتجاه من هـ إلى ٣)، ليخرج الجين البشري يحده في الجديلة الأولى من الناحية هـ التتابع { أ ج س ث ث }، ومن الناحية ٣ القاعدة أ، ويحده في الجديلة (٢) القاعدة (أ) من اليمين والتتابع ث ث س ج أ في الاتجاه (٣ - هـ) من اليسار، وبقيتا التتابع على الجديلتين تشكل أطرافًا لزجة، لأنها غير مقترنة بالقواعد المكملية، وتبحث عنها للتصق بها. سيكون الجين إذاً بعد عملية البتر بالإنزيم في الصورة التالية تحيط به الأطراف اللزجة:

الجديلة (١) هـ أ ج س ث ث - أ ٣

٣ أ الجين البشري . ث ث س ج أ هـ

سنستخدم نفس الإنزيم (إنزيم القطع) أيضاً على حلقة الدنا البلازميدية التي تحمل نفس موقع التعرف، فيقطعها بنفس الشكل وتصبح:

هـ - أ أ ج س ث ث - ٣

٣ - ث ث س ج أ هـ

(سنستعمل الحروف السوداء لدنا البلازميدة لتمييزه عن الدنا البشرى). فإذا مزجنا نواتج البتر من الدنا البشرى والدنا البلازميدى وأضفنا إنزيم الليجيز، قام الإنزيم بلحام الأطراف اللزجة فيهما، فأولج الجين البشرى بأطرافه اللزجة فى الفراغ بحلقة البلازميد الذى تحده أيضاً أطراف لزجة تتكامل مع ما حول الجين.

هـ — أ ج س ث ث — أ ج س ث ث — ٣

٣ — ث ث س ج أ أ الجين البشرى ث ث س ج أ — هـ

نلاحظ الآن أن البلازميد قد تضخم بعد أن أولج فيه الجين البشرى، وأصبح دناه مطعماً.

كما نلاحظ أن التسابع الذى يعرفه إنزيم Hind III لا يزال يحد الجين البشرى فى موقعه الحديد داخل دنا البلازميد. من الممكن الآن أن يُسمح لهذا البلازميد الهجين المطعّم بالولوج insert، إلى البكتيريا، حيث يمكن أن يتضاعف ذاتياً ومع انقسام الخلية البكتيرية تنتج من الجين البشرى ما نشاء من النسخ، وهذا يسمى الكلوونة Cloning ولقد كان لهذه الطريقة دورها البارز إلى أن ظهرت طريقة الـ {PCR} كطريقة أخرى لاستساخ الجين.

ونلاحظ أن ما يتبقى من تتابع قطعة الدنا البشرى بعد أن بتر منها الجين بأطرافه اللزجة، يمكن أن يعاد التثامه بإنزيم الليجيز.

الجديلة (١) هـ — ١ — أ ج س ث ث — ٣

الجديلة (٢) ٣ — ث ث س ج ١ — هـ

لتكون النتيجة هى قطعة الدنا البشرى الأصلية وقد نزع منها الجين (ومعه تتابع واحد من (أ ج س ث ث) بالهندسة الوراثية، أى بتكنولوجيا التطعيم الجينى نستطيع إذن أن ننقل جيناً من مادة وراثية لكائن إلى المادة الوراثية لكائن آخر.

البلازميد الصناعى (المركبة) أو (المركبة صناعياً)

تم تكوين هذا البلازميد نتيجة رغبة الباحثين فى زيادة كفاءة البلازميد الطبيعى وتحسينه (المستخرج من الخلية البكتيرية مثل o1EI). لذلك تم صنع بلازميدات مركبة مكونة صناعياً، ويفضل هنا تلك البلازميدات التى تحمل عوامل وراثية معينة

يُستدل منها على وجود البلازميدة وعلى أنها تحمل قطعة الدنا المطلوبة.. بالإضافة لمميزات أخرى. ومن هذه البلازميدات المصنعة: البلازميدة PBR₃₂₂. ومصدر هذه البلازميدات المصنعة: Col EI ويبلغ طولها {٤٣٦٢ زق}.

«مكتبة الجينات Genome Library»

حيث أمكن تكوين عدد كبير من سلالات بكتيريا E.Coli تحمل بلازميدات هجينة وقد تم الحصول على تركيب وراثي كامل في هذه البلازميدات الهجينة من خلال إدخاله على هيئة مقاطع من الدنا للبلازميد. وذلك بتوافر ظروف وتكنيك عال.

رابعاً: الشركات الاستثمارية تستفيد من «البلازميد» في إنتاج هرمونات مثل (السوماتوستاتين والسوماتوتروبين والإنسولين)؛

ولقد ظهرت شركات خاصة للاستثمار في هذا المجال مثل شركة (جين تك) ثم (سيستس وبيوجن). وتلاها ظهور شركات أخرى لاستغلال هذه التقنية الجديدة حيث عالم من الإمكانيات تمتد أمام هذا المجال الجديد للأعمال؛ فيمكن حث البكتيريا على إنتاج بروتينات بشرية للطب أو للغذاء أو الاستخدام الصناعي. ويذكر أن هرمون (السوماتوستاتين Somatostatin) - وهو هرمون مثبط لإنتاج هرمون النمو الذي يفرزه الفص الأمامي من الغدة النخامية Pituitary gland - هو أول هرمون بشري تنتجه بكتيريا E.Coli في عام ١٩٧٧ م (ليس تجارياً) ولقد تم إيلاج الجين المشفر لهذا الهرمون بجانب عشر نويدات تحمل إشارات العمل، وأولجوا الجين في بلازميد ليدخل جسم البكتيريا، والبلازميد المستعمل كان من نوع يسمى "PBR322" أولجت في البكتيريا وتوفير ظروف خاصة تمكن الجين من العمل.

وفي عام ١٩٧٩ م تم إيلاج الجين البشري المسئول عن هرمون النمو البشري "human growth hormone" ويسمى {سوماتوتروبين Somatotropin}، فسي بكتيريا إ - كولاى لتنتج نوعية عالية الجودة ليعالج القزمية وفي الإسراع من التئام

الجروح والكسور والحروق إلخ، ومع حلول أواخر الثمانينات من القرن العشرين صنع هذا الهرمون بواسطة البكتيريا بكميات معقولة ليحل مكان مثيله الغالي الذي كان يستخلص من الجثث وثبت حتى وقدك أن المخاوف الأخلاقية ومخاوف الأمان لا أساس لها.

وبالنسبة لهرمون الإنسولين.. فلقد أنتج العلماء (صنعوا جزئاً دنا مشفر لسلسلتي أ، ب - المكونتين لبروتين الإنسولين)، يربطهما كودون أ ث ج (المشفر لحمض الميثيونين) ويتصل بهما جين بكتيري أيضاً عن طريق كودون أ ث ج. أولج هذا الجين التركيبي الكبير في بلازميد، وأدخل في البكتيريا (بكتيريا إي. كولاي) وتم توفير الظروف المثلى لتكاثر هذه البكتيريا، وتنميتها في خزانات كبيرة إحتوانات التخمر، لتنتج بروتيناً مختلطاً بكميات وافرة، وهذا البروتين يتألف من سلسلتي الإنسولين منصبتين ومتصلاً بهما البروتين الذي يُشفر له جين البكتيريا - وموقعا الاتصال يحملان حمض الميثيونين. ثم يضاف بروميد السيانوجين ليحطم الميثيونين، (لأن سلسلتي الإنسولين لا تحملان أصلاً هذا الحمض)، ينقسم جزئاً البروتين الطويل إلى قطعته الثلاث لتوصل سلسلتي الإنسولين بعد ذلك في تفاعل يكون قنطرتي الدايسلفايد بينهما. ويمكن للبكتيريا إذا أحسنت هندستها أن تنتج من الإنسولين البشري الكثير جداً، والجدير بالذكر أنه منذ عام ١٩٨٢م، والإنسولين البشري الناتج عن البكتيريا كان أول بروتين أنتج ويسوق تحت اسم (هوميلين "humulin") والذي لم تظهر أي آثار جانبية نتيجة استعماله، ويتميز بسعر أرخص وفي متناول مرضى السكر للعلاج به.

خامساً: استخدام البلازميد في نقل أول صفة للنبات

(وهي صفة المقاومة للمضادات الحيوية)

- النقل باستخدام البلازميد «تي» الخاص ببكتيريا الأجرىواكتيريوم:

Agrobacterium _ mediated transformation:

الأجرىواكتيريوم... هي:

نوع من البكتيريا موجودة في التربة وتنتج عائلة الريزوبيا وتسمى:

«الأجروباكتيريوم» وهي كائنات أولية بدائية الأنوية Prokaryotic واسمها العلمى *Agrobacterium tumefaciens* وهي تسبب أورامًا سرطانية تعرف بمرض التدرن التاجى Crown gall وذلك لبعض أنواع النباتات الراقية الحقيقية النواة. وبعض أنواع الأجروباكتريم تتسبب فى تكوين الجذور الشعيرية كما فى حالة *Agrobacterium rhizogenus* وترجمة اسم البكتيريا هو "Agro" تعنى التربة (Soil) و *bacterium* تعنى بكتيريا، و "tume" تعنى ورمًا (tumor) وبالتالي فمعنى الاسم هو بكتيريا التربة محفزة الأورام "Soil - borne bacterium induce tumors".

ولقد كان العالمان (Smith and Townsend) هما أول من اكتشفا المرض فى عام ١٩٧٠م حيث لاحظا وجود ورم نباتى فى التفاح يسببه نوع من البكتيريا ثم فى عام ١٩٧٧م اكتشف Chilton ومساعدته أن السبب فى ذلك الانتقال بلازميد خاص ببكتيريا الأجروباكتيريم - (طوله نحو ٢٠ كيلو قاعدة) ويسمى البلازميدات *Ti*plasmid (tumor inducing plasmid).

ومن خلال الدراسات العديدة تبين أن انفراد بعض هذه البلازميدات من البكتيريا عندما تصيب النبات؛ فتدخل خلاياه، ويندمج بعض من تتابعها الدناوى فى أحد كروموسومات النبات ويعبر عن نفسه ونتيجة هذا التعبير هو أن يصاب النبات الراقى بالنمو السرطانى المرضى.

ولقد ظهرت العديد من التجارب الناجحة والتي تهدف إلى استخدام هذا البلازميد فى نقل جين غريب، أو أى تتابع دناوى غريب، إلى خلايا النبات، وذلك بأن نطعم هذا الجين (المرغوب فيه) فى البلازميد بعد حذف ما يحمله من الجينات المسببة للمرض النباتى ويقوم الباحثون فى هذا المجال بإعادة تشييد بلازميد *Ti* لاستخدامه فى النقل الوراثى ويتم ذلك بنزع منطقة "Ti" الممرضة ويوضع بدلاً منها بلازميد آخر من *E.coli* يحتوى على الجين الدال (الكاشف) والجين المراد نقله (المطلوب) ثم يعاد لصق البلازميد ويعرف هذا البلازميد الجديد باسم Binary vactor ويتميز بصفات منها صغر حجمه مقارنة بـ *Ti* plasmid فيسهل نقله للخلية

النباتية وأنه متكامل حيث يحتوى على الجينات الكاشفة والـ "Borders" وبالتالي فكفاءة النقل عالية ويمكن حفظه وإكثاره فى بكتيريا E.coli وذلك ليسهل التعامل معه وأنه يتم نقل قطع معلومة وبذلك نتجنب نقل قطع غير معلومة كما كان يحدث عند استخدام بلازميدتى، ويتم استزراع البلازميد المهجن بتقنية زراعة الأنسجة Tissue Culture مع مراعاة أنه يجب قطع النسيج النباتى كأساس أولى فى عملية النقل الوراثى باستخدام الأجرىباكتيرىم، ويفضل استخدام «الثالب الفالينى» للحصول على أقراص من أنسجة أوراق النبات المراد النقل إليه حيث تزيد مساحة الأماكن المجروحة وبالتالي فرص زيادة كفاءة النقل الوراثى، وفى النهاية نحصل على نباتات كاملة تحمل الجين الغربى المعنى.

وفى عام ١٩٨٣م أمكن نقل جين من بكتيريا إ. كولاي إلى خلية نباتية لمن «نبات الطباق»، ليصبح مُحورًا وراثيًا وذلك تقليدًا لبكتيريا الأجرىباكتيرىم وعليه فكانت أول صفة نقلت عن طريق البكتيريا إلى النبات هى المقاومة للمضادات الحيوية وعلى الرغم من أن صفة المقاومة للمضاد الحيوى ليست ذات أهمية اقتصادية إلا أنها فتحت الباب لإمكانية استعمال هذه التقنية فى تحسين الإنتاج النباتى.

وبعدما تم التعرف على هذا الكشف الخطير ومعرفة تلك الخاصية غير المعتادة فى قدرة الأجرىباكتيرىم على أن تعدى النباتات بلازميد (TI) والتي تدمج نفسها فى كروموسومات النبات، فقد أصبح كل ما على الباحث هو أن يضيف ببساطة بعض جينات لبلازميد، ويحكه فوق ورقة النبات، ويتنظر حتى تثبت فيها العدوى فينمو نبات جديد من خلايا الورقة، ثم يمرر النبات الجينات الجديدة داخل البذور وكما عرفنا فإن هذه الطريقة استخدمت فى عام ١٩٨٣م لتحوير وراثياً نبات الطباق أولاً وبعدها نبات البيتونيا ثم نبات القطن.. إلخ

الموضوع (الجزء) الثاني: «أخيراً فى مصر...» ١١٩:

أولاً: تمهيد:

لتعلم عزيزى القارئ أن بلادنا العربية ليست بعيدة عن هذه الأحداث... وكما نقلنا لكم العديد من التجارب والإنجازات التى تمت على أيدي علماء من دول عدة (كألمانيا ومن أمريكا وفرنسا وإنجلترا.. أيضاً لعلمنا نذكر أيضاً الباحث الإندونيسى وتوصله إلى العدد الحقيقى للكروموسومات).

فإننا سنذكر لكم الآن ذلك الإنجاز السعيد والذي تم منذ فترة قريبة على أيدي علمائنا من (مصر) والذي كان عن تمكّن فريق علمى من إنتاج بطاطس مهندسة وراثياً.. أما كيف؟ معنا (فى النقطة الثانية) نعرف المزيد.

ثانياً: تعاون مصرى ألماني لإنتاج بطاطس مهندسة وراثياً:

فى عام ٢٠٠٣م تم الإعلان عن إنتاج بطاطس مهندسة وراثياً مقاومة للفيروس (Pvy) باستخدام الأجر وياكتيريم، وتم اختبار النباتات المحورة وراثياً بمعرفة الجانب الألمانى وتم الاتفاق على تقييم سلوك هذه النباتات فى الحقل واختبار مدى مقاومته للإصابات الفيروسية تحت الظروف المصرية وذلك بكلية الزراعة جامعة القاهرة. وعرض د. «خضر» آفاقاً جديدة للشراكة والتعاون فى مجال التكنولوجيا الحيوية النباتية مع الجانب الألمانى تتضمن إنتاج نباتات فول خالية من مسببات أنيميا الفول باستخدام التقنيات الحيوية وإنتاج نخيل مهندس وراثياً مقاوم لسوسة النخيل الحمراء.

ولقد كان من المعلوم أن بكتيريا الأجر وياكتيريم لا تصلح مع النباتات ذات الفلقة الواحدة (كالغلال مثل القمح والذرة والأرز)، (إلا أنه قد تم مؤخراً نشر بحث حول إمكانية استخدام الأجر وياكتيريم فى النقل الوراثى لنباتات الفلقة الواحدة)، ولقد كان على الباحثين أن يتظروا اختراعاً أكثر ملاءمة، ولقد تم ذلك (بابتكار وسائل عديدة سيتم عرضها بالجولة الثانية) وظهرت لدينا نوعية من الطماطم يقل احتمال عطبها على الأرقف، وقطن يقاوم خنفساء القطن، وبطاطس تقاوم خنفساء

كلورادو، وذرة تقاوم ثاقبات الذرة ونباتات كثيرة مهندسة وراثياً.

سار التقدم مع النباتات من المعمل إلى التجارب الحقلية ثم إلى بيعها تجارياً (وسيكون لنا معها جولات تالية)، وأحياناً أدت التجارب إلى جذب الاحتجاج من نشطاء حماية البيئة، وكانت المقاومة أشد في أوروبا عنها في أمريكا، وفجأة أصبح في عام ١٩٩٣م قضية كبيرة عن الطعام المحور وراثياً، وسيكون لنا لقاء مع الجانب السيئ من الهندسة الوراثية لـ (الوجه الآخر)، وحتى هذا اللقاء نُطلعك عزيزي القارئ على آخر أخبار تلك الاحتجاجات على الأطعمة المهندسة وراثياً.

(٣) الموضوع (الجزء) الثالث من الجولة..

«...الاحتجاج مستمر» ١١٩

أولاً: تمهيد:

قبل أن نغادر سماء عام ٢٠٠٣ و نعاود بك عزيزى القارئ التحليق بجولاتنا فى فترة السبعينات والثمانينات .. أثار انتباهنا حدث هام ينقل لك «عزيزنا القارئ» وجهة نظر البعض الآن للأطعمة المهندسة وراثياً رغم إقبال الكثير من الباحثين على إدخال المزيد من التطورات والتقنيات الحديثة على الهندسة الوراثية لحسن استثمارها فى كافة ميادين الحياة.. وفيمايلى نعرف المزيد عن أخبار هذا الاحتجاج .

ثانياً: الاحتجاج مستمر!!

هذا الاحتجاج تمثل فى شخص رئيس فيدرالية المزارعين فى فرنسا وزعيم حركة مناهضى العولمة، وكانت الصحف قد نشرت خبر إلقاء القبض عليه وكان نشر هذا الخبر فى ٢ / ٧ / ٢٠٠٣ .

وكان مما نشر فى هذا الخبر أنه فى ساعة مبكرة من صباح يوم الأحد (قبل الماضى) تجمّع مئات من رجال الشرطة حول منزل «جوزيه بوفيه» فى مقاطعة (إيفرون) فى الجنوب الفرنسى، وتم إيقافه وأخذة عنوة وبعد دقائق وجد نفسه على متن طائرة هليكوبتر باتجاه السجن ليقتضى به عقوبة الحبس عشرة أشهر والتهمة هى اقتلاعه أكثر من ثلاثة آلاف شتلة أرز.. ومساحة لا تقل عن فدانين مزروعة بالذرة ولقد شاركت مجموعة من الرفاق جوزيه بوفيه فى اقتلاع هذه الأشجار لأنها من وجهة نظرهم ليست إلا قنابل موقوتة تفتك بصحة الصغار والكبار باعتبار أنها ثمار لعملية دقيقة من الهندسة الوراثية.

ولقد أطلق بوفيه على هذه النباتات الأطعمة المعدلة وراثياً وحذر من مخاطرها فى أكثر من مناسبة إلا أن كبريات الشركات المستثمرة فى الحقل الزراعى لم تلتفت إلى تحذيراته، واستمرت فى إجراء تجاربها التى تستهدف زيادة الإنتاجية عبر التلاعب

بالجينات الوراثية والتي ترجح الدراسات العلمية أنها تشكل خطراً حقيقياً على الجسم البشري.

والمعروف أن نجم بوفيه كان قد لمع عقب قيامه بالاعتداء على أحد مطاعم الوجبات الأمريكية السريعة في مدينة «ميو» الفرنسية احتجاجاً على السياسة الزراعية الظالمة بين أمريكا ودول الاتحاد الأوروبي والتي بمقتضاها ردت واشنطن على رفض أوروبا السماح باستيراد اللحوم المهربة من أمريكا، بفرض ضرائب بنسبة ٦٠٪ على أنواع الجبن الفرنسية، مما تسبب في الإضرار بأكثر من ٣٦٠ ألف أسرة تخصص في إنتاج هذه الأنواع في جنوب فرنسا، وكان جوزيه بوفيه قد أمضى نحو أربعة أشهر في السجن كعقوبة على تخطيطه لهذا المطعم وما هو يتكرر المشهد معه، ولكن في ظروف وسياقات أخرى.

ردود فعل

وقد أثار اعتقال بوفيه ردود فعل متباينة في مختلف الأوساط السياسية والزراعية، وأعلنت عشرات النقابات والفيدراليات تضامنها معه، وحشدت أعضائها للتجمهر أمام مقر العدالة في باريس ورفعت شعارات قاسية منها: المافيا تجلس على مقاعد السلطة بينما بوفيه المناضل يُلقى به في السجن، واتهم نفر من أنصار زعيم فيدرالية المزارعين للحكومة الفرنسية بالتواطؤ مع الأمريكان لأن إبداع بوفيه في السجن هو أمر لا يطرب له سوى الأمريكيين الذين يعتبرونه عدوهم الأول، الرافض للحوم المهرمنة والغذاء المعدل جينياً وطالب النقابيون بضرورة إطلاق سراحه في أقصى سرعة لأنه ليس مجزماً: وسخروا من الإجراءات الصارمة التي اتخذت ضده وقالوا: إن الحكومة تتهاون مع الأشخاص المتهمين بأعمال إرهابية، ومرتكبي الجرائم ضد الإنسانية، بينما تتشدد - دون أدنى مبرر - مع المناضلين النقابيين أمثال جوزيه بوفيه.

ولقد أثارت واقعة الاعتقال نقاشات عديدة حول قيام المزارع الكبرى بإجراء تجارب لإنتاج أطعمة معدلة وراثياً مما يجعلها تدخل تحت شعار «الطعام الرديء»

الذى كان أطلقه جوزيه بوفيه قبل سنوات وهو يحذر من تسليح الإنسان والعالم (كان ذلك فى كتاب له بعنوان: العالم ليس سلعة).

ومن جانب آخر تشهد أروقة منظمة التجارة العالمية منذ فترة جدلاً حول الأطعمة المعدلة وراثياً خصوصاً فى ضوء الدعوى التى أقامتها أمريكا ضد أوروبا وانضم إليها عدد من دول العالم.

والمعروف أن أمريكا ليست بريئة تماماً من مثل هذا الاتهام فهى من جانبها تتحمس لإنتاج اللحوم المهرمنة.. (التي ترفضها أوروبا) .. ولذلك فهى تعتمد أن تقف لأوروبا بالمرصاد وتشير قضية الأطعمة المعدلة جينياً بدعوى أنها باتت ضرورة للتغلب على المجاعة التى تنخر فى عظام أكثر من ثلث العالم.

وعلى صعيد آخر رفض عدد من الوزراء فى فرنسا وأوروبا التعليق على اعتقال جوزيه بوفيه واعتبر أن الملف برمته يقع فى اختصاص وزارة العدل، وإن لم يخف ضرورة أن دخول بوفيه كتنقيبى بارز إلى السجن ليس فى صالح الديمقراطية لكن القانون ، فى كل الأحوال - يجب أن يطبق دون عقد.

الغريب أن أقدار جوزيه بوفيه زعيم فيدرالية المزارعين فى فرنسا جعلته مرغوباً ومرفوضاً فى آن واحد، فأوروبا تقسو عليه، وتعامل معه كخارج على القانون، لكنها فى نفس الوقت تتمسك بمنطقه وحججه فى أروقة المنظمات الدولية خوفاً من أن يتشعر الطعام الرديء الذى يسكن فى جوف المستهلكين فيكون قبلة موقوتة، بمعنى آخر: سيظل بوفيه رمزاً لنضال دعاة السنة العولة فى مواجهة الاحتكار والرأسمالية وفرض الأمركة بالقوة.

سادساً:

المثال الثانى:

استخدام الفيروسات لنقل مقاطع الدنا من الواهب

ترك عام ٢٠٠٣م ونعود مرة أخرى لنحلق بجولاتنا لفترة السبعينات والثمانينات... ونذكرك «عزيزى القارىء» بأن محور جولتنا الأولى هو «استخدام

الفاجات والبلازميد البكتيرى» كوسائل نقل ناجحة فى فترة السبعينات والثمانينات.. ولقد تحدثنا فى النقاط السابقة عن استخدام البلازميد البكتيرى كوسيلة نقل ناجحة وبقى لنا أن نتحدث عن استخدام الفاجات كوسيلة نقل ناجحة... والحديث هنا ليس جديداً فلقد أشرنا فى جولة سابقة إلى ذلك التقدم والنجاح الذى تم بميلاد العلاج الجينى وما يحدث فى استخدامه الآن من تطورات تبشر بإمكانية تطبيقه على المستوى العام فى المستقبل القريب وأن هذا الميلاد للعلاج الجينى تحقق بعد أن تم اكتشاف إنزيم النسخ العكسى بالفيروسات الارتجاعية وأشرنا إلى أنه لا زال هناك تخوف من مدى الأمان فى استخدام الفيروسات فى العلاج الجينى.. وفى المقابل هناك جراحة من قبل آخرين لم يمنهم الحرص على حياة المرضى من الإقدام فى استخدام أسلوب العلاج الجينى وتطويره مستفيدين من خصائص بعض أنواع الفيروسات.. وتناولنا فيما سبق قصة الطفلة «أشانجى» ونجاح استخدام أسلوب العلاج الجينى فى علاجها.

أيضاً أفردنا جزءاً من جولة سابقة للحديث عن ظاهرة «الاستقال» (وهى النقل الوراثى بالفاج²²P).

ولعلنا نستنتج من كل ما سبق سعى الباحثون لحسن الاستفادة من خصائص الفيروسات وتزايد قيمة أنواع عديدة منها، مما أدى إلى اعتبار بعضها وسائل جيدة لنقل أجزاء من المادة وسنضيف هنا مزيداً من المعلومات عن بعض هذه الخصائص والمميزات التى تم استنتاجها من خلال التجارب والأبحاث العديدة على الفيروسات والتى منها ما يلى:

١- تقع الفيروسات فى منطقة ما بين الكائنات الحية (حيث يمكنها أن تتكاثر وتتضاعف بتوافر الظروف المناسبة). وبين المواد الغير حية (حيث يعيش الفيروس فى صورة متبلرة كالجماذ إذا لم تتوفر الظروف المناسبة).

٢- وهذه الظروف (المناسبة) هى أن يجد الفيروس عائلاً مناسباً يتطفل عليه ويعيش بداخل خلاياه. هذا العائل هو كائن حى يناسبه حيوان أو نبات أو بكتيريا لذا فنحن نقول إن «الفيروسات كائنات متخصصة».

٣- يتكون الفيروس من مادة وراثية يحيط بها غلاف بروتيني Protein Coat من الجليكوبروتين glycoprotein، وتكون المادة الوراثية عادة من الدنا، الذي يؤلف عدداً من الجينات في صورة شريط أو حلقة.

٤- تمت سلسلة الجينومات الكاملة للكثير من الفيروسات، وعُرف عدد القواعد بها، ولعلنا نتذكر أنه في عام ١٩٧٧م كان قد تمت سلسلة ونشر أول جينوم كامل النص للفيروس (فاى - إكس ١٧٤) وكان قد تم النشر في مجلة نيتشر، وتبلغ عدد أزواج القواعد في الجينوم الخاص به {٥٣٨٦}، وهناك الفاج {5V40} وتبلغ عدد أزواج قواعده {٥٢٤٣}، والفيروس «لدا» وتبلغ عدد أزواج القواعد في الجينوم {٨٥١٣}.

٥- ومعنى «الفاج» هو تلك الفيروسات التي تهاجم البكتيريا، فتسمى الفاجات أو لاقمات البكتيريا.

٦- يعتمد الفيروس في تكاثره على الخلية الحية العائلة hostcell فيسخر آليات النسخ بهذه الخلية وآليات الترجمة والتضاعف للإكثار (من جيناته)، فتخرج فيروسات جديدة من الخلية ربما بعد أن تقتلها وتحللها وتصيب غيرها.

٧- الفيروسات الارتجاعية (retroviruses) هي نوع من الفيروسات تتميز مادتها بأنها من (الرنا وحيد الجديلة وليس مادة الدنا) وهذه الفيروسات عندما تهاجم خلايا الكائن الحى المناسب فإنها تصيب من خلايا هذا الكائن خلاياها التي تنقسم. وعن طريق إنزيم النسخ العكسى الخاص بها تتمكن فى النهاية من تشكيل فيروسات جديدة تخرج من الخلية لتصيب غيرها. ومن هذه الفيروسات (فيروس الإيدز).

٨- من أمثلة الفاجات التي أمكن استغلالها الفاج لدا "Lambda Phage".

٩- كان يعتمد «بشكل أساسى» على البلازميد البكتيرى والفاجات كحاملة للمادة الوراثية المنقولة، نظراً لإمكانية تضاعف المادة الوراثية الهجينة (الدنا الهجين أو المطعوم) بهذه البلازميدات أو الفاجات لما تتميز به من مقدرتها الفائقة على التضاعف الذاتى السريع فى وقت قصير، وبالتالي يتضاعف ما بها من الدنا المطعوم

ليصل لكمية معقولة ليتمكن بالتالي فصله والحصول عليه. أيضاً هناك جينومات الفيروسات الحيوانية «مثل Sv40» حيث يستخدم في النقل والاستزراع بالخلايا الحيوانية.

١٠- هناك فيروسات يُحدث بها الباحث اقتضاباً (أى نقصاً في جينوم الفيروس الفاج) لتصبح نتيجة حدوث هذا الاقتضاب بها أكثر تطويعاً، ويستفاد منها أكثر في التجارب المختلفة.. وبالتالي يمكن استزراع قطع دنا مختلفة عند مراكز القطع المستنقصة ويسمى هذا الفاج المقتضب (gtc).

١١- هناك دراسات تم إجراؤها في الثمانينات أدت إلى تكوين سلسلة الفاجات لمدادات قابلة لاحتواء ونقل مقاطع أطول من الدنا وتسمى سلسلة شارون Charon Series، كما أمكن أيضاً استعمال الفاج المسمى MI3 لنقل مقاطع طويلة نسبياً من الدنا.

الجولة الثالثة: مع وسائل أخرى لنقل الدنا المرغوب من الواهب وإدخاله في جينوم المضيف:

حيث أصبحت هناك وسائل أخرى متعددة إضافة للبلازميد البكتيري والفاجات نذكر منها:

١- تم تحويل خلايا الخميرة بنجاح لاستزراع جينات الكائنات مميزة النوى وذلك باستعمال البلازميد المسمى 2um الموجود في كثير من سلالات الخميرة وذلك بعد إدماجه مع أحد البلازميدات البكتيرية.

٢- الكوزميدات Cosmids :

وهذه هجن ما بين بلازميدات وفاجات لنضا ، ويمكنها أن تحمل قطعاً من الدنا الغريب يصل طولها إلى ٤٠ ألف زوج ومنها كروموسومات الخميرة الاصطناعية. كروموسومات الخميرة الاصطناعية (الياكات yeast artificial Chro (YACs) mosomes: وهذه الياقات قد تحمل بضع مئات الآلاف من الدنا الغريب).

٣- دمج البروتوبلاست Proto Plast Fusion (خاصة بالنبات):

حيث تستخدم بعض البوليمرات والأيونات لتزيد من نفاذية غشاء البلازما الخاص بالخلايا المختلفة النوع والمطلوب دمجها أو يحدث خلل في تركيب الجدار ليزال وبالتالي بعد إزالة الجدر السميكة تصبح البروتوبلاست (المحتوى الموجود بالخلية - عارياً) ثم يتم اندماج كل خليتين معاً (كل خلية من نوع نبات غير الثاني).. ويتكون (هجين جسمي Somatic hybrids)؛ وإذا حدث اندماج للبروتوبلاست دون أن تندمج الأنوية، بمعنى اندماج السيتوبلازم فقط يتكون (سيبرد Cybrid)، واندماج البروتوبلاست بمساعدة الكيماويات - دمج كيماوي (Chemical induced fusion) ويمكن أيضاً اندماج البروتوبلاست بمساعدة تيار كهربى مستمر وتُعرف هذه العملية بالدمج الكهربى (Electro fusion)، وفي كلا الحالتين يتكون هجين جسمى يحتوى جميع الصفات الموجودة فى النباتين (المعطى والمستقبل) بغض النظر

عن التوافق الجنسي بينهما، ويمكن من خلال هذه التقنية نقل أكثر من جين أو الصفات التي يتحكم فيها العديد من الجينات (Polygenic) ولا تتوافر هذه الخاصية مع أى وسائل نقل أخرى.

٤. الحقن الدقيق واستخدام أشعة الليزر فى النقل الوراثى:

Microinjection and UV Laser microbeam - mediated transformation:

هى طرق أكثر صلاحية فى حالة الحيوان أو الإنسان عندما يكون الهدف هو نقل جين لبويضة واحدة أو عدة بويضات على الأكثر، وهى تحتاج لمهارات خاصة، وفى حالة الحقن الدقيق (Microinjection) تستخدم أنبوبة شعيرية دقيقة لنقل البلازميدات إلى نواة الخلية. وفكرة استخدام شعاع الليزر فى النقل الوراثى مأخوذة من استخدام شعاع الليزر فى الجراحة حيث يستطيع شعاع الليزر عمل ثقوب فى جدار الخلايا ومن خلال هذه الثقوب تدخل البلازميدات أو الحقن الدقيق للجينات فى الخلايا.

ويُفسح الحقن الدقيق الطريق إلى تكتيك أكثر حدقاً، له ميزة واضحة واحدة، إنه يمكن من أن يولج الجين فى موضع محدد بدقة، تحوي مضغفة الفأر، وهى فى عمر ثلاثة أيام، خلايا تعرف بالخلايا الجذعية للمضغفة، وإذا استخلصنا إحدى هذه الخلايا وحققناها بجين، كما اكتشف ذلك لأول مرة ماريو كابتشى عام ١٩٨٨، فإن الخلية ستصل أطراف هذا الجين بداخلها عند النقطة نفسها بالضبط التى ينتمى إليها الجين، ليحل مكان نسخة الجين الموجودة من قبل، أخذ كابتشى من فأر مستنسل جيناً ورمياً اسمه إنت - ٢ (int-2) وأولجه فى خلية فأر بأن فتح مسام الخلية لزمن وجيز، فى مجال كهربائى، ثم راقب ما يحدث، الجين الجديد يعثر على الجين المغلوط ليحل محله. وتسمى هذه العملية «التوليف المتماثل» homologous recombination وهى تستغل حقيقة أن الميكانيزم الذى يصلح أمر دنا المعطوب كثيراً ما يستخدم الجين الإضافى على الكروموسوم النظير كقالب للطبع. ويخطأ فى فهم الجين الجديد على أنه هذا القالب ويصحح الجين الموجود من قبل حسب ذلك. وبعد

تعديل الخلية الجذعية هكذا، يمكن أن يعاد وضعها داخل مضغنة لتنمو إلى فأر كيميروى - فأر تحوى بعض الخلايا فيه الجين الجديد.

يتيح التوليف التماثل للمهندس الوراثى، لا أن يرسم الجينات فحسب وإنما أن يفعل أيضاً عكس ذلك، أى أن يعطب عن عمد جينات شغالة بأن يولج نسخاً مغلوطة مكانها، ونتيجة ذلك هى ما نسميه فأراً مضروباً ضربة قاضية، حيث ينشأ، وقد أُسكت جين واحد فيه، الأمر الذى يتيح الكشف عن الهدف الحقيقى لذلك الجين، ويدين اكتشاف ميكانيزمات الذاكرة ديناً كبيراً للفئران التى ضربت ضربة قاضية، كما تدين لها أيضاً مجالات أخرى من البيولوجيا الحديثة.

٥. الثقب الكهربائى Electro Poration:

حيث يتم دخول الدنا المراد نقله إلى الخلية من خلال نفاذية غشاء البلازما للبروتوبلاست التى تزداد نتيجة وجود البروتوبلاست فى مجال كهربي وبمعنى آخر يفتح ثقوباً فى أغشية الخلايا تمر منها الجينات المطلوب نقلها، ومن ذلك يتضح أن هذا النظام من أنظمة النقل الوراثى يتطلب :

(أ) مزارع بروتوبلاست. (ب) مصدر تيار كهربائى مستمر.

٦. مسدس الجينات Gene gun:

توظف هذه الطريقة سرعة اندفاع غاز الهيليوم والقادم من أسطوانة هيليوم من خلال صمام مُحكم فى دفع جزيئات دقيقة جداً من الذهب أو التنجستين، ومُحمّل فوق سطح هذه الجسيمات - (مُغطاة) بالدنا المراد نقله للخلية بمساعدة مادة غروية لاصقة تزيد من التصاق الدنا على جزيئات الذهب (الخاصة)، فيمر إلى السيتوبلازم من خلال جدر الخلايا وأغشيتها، وتُعرف هذه الجزيئات بالقذيفة الدقيقة Microprojectle وبمرور القذيفة خلال شبكة معدنية تتشعب إلى مجموعة من القذائف الدقيقة التى تصطدم بالنسيج النباتى وتخرق خلاياه.

٧. النقل المباشر Direct gene transfer فى النبات:

كانت هناك محاولات لنقل البلازميد (الدنا) إلى الخلية النباتية مباشرة دون

الحاجة إلى استخدام عائل حيوى مثل الأجر وباكتريم أو الفيروس ولعل أول تجربة ناجحة على النقل المباشر إلى البروتوبلاست كانت فى عام ١٩٨٢م.

ويلزم لنجاح النقل المباشر أن تكون الخلية فى حالة البروتوبلاست أو البروتوبلاست كما سبق وأوضحنا هو : خلية تم نزع جدارها الخلوئى، وبالتالي نكون قد منعنا أول عائق يمنع وصول الدنا المطلوب لإلججه إلى داخل الخلية النباتية، بعد إزالة الجدار الخلوئى، ويتبقى الغشاء البلازمى ويتم معاملته بمواد خاصة تضاف إليه فى المعمل من «بوليميرات وأيونات فتزيد من نفاذية غشاء البلازما وتحدث ثقب أو خلل فى تركيبه وبالتالي يزداد معدل مرور الدنا المولج من هذا العائق، مما يسمح بمرور الجزيئات كبيرة الحجم مثل البلازميدات (الدنا).

٩. الكروموسوم البشرى الاصطناعى Artificial human chromosome

فى عام ١٩٩٧م استطاع فريق من الباحثين الأمريكين تصنيع كروموسوم بشرى اصطناعى - بأن أخذوا بعضاً من دنا كرات دم بشرى بيضاء، ثم قاموا بتصنيع تيلوميرين بربط آلاف من وحدات دناوية.. (تم تصنيعها آلياً) كما صنعوا أيضاً بنفس الطريقة ستروميرا. غلفوا هذه المكونات الثلاثة بالبليدات حتى يمكن تمريرها من غشاء الخلية، ثم أوجسوها فى خلية سرطانية بشرية (تم تربيتها فى مستنبت بالمعمل) فإذا بالخلية تقوم أوتوماتيكياً بتجميع هذه المكونات فى صورة كروموسوم اصطناعى، ثم وجدوا أن هذا الكروموزوم الاصطناعى يورث، عند انقسام الخلية، إلى الخلايا الجديدة، تماماً مثل غيره من كروموزومات الخلية. وكان الكروموزوم الاصطناعى يورث وكان فعالاً. ويعتبر الباحثون الكروموسوم البشرى الاصطناعى فتحاً جديداً فى مجال علاج البشر بالجينات، ففيه يمكن أن يُنقل الجين الذى يحتاجه المريض إلى خلايا دمه، دون اللجوء إلى الفيروسات التى قد تولج مادتها الوراثية فى غير المكان الصحيح إضافة إلى العديد من المخاوف المحتملة.

الجولة الرابعة:

مع إنزيمات القطع والتحديد وتكوين الرفليبات،

بدأت في عامي ١٩٧٨م، ١٩٧٩م دراسات قام بها «دافيد بوتشتاين» من معهد ماساتشوستس التكنولوجي في ذلك الوقت ثم انتقل بعدها لجامعة ستانفورد، وكان معه مجموعة من الباحثين، واستنتج من هذه الدراسات أنه نتيجة لاستعمال إنزيم تحديد على الدنا الوراثي (والتي تم اكتشافها في عام ١٩٧٠م) لبضعة أشخاص ينتج زمراً من الشظايا (قطع متباينة وغير متساوية الأطوال) تختلف أحياناً اختلافاً بيناً من فرد إلى آخر.. على عكس المتوقع وهو أن تقطع هذه الإنزيمات عند مواقع محددة فتنتج أطوال متساوية.. ولكن النتيجة توضح أن هذه الإنزيمات تعرفت على الأماكن التي تقطع بها (وهي تسمى مواقع البتر التي تتعرف عليها إنزيمات التحديد {Recognition Sites} ذلك في أماكن متفرقة بالدنا وهي تختلف من شخص لآخر.. فقطعت عندها؛ لذا نتجت أطوال غير متساوية.. وفي ضوء بحث العلماء عن تفسيرات تفسر السبب في اختلاف «مواقع أو أماكن» تعرف الإنزيمات القاطعة؛ نجدهم عللوا لعدة أسباب:

- ١- إما لأسباب طبيعية تحدث للكروموسوم أثناء عملية الانقسام وهي خاصية العبور بينه وبين الكروموسوم الأخرى المقابل له فيتبادلا الأجزاء بينهما.
- ٢- أن موضع «مواقع التحديد» موضع التباينات التي يعرفها الإنزيم تتباين من شخص إلى آخر بسبب حدوث طفرات حدثت في تباينات النيوكليوتيدات بشرط الدنا لهؤلاء الأفراد (وعلى وجه الدقة في تباينات القواعد).
- ٣- إما السبب طبيعي أو يتدخل ملوثات ومؤثرات عديدة من البيئة. ولقد أُطلق على هذه الزمر من الشظايا مصطلح {الرفليبات}، وبما أن هذه الرفليبات تتباين من شخص إلى آخر. (كما سبق وذكرنا بأعلى) بسبب طفرات حدثت في تباينات القواعد، فهذا يعني أن كل رفلين يعادل طفرة، بل هو طفرة. ولقد أتاحت هذه الاكتشافات (التي قام بها دافيد بوتشتاين وغيره) الفرصة إلى إيجاد مجال جديد وفريد للتباين بين الأفراد يمكن الاستفادة منه.. «وهو ما سنعرفه بعد قليل».

فالرفليبات إذن {RFLPS} هي: كلمة مختصرة من مصطلح أطلقه الباحثون على زمر من شظايا الدنا والمصطلح الأساسي هو: Restriction Fragment length polymorphisms ومعناها هو: «تباينات طول شظايا التحديد» أو الرفليبات. أو (التباين بين الأفراد في حجم شظايا الدنا التي تقطعها إنزيمات تحديد معينة، ولقد أمكن تحديد مواقع نحو ٣ آلاف رفلينبعثرة على طول كروموزومات الجينوم البشري، أمكن رسم خرائط توضح مواقعها لتصبح بمثابة مجموعة ضخمة من الواسمات تشكل شبكة موزعة على الكروموسومات البشرية يمكن أن ننسب إليها الجينات وأن نخرطها (وستلقى عليها مزيداً من الضوء بعد قليل).

والسؤال الذي يتبادر للذهن هو:

١- هل تختلف الرفليبات في نفس الشخص كما قد تختلف بين الأفراد؟ وكيف تم الاستفادة منها؟ وهل ظهر ما هو أحدث من الرفليبات؟ وكيف تم الاستفادة من الأحداث؟! وسنجيب عن هذه الأسئلة. بالترتيب..

أولاً، الدور الذي تلعبه إنزيمات التحديد والاختلاف في نفس الفرد:

سبق وأن عرفنا من الجولة الخاصة بإنزيمات التحديد أنه يوجد على جديلتى الدنا مواقع تعرف "recognition sequences"، وعندما يعثر إنزيم التحديد المعين على موقعه الخاص (مواقع تعرفه الخاصة به). والمتفرد بشرط الدنا الوراثي (المأخوذ من شخص ما)، فإن هذا الإنزيم ييتر الدنا في الموضع بالضبط، وكأنه (أى الإنزيم) مقصص صغير منمم.. وتشظى إنزيمات التحديد جينوم أى كائن حتى إلى عدد كبير من القطع قد يصل في الإنسان إلى ما يزن قطعة وتتراوح أطوال هذه الشظايا (أو المُرُق) ما بين عشرات الآلاف ويضع آلاف من أزواج القواعد.

ومن خلال الدراسات العديدة والمتواصلة استتبع الباحثون أنه عند استخدام إنزيم تحديد معين على مقطعي دنا "DNA Segments" من نفس الموقع في كروموزومين شقيقين لفرد، يحمل كل منهما أليلاً مختلفاً لجين.

والأليل Allele: واحدة من صور بديلة متعددة للجين ويشغل موقعاً محددًا على الكروموسوم يرث الفرد أليل واحداً لكل موقع من كل من الأبوين وبذا يحمل

كل فرد أليلين لكل جين { إن الشظايا الناتجة عن البتر قد تختلف طولاً (قطع متباينة وغير متساوية الأطوال) ذلك أن أحد الأليلين قد يحمل حروف تتابع التعرف، فيُتر عنها، بينما لا يحمله الأليل الآخر فينجو من البتر، ومن بين التفسيرات لسبب هذا الاختلاف أنه: - نتيجة لحدوث طفرة في موقع القطع تسببت في عدم تعرف إنزيم التحديد على الموضع فلم يقطع، وأُضف إلى ذلك الاختلاف في نفس الفرد، اختلاف آخر ولكنه بين الأفراد؛ فقد يختلف فردان في مكان الموقع الذي يقوم فيه إنزيم تحديد معين بقطع الدنا، ونتيجة لذلك سيُباين طول شظايا الدنا الناتجة من الشخصين باستخدام إنزيم تحديد واحد على نفس المنطقة الكروموزومية، ويستفيد الباحثون من كل ما سبق ذكره من اختلافات كثيراً ومنها أن ثمة اختلافات يمكن كشفها بين الأفراد عند سلسلة الدنا تُظهرها الرفلييات، لكنها لا تظهر في شكله الخارجي (الذي تستخدمه خرائط الارتباط). ومعنى ذلك أن المظهر الواحد (الذي قد يكون مرضاً وراثياً) قد ينجم عن أليلات مختلفة دناوية كل منها ينشأ عن طفرة mutation في مكان مختلف من نفس الجين تفسد عمله. أيضاً من الممكن أن تستخدم الفروق في حجم الشظية نتيجة استخدام إنزيم تحديد يتر دنا شخصين أو عدة أشخاص { في تمييز فرد عن آخر، وكروموسوم عن آخر، وهذه الفروق (الرفلييات) تمتاز بأنها تورث، مثلما الجينات بطريقة متدللية عادية، ونظراً لما سبق من خصائص فإن الباحثين يمكن أن يستعملوا الرفلييات ويستفيدوا منها كواسمات في دنا الفرد، بل هناك من يُطلقون عليها نفس المصطلح أي أنها أواسمات دنا عديدة الصور - أو بوليمورفية، «إذا استخدمنا مصطلح علم الوراثة»، أو البوليمورفية «تعدد المظهر» Polymorphism هي: اختلاف في تتابع دناوى بين الأفراد والتباينات الوراثية التي توجد بالعشيرة بنسبة تزيد على ١٪ تعتبر بوليمورفيات مفيدة لتحليل الارتباط الوراثي.

ملحوظة هامة:

«تقدمت البحوث في هذا المجال كثيراً منذ سبعينات القرن العشرين وحتى بدايات القرن الواحد والعشرين، وأصبحنا نجد أنواعاً كثيرة من واسمات لا تتطلب إنزيمات التحديد وتقوم أيضاً بمهمة تحديد هوية مناطق خاصة في الدنا».

وبما أن كل رفلين سبق وذكرنا أنه طفرة فإنه يمكن تتبعها بتحليل الدنا في الأجيال المتتابعة بل ومن الممكن أن تستخدم فكرة العبور وخرائط الارتباط في تحديد مواقع الرفليبات: كلما تباعدت مواقعها على الكروموسوم ازدادت نسبة العبور بينها. بل وقد يمزج بين مواقع الجينات في هذا الشأن؛ فنقدر المسافة بين كل رفلين وجين. ولقد أفاد الرفليبات كثيراً في تشخيص العديد من الأمراض الوراثية، بل إن رفليناً قريباً جداً من جين مرض ما قد يصلح كدليل قوى إلى تشخيص مرض وراثي «وسنذكر بعد قليل أمثلة لاستخدام الرفليبات في الأمراض الوراثية».

مواقع تعرف إنزيمات التحديد

"Restriction Enzymes Cleavage Sites":

قد توجد مواقع التعرف في جوار الجينات، وليس بالضرورة في تتبعها المشفر، فقد نجدتها في تتابعات التنظيم وفي الإنترونات **introns** كان يُعتقد أنها مناطق لغو لا تُشفر لشيء نعرفه (لكن هناك بواذر تفيد بأهميتها الآن)، وفي سقط الدنا **Junk DNA**.

أمثلة للاستخدامات المتعددة للرفليبات:

ومن بين هذه الأمثلة نذكر سبعة استخدامات وهي:

أولاً: اعتبار مجموعة الشظايا التي يخلفها إنزيم التحديد من الخصائص المميزة لهذا الجينوم.

ثانياً: عندما تصبغ الرفليبات شبكة من الواسمات والبحث عن جين مرض هتنتجتون.

ثالثاً: استخدام الرفليبات في الكشف عن أمراض أخرى.

رابعاً: فوائد أخرى للخريطة الوراثية مثل القدرة على تطوير أدوية خاصة بكل فرد.

خامساً: الاستفادة من أحد الإنزيمات في الكشف عن جين مرض وراثي بالحيوان.
سادساً: في البحث عن أصول الإنسان.

سابعاً: في إنشاء مكتبة للجينوم البشري.

وفيما يلي نلقى الضوء على كل مثال:

أولاً: إن مجموعة الشظايا التي يخلفها أى إنزيم تحديد بعد عمله على جينوم أى كائن، تعتبر من الخصائص المميزة لهذا الجينوم، ومن الممكن بسهولة إذا كان حجم الجينوم صغيراً أن تستخدم في رسم خريطة فيزيقية له، أما إذا كان حجم الجينوم كبيراً، فمن الممكن أن يُستعان بالكمبيوتر لرسم مثل هذه الخريطة، وفي أحد الأوقات تم بالفعل تطوير تقنية تؤتمت تحليل بوليمورفية الدنا باستخدام محطة عمل روبوتية يمكنها أن تتعامل مع أطباق بكل ٩٦ نقرة صغيرة - وبذا ففى المقدر أن تحلل ٩٦ واسماً وراثياً في نفس الوقت أوتوماتيكياً. مكنت هذه الإجراءات من: (١) تكثير مقطع الدنا المطلوب اختباره للبوليمورفية عن طريق تفاعل البوليميريز المتسلسل. (٢) تحليل البوليمورفات لتحديد الصور الموجودة. (٣) قراءة النتائج أوتوماتيكياً وتخزينها مباشرة في الكمبيوتر.

ثانياً: عندما تصبح الرفليبات شبكة من الواسمات واللدالات الوراثية أو: **اخريطة الجينات باستخدام الواسمات الرفليبات والبحث عن جين مرض هنتجتون:**

١- كانت سلسلة القواعد مهمة عسيرة؛ فقد تطلب الأمر في عام ١٩٧١ م ستين لتحديد تتابع طوله ٢٠ زقاً لا أكثر لذا كانت حيرة الباحثين فإذا كان الأمر قد تطلب ستين لتحديد تتابع الـ ٢٠ زقاً فكيف يتسنى لهم سلسلة ٣٠٠٠ - ٣٥٠٠ مليون زق؟

٢- ومن خلال الأبحاث الناجحة التي استهدفت الرفليبات؛ منذ نهاية السبعينات من القرن الماضي، رأى عدد من الوراثيين ومن بينهم البيولوجي «دافيد بوتشتاين» وعدد آخر من زملائه أهمية حسن الاستفادة من التباينات الموجودة في أى مكان مجاور للجين، وأنه يمكن استخدامها كدالات قريبة من الجينات للكشف عن

الجينات المطلوبة ومنها تلك الجينات المتسببة في حدوث الأمراض، ذلك لأن الرفلييات مُبعثرة عبر كل الكروموزومات، وبالتالي فيمكن أن تحل الرفلييات محل الواسمات، أي محل جينات الصفات المظهرية التي بنى عليها مورجان مثلاً خرائط العبور في حشرة الدروسوفيليا والتي تتألف من تتابع معين من القواعد، وهكذا تُستخدم الرفلييات بنجاح كشبكة من الواسمات الوراثة، والتي يمكن أن تكون مرجعاً لوضع كل جين على الخريطة الوراثة. وبالفعل تم استخدامها أثناء البحث عن جين مرض كوربا هنتنجتون..

٣- ولقد كانت فكرة الخرطنة باستخدام الواسمات الرفليية جديدة تماماً في عام ١٩٧٩م وذلك أثناء البحث عن جين (مرض كوربا هنتنجتون أو رقص هنتنجتون (Huntington's chorea Disease).

٤- وعن هذا المرض نذكر:

أنه يُنسب اسم هذا المرض للطبيب الأمريكي الذي اكتشفه وهو جورج سمير هنتنجتون وهو من الأمراض الوراثة التي تم دراستها وظهورها في الغرب ودرجة الإصابة به بمعدل «١» من كل مائة ألف شخص).

ويحدث هذا المرض نتيجة عيب في جينة موروثية واحدة سائدة وليست متنحية مثل مرض تاي ساكس.

بداية ظهور المرض وأعراضه:

تبدأ في الظهور من سن ٣٠ - ٥٠ سنة وغالباً ما تستمر هذه الأعراض مع المريض وتزداد تدريجياً من ١٥ - ٢٥ سنة.. وهو لا يتقبل إلا في نحو الأربعين أو بعد ذلك بفترة.. ومن أعراضه ظهور الاكتئاب والمتاعب النفسية ثم يفقد بعدها المريض قدرته على السيطرة على عضلاته وتظهر عليه حركات غير إرادية وغير متناسقة في الأطراف حتى أنه يصاب بالعجز وعدم النطق واضطرابات عاطفية، ويتطور المرض لتحداث اضطرابات عاطفية واختلال عقلي مطرد وتشنجات تجعل المريض يُصاب بالاكتئاب الانتحاري والهذيان والجنون والصراخ المتواصل.

وفي عام ١٩٧٩م لم يكن ثمة من حدد بالفعل - وقتها - موقع جين باستخدام

واسمات الدنا، وإن كان ثمة من عشر على جينات بفضل الواسمات التقليدية - وهي
{أنتيجينات كرات الدم الحمراء}... ترى ماذا حدث؟

لإتمام البحث عن جين مرض كوريا هنتنجتون??

إن الذى حدث نحاول إلقاء الضوء عليه فى السطور التالية:

(أ) فى عام ١٩٧٩م بدأ مجموعة من الباحثين استخدام الدنا المطعم... ولم يكن
معروفاً وقتها إلا واسم رفليسى واحد... ونذكر من مجموعة الباحثين: «جيمس
جوزيلا J.Gusella» من كلية طب بهارفارد.

وكان لديه معمل فى بوسطن طور فيه رفليبات مشعة - وكانت معه «نانسى
ويكسلر N.Wexler» أخصائية العلاج النفسى والعصبى. من جامعة كولومبيا -
(والتي كان لديها اهتمام خاص لأن والدتها ماتت متأثرة بمرض كوريا هنتنجتون)،
ومعهم عدد خاص من المعاونين... وعُهد إليها بتنفيذ برنامج بحثى عن المرض
والسفر إلى فنزويلا حيث ابتليت بهذا المرض إحدى العائلات هناك.

(ب) ولقد عمل هذا الفريق البحثى فى وقت لم يكن الادعاء فيه بوجود آلاف
الواسمات بالجينوم البشرى يقع بعض منها قرب جين يهتم المختصين إلا أمراً نظرياً
مبنيًا على ما تم التوصل إليه من نتائج الأبحاث على أنواع من كائنات أخرى.

(ج) وبالفعل ذهب الفريق العلمى للبحث عن المرض والذى كان شائعاً فى ٣
قرى على شواطئ بحيرة ماراكابو بفنزويلا، واستمر العمل عدة سنوات من العمل
الشاق المتواصل، وتم من خلال الدراسة المتأنية معرفة وتعقب أصل المرض (أى تتبع
المسئول عن توارث هذا المرض عبر عدة أجيال) حتى وصلوا للعقد الأول من القرن
الماضى وكانت امرأة تسمى ماريا كونسبسيون M. Consercion، وهذه السيدة
وصل عدد أحفادها إلى ١١ ألف منهم ٩ آلاف على قيد الحياة.

(د) وأتاح ذلك الفرصة لأخذ عينات من دمائهم لفحصها باستخدام المجس
الوراثى المناسب الذى تم التوصل إليه بمعمل جيمس جوزيلا الذى كان قد طور
طريقة الرفليبات بالواسمات المشعة.

وكان من نتائج هذه المجموعة البحثية ما تم نشره:

أولاً في سنة ١٩٨٠م، عندما نشرت الأبحاث الأساسية عن الخرطنة الرفليبية للچينات، وكان عدد الجينات البشرية التي وضعت على الخريطة هو ٤٥٠؛ حيث كانت الخرطنة أساساً بالطرق السيتولوجية. وأدت الأبحاث المكثفة خلال هذه الفترة إلى الاعتقاد بإمكانية استخدام الرفليبات في كشف جينات الأمراض، فقد يوجد الواسم الرفليبي في صورة على كروموسوم طبيعي وفي صورة أخرى على الكروموزوم الحامل لچين المرض. فإذا كانت الصورة الأخيرة وثيقة الارتباط بالچين، فإن العثور على الرفليب يعطى الإشارة بوجود الجين. وتكون الخطوة التالية هي حساب بُعد التفرقي عن الرفليب الواسم، الأمر الذي يمهّد الطريق إلى تعقب الجين، والچينومات البشرية متعددة الصور إلى حد بعيد...؛ ثمة واحدة من بين كل خمس قواعد تختلف بين أي فردين، (ويبلغ طول الجينوم البشري حوالي ٣٣٠٠٠ مستيمورجان).

(هـ) ووفقاً لذلك فإذا ارتبط چين هتنتجتون في دنا المرضى برفليب مُشع معين كان ذلك معناه أن الجين قريب من هذا الرفليب، ولقد نجح الفريق البحثي من خلال توظيفه الخريطة الرفليبية في الكشف عن وجود الجين الخاص بمرض هتنتجتون، وأعلن عن هذا الفتح في نوفمبر من عام ١٩٨٣م. حيث أثبتوا أن المرضى من أفراد العائلات - (التي فحصوها) - نموذجاً مميزاً من الرفليبات كما اتضح أن لدى البعض من الأقارب (لهذه العائلة) ممن لم يُصِبهُم المرض بعد نفس نموذج الرفليبات المميز، (ولقد أصابهم المرض في نهاية الأمر) وحدد الباحثون موقع الجين المسبب للمرض بأنه يقع على الطرف الأعلى للذراع القصير للكروموسوم الرابع). وأصبح من الممكن باستخدام المسبر الملائم كشف وجوده في (دنا) أي شخص.

(و) لقد عزز ذلك التقرير - بما يحمله وقتها من إثارة بالغة وفريدة - من الجهود الجارية للخرطنة بالرفليبات؛ بعدما كانت الفكرة المسيطرة على أذهان الباحثين خلال هذه المرحلة الزمنية. (وفي ضوء الإمكانيات المتاحة وقتها) - أن خرطنة الجينوم البشري تتطلب تعقب الكثير من الواسمات والچينات وهي تتحرك عبر الأجيال -

كمثل المسبر «ج ٨» وچين هنتجتون، وحفّز هذا التقرير الباحثين على القيام بدراسات جديدة لدراسة الأمراض والعلل والتي منها ما يفترض أن يكون وراثياً، ومنها دراسات استغلت العائلات من هذه العشيرة في رسم خريطة واسمات لللكروموسوم ٢١-، وكانت الخريطة مفيدة في تحديد موقع جين مرض الزهايمر، وموقع جين مرض التصلب الجانبي الضامر (مرض لو جيريج) وفي رسم خريطة لكل من الكروموزومين (١٧، ٢٢) حيث تقع جينات تسبب صورتين من الورم الليفي العصبي، وفي رسم خريطة لللكروموسوم (١١) استخدمت في البحث عن موقع محتمل لمرض الهوس الاكتئابي. ولقد اختبرت مائة عائلة أو أكثر على طول العالم وعرضه - في أوروبا وأمريكا الشمالية والجنوبية، وحتى في بابوا، غينيا الجديدة، وكان جين هنتجتون فيها جميعاً على نفس الموقع على الكروموسوم الرابع، ونذكر من بين تلك العائلات قصة الأمريكية «جوليس كوريفار» والتي مات جميع أفراد أسرتها بمرض هنتجتون والذي من بين ما يسببه هو إصابة خلايا المخ بالضمور، ورغم الاستفادة من تلك الوسيلة المعملية للتنبؤ بحدوث هذا المرض.. وكانت نتيجة الاختبار سلبية فإن (كوريفار) خرجت من هذه التجربة محطمة تماماً.

ولم يكشف عن تركيب الطفرة المسببة لمرض هنتجتون إلا في عام ١٩٩٣م، وكان عبارة عن امتداد مميز لثلاثية من القواعد هي: (س أ ج) - تتضاعف داخل الجين مع تقدم عمر المريض فتفسد عمل البروتين الناتج عنه، وهكذا تظهر الأعراض القاتلة على المريض.

(ز) أيضاً يُذكر أن البروتين الذي يكود له الجين المسبب للمرض، يطلق عليه اسم بروتين «هنتجتين» والعلماء يعرفون الآن أن هذا البروتين في حالته الغير سوية هو المسئول عن تدهور الأعصاب ويعرفون كيف يفعل وكيف يُسبب لعصب واحد بمفرده أن يموت.. لكن لا زال العلماء يجهلون وظيفة هذا البروتين وهو في حالته السوية.

(ح) والجدير بالذكر.. أن الباحثين قد تمكنوا؛ على منتصف الثمانينات، وبعد

توظيف مناهج الرفليب، من الوصول بعدد الجينات التي تم خراطتها باستخدام
الواسمات الرفلية إلى ١٥٠٠ جين (أى تضاعف العدد ثلاث مرات).

ثالثاً، استخدام الرفليبيات فى الكشف عن أمراض أخرى،

لقد أثمرت نفس الطرق عند تطبيقها على مرض التليف الكيسى ومرض الكلية
متعدد الأكياس، وحثل دوتشين العضلى، وغيرها، أمكن بهذه الطريقة، فى حالات
كثيرة تحديد الكروموسوم الذى يقع عليه الجين. وبالتالي أعطى هذا الموضوع الضوء
الأخير للوراثيين لإمكانية الاستفادة من الرفليبيات فى خرطنة الجينوم البشرى (إلا
أنه تطورت التقنيات وأصبح هناك أدوات أسرع وأعدت تم استخدامها فى مشروع
الجينوم) وترتب على ذلك المزيد من الجهد أملاً فى إمكانية عزل الجين نفسه المسبب
للمرض وتحديد نتابعاته ومن ثم تحديد هوية ما يتجه، والتوصل لطريقة عمل الجين
وليلتقى مع تقنية مثل العلاج الجينى بما يتيح وسائل علاجية أفضل.

رابعاً، فوائد أخرى للخرطنة الوراثية،

ومن بين فوائد الخرطنة الوراثية نذكر أيضاً القدرة على تطوير دواء مُفصل
خصيصاً للفرد: «عقاقير بلا آثار جانبية»: إذ أنه كثيراً ما ترجع الآثار الجانبية للعقاقير
إلى اختلافات حقيقية فى استجابة الفرد إلى المادة الكيماوية، ففى التباين بين الأفراد
من الاتساع ما يسمح بوجود بيوكيميا مختلفة. وعلى سبيل المثال هناك جين متنح فى
العشائر الأوروبية يتحكم فى الحساسية لعلاج ضغط الدم المرتفع ونسبة من تظهر بهم
هذه الصفة فى تلك العشائر هى (٥٪) وهؤلاء لا يمكنهم استخدام علاج ضغط الدم
إلا بكميات فى حدود (١٪) من الجرعة العادية. والتصنيف الوراثى لمثل هذه الفروق
سيثمر أدوية جديدة تلائم مرضى معينين.

وما ساعد على تحقيق الأمل فى الوصول لخريطة وراثية للجينوم البشرى ما تم
من خلال تطوير تقنية صيغ كيماوية تُفرّق بوضوح كامل بين كل كروموسوم والآخر
إذ لجد أن لكل كروموسوم نمطاً من الشرائط اللاصقة يميزه عن غيره مما أعطى

الباحثين الأمل وقتها في إتاحة الفرصة بمزيد من الأبحاث لرد جينات بذاتها إلى كروموسوم بذاته بطرق خاصة في زراعة الخلايا.

خامساً: الاستفادة من أحد إنزيمات التحديد في الكشف عن جين مرض وراثي بالحيوان:

ظروف المرض:

هو مرض بومب Pompe disease، وهو مرض وراثي يسبب ضموراً خطيراً في العضلات يؤدي بحياة العجول بعد الفطام بنحو ستة أشهر، ووراء هذا المرض جين متنح يتسبب في الأفراد الأصيلة له في عجز الجسم عن إنتاج إنزيم ألفا جلو كوسيديز alpha glucosidase الذي يحرر الجلوكوز من الجليكوجين ليستخدمه الجسم في إنتاج الطاقة. وعندما يرث الحيوان تركيباً وراثياً أصيلاً بهذا الجين المتنح يموت مبكراً، بينما تعيش الأفراد التي تحمل الجين المعيب مع الجين الطبيعي (خليط heterozygotes) وتبلغ نسبتها في عشيرة الماشية نحو ١٥٪. وبالطبع فذلك يؤدي لإصابة مربي الماشية بالخسارة ومن المهم بالنسبة له ألا يحدث تزاوج بين فردين خليطين يحمل كل منهما الجين المعيب لزيادة المخاوف من احتمال أن ربع النسل الناتج سيقتله المرض.

وتتجه الأنظار لما يقدمه العلم هنا من حل لهذه المشكلة..

العثور على إنزيم تحديد ويداية حل المشكلة:

حيث عثر الباحثون على إنزيم تحديد مناسب هو إنزيم (MSPD) له داخل الجين الطبيعي موقع تعرف - أما الجين المعيب فيحمل طفرة نقطية واحدة (تحليل حمض البرولين في البروتين الذي يشفر له الجين الطبيعي، إلى حمض جلو ثامين) في موقع التعرف هنا، فلا يميزه الإنزيم.

لذا تختلف نتائج التشظية بالإنزيم بين الأفراد الأصيلة للجين الطبيعي و بين حاملى جين المرض. أمكن إنتاج المسبر المشع لكشف الجين المرضى، وغدا من الممكن في ظرف ساعات - عن طريق دنا مأخوذ من خلايا الدم كشف وجود الجين من عدمه.

سادساً: في البحث عن أصول الإنسان باستخدام الرقائبيات وإنزيمات التحديد؟

س: كيف تدخل علماء الوراثة في مناقشة أصل الإنسان؟ وما هو دور إنزيمات التحديد؟!

(ج) تدخلوا من خلال دراسة التنوع الوراثي للجماعات البشرية الحالية، وبالنسبة إلى هذه الجماعات وجد أن الجينة ذاتها أو حتى الجزء ذاته من الدنا يظهر بعدة أشكال، وأن الجينات المغايرة (الألائل alleles) تظهر كذلك تنوعاً (في حالة الجينات المكودة، تكود الألائل بروتينات وظيفية تكون مختلفة بعضها عن بعض، ومع ذلك تؤمن الوظيفة نفسها). وهذا التنوع في الواقع الاعتقاد الشائع له الآن أنه نتيجة طفرات في الدنا حدثت في الماضي، وتراكمت مع مرور الزمن، وأصبحت متكررة الحدوث نوعاً ما في الجماعات البشرية. ومن المفيد هنا أن يقوم هؤلاء الباحثون المتخصصون بتحديد كمية الطفرات المتراكمة في تسلسلات الدنا لأفراد مختلفين موجودين حالياً، مما يسمح بعرض تاريخ تعاقب هذه التسلسلات من جهة ومن جهة أخرى سمح بتقدير مدى اختلاف تكرار الألائل بين الجماعات المتنوعة الحالية، مما يمكن من إعادة صياغة التاريخ الوراثي لهذه الجماعات.

ولقد درس علماء الوراثة هذا التنوع على مستوى البشرية المنتشرة على كوكب الأرض. ومنذ سنة ١٩٨٠م تحققت معرفة الاختلافات الوراثية باستخدام «إنزيمات التحديد restriction enzymes» التي تقطع عادة جزيء الدنا في مواقع خاصة يطلق عليها «مواقع التحديد» كما أن وجود مثل هذه المواقع أو غيابها على امتداد جزيء الدنا يختلف من شخص لآخر وبالتالي تقوم إنزيمات التحديد بإنتاج شوب من الدنا بأطوال مختلفة بحسب الشخص. وفي عام ١٩٩٠م أصبحت التقانات المستخدمة في التحليل الوراثية أكثر إتقاناً، مما سمح للباحثين بتنسيق الشيوكلوتيدات وترتيبها إلى وحدات تشكل جزيء الدنا؛ أي: أصبح بالإمكان معرفة التنوع الوراثي بشكل أدق (حتى بين نيوكليوتيدة ومجاورة).

سابعاً، إنشاء مكتبة للجينوم البشري،

حيث يستطيع العلماء بواسطة استخدام إنزيمات التحديد أن يشظوا الجينوم البشري بأكمله إلى مئات الآلاف من الشظايا، يمكن أن تفصل تبعاً للحجم باستخدام تقنية التفريد الكهربى Electro phoresis، وأن يتم إيلاج كل شظية فى بكتيريا أو خلية خميرة مناسبة ليُخزن بها، لينشئوا مكتبة كاملة للجينوم يمكن سلسلتها قطعة قطعة.

الجولة الخامسة:

ما بين الرفليبيات والفتترات والتوصل للبطمة الوراثية،

أولاً: تمهيد:

كان التوصل إلى تكوين الرفليبيات من الدنا الوراثى من أكثر النتائج نفعاً وإفادة بعدما تمكن الباحثون من اكتشاف إنزيمات القطع والتحديد واستخدموها فى قطع المادة الوراثية ، وباستمرار سعى الباحثين وجهودهم المبذولة فى فترة الثمانينات توصلوا لنوع منها أسموه (مواقع العدد المتباين من المكررات الترادفية وهى ترجمة عربية للمصطلح بالإنجليزى وهو: - "Variable number of repeats" وتُقراً مختصرة { VNTR_g } ونقرؤها باللغة العربية الفتترات.

تُرى ما هى حكاية الفتترات؟! معاً نتقل للنقطة الثانية لنعرف ..

ثانياً، علماء الطب الشرعى يفضلون الفتترات:

والإجابة نأخذها من نتائج أبحاث العلماء فى هذه الفترة حيث توصلت إلى أنه كثيراً ما يحدث أن يقع جينوم الكائن الحى على تتابع بلا معنى (يعتقدون أنه بلا معنى لكن ظهر أن له أهمية)، تتابع مؤلف من عدد يتراوح عادة ما بين زوجين و ٦٠ زوجاً من القواعد فيكرره مرات ومرات متجاورة يختلف عددها كثيراً بين الأفراد ويتراوح ما بين ٣ - ٦٠ مرة، وإذا ما بتردنا هذه الكروموسومات بإنزيم تحديد معين فإنه يقطع على جانبى مواقع المكررات وتتكون الشظايا، وهذه الشظايا الناتجة تختلف فى الحجم كثيراً بين الأفراد بسبب العدد المتغاير من المكررات التى يحملها كلٌّ.

وقد تحمل بعض الكروموزومات ٣٠ نسخة مترادفة، ويحمل غيرها ٣١ نسخة،

وهكذا. ولقد اتجه الباحثون وبخاصة علماء الطب الشرعى للعمل على الفترات واستخدامها باعتبارها رفلييات عالية البوليمورية، وذلك كبديل عن استخدام الرفلييات العادية والسبب فى ذلك يرجع إلى أن الفترات تسهل التمييز بين الأفراد، لأنه يوجد عند الكثير من مثل هذه المواقع عشرات من الأطوال البديلة وبالتالي فهناك كثرة للتباين فى عدد المكررات بينهما، أما فى حالة الرفليبات العادية فهناك حذر وخوف من احتمال أن يحمل شخصان (عشوائياً) نفس النموذج من الرفلييات (عند نفس الموقع الرفليسى)؛ بمعنى أنه فى الرفليبات العادية نجد أن قطع الدنا الناتجة عن البتر بإنزيم التحديد ستمثل ما بين الأفراد، ما لم تكن طفرة قد أفستت موقع التعرف، فلا تتم الاختبارات بالدقة المطلوبة، بينما يمكن تحقيق الدقة المطلوبة والتمييز بدقة بين الأطوال المختلفة باستخدام الفترات.

ثالثاً: تعيين البصمة الوراثية بعد ظهور الفترات؛

ولقد ترتب على ذلك أن أصبح بين يدى الباحثين المختصين نظام فعال لتحديد بصمة الدنا.

أى أن هذه الفترات تخدم فى تعريف هوية ما يسمى بالبصمة الوراثية (Genetic Fingerprint)، والتي لا يمكن تزويرها أو إخفاؤها، وفى فترة نهاية الثمانينات والتسعينات كانت معظم معامل بصمات الدنا تكتفى باختيار أربعة مواقع من هذه الفترات، ويرى فيها علماء الطب الشرعى أنها كافية لتوفير قدر كبير من المعلومات عن الهوية فى ساحات القضاء.

- وأصبح بالإمكان - بعد ظهور الفترات إجراء وتعيين البصمة الوراثية لمعرفة الجانى وذلك بأن تؤخذ عينة من مسرح الجريمة. يكون الجانى قد تركها كأن تكون نقطة دم أو شعرة أو .. إلخ، ثم تعرض لإنزيم تحديد يثبطى الدنا حول فتر فى العينة وكذا فى عينة أخرى من دم المشتبه فيه أو يستخدم التفاعل المتسلسل للبوليميريز فى تكثير فتر نعرف تتابعين على جانبيه نستخدمهما طليعتين لكل من العيتين، وبعدها نغمّر شظايا كل من العيتين فى مسابر مشعة تحمل تتابعاً قصيراً من متطقة أحد الفترات، فتقترن بالتتابعات المكملة لتظهر شرائط مشعة تتطابق فى العيتين إذا كان

المشتبه فيه هو المجرم (من الممكن بهذه الطريقة تمييز عدد من المكررات في كروموزومى الفرد - فقد يختلف العدد في الكروموزوم الآتى من الأب عن الآتى من الأم). وعادة تُفحص أربعة مواقع لفترات لتقليل احتمالات الخطأ.

ملحوظة: وإذا كنا عزيزى القارئ قد تحدثنا عن البصمة الوراثية بصفة عامة على أنها نوعية عالية البوليموفية من الرفليبات وتسمى الفترات وأنها مكررات وكان حديثنا هنا فى ضوء الاستفادة من إنزيمات التحديد (التي تحدثنا عنها باستفاضة)، فإننا سنتناول الحديث عن البصمة الوراثية بصورة أعمق، وكيف تم اكتشافها (قصة الاكتشاف)، وسيكون ذلك بعد التمهيد لها بالدخول للبحث فى أغواره لتعرف المزيد عن البصمة الوراثية.. ومعه الحديد من أسرار الجين (سبحان الله).

الباب الثالث

جولات مع المحتوى

الوراثي بالخلية

وتطبيقات متعددة

لحسّن الاستفادة منها

الفصل الأول

جولات مع المادة الوراثية

داخل نواة الخلية

تمهيد للفصل:

يبدأ الفرد منا حياته بخلية واحدة تسمى اللاقحة أو الزيجوت Zygote، والتي تنتج عن إخصاب مشيج مذكر أو جاميط Gamete (حيوان منوى Sperm cell من الأب) يحمل نصف عدد الكروموسومات وهي ٢٣ كروموسوم (شريط دنا مزدوج) - لبويضة (جاميط أو مشيج مؤنث من الأم) تحمل نصف عدد الكروموسومات وهي ٢٣ كروموسوم (شريط دنا مزدوج آخر) ونتيجة الإخصاب تتكون خلية الجنين (الزيجوت) والتي تحمل في نواتها المادة الوراثية كاملة مقسمة إلى ثلاثة وعشرين زوجاً من الصبغيات (الكروموسومات chromosomes) (أى ٤٦ كروموسوم).

وهذه الكروموسومات هي عبارة عن مجموعة خيوط متشابكة بعضها مع بعض، ولكن إذا دققنا النظر نرى أن هذه الخيوط ملفوفة على شكل دوائر صغيرة مكونة من بروتينات متخصصة تسمى بالمستونات وعندما نحل هذه اللفات نستطيع أن نرى خيوط الدنا DNA الوراثي.

وتحمل هذه الكروموسومات من بين ما تجمله «الجينات المكونة للبروتين» والبالغ عددها نحو ٣٠,٠٠٠ جين وهناك من يذكر أنه نحو ٢٢ ألف جين (ما زال هذا الرقم غير نهائى) إذ تتراوح التقديرات ما بين ٢٠ و ٤٠ ألف جين، والتي هي من الأهمية، بحيث أنها غير قابلة للتغيير.

وتحتوى خلايا البشر على جينات متشابهة، وتنتج الجينات المتشابهة بروتينات متشابهة، والمتفق عليه حتى الآن - أن البروتينات المتشابهة بين الناس هي التي تجعل الخلايا تعمل بنفس الطريقة فى نفس المنطقة من الجسم بحيث تنتج ملامح متشابهة. وعلى هذا الأساس نجد (فتحتى الأنف) يوجدان فى الأنف فى منتصف الوجه وليس

خلف الرأس مثلما يحدث في الدرافيل كما أن عيوننا أمامية وليست جانبية مثل الأرنب. وليست لدينا ذبول مثلما الحال في الكلاب.

أيضاً يتخذ كل جزء من الجسم شكلاً محدداً مثل الأنف، الشفاه والأذن لأن الخلايا المكونة لكل منها تنقسم ثم تتوقف عن الانقسام في توقيت معين وفي موقع معين بحيث تعطى الأشكال ذات الانحناءات والأطوال المختلفة. والخلايا المختلفة - جسم الإنسان يتكون من حوالي ١٠ تريليون (مليون مليون خلية) - توجد في أكثر من ٢٠٠ نوع مختلف تكون أنسجة ذات أشكال معينة وتتجمع الأنسجة المختلفة لتعطي الأعضاء مثل القلب - المعدة - الكبد ... الخ

ورغم تشابه الجينات في أجسام البشر لكن لكل منا جيناته الخاصة به ... وتؤدي هذه الاختلافات إلى تحديد لون العينين وحجمهما ولون الشعر وكثافته ودرجة نعومته. ولون الجلد ... وطول الأصابع وشكل الأنف والشفاه و .. و .. كما أنها تحدد استعدادنا للإصابة بأمراض معينة .. ونوع كل واحد منا .. فكل واحد ورث محتوى جينومياً خاصاً به هو ... مما يؤدي إلى إنتاج خلطة بروتينات مختلفة واختلاف البروتينات التي تنتجها الخلايا هو الذي يجعل الخلايا تعمل بطرق مختلفة ... ونجد أن الشعوب تتميز بصفات وملامح مشتركة بين أفرادها ... مثلاً ... نرى الخلايا المكونة لأجفان الأطفال الآسيويين تنمو وتتكاثر أكثر من الخلايا أجفان الأطفال من أوروبا وأفريقيا ... وهذا ما يجعل الأجفان الآسيوية تتميز بأجفان غليظة ذات شكل معين ليساعد هذه الشعوب على التأقلم مع الظروف البيئية التي يعيشون بها ونجد الشعوب ذات الجلد الأسمر تحتوى خلاياها على كميات أكبر من صبغة الميلانين لتحمي الجلد من حروق الشمس وعلى العكس .. فالجلد الفاتح يناسب الذين يعيشون في مناطق مشمسة بدرجة بسيطة. فالجلد الفاتح اللون يسمح بدخول أشعة الشمس الضرورية لإنتاج بعض الفيتامينات الضرورية للجسم.

ولا زالت الاكتشافات الحديثة تتوالى علينا لتزيدنا إبهاراً.. فلا نستطيع أن نتوقف عن التجوال في عالم الجينوم... إذ كان هناك مبدأ تم التسليم به يُطلق عليه «الدكمة» وما جاء به أن الدنا يصنع الرنا والرنا يصنع البروتين.. والبروتينات تنجز

تقريباً كل الأعمال الفعلية في حقل البيولوجيا.. واعتبر أن هناك أجزاء من المادة الوراثية ليس لها دور أطلق عليها «سقط الدنا DNA Junk» ذلك لأنها لا تشفر لإنتاج بروتينات .. لكن ثبت أنها تمثل جينوماً لا مرئياً وتؤدي طيفاً واسعاً من الوظائف أوسع بكثير مما كان قد تصوره البيولوجيون.

لم ينته حديثنا بعد... ولكنه بدأ... ومع المزيد من الانبهار بعالم الجينوم... وما تكشف من أسرار عن خبايا «الجينوم اللامرئي» The Unseen Genome، وعن تلك النظرة القديمة لسقط الدنا والإنترونات بأنها مناطق لا تشفر لشيء - والتي تغيرت الآن .. سيدور حديثنا في الجولة الأولى مع حديثنا عن خصائص الجينات.

أما الجولة الثانية من هذا الفصل:

فسيكون حديثنا عن الدنا المكمل (دنا - م) (C _ DNA)، Complementary DNA' وكيفية تحضيره صناعياً؛ بما يتضمنه ذلك من حذف للإنترونات.

بينما نأخذك عزيزي القارئ في الجولة الثالثة .. في جولة نستعرض فيها أمثلة لجينات تم اكتشافها وسلسلتها ومعرفة وظائفها الهامة مع عرض للإكسونات والإنترونات الخاصة بمعظمها... ومع الجولة الأولى نبدأ... فمعنا:

الجولة الأولى: خصائص الجينات

أولاً: تمهيد الجولة.. بدايات ظهور مصطلح «الجين»:

وقع الراهب النمساوي «جريجور مندل G. Mendel» على فكرة الجين Gene (وأسماء العامل) بعد تجارب طويلة قام بنشرها عام ١٨٦٦م ليطويها النسيان أربعة وثلاثين عاماً، حتى أعيد اكتشافها عام ١٩٠٠م - (عمل على سبع صفات في نبات بسلة الزهور) .. وظهرت كلمة جين لأول مرة نحو ١٩٠٩م، وفي عام ١٩١٠م نُشر أول برهان على وجود موقع محدد لجين معين على إمكان أن ننسب جيناً معيناً إلى كروموسوم معين. ويحضرنا بهذه المناسبة أن ندين بالعرفان للعالم «توماس هنتز مسورجان T.H. Morgan» والذي قام بدراسات وراثية موسعة على حشرة الدروسوفيلا وأثبت أن الكروموسومات هي الحاملة للجينات، وأن الجينات تصطف على الكروموسومات في ترتيب خطي كحبات العقد، وأن ثمة ظاهرة تسمى {العبور} Crossing Over تحدث أثناء إنتاج الجاميطات (أى الحيوانات المنوية والبويضات) يتبادل فيها فردا كل كروموزومين قريين قطعاً متساوية من المادة الوراثية، وأنه من الممكن أن تقاس المسافة بين أى جينين على نفس الكروموسوم بتقدير نسبة العبور بينهما فكلما ازدادت المسافة ازداد احتمال حدوث العبور - بحيث يمكن أن نرسم (خريطة عبور) أى (خريطة ارتباط) Linkage Map لكل كروموسوم توضح ترتيب الجينات عليها، ويكون فيها البعد بين أى جينين هو نسبة العبور بينهما. ولقد نشر «الفريد ستيرتيفانت A.H. Sturtevant» وزملاؤه من جماعة مورجان أول (خريطة عبور) عام ١٩١٣م، وكانت تحمل المواقع النسبية لستة جينات على كروموسوم واحد هو كروموسوم الجنس (X) فى الدروسوفيلا.

وبمضى الوقت ومع تعدد المحاولات والجهود المبذولة من قبل العلماء للكشف عن حقيقة الجينات وتركيبها وكيفية عملها.

(والتي تواكب معها فى نفس الوقت زيادة النظم التجريبية للكائنات الحية وللإنسان وزيادة كفاءة التقنيات التى يستخدمها الوراثيون ودقتها وتعددتها)، مما أدى

إلى أن يتغير مفهوم الجين وتعمق - معه، بالتكامل فكرة الخرائط الجينية والتابعات... إلخ... وفيما يلي نذكر بعضاً من تلك النتائج الهامة التي توصل إليها الباحثون عن خصائص ومميزات الجين...

ثانياً: إلقاء الضوء على بعض من النتائج الهامة التي توصل إليها الباحثون عن خصائص ومميزات الجين:

١- تحكم الجينات في سرعة انقسامات الخلايا الجسم ونموها:

تبدأ الخلية الجينية بعد تكونها بالانقسام وتتضاعف لتغزو هذا العدد المهول من الخلايا الذي يشكل أجسادنا. ومن ملاحظات الباحثين على انقسامات الخلايا نذكر أنهم لاحظوا أن الأجزاء المختلفة في الجنين لا تنمو بنفس السرعة في نفس الوقت فنجد أنها تقل وتبطئ في منطقة معينة بينما تزداد وتسرع في منطقة أخرى.. ففي المولود الحديث يمثل الرأس نحو ٣٢٪ من حجم الجسم الكلي بينما الأرجل تشمل نحو ١٥٪ من الحجم الكلي للجسم أما أثناء المرحلة الجنينية فإن الرأس يمثل ٤٥٪ من حجم الجسم، والأرجل ٢٪ من حجم الجسم الكلي، وتقل وتبطئ سرعة النمو في منطقة الرأس مقارنة بسرعة نمو الأرجل في مرحلة نمو الجنين في الرحم، وبالطبع فكل هذا التنظيم خاضع لتحكم (الجينات) وبالتالي إلى التحكم في النمو الطبيعي.

ويذكر أن داخل كل فرد منا عدداً من الخلايا مؤلفاً من نحو ٦٠ - ١٠٠ ألف بليون خلية.. (هي بالطبع حصيلة ذلك التضاعف المهول للخلية الجينية الواحدة (الزيجوت)، والمادة الوراثية - أو (الجينوم البشري Human Genome) أو الجهاز الوراثي - لكل منا متفردة تختلف في المتوسط بثلاثة ملايين «طريقة» عن نسخة أي فرد آخر.. إذا استثنينا توأمه الطبيعي، إن وجد.

٢- ومن الاستنتاجات الطريفة نذكر أننا لو وصلنا شرائط الدنا DNA الموجودة بجسم أي منا، (مع الأخذ في الاعتبار أن كل جزء من الأجزاء الثلاثة والعشرين لكتابتنا الوراثي مكتوب على شريطين مزدوجين من الدنا)؛ لشكلت خيطاً يمتد إلى الشمس ويعود ٣٥٠ مرة - إن يكن سُمكه مجرد ٢٠ إنجستروم (٢ بليون من المتر).

٣- ولقد اكتشف الباحثون منذ زمن أن المادة الوراثية مكتوبة بلغة حروفها أربع قواعد لا أكثر هي (أ، ث، ج، س) أي: أدينين Adenine، ثيامين Thymine، جوانين Guanine، سيتوزين Cytosine، وهي التي تشكل أبجدية الشفرة الوراثية، ويبلغ طول الجينوم البشري الذي تحمله ثلاثة وعشرين كروموزوماً نحو ٣٠٠٠ - ٣٥٠٠ مليون زوج من القواعد Base Pairs (زق bp) مقسمة إلى قطع «إلى كروموسومات) يحتوي أصغرها الكروموسوم "Y" على نحو «٥٠» مليون زق بينما يحتوي أكبرها الكروموسوم رقم «١» على نحو ٢٥٠ مليون زق، وتوصلوا أيضاً إلى أن ترتيب القواعد على (الدنا) (بالكروموزومات) أي تتابعها Sequence على شريط «الدنا» هو الذي يحدد المحتوى المعلوماتي له، وأن الجينات Genes هي مقاطع من (الدنا) يتراوح طولها ما بين بضع مئات من أزواج القواعد (جين المذكورة في الإنسان طوله ٢٤٠ حرفاً) وبين مليوني زوج (جين بروتين الدينورفين Dynorphin) في الإنسان طوله ٢ مليون حرف (زق) (زوج قواعد) وهو المسئول عند حدوث عطب به إلى الإصابة بمرض دوتشين Duchenne في الإنسان، ويقاس طول الجين بعدد أزواج القواعد فيه.

٤- تغير مفهوم الجين وفق الاكتشافات الحديثة:

كان أغلب الباحثين قد اتفقوا على الأخذ بمنطوق النظرية التي تقول «جين واحد للبروتين الواحد» وفي ضوء الاعتقاد بصدق هذه النظرية كان مفهوم الجين هو «مايكود (أو يشفر) لإنتاج بروتين».

لكن بعدما اتضح أن عدد الجينات يبلغ نحو «٢٢» ألف جين فقط، وأن جسم الإنسان يحمل أكثر من مائة ألف بروتين، فمعنى ذلك إذن أن الجين الواحد ينتج أكثر من بروتين واحد - وهناك بعض الجينات يشفر إلى ما قد يصل إلى عشر وظائف أو عشرين صفة مختلفة في الأنسجة المختلفة من الجسم وهو مقسم إلى كودونات Codons، والكودون عبارة عن ثلاثة أحرف متتابعة تُقرأ من بداية الجين، ولأن الأبجدية الوراثية مؤلفة من أربعة أحرف فسيكون لدينا ٦٤ كودوناً محتملاً

(مثلاً أ أ أ أو ج س ث أو أ س ج) ولا تقوم الكودونات الأربعة والستون التي تتكون من ثلاثة حروف كلها بتحديد حامض أميني، فثلاثة منها تعنى بدلاً من ذلك أوامر بالتوقف ويُشفّر ٦١ من هذه الكودونات لأحماض أمينية Amino Acids، وهذه الأحماض هي أحجار بناء (البروتينات Proteins) - ومنها عشرون حمضاً. ولذا فإن الحمض الأميني الواحد قد يشفر له أكثر من كودون. ينتهي الجين بكودون يقول (كفى).

٥- أن عدداً محدوداً من الجينات هو الذي يعمل في كل نوع من الخلايا بجسم الكائنات متعددة الخلايا من حقيقيات النواة، بينما تظل باقي الجينات على الكروموسومات كاملة لا تعمل.

٦- ومع زيادة التقدم والوعى بارتباط ظهور أمراض وراثية معينة بخلل في جينات معينها والقول بأن الجين هو مورثة أو وحدة تحمل المعلومات الوراثية فإننا على سبيل المثال نجد أن حدوث خلل في جين معين يتسبب في أعراض مرض الكيس الليفي في الرئة (Cystic Fibrosis) وحدث خلل في جين آخر بسبب مرض الزفن (أو داء الرقص Huntington's Chorea) الذي يظهر في شكل حركات لا إرادية وغير متاسقة مع سلوك آخر، وحدث خلل في جينات أخرى بسبب السرطان وأمراض القلب، أو قد يسبب عيباً أو تشوهاً في أكثر من جين إلى الإصابة بأمراض مثل الأمراض العقلية. ومن هذا المنطلق كانت فكرة استخدام الجينات كأساس علاجي ناجح والتي بدأت في عام ١٩٧٩م عندما استطاع كل من «ميركولا وكلاين» القيام ببعض المحاولات لاستخدام الجينات لعلاج الإنسان ولكنها كانت غير ناجحة لكن استمرت لتحرز تقدماً كبيراً بعد ذلك.

٧- قد لا يقتصر وجود الجينات الخاصة بعضو واحد أو جهاز واحد أو وظيفة واحدة على كروموزوم واحد أو نحوه. جينات الإنزيمات اللازمة للخطوات المتعددة في مسلك بيوكيميائي لن نجد لها متجاورة في أيرون على نحو ما هو معروف بالبكتيريا. قد تكون على كروموزوم واحد، وقد تكون على كروموزومات مختلفة.

وحتى في أبسط الحالات، عندما يتألف البروتين من بضع سلاسل مختلفة، سنجد في الكثير جداً من الحالات أن جينات هذه السلاسل لا تقع على نفس الكروموسوم. وعلى سبيل المثال: يوجد الجين المسئول عن سلسلة ألفا بجزء الهيموجلوبين على الكروموزوم ١٦، أما جين سلسلة بيتا فعلى الكروموزوم «11».

٨- هناك جينات تكوّد لإنتاج نوع خاص من الإنزيمات تسمى «إنزيمات الإصلاح وتحليل الدنا»، وتوجد بالمحتوى الجينومي بالخلايا في حالة طبيعية ووظيفتها هي مراقبة جزىء الدنا أثناء استنساخه بالنواة، وتلاحظ أى خطأ قد يحدث أثناء ترتيب النيوكليوتيدات لبناء شريط الدنا الجديد، وعند حدوث الخطأ تبادر فوراً بإزالة هذا الخطأ وتحليل الجزء الغير سليم وإصلاح هذا الخطأ (٥٠٠٠ خطأ يومى في ترتيب النيوكليوتيدات؛ تقوم هذه الإنزيمات بإصلاحه)، ويجدر بنا أن نذكر هنا أن الخلية تنقسم بمعدل عمري (١٠) مرة؛ وأن هذه الإنزيمات تستطيع نسخ ومراجعة ٣ مليارات نسخة من القواعد دون خطأ!!

وقد تكون الأخطاء التي تحدث في ترتيب النيوكليوتيدات ناتجة عن أسباب عديدة مثل تعرض جزىء الدنا بالنواة لجرعات من الإشعاع من البيئة الخارجية المحيطة بالكائن الحي.. أو لأسباب أخرى عديدة من داخل الخلية. وتبادر هذه الإنزيمات بإصلاح شريط الدنا من خلال معرفتها بتتابع الشريط السليم المكمل لشريط الدنا التالف.

٩- الجين الناقص في الخلية العصبية والقدرة على التجديد:

يحضرنا هنا أن نذكر تلك التجربة الفريدة التي قام بها العالم د. «ليروين ديفيز» رئيس وحدة أبحاث الجينوم بجامعة ويسكنسون.. والذي يقول عن تجربته:

«إنه مجهود سبع سنوات منذ عام ١٩٩٣م، عندما بدأت ورفيقي «جونز» مع فريقنا العلمى لاكتشاف الجين الناقص في الخلية العصبية من باقى خلايا الجسم، وهو ما يجعلها تفتقد القدرة على تجديد نفسها إذا ما فقدت، وقد نجحنا فى ذلك، وطورنا أبحاثنا لزراعة هذا الجين بعد عزله وإكثاره، والحصول على ملايين النسخ منه داخل الخلية العصبية للفأر، وكانت المفاجأة أن الخلية استطاعت أن تدخل دورة تجديد،

ما يجعلنا نأمل في إمكانية تطبيق ذلك على الإنسان مستقبلاً، وهكذا يمكننا أن نتخلص من آثار الجلطات المخية.

١٠- الجينات البشرية لا توجد كلها فوق الكروموسومات الثلاثة والعشرين الرئيسية، حيث تعيش بعض من الجينات داخل نقط صغيرة تسمى «الميتوكوندريا» في سيتوبلازم الخلية خارج النواة. وليست كل الجينات مصنوعة من دنا؛ فبعض الفيروسات تستخدم رنا بدلاً من دنا. وليست، وهناك جينات تُستسخ إلى رنا بدلاً من أن تُترجم إلى بروتين، ويذهب الرنا مباشرة إلى العمل إما كجزء من أحد الريبوسومات أو كـ (رنا ناقل).

ثالثاً؛ إلقاء الضوء على مبدأ (الدكمة) ومفهوم الجين المفروق في الكائنات الراقية.. تغير الأمر الآن. بعد الاكتشافات الحديثة:

١- إلقاء الضوء على (مبدأ الدكمة)؛

كان هناك مبدأ (قد تم التسليم به وشكّل الأساس من قبل باحثي الوراثة الجزيئية والتقانة الحيوية منذ خمسينات وستينات القرن الماضي؛ وذلك من دون دليل ثابت ويطلق عليه الدكمة Dogma) ولقد سبق وأشرنا لهذا المبدأ في جولات الباب الثاني، وتمثل الفكرة الأساسية: - في أن المعلومات مخزنة في السلم الحلزوني للدنا، وعلى وجه الخصوص في القواعد (أ، ث، ج، س)، والتي تتشافع لتشكّل درجات السلم وليست الجينة سوى تسلسل خاص من القواعد على أحد جانبي السلم يحدد نوعية البروتين.

وتنص الدكمة على أن الجينات تعبر عن نفسها كبروتينات تُصنع عبر أربع خطوات: يستقر أولاً إنزيم على الصبغي، ثم ينزلق على طول الجينة، ناسخاً تسلسل إحدى شريطي (طاقى) الدنا إلى شريطة أحادية من الرنا RNA داخل النواة Nucleus. وفي الخطوة الثانية يُشذّب الرنا أى تُقص أى إنترونات. (الأجزاء غير المكوّدة من نسخة الرنا وتوجد على الجينة وتُسخ مع الأجزاء المكوّدة لتكوين الأحماض الأمينية)؛ وتُجدّل شذف التسلسل المتبقية لتشكّل قطعة من الرنا المرسال mRNA وتتحرك عندئذ رسالة الرنا ليخرج إلى السيتوبلازم Cytoplasm خارج

النواة إلى حيث الجزء الرئيسي من الخلية، حيث تقوم ماكينات جزيئية بترجمته إلى سلاسل من الحموض الأمينية، وأخيراً. تلتوى كل سلسلة وتثنى لتأخذ شكلاً معقداً ثلاثي الأبعاد (البروتين المطلوب).

إن هذه الأشكال الثلاثية الأبعاد هي التي تجعل البروتينات على تلك الدرجة الاستثنائية من التنوع وتعدد الاستعمالات.. فبعضها يشكل عضلات وأعضاء، وبعضها يعمل كإنزيمات تحفر أو تستقلب أو تؤشر Signal كما أن بعضها ينظم عمل الجينات من خلال رُسُوها في مقرات نوعية من الدنا أو الرنا. فلا عجب إذاً، أن كثيراً من البيولوجيين استعمل الدُّكْمَة المركزية لتعنى، مع استثناءات قليلة جداً، أن تسلسلاً معيناً من الدنا لا يمكن اعتباره جيناً إلا إذا كان باستطاعته أن ينتج بروتيناً.

وكان الباحثون في الستينات من القرن الماضي قد اكتشفوا معلومات مهمة مختبئة في مواضع أخرى من الصبغيات. كان بعضها مدسوساً وسط الدنا غير المكوِّد non coding DNA، في حين كان بعضها الآخر متوضّعاً خارج تسلسل الدنا تماماً. وكانت أدوات الهندسة الوراثية تحقق أفضل النتائج حينما تتعامل مع الجينات والبروتينات التقليدية، ومن ثم كان العلماء يُركزون جهودهم على هذه الجينات دون غيرها.

٢- مفهوم «الجين المفروق» في الكائنات الراقية واختلاف ذلك - الآن - في ضوء الاكتشافات الحديثة:

كان يُنظر للجينات في الكائنات الحية الراقية (الرئيسيات أو العليا كالإنسان) - على أنه من النوع المفروق Split Genes والجين المفروق: هو جين يكون مُجزأ (مُشَدَف) إلى قطع من المناطق أو التسلسلات المكوِّدة أو مشفرة للبروتينات وتسمى الإكسونات Exons يتخللها ويفصل بعضها عن بعض مدات طويلة غالباً من تسلسلات غير مكوِّدة للبروتينات تُسمى إنترونات Introns - أو كانوا يعتقدون أن الإنترونات لا تشفر لشيء وأنها بلا معنى}. وقد تصل نسبة الإنترونات في بعض الكائنات العليا إلى ٩٠٪ أو ٩٥٪ من طول الجينوم Genome كله. وفي الواقع فإن القطع المكوِّدة للبروتينات.

بحسب أحدث الدراسات والأبحاث تشكل أقل من ٢٪ من دنا صبغيات الإنسان؛ إن البلايين الثلاثة، أو نحو ذلك، من أزواج القواعد التي تحويها كل خلية تقريباً من خلايانا إنما هي موجودة لسبب آخر، ومع هذا فإن الإنترونات ضمن الجينات، والمدات الطويلة من الدنا بين الجيني intergenic DNA - اعتُبرت وافترض على الفور أنها سقطت تطوري (خردة تطورية) أُطلق عليها «سقط الدنا DNA Junk» أى أن سبعة أو (ثمانية) وتسعين فى المائة من جينومنا {٩٧٪ أو ٩٨٪} لا تتألف من جينات حقيقية.

ولقد كان الباحثون يصنفون تلك التتابعات الغير مُشفرة للبروتينات باعتبارها من دنا اللغو وعلى أنها تتألف من كيانات غريبة تُسمى جينات كاذبة، وجينات كاذبة ارتجاعية، وتوابع، وتوابع صغيرة، وتوابع دقيقة، وترانسورونات ارتجاعية. وأن بعضها جينات من نوع خاص، إلا أن معظمها مجرد جدل من دنا تتفق جميعها فى أنها لا تُستنسخ قط إلى لغة البروتين.

وفى اعتقاد الباحثين بأنها «دنا لغو» فلقد وضعوا لها خصائص نذكر منها:

(أ) يوجد دنا اللغو على كل كروموسوم.

(ب) هو أول جزء من الجينوم البشرى يلقى استخداماً عملياً حقاً فى الحياة اليومية لعالم البشر حيث أدى إلى بصمة الدنا. أما كيف هذا فيسكون لنا معه لقاء فى الفصل الثانى.

وعلى مدار الجزء الأكبر من العقود الخمسة الماضية ووفقاً [للدُّكْمَة dogma] المركزية للبيولوجيا الجزيئية، رسخت فكرة أن هذه الجينات هى مستودع الخلات الموروثة. ومن هنا جاء الاعتقاد المجازى الخاطئ بأن الجينوم يمثل المخطط الأساسى (الطبعة الزرقاء) blueprint أو كتاب الوراثة أو مصدر كود الخلايا.. إلا أن جميع هذه المجازات تبين خطأها (حالياً).

وبمعنى آخر فإن الاعتقاد كان بأن الدنا الوراثى بنواة الخلية لا يعبر كله عن جينات «حقيقية» تشفر لشيء نعرفه، وإنما معظمه يشكل خلطاً من تتابعات متكررة أو عشوائية لا يحدث أن تستنسخ إلا نادراً، أو أن هذا لا يحدث أبداً، ولا تعرف لها

وظيفة (اكتشفت لها وظائف غاية الأهمية ولا زالت الاكتشافات تتزايد كل يوم)،
وهي سمة في الكائنات حقيقية النواة... ذلك أنه توجد بين المقاطع المشفرة
للبروتينات أطوال من التتابعات تسمى سقطة الدنا Junk DNA، أو دنا اللغو.
رابعاً، اكتشف بعض الأدوار الهامة التي تلعبها كل من الأماكن غير المشفرة من
الجينوم وطبقة (العلامات اللاجينية)؛

ومع نشر المسودة النهائية لتسلسل دنا الإنسان Home Sapiens في شهر
٢٠٠٣م / ٤، اكتشف مسؤولو الجينوم البشرى "Human Genome Project" أن
عدد الجينات المشفرة لإنتاج البروتين يتراوح ما بين ٢٠ و ٤٠ ألف جينة، وقارنوا
الدنا لأنواع قصبة القرابة من الكائنات، وأمعنوا النظر في الكيفية التي تعمل وفقاً لها
الكروموسومات في خلايا الكائنات الحية. كلما حدث كل هذا؛ تأكدوا من عدم
وجود توافق واضح بين تعقد بنية النوع وبين عدد الجينات في جينومه. وكما يوضح
الباحثون بأنه على سبيل المثال: نجد لذبابة الفاكهة عدداً من الجينات المكوّدة، يقل
عما للذودة الخيطية (المدوّرة)، ولنبات الأرز عدد يفوق ما للإنسان. ولكن كمية الدنا
غير المكوّدة تتوافق على ما يبدو مع تعقد البنية؟!!

ومع إجراء المزيد من التجارب تبين للعلماء أكثر فأكثر تأثيرات ليس باستطاعة
النظريات الحالية تفسيرها.. وأن هناك أجزاء أخرى من الجينوم غير (الجينات التي
تكوّد لإنتاج البروتينات)؛ تتحكم في التنامي وفي الصفات المميزة لجميع الكائنات
من البكتيريا إلى الإنسان، واستتج العلماء من خلال أبحاثهم الحديثة أن هناك
طبقتين على الأقل من المعلومات توجدان خارج الجينات المعهودة المعروفة وهاتان
الطبقتان هما:

(أ) الطبقة الأولى؛

وهي تتألف من عدد لا يحصى من (جينات لا تنتج إلا الرنا RNA - only genes)
وهي معزولة ومحبوكة.. توجد عبر تسلسلات (امتدادات شاسعة
stretches) من الدنا الضخمة (غير المكوّدة) التي تعترض الجينات المكوّدة لإنتاج
بروتينات}. وهي تفصل بين هذه الجينات المكوّدة لإنتاج البروتينات.

وكان الباحثون قد استبعدوا فيما سبق وأهملوا هذه الطبقة [هذا الدنا] من الناحية الوظيفية؛ رغم أن حجمها يبلغ في الإنسان ٩٨٪ من حجم الجينوم. وتم اعتبارها حطاماً عديم الجدوى (سقط الدنا والإنترونات) وأن هذا الحطام عديم الجدوى نتج من عملية التطور؛ ذلك لأنه لا ينتج بروتينات ما.. بل وهناك من اعتبر أجزاءً منها ضارة.

لكننا نجد أن كثرة من هذه القطع حُفظت سليمة تقريباً عبر ملايين السنين من التطور وتستنسخ نفسها كاملة... وهذا يوحي بأن لهذه التسلسلات وظيفة لا غنى عنها. وبالفعل ظهر من خلال تجارب حديثة ودراسات عديدة جادة أن هذه الجينات غير التقليدية تنتج بالفعل رناوات نشطة؛ تؤدي طيفاً من الوظائف أوسع بكثير مما قد تصوره الباحثون ومنها: أنه يمكن من خلالها تعديل سلوك الجينات السوية تعديلاً بالغاً، ومن الممكن أن يؤدي وجود خلل في جينات الرنا فقط (الجينات التي لا تنتج إلا الرنا) إلى إحداث أضرار وخيمة، وبعضها يؤدي أدواراً رئيسية في صحة النباتات والحيوانات وفي تناميها. أيضاً يرتاب الآن بعض الباحثين بأن جزءاً كبيراً مما يجعل شخصاً أو حتى نوعاً ما مختلفاً عن الشخص أو النوع الذي يتحدر منه، هو اختلافات في ترتيب قواعد تلك المقاطع من الدنا المخبأة داخل «سقط» الدنا الخاص بنا. وتزرع الجينات التي تنتج الرنا فقط إلى القصر، ويصعب تعرفها.

(ب) طبقة العلامات اللاجينية Epigenetic marks أو المعلومات اللاجينية

: epigenetic layer

هي طبقة أخرى من المعلومات في الكروموسومات: توجد بعيدة عن تسلسلات الدنا - (طبقة مستقلة لاجينية epigenetic) - وتوجد مسجأة (أو مخزنة) في مزيج من البروتينات والكيميائيات التي تحيط بالدنا وتدعمه وتلتصق به، وهي تعمل عبر «كود» غير معروف وآلية غامضة، وخلافاً للجينات، فإن العلامات اللاجينية تنشأ روتينياً، ثم تمحى لتكتب من جديد، وذلك على نحو ناشط جداً (سبحان الله تعالى)، وفي حين أن الطفرات تدوم طوال الحياة؛ فإن الأخطاء الجينية والتي يُعتقد أنها أخطاء ومتورطة في قائمة متزايدة من العيوب الولادية والسرطانات وأمراض أخرى.

قد تكون عكوسة بفعل الأدوية. وحالياً يختبر الأطباء مثل هذه المعالجات التجريبية على مرضى ابيضاض الدم (اللوكيميا).

ولقد أُطلق عليها علامات لاجينية epigenetic marks ذلك أنها تؤثر بشكل كبير في صحة الكائن وخصائصه حتى إن بعضها ينتقل من الوالدين إلى الطفل وهي مع ذلك لا تُحدث تغييراً في تسلسل الدنا المعنى.

وما زال على علماء الوراثة أن يكتشفوا الكود المعقد الذي يمكن بوساطته أن تتأثر العلامات اللاجينية مع المكونات الأخرى للجينوم. إلا أن الباحثين لاحظوا لدى شرحهم لبعض الآليات الحرجة أن القسم اللاجيني من الجينوم يقوم على ما يبدو بأدوار حاسمة في النمو وتقدم العمر aging والإصابة بالسرطان. كما يعتقد أن حدوث ما يسمى ما بعد الطفرات epimutations يسهم في الإصابة بالداء السكري والفصام والاضطراب الثنائي القطب bipolar (manicdepressive illness) disorder، الكثير من الاعتلالات الجسدية المعقدة الأخرى.

والأمل هو أن يتمكن علم الوراثة اللاجينية في إيجاد طرق جديدة لمعالجة هذه الأمراض وغيرها مما قد يتكشف.

ويُضاف على ذلك أنه يمكن للظواهر اللاجينية بمختلف أنواعها أن تقوم بدور مفاتيح التحكم لتضخيم أو إخماد تأثير الجينات، يتم تكويد المعلومات اللاجينية كملحقات كيميائية للدنا أو بروتينات الهستونات التي تنظم هيئتها داخل الصبغي. ومن بين وظائفها العديدة، تقوم مفاتيح التحكم اللاجينية بإخماد العناصر الجينية المتطفلة التي تشوه الجينوم والتي تدعى ترانزيبوزونات (جينات قافزة).

٥- وبالنسبة لجينات الرنا الفعال المخبأة في الإنترونات وفي مدات الدنا بين الجيني والتي أهملت لزمن طويل:

فإننا نجد النفاق الباحثين الآن حولها لفهمها وازدياد إدراكهم بها.. وخلافاً للجينات المُصنَّعة للبروتين ذات الكود المعياري الذي يتضمن إشارتي «البدء» و«التوقف» البسيطتين، فإن جينات الرنا فقط على درجة كبيرة من التفاوت، بحيث أن البرامج الحاسوبية لا تستطيع أن تميزها من بقية تسلسلات الدنا تمييزاً يمكن الوثوق

به.. لذا فإننا نجد أن المعهد الوطني لأبحاث جينوم الإنسان National Human Genome Research Institute (NHGRI) قد أطلق في خريف ٢٠٠٣ مشروعاً طموحاً بقيمة ٣٦ مليون دولار لإنتاج «موسوعة عناصر الدنا». ويهدف المشروع إلى فهرسة كل نوع من أنواع الرنا والبروتين، التي تصنع من جزء متبقى من جينوم الإنسان مقداره ١ في المئة فقط في مدة ثلاث سنوات ويقول أحد الباحثين: «... فإن ما اعتبر على أنه سَقَط بسبب عدم فهمنا لوظيفته قد يتضح في حقيقة الأمر أنه الأساس الفعلي لتعقيد تركيب الإنسان».

إن تحرى تلك الطبقة من المعلومات اللاجينية، سيفسر تلك الألغاز القديمة: كيف استطاع الإنسان أن يبقى على قيد الحياة بجينوم ماركوم على نحو رهيب بكسر دناوية، هي ظاهرياً عديمة النفع وطفيلية، لماذا يصعب استنساخ حيوان بالغ، في حين يسهل كثيراً استنساخ الجنين؟ لماذا تتخطى Skip صفات معينة أجيالاً من البشر على نحو لا يمكن ظاهرياً التنبؤ به؟

- وبالنسبة لطبقة المعلومات اللاجينية:

يؤكد الباحثون أن مشروع الجينوم البشري لم يكن إلا بداية العمل فقط، وأنهم بحاجة إلى إنتاج وصف نمائيل يختص بالصورة اللاجينية العامة "epigenetic landscape". وهذا هو تماماً ما عزمت على أن تقوم به كل من شركة Epigenomics ومعهد ويلكوم ترست سانجر Wellcome Trust Sanger في المملكة المتحدة.. حيث أطلقا في شهر ١٠ / ٢٠٠٣م مشروع الإبيجينوم البشري Project Human Epigenome ومدته خمس سنوات ويستهدف وضع خريطة لجميع مواضع الميثلة في الدنا. وقد أعلنت المجموعة عن انتهائها من وضع خريطة لأكثر من ١٠٠٠٠٠٠٠ من علامات الميثيل المرتبطة بمعقد التوافق النسيجي الكبير الذي يشكل جزءاً من الصبغي «٦» الذي يرتبط بالكثير من الأمراض.

ونستشف مما يدور من حوارات بين الباحثين الآن قولهم أن الأمر قد يستغرق عقوداً بكاملها، كي يتم بناء نظرية مفصلة تفسر كيف أن الدنا والرنا والآلية اللاجينية تتوافق جميعها في منظومة متواشجة ذاتية التنظيم ولا يوجد أي شك لديهم في

الحاجة إلى نظرية جديدة تحل محل (الدُّكْمَة المركزية والتي سبق وأشرنا إلى المقصود بها في مقدمة الفصل).

لقد قام الباحثون في الأعوام الأخيرة بتقصي الأجزاء الأقل وضوحاً من الجينوم بشكل أكثر دقة. وذلك بهدف الكشف عن تفاسير للشذوذات التي تخالف الدُّكْمَة المركزية مثل: الأمراض التي تُصيب بعض العائلات ولكنها تظهر بشكل فجائي، وقد تختلف حتى ما بين التوائم المتماثلة، والهجينات التي تعمل أو تتوقف عن العمل في حالات السرطان ولا تحمل مع ذلك أى طفرات، والنسائل Clones التي عادة ما تموت في الرحم. لقد وجدوا أن هاتين الطبقتين - من المعلومات، خلافاً للهجينات المكودة للبروتين، ترتبط ارتباطاً مدهشاً ووثيقاً بالوراثة والتنامي والمرض.

إن النظرة الجديدة لآلة الجينوم تفتح آفاقاً أمام الهندسة الجينومية. ولا تُعدُّ الهجيناتُ المكودة للبروتين. والبالغ عددها نحو ٣٠٠٠٠، والتي هي من الأهمية، بحيث إنها غير قابلة للتغيير - مجموعة الإرشادات الوحيدة التي تلجأ إليها الخلية. فالدنا غير المكود له شأن والارتباطات الكيميائية المتعلقة بالدنا والهستونات لها شأن، وشكل الكروماتين له شأن أيضاً. وجميع هؤلاء عُرضة للمنايلة. وفي هذا الصدد يقول أحد الباحثين «أمامنا كون كامل جديد، لم نبصره من قبل، وهذا مثير جداً».

الجولة الثانية:

أولاً: تمهيد:.. جينات حقيقيات النواة عادة «مفروقة»

سبق وذكرنا في الجولة الأولى أن جينات حقيقيات النواة عادة ما تكون مفروقة Split genes، حيث يحمل الجين ما بين الإكسونات (التي تكوّد أو تُشفّر لإنتاج بروتين مطلوب) - يحمل إنترونات (لا تشفر لإنتاج البروتين وكان يُعتقد أنها من اللغو الدناوى)، وكثيراً ما يود الباحثون إجراء عملية لنقل جين بشري مثلاً من بكتيرة بهدف أن يعمل بها ويتجج بروتيناً بشرياً مطلوباً.

ويتبادر بينهم سؤال هام وهو: ما الداعي إلى نقل الجين البشرى بأكمله بما يحمله من إنترونات قد تستغرق معظم طوله ولا تشفر شيئاً؟ ثم إن البكتيرة فى الأصل من بدائيات النواة، وهذه لا تستطيع أصلاً أن تجرى عملية التشذيب فى الرنا النووى (حذف للإنترونات لأنها لا تكوّد لإنتاج البروتين) لتزيل منه الإنترونات. لذا كان التفكير فى تصنيع دنا لا يحوى هذه الإنترونات ليتم نقله وحده إذا كان للجين أن يعمل بالبكتيرة... وهذا الدنا الذى يتم صناعته محذوفاً منه الإنترونات يسمى (الدنا المكمل DNA) وهو محور هذه الجولة... إن تصنيع هذا الدنا المكمل يذكرنا بالرنا المرسال (المُشذّب) الذى يتم تصنيعه عادة فى خلية الكائنات حقيقيات النواة... أما كيف يحدث هذا؟ .. ففى النقطة الثانية نلقى مزيداً من الضوء عليها.

ثانياً: إفتاح الرنا النووى والرنا المرسال كمرحلة لإفتاح بروتين بعينه:

تصل رسالة من داخل الخلية أو خارجها تقول: إن الوقت قد حان لإنتاج بروتين معين. ترد الرسالة إلى تتابع المنشط Promoter الموجود متاخماً لمطلع الجين المعنى. وستجد أن جديدة واحدة من جديدتى لولب الدنا المزدوج فى أى مقطع لجين هى الجديدة العمّالة Coding or informative بينما تكون الأخرى بطّالة noncoding antisense - نعى أن تتابع سلسلة الأحماض الأمينية فى البروتين الذى يشفر له الجين يعكس تتابع الكودونات فى الجديدة العمّالة لا البطّالة (ولنذكر مثلاً الكودون 5' - ث ج ج - 3' على جديدة وهو المشفر للتربتوفان، يقابله على الجديدة المكملة 3' - أ

س - ٥، ويُقرأ في الاتجاه ٥' - ٣' س س المُشفر للبرولين). هنا تصل إنزيمات بلمرة الرنا لتبدأ عملية النسخ transcription، إذ يقوم جزيء من الإنزيم عند تتابع المنشط بفسخ جديلتى الدنا، ويرتبط بالجديلة البطالة للنجين لستخذها قالباً template يبنى عليه، ثم يبدأ فى إضافة النوتيدات المكملة لتتابع الجديلة هذه (فى الاتجاه ٥' - ٣) مع ملاحظة أن (ى) - اليوراسيل - هى القاعدة فى الرنا، المكملة للقاعدة (أ) فى الدنا ويتكون بذلك خسيط من الرنا يسمى الرنا النووى (رنا - نو) (nRNA) nuclear RNA يتنامى إلى أن يصل إلى كودون التوقف بنهاية النجین - فيتوقف النسخ، ويستعيد الدنا صورته الأصلية، ويحرر خيط الرنا النووى، الذى سيطابق تماماً التتابع على جديلة الدنا الأخرى العمالة فى اتجاهه وقواعده، بعد استبدال القواعد (ى) بالقواعد (ث) واستبدال سكر الريبوز بسكر الديوكسى ريبوز. ويكون أول كودون فى الرنا النووى هو كودون حمض الميثيونين أى ج (الذى يعمل كإشارة بدء) عند الطرف ٥'، أما الكودون الأخير فسيكون واحداً من كودونات التوقف الثلاثة: ى أج أوى أأ، ى ج أ (لاحظ استبدال ى بالقاعدة ث).

ونلاحظ أن هذه النسخة من الرنا هى نسخة من تتابع النجین المطلوب تنفيذ ما به من تعليمات لإنتاج بروتين بعينه. ولأن النجین يحمل بداخله مقاطع مما كان يُعتقد أنه سقط الدنا، أى أن امتداد القواعد فى جديلة الدنا (النجين)، وفى جديلة «الرنا - نو» الناتجة عنها بالنسخ، يحمل مناطق مشفرة لتتابع الأحماض الأمينية فى البروتين «إكسونات» تتخللها مناطق أُعتقد أنها «لغو» لا تشفر لشيء (تسمى إنترونات).

لذا فتم عملية تشذيب Splicing داخل النواة، فتزال الإنترونات وتلحم الإكسونات سوياً فى شريط أقصر لا يحمل إلا الكودونات اللازمة لإنتاج البروتين، بترتيبها، ليخرج خيط الرنا وقد شُدب - ويسمى الآن الرنا المرسال (رنا - م) - messenger RNA (mRNA) يخرج من غشاء نواة الخلية إلى السيتوبلازم بعد أن يُضاف إليه فى الطرف ٣' ذيل من النوتيدات كلها أدنين، وقلنسوة فى الطرف ٥'، وفى السيتوبلازم يذهب إلى الريبوزومات حيث تتم عملية الترجمة translation لتنفيذ الشفرة التى يتضمنها الرنا المرسال، إلى أحماض أمينية ويتجمع الأحماض الأمينية

في سلاسل عديد الببتيد بتكون البروتين لينطوى ويتخذ الصورة المميزة له.
ثالثاً: مشروع الجينوم والأمل في التوصل لصيغة الجين الصناعي بمعدلات
كبيرة:

وفي ضوء ما تكشف لنا من حقائق هامة بخصوص حذف الإنترونات
و«تشذيب الرنا - ن» والذي منه يتم تكوين الرنا المرسل؛ نعود لتساؤل الباحثين الذي
قدمناه في مقدمة الجولة وهو «ما الداعي إلى نقل الجين البشري بأكمله بما يحمله من
إنترونات قد تستغرق معظم طوله ولا تشفر للبروتين؟!!

لقد كان من الآمال التي يرجو العلماء إيجازها من خلال مشروع الجينوم هو أن
يتم التوصل لإنتاج صيغة الجين (الصناعي) التي تسمى الدنا (المتمم) وتكوين تتابع
هذا الجين بعد أن تحذف الإنترونات، وهذه الصيغة لا تحدث طبيعياً وسيشفر هذا
الدنا المتمم إلى رنا مرسل عن طريق (العملية) التي تقرأ الدنا الخلوي الخام.

وهذا لا يتحقق فيزيقياً داخل الخلية، لكن بإمكان الباحثين تحقيقه فيزيقياً بتدبير
ذلك في أنابيب الاختبار، باستخدام إنزيم النسخ العكسي.

ويذكر هؤلاء الباحثون أنهم يستطيعون بذلك تسجيل براءته. وبالفعل فلقد قام
المهندسون الوراثيون بتصنيع بضعة جينات لتصبح «جينات دنا - م». «أى دنا -
مكمل»، وكان منها تصنيع جين الأنسولين الأدمى في بلازميدات بكتيرية؛ ثم سجلوا
براءة هذه البلازميدات «في صورتها هذا المزيج».

وكان أمل الباحثين هو استكمال ما بدأوه من خلال الأساليب والتكنولوجيات
الجديدة التي يتيحها مشروع الجينوم.. وأن يسهم في التعجيل بتسجيل براءات تتابع
دنا - م، ولكن ترى «عزيزنا القارئ» - ما هي الفكرة التي على أساسها تمكن الباحثون
من إنتاج هذا الجين المُشَدَّب الصناعي أو كما يُطلق عليه «الدنا المكمل (دنا - م)؟!؟!
وهل اكتفى الباحثون بذلك الإيجاز وهو تكوينه داخل بلازميدات خاصة أم امتد
طموحهم لما هو أكثر من هذا؟!؟! ... معنا في النقطة التالية لتعرف:

رابعاً: استخدام إنزيمات النسخ العكسي (reverse trans criplases)

لتصنيع الدنا المكمل (دنا م) واستئصال مكتبات سي دنا (CDNA):

١- استخدام إنزيمات النسخ العكسي، ويمكن إيجازها كما يلي:

(أ) يقوم الباحثون أولاً بفرز كل شذرات دنا التي في الخلية وبناء على معرفتهم وملاحظاتهم لتتابعات الدنا في منطقة الجين (المستهدف) - والتي تنسخ لتكون رنا مرسال غير مُشذب (الرنا النووي)؛ إلى أن يتم الوصول لإيجاد الكثير من نوع الرنا الرسول (باعتبارها نسخاً من الجينات تم إنتاجها) مع الأخذ في الاعتبار أن الهدف الأساسي من عملية النسخ هو التشفير لإنتاج البروتين - وهذا «الرنا» هو الذي نعتبره دليلاً إلى الجينات المشفرة لإنتاج البروتين في الخلايا.

(ب) يستخدم البيولوجيون إنزيمات النسخ العكسي، حتى يمكن باستعمالها أن يتتجوا جديلة الرنا المرسال (رنا - م) - جديلة من الدنا المكمل (دنا - م)، مستخدمين جداول (الرنا - م) المفردة كقالب، أي أن يستعيدوا تركيب تتابع الدنا بالنواة، الذي نُقل عنه الرنا، وذلك بعد إزالة الإلكترونات منه، ومن الممكن أن نستخدم جديلة (دنا - م) هذه المفردة (والتي هي نسخة منسوخة من نسخة)؛ كقالب يعمل عليه إنزيم بوليميريز الدنا في تجميع الجديلة المكملة للولب الدنا المزدوج. وهنا يمكن أن يُكَلون لولب الدنا - م المزدوج هذا مثلما يُكَلون غيره من الدنا، في البكتيريا مثلاً أو الفيروس.

(د) ولتوضيح الأمر لنفرض أن الكودون على الكروموزوم هو:

٥ - س أ ج - ٣

٣ - ج ث س - ٥

ولنفرض أن الجديلة العليا هي التي ستُنسخ إلى رنا مرسال. ستكون جديلة رنا - م الخارجة من النواة هي ٥ - ج ي س (اليوراسيل في الرنا يُكمل الأدينين). من هذه يُنسخ كودون دنا مكمل سيكون ٥ - س أ ج، يستعمل هذا قالباً لإنتاج الكودون المكمل لكودون الدنا - م في اللولب المزدوج: ج ث س .. تكون في الحقيقة قد رجعنا إلى كودون الدنا على الكروموزوم الأصلي.

(هـ) هكذا أصبح لدينا تتابع دناوى وراثى (لولب دنا - م مزدوج) ويحوى منطقة الإكسونات العاملة والمنتجة للبروتين المرغوب فيه من قبل الباحث ولا يحوى الإنترونات أو بمعنى آخر أصبح لدينا، من الوجهة النظرية نسخ لنصوص الجينات الأصلية ليس فيها أى من دنا اللغو الذى يقبع بينهما.

نعود للسؤال الثانى وهو هل اكتفى الباحثون بتحقيق ذلك الإنجاز - (تصنيع دنا - م) ، وتصنيع تلك النوعية الخاصة من البلازميدات البكتيرية أم سعوا لما هو أكثر؟! والإجابة هى: بالطبع سعى الباحثون لما هو أكثر وحققوا إنجازات عديدة نذكر منها :

٢- استئصال مكتبات سى دنا (C DNA)؛

حيث يستطيع الباحثون أن يكونوا مكتبة من الدنا - م (عن الرنا - م) تحفظ فيها الجينات (التي تكود لبروتينات) فى مختلف أنواع الخلايا من حقيقيات النواة - حيث أن جيناتها عادة من النوع المفروق - إذ يعد عزل الجين البشرى والتوصل «لرنا - م» الخاص به أو عدة الرناوات المكتملة واستخدام إنزيم النسخ العكسى لإنتاج جين مكمل فى النهاية، يتم وضع الجين فى بلازميد فيصبح بلازميداً مطعماً ليوضع فى خلية بكتيرية ويتم كلونة واستئصال هذا الجين لملايين النسخ منه، بحيث يمكن تنقيتها وقراءة تتابع الحروف الموجودة فى الجين، وبالمثل مع باقى الجينات، ولقد أمكن بهذه الطريقة صنع مكتبات هائلة من الدنا البشرى تحوى آلافاً من شذرات متداخلة من الجينوم البشرى، وكل منها موجود بكمية تكفى لدراستها لمشروع الجينوم، على أننا لابد أن نتذكر أن لكل جين عوامل تنظيمية (تمتد نحو ٥٠٠ - ٥٠٠٠ زق من حدوده)، وطبيعى الأيّبّر عن هذه العوامل فى الرنا المرسال، ويلزم أن نلحَق بالجين المركب من الدنا المتمم العوامل التنظيمية اللازمة كى يعمل.

أمثلة توضيحية لبعض الجينات [لإبراز وجود إنترونات بين الإكسونات المشفرة]

١- الجين المسئول عن وراثيات فصائل الدم؛

فى عام ١٩٩٠م تم التعرف على الجين المسئول عن وراثيات فصائل الدم OBA وفصائل B, A وهى أشكال «سائدة بالمشاركة» من الجين نفسه. بينما فصيلة

O هي الشكل المنتحى له . بل وتم تحديد الجين وتركيبه فهو على كروموسوم 9 قرب نهاية الذراع الطويلة. ويبلغ طول نصه ١٠٦٢ «حرفاً»، مقسمة إلى إكسونات (فقرات) منها ستة قصيرة وواحد طويل، وهذه الإكسونات مبعثرة على «صفحات» عديدة من الكروموسوم، تبلغ إجمالاً ١٨٠٠٠ حرف. فهذا جين من حجم متوسط تعترضه خمسة إنترونات. وهذا الجين هو وصفة لناقل الجالاكتوزيل والذي يعتبر إنزيمًا بروتينيًا له القدرة على حفز تفاعل كيميائي، والفارق بين جين A، وجين B هو سبعة حروف من بين ١٠٦٢، منها ثلاثة حروف مترادفة أو ساكنة بمعنى أنها لا تؤثر في الحامض الأميني الذي يُختار في سلسلة البروتين. والحروف الباقية الأربعة في الترتيب هي: ٥٢٣ و ٧٠٠، ٧٩٣، ٨٠٠ نجدها عند الأفراد من نوع فصيلة (A) تُقرأ سن، ج، س، ج، أما عند الأفراد من نوع فصيلة B فهي تُقرأ ج، أ، أ، سن. وهناك فروق أخرى نادرة. فهناك قلة من الأفراد لديهم بعض من حروف A وبعض من حروف B، كما توجد نسخة نادرة من "A" حيث يغيّب أحد الحروف قرب النهاية إلا أن هذه الفروق الأربعة الصغيرة تجعل البروتين مختلفاً بالقدر الكافي لأن يسبب رد فعل مناعياً بالنسبة للدم الخطأ. وفصيلة O فيها تغير واحد في الهجاء فقط عندما تقارن مع فصيلة A، ولكن بدلاً من إبدال أحد الحروف بآخر، فإن ما يحدث هو حذف حرف. فنجد في الأفراد من نوع فصيلة O أن الحرف ٢٥٨ الذي كان ينبغي أن يقرأ «ج» غير موجود بالمرّة. وتأثير ذلك بالغ لأنه يسبب طفرة إزاحة القراءة أو طفرة إزاحة الإطار، ولها نتائج بعيدة المدى. فنتيجة لأنهم يُتقنون حرفاً واحداً فقط موجوداً في مكان مبكر نوعاً من الرسالة، أن كل ما يلي من الرسالة سيقول شيئاً مختلفاً بالكامل: ذلك أنه يصنع بروتين مختلف بخصائص مختلفة ولا يحدث تفاعل كيميائي.

المثال الثاني:

الجين البشري لسرطان بلاستوما القرنية retinoblastoma:

يتكون من سبع وعشرين فقرة موجزة ذات معنى (إكسونات) يتخللها ست

وعشرون صفحة من أشياء أخرى ومغزاها لا علاقة له مطلقاً بأمر التشفير عن الشيء المطلوب (هذا ما يُعتقد حتى الآن).

والسؤال الذى يتبادر للذهن الآن هو: - كيف فى ضوء ما سبق وتبين لنا - تتصرف الجينات بنواة الخلية للقيام بوظائفها ويتم التشفير للبروتين المطلوب فقط دون أى شيء آخر؟!!

والإجابة:

هى : أنه فى ضوء أن لدينا جينات مفروقة "Split genes" أى أنها تحمل ما بين الإكسونات المشفرة تتابعات من إنترونات (سبق ذكر ذلك) فإنه يترتب على ذلك تصرفات معينة تسلكها هذه الجينات للقيام بوظائفها داخل الخلية حيث أنه تم ملاحظة أن للكثير من أهم جيناتنا نماذج متعددة لتشذيب الرنا، نعى أن الرنا المرسال المنسوخ من جين واحد قد يجمع سوياً أجزاء مختلفة من تتابع الجين. ولا بد أن نفهم وظائف هذه النماذج لحسن دراسة الجين، ونحن نجد أن هذه التتابعات الدناوية فى منطقة الجين تُنسخ أولاً إلى رنا نووى، لكنها تُحذف من الرسالة (الرنا المرسال) قبل أن تُترجم إلى بروتين. ويلاحظ الباحثون أنه يلزم أن يُشَدَّبَ خيط الرنا النووى عند تحرره داخل النواة بعد انتهاء عملية النسخ، وعملية التشذيب هذه Splicing تتم لتنظيفه من الإنترونات كى لا يبقى للتنفيذ إلا الإكسونات المشفرة فقط سبحانه من أبداع - إذ من أوحى لهذه الجزئيات البسيطة بأن تزيل تلك الإنترونات طالما أنها غير لازمة وغير ضرورية لإنتاج البروتين.. وبالطبع فإنها موجودة على الدنا الوراثى لحكمة بالغة لذا استمرت.. وعندما يكون لا داعى لها أو وجد لها الخالق (جل وعلا) وسيلة ذاتية بنواة الخلية لإزالتها وإذا لم تكن ضرورية (عندما يصفها الباحثون الآن ويطلقون عليها خطأً دنا اللغو لكأن نفس الوسيلة أو وسيلة مشابهة تُحذف هذه الإنترونات من دنا اللغو.. سبحانه من أبداع.. سبحانه الله).

نعود لعملية التشذيب للرنا النووى داخل نواة الخلية فنجد أنه تزال الإنترونات وتُلحم الإكسونات سوياً فى شريط أقصر لا يحمل إلا الكودونات اللازمة لإنتاج البروتين بترتيبها ليخرج خيط الرنا وقد شُدَّبَ - ويسمى الآن الرنا المرسال (رنا-م) -

(نعود فنقول : كيف تعلمت هذه الجزئيات حسن الاستثمار وتقليل التكلفة والمجهود؟ من أعطها دروساً في الاقتصاد والتوفير؟ ! سبحان الله)، يلي ذلك؛ خروج messenger RNA من غشاء نواة الخلية إلى السيتوبلازم بعد أن يضاف إليه في الطرف ٣ ذيل من النوتيدات كلها أدنين ليست له مهمة معروفة (وهناك من الباحثين من يذكر أنه ليحمى m - RNA من التحلل بفعل إنزيمات التحلل داخل الخلية)، وقلنسوة في الطرف ٥ يبدو أن مهمتها هي إرشاد الريبوزومات إلى كودون «أى ج» الصحيح لبدء الترجمة. يحدث في بعض الأحيان أثناء تشذيب الرنا النووي أن يُحذف مع الإنترونات جزء من إكسون، أو إكسون كامل أو أكثر، ليتج عن الجين نفسه بروتين آخر أو أكثر، حسب حاجة الكائن الحي. ويلى ذلك عملية الترجمة في السيتوبلازم لتنفيذ الشفرة التي يتضمنها الرنا المرسال ليتكون في النهاية البروتين المطلوب.

٣. المثال الثالث:

مرض التليف الكيسي؛ (التكيس اللبني في الرئة أو سيستك فيبروزيس Cystic Fibrosis)؛

هو من أكثر الأمراض الوراثية انتشاراً في أوروبا والأمريكان من أصل أوروبي وفي أستراليا، ومن خلال الإحصائيات نجد أن في أستراليا طقلاً من بين كل ٢٠٠٠ طفل مولود يتوفون متأثرين بهذا المرض، وفي الولايات المتحدة طفل من كل ٣٩٠٠ طفل مولود يتوفى في سن مبكر متأثراً بهذا المرض، ويندر أن يعيش أحد حتى سن الثلاثين. وكثيراً ما نشاهد عائلات يصاب أبنائها بهذا المرض.. نذكر منها:

«عائلة الزوج چاك ماك جوان .. والزوجة «كاتى».. فأبنائهم الثلاثة البنون مُصابون بالمرض. وكم عانى الوالدان من جراء هذا المرض واتباع تعليمات شديدة وقاسية من أجل بقاء أبنائهم الثلاثة على قيد الحياة حتى الآن. ويهاجم هذا المرض الوراثي الرئتين والبنكرياس والأمعاء والغدد العرقية؛ فيصيب هذه الأعضاء بتلفيات دائمة؛ مما يؤثر في وظائفها الحيوية. وهو يبدأ في مرحلة الطفولة المبكرة وبسبب الإفرازات الكثيفة اللزجة تنسد القنوات الهوائية في الرئتين، فتظهر الالتهابات وكثرة

القشع، وسوء الامتصاص في الجهاز الهضمي مما يظهر علامات سوء التغذية، ويموت معظم المصابين به قبل مرحلة البلوغ، ويندر أن يعيش المصاب به إلى سن الثلاثين.

والمرض ينجم عن جين متنحٍ؛ أي يلزم أن يحمل الفرد منه نسختين (واحدة من الأم والأخرى من الأب) لتظهر أعراضه، أما من يحمل نسخة واحدة فلا يصيبه المرض، ويلزم بالطبع أن يكون والدا المريض حاملين للجين وانتقل الجين الحامل للمرض من كليهما ليصاب الجين وتظهر عليه أعراض المرض.

وقد وجد أن هذا المرض هو نتيجة لعب يحدث في هذا الجين المتنحي، حيث إنه في الشخص الطبيعي يتسوم الجين الخاص بالمرض بتكوين البروتين المنظم الناقل. هذا البروتين يعمل كقناة تسمح لأيونات الكلوريد بالمرور للخلايا المبطنة للرئة، وقنوات البنكرياس والمعدة، والكبد، والحبل المتوى، والغدد العرقية، والجيوب الأنفية حاملاً إليها الماء الذي يجعل ممراء الهواء رطبة ونظيفة. وفي حالة حدوث خلل في هذا الجين فإن ممرات تكون أكثر جفافاً بل مشققة بالإفرازات اللزجة وأقل تحملاً للإصابة وتراكم المخاط ليكون طبقة سميكة تسد ممرات الهواء في الرئة وتآكل الرئة، ويترتب عليه فقدان القدرة على التنفس وحدوث شلل في الأمعاء يؤدي لسوء امتصاص الغذاء وأيضاً نتيجة لما سبق وازدياد سمك الأغشية المخاطية بالرئة؛ فإن الحامل لهذا الجين لديه ضعف في جهازه المناعي مما يجعله قابلاً للعدوى بالأمراض المعدية من الميكروبات المختلفة لتزيد حالته سوءاً وتدمر الرئة. ويؤدي كل ما سبق عند اجتماعه إلى وفاة المصابين به من الأطفال حديثي الولادة بعد ولادتهم بحوالي ٣ أيام. ومن خلال إحصائية حديثة عن المرض أوضحت أن إصابة الرئة نتيجة الخلل في الجين المسئول عن ٩٧٪ من حالات الوفيات.

ولقد اكتشف موقع هذا الجين في عام ١٩٨٥م باستخدام الرقليات، وتمكن الفريق البحثي بقيادة (لاب تشي تسي) بأحد مستشفيات الأطفال بـ (تورنتو) بكندا عام ١٩٨٩م من عزل الجين المسئول عن هذا المرض وعرف تركيبه الجزيئي.

والمرض ينشأ عن عطب في الجين (Cystic Fibrosis transmembrane

Conductance Regulator) ويسمى باختصار "CFTR" ويبلغ طول هذا الجين نحو ربع مليون قاعدة، ويقع على الكروموسوم السابع . وإليه يرجع السبب في حوالي ٣٠٠ - ٤٠٠ مرض وراثي آخر ومستول عن ٩٧٪ من الوفيات.

ويشفر هذا الجين لبروتين من سلسلة من أحماض أمينية طولها (١٤٨٠) حمضاً أمينياً، أى أن الجزء المشفر من الجين هو (٤٤٤٠) قاعدة فقط - والباقي من أجزاء الدنا (غير مكودة لإنتاج بروتين وظيفي وكان يُطلق عليها سقط الدنا).

هناك أشخاص يحملون هذا الجين ولا يشكون سوى من أعراض بسيطة تتمثل في التهاب الشعب الهوائية، أو نزلة شعبية ربوية فقط ولا تحدث الأعراض المميّزة للمرض...!؟

ومن خلال بحث العلماء عن السبب.. وجدوا أن:

هناك طفرة محددة في الجين المعب موجودة وتسبب ٧٠٪ من الحالات المرضية، وتوجد أكثر من طفرتين في ١٥ - ٢٠٪ من الحالات .. وهذا المرض لا تسببه طفرة في جين واحد فقط أو طفرتان.

نعود فنذكر أن العطب الذي يُفسد الجين في نحو ٧٠٪ من المرض اكتُشف أنه يأتي من اقتضاب هو حذف الكودون رقم «٥٠٨» من الجين وتسمى {DF508} وهو الذي يشفر للحمض الأميني (فينايل آلانين)، ومستول عن الأعراض المرضية للمرض والتي تظهر بصورة خطيرة في كثير من المرضى الذين لديهم مثل هذه الطفرة وهكذا نجد أن حمضاً واحداً من بين (١٤٨٠) حمضاً في السلسلة هو الفارق بين الصحة والإصابة بأعراض المرض.

لكن هناك نحو «٢٠٠» عطب آخر غير هذا تحدث في مناطق مختلفة من الجين وتسبب المرض أيضاً. وعلى هذا فإن الاختبار الوراثي الذي لا يجد الاقتضاب (٥٠٨) لا يقطع بأن الفرد لا يحمل جين المرض، إذ قد تكون هناك طفرة أخرى في مكان آخر من الجين لكن وجود الاقتضاب يؤكد أن الفرد مصاب به. إذن هذا الاختبار الوراثي غاية ما يمكن أن يقوله هو إذا كان الفرد مصاباً لكنه لا يقطع بأن الفرد غير مصاب.. وبالطبع فإن هذا الاختبار الوراثي ليس نهاية المطاف.. فالباحثون

عاكفون على ابتكار اختبارات وفحوص أكثر كفاءة تُحقق «المطلوب»؛ أيضاً هناك أمل في أن ينجح العلاج الجيني في منع إصابة الرثة بهذا المرض أو أن يقلل من الدمار الذي يلحق بها في المرضى الذين ظهرت عليهم أعراض المرض بالفعل.

٤. المثال الرابع؛

الاختلاف الجيني ودوره في الحماية من الأمراض؛

فلمعديده من تعددات الأشكال تأثيراتها في الصحة؛ فمثلاً: تتج ما تعتقد أنه طفرات حدثت وتسببت في داء الخلايا المنجلية، وفي بعض حالات التليف الكيسي من تغييرات جينية، نجدتها تحمي الفرد من هذين المرضين في إفريقيا وأوروبا.. فالأشخاص الذين يرثون نسخة واحدة من تعدد الأشكال الخاص بالخلايا المنجلية، يُظهرون بعض المقاومة للملاريا، والذين لديهم نسخة واحدة من خلة التليف الكيسي، يتعرضون بدرجة أقل للجفاف الناجم عن الكوليرا. وتظهر أعراض هذين المرضين لدى الذين يرثون نسختين من الطفرات. وأيضاً يؤدي الاختلاف الجيني دوراً في استعداد الفرد للإصابة بالإيدز؛ حيث يوجد لدى البعض خبن deletion في كلتا نسختيهما لجينة تكود مستقبل receptor خاص يقع على سطح الخلية ويُعرف بالكيموكين 5 (cell- surface chemokin receptor 5) (CCR5) ونتيجة لذلك، فإن هؤلاء الأفراد لا يُتج لديهم المستقبلات CCR5 على سطوح خلاياهم.

ومعظم ذراري HIV-1 (فيروس نقص المناعة البشري المسبب للإيدز) تلتحم بالمستقبل CCR5 لتتمكن من دخول الخلايا. والأشخاص الذين لا يمتلكون هذه المستقبلات.. يكونون بطبيعة الحال مقاومين للعدوى بالفيروس HIV-1 وعلى وجه الحصر تقريباً، [بحسب الدراسات المتوافرة حتى الآن] - يصادف هذا التعدد من أشكال جينة المستقبل CCR5 في مجموعات من شمال شرق أوروبا. إن أنواعاً من تعدد أشكال CCR5 لا تحول دون حدوث العدوى بالفيروس، إنما تؤثر بدلاً من ذلك في المعدل الذي تؤدي فيه العدوى بالفيروس إلى الإصابة بالإيدز، ثم الموت، ومن الدراسات المتاحة تبين أن لبعض تعددات الأشكال هذه تأثيرات متشابهة، إنما في جماعات سكانية مختلفة ويغير بعضها الآخر فقط سرعة تقدم المرض في مجموعات

محددة ، فمثلاً يتوافق واحد من تعددات الأشكال هذه بتأخير تقدم المرض لدى الأمريكيين من أصل أوروبي. وبتسريع تقدم المرض لدى الأمريكيين من أصل إفريقي. وإذا ما استطاع الباحثون فرز الناس في مجموعات فسيصبح عندئذ بإمكانهم دراسة هذه التأثيرات النوعية للجماعات السكانية، واستخدام معرفتهم في توجيه المعالجة.

إن لتعدد الأشكال في هذه الأمثلة، وأخرى مشابهة لها، تأثيراً كبيراً نسبياً في مرض محدد. ولو كان المسح الجيني غير مكلف وفعالاً، يمكن عندئذ مسح الأفراد كافة في ما يتعلق بجميع الأمراض ذات الصلة بالتفاوتات الجينية.

الفصل الثانى

جولات مع

بعض التطبيقات العملية للاستفادة من الاكتشافات
المتعلقة بالمحتوى الوراثى فى تطبيقات البصمة
الوراثية، وفى عمل استراتيجيات طبية متطورة

تمهيد للفصل..

يشمل الفصل ثلاث جولات؛ نلقى الضوء من خلالهم على تطبيقات متعددة
توضح بعض الجهود المبذولة من قِبل الباحثين لحسن الاستفادة من الاكتشافات
المتعلقة «بالمحتوى الوراثى» وذلك فى مجالات متعددة مثل التعرف على بعض
أجزاء منه (تابعات بعينها) لتصبح بصمة وراثية تستخدم فى مكافحة الجرائم
والكشف عن الجانى وفى اختبارات الأبوة، وفى تتبع الأصول الوراثية وغيرها...
- أيضاً نلقى الضوء فى جولة أخرى؛ على بعض التطبيقات التى توضح الجهود
المبذولة للاستفادة من «تداخلات الرنا (RNAi) فى إعاقة أمراض مثل السرطان
والإيدز.

وفى جولة ثالثة نشير إلى إعادة فهم العلماء للدور الذى تلعبه الترانزيبوزونات
واكتشاف أهميتها للإسهام فى التطور والتنظيم الجينومى للكائنات الحية الراقية
الأعلى؛ وغيرها من الوظائف الهامة التى لا زال بعضها غير مؤكد تماماً وفى انتظار
نتائج الأبحاث الجارية على قدم وساق لتكشف لنا عنها.

ومع البصمة الوراثية والتطبيقات المتعددة لحسن الاستفادة منها نلتقى فى الجولة
الأولى بهذا الفصل... فمعنا..

الجولة الأولى: الاستفادة من بعض الأماكن غير المكدودة لإنتاج البروتين
لتصبح بصمات وراثية وتطبيقات لها؛
تمهيد للجولة؛

سبق وذكرنا فى الفصل الأول كيف أن الكثير من الباحثين كانوا يطلقون على

تتابعات الدنا غير المشفرة للبروتينات على أنها [دنا لغو] يتألف من كيانات غريبة؛
وصنفوا هذه الكيانات الغريبة إلى:

جينات كاذبة، وجينات كاذبة ارتجاعية، وتوابع، توابع صغيرة وتوابع دقيقة
وترانسبوزونات ارتجاعية؛ ومع هذا التصنيف أعطوا لكل كيان من هذه الكيانات
خصائص مميزة له... وسيدور حديثنا في هذه الجولة عن الاستفادة الكبيرة التي تم
إنجازها من اثنين من هذه الكيانات .. وهما:

١- ما يطلق عليها (الترانسبوزونات الارتجاعية).

٢- والتوابع الدقيقة. مع عرض تطبيقات متنوعة توضح ذلك.

أولاً: الاستفادة من تتابعات «الترانسبوزونات الارتجاعية»:

من أكثر الترانسبوزونات الارتجاعية شيوعاً نذكر: «لاين»، و«آلو»... وسنبداً

لقائنا مع «لاين - ١».

(أ): فقرات «لاين - ١» «LINE»:

يبلغ طول «لاين - ١» ما بين ألف وستة آلاف «حرف» ويبلغ عموماً حوالي
(١٤٠٠) من الحروف، وتتضمن وصفة للمستنسخ العكسي قرب منتصفها، وفقرات
«لاين - ١» ليست شائعة جداً فحسب؛ فقد يكون هناك «١٠٠ ألف» نسخة منها في
كل نسخة من جينوم بشري ولكنها تتجمع في أسراب، بحيث أن الفقرة قد تتكرر
مرات عديدة متتابعة على الكروموسوم ويبلغ مقدارها على نحو مذهل ٦، ١٤٪ من
الجينوم بأكمله. أي أنها تقريباً أكثر شيوعاً بخمسة أمثال من الجينات «الحقيقية».

وفقرات «لاين - ١» «كل فقرة - لاين - ١» منها تستطيع أن تستنسخ نفسها،
وتصنع المستنسخ العكسي الخاص بها. وتستخدم هذا المستنسخ العكسي لصنع نسخة
دنا نفسها، وتولج هذه النسخة في أي مكان بين الجينات. وهذا من أسباب وجود
نسخ كثيرة من لاين - ١.

وهناك تتابعات مميزة أخرى تسمى فقرات آلو (Alu) (الآليوهات Alus) وهي
يشيع وجودها أكثر من فقرات لاين - ١، وأقصر منها. ويبدو أنها تجيد استخدام
الجينات الموجودة في فقرات لاين - ١؛ حيث أنها تستطيع استخدام المستنسخ

العكسى عند غيرها لتضاعف من نفسها ... فهى - أى (فقرات ألو) - تجيد مضاعفة نفسها.

(ب) فقرات ألو "Alu repeat" (الآليوهات Alus):

هى قطع صغيرة من الدنا متشابهة فيما بينها فى التسلسل وأحياناً تتسوخ «الآليوهات Alus» نفسها وتغرز نفسها عشوائياً فى كل مكان من جينوم صاحبها .. أى أننا نجد أن النسخة الناتجة تجدل نفسها عشوائياً فى موقع جديد على الصبغى (الكروموسوم) الأسمى أو على صبغى آخر، عادة فى موقع لا يكون له تأثير فى وظائف الجينات المجاورة - (وإن كان بعض الباحثين يرى أنها قد تسبب فى حدوث أمراض نذكرها بعد قليل).

إن كل غرز يتم، يمثل حادثاً منفرداً، فما إن يغرز أحد الآليوهات - حتى يبقى فى مكانه دهوراً، ينحدر من سلف لآخر (فهى لا تقطع نفسها)، لذلك إذا ما امتلك شخصان الآليو نفسه فى النقطة ذاتها من جينوم كل منهما، فيجب أن يكونا قد تحدرا من سلف مشترك واحد، أورثهما تلك القطعة من الدنا. ولقد ألهم ذلك الباحثين إمكانية استعمال «أنماط توزع الآليوهات» كمييار لتقدير مدى القرابة الجينية بين شخصين. وفى المتوسط بين جماعتين سكانيتين - (وسيكون لنا لقاء بعد قليل مع بعض هذه الجهود المبذولة لاستخدام الآليوهات فى هذا المجال).

والجدير بالذكر أن «نص ألو» قد يتكرر مليون مرة فى الجينوم البشرى، وبعض المراجع الأخرى تذكر أنه يتكرر ما يقرب ٩٠٠ ألف نسخة - حتى أننا لنجد نسخة منه داخل أو قرب كل جين بشرى.

والفقرة الواحدة من «ألو» تحوى ما بين ١٨٠ و ٢٨٠ حرفاً - أى أنه على الأقل ١٨٠ من الحروف، وهناك مراجع تفيد بأن طول كل مكرر نحو ٣٠٠ زق (زوج من القواعد). وكل هذه المكررات تحمل التتابع «أ ج ث س» وهذا موقع تعرف لإنزيم بتر اسمه ألو {Alu} ولها جميعاً ذيل طويل كله من النوتيدات «أ».

ويشبهه تتابع «ألو» شهباً وثيقاً تتابعات لجين حقيقى، وهو جين لجزء من ماكينة البروتين التى تسمى (الريبوسوم)، ولدى هذا الجين على نحو غير معتاد، ما يسمى

الحاث الداخلي، بمعنى رسالة تقبول «إقرأني» مكتوبة في تتابع في وسط الجين. وبالتالي فالجين يحمل إشارة لاستنساخه هو نفسه ولا يعتمد على أن يحط بالقرب من تتابع حاث آخر مماثل.

لا توجد فقرات ألو إلا في الرئيسيات، وهي تنقسم إلى خمس عائلات مختلفة، والفئران لديها ما يسمى فقرات ب 1 {B1}.

ويُفسر بعض العلماء الدور الذي تلعبه فقرات «لاين» أ و «ألو» في أفراد البشر: بأنها تسبب طفرات في البشر بأن تشب (تقفز) من مكانها وتحط في الوسط من جينات من كل نوع. وهي مثلاً تسبب «الهييموفيليا» بأن تحط في جينات عامل التجلط. وهناك تقريباً طفرة واحدة من كل ٧٠٠ طفرة بشرية يعتقد العلماء أنها تحدث بسبب الجينات القافزة وفي الفئران ما يقرب من ١٠٪ من الطفرات تنتج من جينات قافزة.

ومن أهم ما يشير القلق فيما يتعلق «بزرع أعضاء من نوع غريب» في الإنسان، مثل أعضاء خنازير وقرود بابون، أن هذا ربما أدى إلى انطلاق أشكال جديدة من الجينات الوائبة على نوعنا.

وفيما يحتمل فقد يكون قد حدث قمع لفقرات ألو البشرية التسعة من جانب الجينات العاملة وعندها استقر به الأمر على وضعه الحالي الهادئ نوعاً فأصبح وكأنه تكيفات في سبات لما كان في الماضي طفيليات كثيرة فقط لديها القدرة على استنساخ نفسها. وهناك نظرية جديدة تفيد بأن الجينات كلها في أثناء التنامي المبكر للجين ينزع عنها، لزمن قصير أي مشكلة ويبدأ تشغيلها، ثم يلي ذلك أن يحدث تفتيش دقيق للجينوم بأكمله تقوم به جزيئات مهمتها أن تكشف عن التتابعات التكرارية وتغلفها بالميثلة (إضافة مجموعة ميثيلية من ذرات الكربون والهيدروجين CH_3) تمنع أن يستنسخه أي قارئ.

وأول ما يحدث في الأورام السرطانية، إزالة ميثلة الجينات. ونتيجة لذلك يتحرر دنا الأنانى ويُعبّر عنه تعبيراً غزيراً في الأورام، ولما كانت الترانسبوزونات jumping genes مثل فقرات «ألو» و «لاين - ١» تُجيد الشوشرة على الجينات

الأخرى، فإنها تجعل السرطان أشد ضرراً، وحسب هذه الحجة فإن «المثلة DNA methylation» تفيد في قمع تأثير دنا الأنانى.

نظرة إيجابية للدور الذى تلعبه هذه الثغرات،.

سيكون لنا - عزيزنا القارئ - لقاء فى الجولتين الثانية والثالثة يكشف عن تغير وجهة نظر الباحثين للدور الذى تلعبه هذه الثغرات وغيرها مما كان يُعتقد أنه سقط جينومى.. وذلك وفقاً لآخر الأبحاث والدراسات فى الأعوام الأخيرة... وما يعيننا هنا، هو الإشارة إلى ما أعلنه «Y.E. ليفانوف» فى شهر ٧/ ٢٠٠٤م وآخرين عن اكتشاف مثير يتضمن عملية تحرير طبعة (A to I) (أدينوزين - إلى - إينوزين)، وهى التى يتبدل فيها تسلسل الرنا عند موقع نوعى جداً. وهو يحدث بأغلبية فى تاليات متكررة هى عناصر {Alu}، ويكون تحرير طبعة (AtoI) فعالاً فى الدماغ بشكل خاص. وارتبط التحرير الشاذ للطبعة بسلسلة من السلوكيات غير الطبيعية، يدخل ضمنها الصرع والاكتئاب.

ويذكر الباحثون أن هذا قد سمح بأن تصبح برمجة الدارية العصبية أكثر ديناميكية ومرونة وأنه يمكن لتلك التعددية فى الاستعمال أن تكون بدورها قد وضعت الأساس لنشوء الذاكرة والمستويات العليا من الإدراك فى النوع البشرى. ونحن فى انتظار الكشف عن مزيد من الأسرار والخفايا وتقديم تفسيرات جديدة أعمق وأكثر فهماً.

وكما يقول «H.T. هستور» (من جامعة كولومبيا): «أمامنا كون كامل جديد، لم نبصره من قبل، وهذا مثير جداً».

ولا نستطيع عزيزنا القارئ، أمام كل هذا وما شهد به شاهد من أهلها إلا أن نذكر معك تلك الآيتين الكريميتين : بسم الله الرحمن الرحيم ﴿ وَمَا أَوْتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلاً ﴾ [الإسراء: ٨٥]، و ﴿ مَا أَشْهَدْتُهُمْ خَلْقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَا خَلْقَ أَنْفُسِهِمْ وَمَا كُنْتُمْ مُتَّخِذِ الْمُضِلِّينَ عَضُدًا ﴾ صدق الله العظيم [سورة الكهف: ٥١].

بعض التطبيقات التي توضح الجهود المبذولة للاستفادة من تنبؤات «آلو»:

١. التطبيق الأول: استخدام إنزيم «آلو ١».

في الخطوة الخلوية الناتجة عن تهجين خلايا الفأر بخلايا الإنسان. فالعادة أن تطرد كروموزومات الإنسان مع الانقسام، ليتبقى جينوم الفأر ومع كروموزوم بشري أو جزء من كروموزوم بشري. وإذا عولجت الخلايا الهجين بإنزيم آلو، ثم اخترنا طليعتين من التسابع المميز لنا الموجود بمكرر آلو البشري، وأجرينا التفاعل المتسلسل، أمكننا أن «نلتقط rescue»، وتكاثر تنبؤات الدنا البشري وحدة من بين كل الشظايا الناتجة عن تشظى جينوم الفأر بالخلية.

٢. التطبيق الثاني:

«الاستفادة من «الأيوهات Alus» لتحديد ما إذا كانت الجماعات البشرية المختلفة يرتبط بعضها ببعض.

بما أن الأيوهات Alus، التي سبق أن عُززت في مكان ما، لا تقطع نفسها، فإنه يمكن استعمال أنماط توزيع الأيوهات كمعيار لتقدير مدى القرابة الجينية بين شخصين. وفي المتوسط بين جماعتين سكانيتين، فمثلاً يوجد أحد تعدد الأشكال آليو على الصبغي "1" في ٩٥٪ من عينة مكونة من سكان جنوبي الصحراء الإفريقية، وفي ٧٥٪ من الأوروبيين والأفارقة الشماليين، وفي ٦٠٪ من الآسيويين في حين أن تعدد أشكال آليو آخر على الصبغي «٧»، يصادف في نحو ٥٪ من سكان جنوبي الصحراء الأفريقية، و ٥٠٪ من الأوروبيين والأفارقة الشماليين وفي ٥٠٪ من الآسيويين ويحمل بعض الأفراد نوعي تعدد الأشكال كليهما. ولا يمكن لتعدد أشكال واحد أن يميز بمفرده جميع أفراد جماعة سكانية كبيرة من جميع أفراد جماعة أخرى، ولكن بتحليل مئات من تعددات الأشكال، يصبح بوسع العلماء أن يجمعوا الأفراد الذين تم أخذهم في عينات من مواضع جغرافية مختلفة في مجموعات محددة على أساس سجلهم الجيني.

التسلسل AAAG واستخدامه في تتبع أصول الإنسان هي من وحدات تُعرف بالكررات الترادفية القصيرة والتي توجد على الكروموسومات... والتسلسل

AAAG ما بين مرتين وسبع مرات لدى الأمريكيين من ذوى الإرث الإفريقي، ولكن ما بين خمس وثمانى مرات لدى الذين أتى أسلافهم من أوروبا أو من الشرق الأوسط، ومن المعروف أن الفرد الواحد يرث مجموعة من هذه المكررات عن أمه وأخرى عن أبيه، بناء على ذلك فإن الشخص الذى يحمل اثنين وثلاثة مكررات، يُرجح أن تكون أسلافه أفريقية، فى حين أن شخصاً آخر، يحمل ستة وثمانية مكررات، يرجح أن تكون أسلافه من أوروبا أو من الشرق الأوسط بيد أن من يحمل ما بين خمسة وسبعة مكررات، يُصادف فى كلتا الجماعتين السكانييتين؛ وبالطبع فى هذه الحالة يلزم البحث عن تنابعات أخرى لتصنيف هؤلاء الأفراد.

ثانياً: التتابع الدقيقه hypervariable minisatellites واتخاذها بصمة وراثية للبشر:

فى عام ١٩٨٤م كان العالم أليك جفريس (من جامعة لستر بالمملكة المتحدة) ومساعدته الفنية فيكى ويلسون يدرسان كيف تتطور الجينات بأن يقارنا الجين البشرى لبروتين العضلات الميوجلوبين مع مرادفه فى الفقمه فلاحظا امتداداً من دنا تكرارى بوسط الجين، وتم إطلاق اسم (التتابع الدقيق الفائق المتغير) على هذا الشكل المحدد بخصائص معينة، فهو يوجد على كل الكروموسومات، وهو يظهر عند أكثر من ألف موقع فى الجينوم، ويتكون هذا التتابع فى كل حالة من «عبارة» وحيدة، طولها عادة من حوالى عشرين «حرفاً» تتكرر ثانية المرة بعد الأخرى مرات كثيرة. ويمكن أن تختلف الكلمة حسب الموقع والفرد، ولكنها عادة تحوي «الحروف» المركزية نفسها، ج ج ج س أ ج ج أ ص ج (حيث «ص» يمكن أن تكون أى «حرف») ومغزى هذا التتابع هو أنه مشابه تماماً لتتابع تستخدمه البكتيريا لتشغيل تبادل للجينات مع خلية بكتيريا أخرى من النوع نفسه، ويبدو أن له دوراً فى تشجيع التبادل بين الكروموسومات عندنا أيضاً، والأمر كأن كل تتابع هو جملة فى وسطها كلمات «هيا بادلنى». وهذا مثلاً للتكرار بتتابع دقيق:

هـ ص ع ك هـ ي أ ب أ د ل ن ي ل و ب ل - هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل -

هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل - هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل -

هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل - هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل -

هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل - هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل -

هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل - هـ ص ع ك هيا بادلنى لوبل، وهى فى هذه الحالة عشرة تكرارات. وفى الأماكن الأخرى، عند كل موقع من ألف موقع، قد يكون هناك خمسون أو ستون تكراراً للعبارة نفسها، وحسب التعليمات تبدأ الخلايا فى تبادل العبارات مع سلسلة مرادفة فوق النسخة الأخرى للكر وموسوم نفسه، ولكنها، وهى تفعل ذلك، ترتكب أخطاء تتكرر نوعاً ما، بحيث تضيف أو تقلل من عدد التكرارات، ويهذه الطريقة يحدث لكل سلسلة من التكرارات أن يتغير طولها تدريجياً، ويحدث ذلك بسرعة كافية لأن تختلف السلسلة عند كل فرد، ولكنها من ناحية أخرى سرعة بطيئة نسبياً، بحيث يكون للأفراد كلهم، فى معظم الأحوال، أطوال التكرارات نفسها كوالديهم، ولما كان هناك آلاف من السلاسل، فإن النتيجة تكون مجموعة فريدة من الأرقام لكل فرد.

وحيث إن كل تابع دقيق يتشارك مع الآخر فى التابع نفسه الموجود فى القلب منه، الذى يتكون من اثنى عشر حرفاً، ولكن حيث إن عدد التكرارات أيضاً يمكن أن يختلف اختلافاً كبيراً، فإن هذا كله يؤدى إلى أن يصبح من الأمور البسيطة نسبياً التقاط مصفوفة التابع الدقيق هذه، ومقارنة حجم المصفوفة فى الأفراد المختلفين. وثبت فى النهاية أن عدد التكرارات غاية فى التباين بحيث إن لكل فرد بصمة وراثية فريدة: سلسلة من واسمات سوداء تبدو بالضبط مثل شفرة قضبان. ولقد تبين «چفريس» ترواً معنى ما اكتشفه. وصرف النظر عن جينات الميوجلوبين التى كانت هدف دراسته، وبدأ يبحث فيما يمكن صنعه...

ها هى البشرية.. وقد أقدمت «عزيزى القارى» على تحقيق إنجاز كبير حيث تم الاستفادة من هذا الكشف الخطير وإطلاق مصطلح عليه هو مصطلح: - (البصمة الوراثية)... فما هو المقصود منها؟!
أولاً: المقصود بالبصمة الوراثية:

من خلال ما تقدم يتبين لنا أنها: اختلافات فى التركيب الوراثى بمنطقة الإنترون

وينفرد بها كل شخص .. باستثناء نوع نادر من التوائم الناشئة عن انقسام بويضة مخصصة واحدة بحيوان منوى واحد. والبصمة الوراثية تورث طبقاً لقوانين مندل، ونجد الطفل يحصل على نصف الاختلافات من الأم والنصف الآخر من الأب، ليكون مزيجاً وراثياً جديداً يجمع بين خصائص الوالدين وخصائص مستودع وراثي متسع من قدامى الأسلاف.

والجدير بالذكر أن نسبة الاختلافات تصل إلى حوالي ١ : ٣٠٠ مليون شخص أى أنه من بين ٣٠٠ مليون شخص يوجد شخص واحد فقط يحمل نفس البصمة الوراثية، وللدنا تباين وافر، فهناك نحو موقع للتباين بين كل ١٠٠٠ نوتيدة دنا فى جينوم يحمل نحو ٣ بلايين نوتيدة، والدنا يوجد بكل خلايا الجسم فيما عدا كرات الدم الحمراء، ودنا الشخص متطابق فى كل خلايا الجسم ولا يتغير أثناء الحياة (هذا العادى ما لم يتعرض أى جزء من أجزاء الجسم لظروف بيئية أو ميراث شاذ أدى لعدم التطابق ووجود اختلاف) ، وجزء الدنا ثابت لحد بعيد والأرجح أن يُحفظ فى اللطخ الجافة.

أيضاً وجد أن البصمة الوراثية تختلف تبعاً لما سبق وتقدم - باختلاف الأنماط الجغرافية للجنينات فى شعوب العالم فعلى سبيل المثال يختلف الآسيويون (الجنس الأصفر أو المغولى عن الأفارقة).

ثانياً: بدايات الاستفادة من هذا الكشف واعتباره بصمة وراثية للتمييز بين الأفراد:

١- بدأت محاولات عديدة للاستفادة من هذا الاكتشاف فى التمييز بين الأفراد، وتم ذلك فى جهات عديدة نذكر منها:

(أ) سلطات الهجرة والاستفادة من البصمة الوراثية:

لما كان للأجانب بصمات وراثية مختلفة، بحكم ما تبين لنا فلقد اهتمت سلطات الهجرة فى بريطانيا، فوراً باختبار مزاعم من سيكونون مهاجرين من حيث كونهم أقرباء قرابة وثيقة لأفراد موجودين من قبل فى البلاد، وأثبتت البصمات الوراثية أنهم عموماً كانوا صادقين.

(ب) استعمال التابع الدقيق الفائق للتغاير والطب الشرعي؛

ونذكر هنا مثلاً يوضح مدى الاستفادة التي تحققت من استخدام إنجاز إليك جفريس {«الأول» وكان في حادث مقتل التلميذة إدون أشويرث في عام ١٩٨٦ م} وكان كالآتي :

حيث عُثر على جثمان هذه التلميذة وعمرها خمسة عشر عاماً في دغل شائك قريب من قرية «ناربورو» في ليستر شاير في بريطانيا وكانت قد اغتصبت ثم خُنت؛ وألقت الشرطة القبض بعدها على بواب شاب في مستشفى، وهو «ريتشارد بوكلاندا» اعترف بارتكاب الجريمة، وكان حزيناً أن يستقر الأمر على ذلك، فسيذهب بوكلاندا إلى السجن مداناً بقتل الفتاة، على أن أفراد الشرطة كانوا حريصين على استجلاء قضية أخرى لم تحل، عن فتاة أسمها ليندا مان، وعمرها أيضاً خمسة عشر عاماً، وأيضاً من ناربورو، وهي أيضاً قد اغتصبت وخُنت وتركت في حقل في الخلاء، ولكن هذا كان قبل ذلك بما يقرب من ثلاث سنوات، كانت الجريمة متماثلتين تماماً بالغاً بحيث بدا من غير المعقول ألا يرتكبهما الرجل نفسه، ولكن بوكلاندا رفض الاعتراف بقتل مان.

وصلت إلى الشرطة أخبار عن إنجاز إليك جفريس في البصمة الوراثية، وذلك عن طريق الصحف، ولما كان جفريس يعمل في ليستر، على بُعد أقل من عشرة أميال من ناربورو، فقد اتصلت الشرطة المحلية بجفريس، وسألته إن كان يمكنه إثبات إدانة بوكلاندا في قضية مان، ووافق على محاولة ذلك، وأمدته الشرطة بسائل متوى أخذ من جثت الفتاتين وبعينة من دم بوكلاندا.

لم يواجه جفريس سوى صعوبة قليلة في العثور على التوابع الدقيقة المختلفة الموجودة في كل عينة، وبعد البحث لمدة تزيد على الأسبوع كانت البصمات الوراثية جاهزة، وتبين أن عينتي المنى الاثنتين متطابقتان، ولا بد من أن تكونا آتيتين من رجل واحد، وأغلقت القضية، إلا أن ما شاهده جفريس بعدها أذهله، كان لعينة الدم بصمة تختلف جذرياً عن عينتي المنى: لم يكن بوكلاندا هو القاتل.

احتجت شرطة ليستر شاير بحماس بأن هذا استنساخ سخيف، وأنه لا بد من أن

جفريس قد أخطأ، وأعاد جفريس إجراء الاختبار، كما فعل ذلك أيضاً معمل الطب الشرعى بوزارة الداخلية، وخرجا بالنتيجة نفسها بالضبط، وعلى مضض، سحب رجال الشرطة المحيرون اتهامهم لبوكلاند، وحدث لأول مرة فى التاريخ أن برىء رجل على أساس تنابعات دناه.

إلا أنه ظلت هناك شكوك مزعجة، فبوكلاند، على كل حال، قد اعترف ورجال الشرطة كانوا سيجدون أن البصمة الوراثية مقنعة إقناعاً أكثر كثيراً لو أمكنها أن تدين المدنب مثلما يمكنها تبرة البرىء، وبالتالي، فبعد خمسة شهور من موت آشويرث أخذت الشرطة فى اختبار دماء ٥٥٠٠ رجل فى منطقة ناربورو بحثاً عن بصمة وراثية تتوافق مع ذنى القاتل المختصب، ولم تتوافق أى عينة.

ثم تصادف أن رجلاً يعمل فى مخبأ ليستر، اسمه أيان كيلي ذكر لزملائه أنه أجرى اختبار الدم برغم أنه لا يعيش بالقرب من ناربورو، وأن عاملاً آخر فى القرن قد طلب منه ذلك، وهو كولن بيتشفورك الذى يعيش بالفعل فى ناربورو. زعم بيتشفورك لكيلي أن الشرطة تحاول تليفق التهمة له، وأعاد أحد زملاء كيلي ذكر الحكاية للشرطة، فألقت القبض على بيتشفورك، وسرعان ما اعترف بيتشفورك بقتل الفتاتين الاثنتين، إلا أنه ثبت فى هذه المرة أن الاعتراف حقيقى، فقد توافقت بصمة دنا دمه مع بصمة المني الموجودة فى الجثمانين، وحُكِم عليه فى ٢٣ يناير عام ١٩٨٨ بالسجن مدى الحياة.

وبمرور الوقت وحسن الاستفادة أصبحت البصمة الوراثية إلى حد مذهل دقيقة وجديرة بالاعتماد عليها، إذا استخدمت على الوجه الصحيح وهى تعتمد على عينات صغيرة من أنسجة الجسم، بل حتى مخاط من الأنف، أو بصمة، أو شعر أو عظمة من جثة طال بها الموت.

وفى السنوات الماضية أصبحت البصمة الوراثية أداة لا غنى عنها واستخدمت المباحث الفيدرالية المعلومات عن الدنا فى التعرف على المتهمين فى جرائم خطيرة وصنعت قائمة معلومات عن الأشخاص المجرمين والدنا الخاص بهم. هذه القائمة الموجودة فعلاً فى المجترا. وهى سجل قومى حيث تحوى المعلومات الوراثية لكل

شخص ارتكب جريمة منذ عام ١٩٩٥ م. وأيضاً المشتبه فيهم في حالات القضايا التي لم يصلوا لفاعلها.

وكما استفادت إنجلترا من تطبيق بصمة الدنا استفادت أيضاً الولايات المتحدة الأمريكية ونذكر هنا:

في أواسط الثمانينات أسست بضع شركات خاصة لتجوير عملية تحديد بصمة الدنا لتعيين هوية المتهمين وأبرزها شركة «سيلمارك دياجنوسينيكس» في مرييلاند، وفي عام ١٩٨٨م أدخلت بصمة الدنا لأول مرة في المحاكم لتستخدم كدليل في قضية «فلوريدا ضد تومي لى أندروز».

وفي عام ١٩٨٩م بدأت وكالات الاستخبارات الأمريكية، بعد دراسة متأنية للتكنولوجيا في معاملها الخاصة، في قبول دراسات تقصى السيرة من مؤسسات الطب الشرعى للولايات.. ومنذ ذلك التاريخ وحتى بداية التسعينات استخدمت بصمة الدنا في أكثر من «مائة قضية» بالولايات المتحدة، وأجيزت - وقتها - رسمياً في دائرة قضائية واحدة على الأقل في نحو ٣٠ الولايات.

ولقد قطعت البصمة الوراثية طريقاً طويلاً في العقد الذي تلا استخدام سلطات الهجرة للبصمة الوراثية وقضية بيتسفورك (في بريطانيا)، واستخدامها في الولايات المتحدة الأمريكية، وتعددت القضايا التي استفادت من بصمة الدنا، وفيما يلي بعض التطبيقات الموضحة للاستفادة من بصمة الدنا:

ثالثاً: التطبيقات:

١- التطبيق الأول:

الاستفادة من بصمة الدنا للتحقق من هوية أشخاص متوفين:

حيث تمكن الباحثون من خلال حسن استغلال البصمة الوراثية في التأكيد على هوية (جوزيف مينجل)، والتي استخرجت من القبر في عام ١٩٩٠م.

٢. التطبيق الثانى:

الاستفادة من بصمة الدنا فى التعرف على الأشخاص المتهمين فى الجرائم المختلفة،

وتشمل الأمثلة الآتية:

١- تم الحكم على مواطن بريطانى بالسجن «١١» عاماً لاتهامه بسرقة بنك، والجدير بالذكر أنه تم عمل بصمة وراثية للسارق من اللعاب الموجود على شاشة الأمن.

٢- بحلول منتصف عام ١٩٩٨م بلغ عدد عينات دنا التى جمعتها مصلحة الطب الشرعى فى بريطانيا وحدها ٣٢٠ ألف عينة استخدمت لإيجاد الصلة بين ٢٨ ألف فرد ومشهد الجريمة. واستُخدم ما يقرب من ضعف هذا العدد من العينات لتبرئة أفراد أبرياء. وبسط من التكنيك، بحيث يمكن استخدام مواقع واحدة للتوابع الدقيقة بدلاً من مواقع كثيرة كما حدث أيضاً تكبير للبصمة الوراثية، بحيث إن التوابع الصغيرة، بل حتى التوابع الدقيقة، يمكن استخدامها لتعطى «شفرات قضبان» فريدة. ويمكن إجراء تحليل لا يقتصر على أطوال تكرارات التوابع الصغيرة، وإنما يتناول أيضاً تنابعاتها الفعلية ليضفى على الإجراء حنكة أكثر.

٣- أعلن عمدة نيويورك فى ديسمبر سنة ١٩٩٩م أنه لا يمانع فى أخذ البصمة الوراثية لكل مولود جديد فى المدينة وبالرغم من أن هذه الطريقة ستجعل من كل واحد فى المدينة مشتبهاً به فالشخص الوحيد الذى من حقه أن يخاف من هذا الاختبار فقط هو المشتبه فيه الرئيسى.

٤- فى عام ٢٠٠٠م كانت فرنسا تستعد لإصدار سجل قومى يضم الآثار الجينية بالإضافة إلى البصمة الوراثية لمرتكبى جرائم القتل والاعتصاب.

٥- ذكر تقرير رسمى صدر (فى عام ٢٠٠٣م) أن بريطانيا تحتفظ بسجلات لحوالى ١,٥ مليون شخص فى قاعدة بيانات الحمض النووى، التى تهدف إلى استخدامها عام ٢٠٠٤م فى مكافحة المجرمين الذين يبلغ عددهم حوالى ٣ ملايين مجرم فى بريطانيا. ومن المعلوم أن الحكومة البريطانية تتفق ١٨٧ مليون جنيه

استرليني لتوسيع القاعدة لمساعدة الشرطة على الاكتشاف والاعتقال المبكر وتحقيق المزيد من الإدانات للمجرمين.

بعد حوالي ثلاثين عاماً من ارتكاب جريمة قتل راحت ضحيتها البريطانية هيلدا موريل مدافعة السلام النشيطة تم التوصل إلى الجاني الذي أجهز على ضحيته بعدة طعنات وذلك بفضل النتائج المدهلة التي توصل إليها الحامض النووي أو (ال. دي . إن. إيه).

وترجع أهمية اكتشاف هذا الحادث في التوصل إلى الجاني الحقيقي بعد هذه السنوات الطوال إلى تأكيد حقيقتين مهمتين أولاهما أن الجريمة لا تموت والحقيقة الثانية هي ما أثبتته العلم الحديث من أهمية الحامض النووي في اكتشاف الجاني.

وكما هو معروف أنه لا توجد أبداً جريمة كاملة فلا بد أن يترك المجرم أثراً له في مسرح الجريمة مثل ما حدث في قضية هيلدا حيث عثر رجال البحث الجنائي على خصلة من شعر الجاني كما وجد أيضاً منديلاً عليه بقعة دم بجانب الضحية ومن هنا كان مفتاح الجريمة إما جثة المجنى عليها ذاتها فقد عثر عليها ملقاة وسط شجيرات كثيفة على بعد عدة كيلومترات من منزلها بعد أيام من إبلاغ جاريتها باختفائها. وقد ثبت من تقرير الطبيب الشرعي أن المجنى عليها قد تعرضت لعدة طعنات أودت بحياتها بعد أن تركها الجاني في الغابات الكثيفة تنزف وحدها حتى الموت بدماء باردة.

وحيث إن هيلدا كانت لديها اهتمامات شتى بحركات السلام في العالم والدفاع عن الحريات الشخصية. فكان من الطبيعي أن تتجه أصابع الاتهام إلى وجود جريمة بدافع آخر غير السرقة خاصة أنها لم تقتل في منزلها بل اقتادها الجاني بسيارتها إلى موقع الجريمة حيث لقطت أنفاسها الأخيرة.

ومما أكد أن الجريمة لم تكن بدافع السرقة أنه لم يثبت وجود أي مفقودات خاصة بالقتيلة، إلا أن رجال الشرطة قد عثروا على بعض الأوراق والوثائق الخاصة بالمجنى عليها مبشرة في منزلها كما ثبت أيضاً أن الجاني قد قام بقطع خط الاتصال الموصل إلى منزلها.

ووفقاً لنتائج البحث الجنائي وتقارير الشرطة اتضح وجود علاقة بين الجريمة

وحركات المجنى عليها الشبيطة المناهضة للعنف وتصنيع الأسلحة النووية وتأثيرها القوي على أتباعها باعتبارها كانت أهم عنصر في (اللوبي) الراض لهذه الأسلحة بكل أشكالها والتي يطلق عليها حالياً أسلحة الدمار الشامل.

كما أدلت إحدى الشهادات وهي قريية للقتيلة بمعلومات مهمة خلال التحقيقات التي أجريت حول الجريمة آنذاك وهي أن الضحية كانت لديها معلومات مهمة حول غرق الباخرة (بيلجرانو) المثير للجدل والذي يعد إلى الآن أحد الألغاز السياسية.

وكما هو معروف فقد تحطمت الباخرة بالكامل عام ١٩٨٢ واستقرت في قاع المحيط بركابها وطاقمها وكان على متنها أكثر من ٣٢٠ راكباً إبان حرب فوكلاند.

وقد أكد نشطاء السلام من تلاميذ هيلدا وجود علاقة قوية بين توجهات المجنى عليها المناوئة للعنف والإرهاب وبين مصرعها وطالبوا بمعرفة الحقائق كاملة بعد استجواب الجاني أو التهم للوقوف على الأسباب الحقيقية لمقتلها.

وقد اتضح أن الجاني المقبوض عليه حالياً بتهمة قتل هيلدا موريل هو رجل في السبعين من عمره أي أنه كان في الأربعينيات عندما نفذَ جريمته واعتقد أنه أفلت بها. كما اتضح أيضاً أنه كان جاراً للمجنى عليها ويقطن في منطقة شروزيري وهو نفس الحي الذي كانت تعيش فيه القتيلة.

وتتجه التهمات بالكامل حول هذا المتهم بعد أن ثبت تطابق الحمض النووي للمشتبه به مع نتائج عينة الدم المثبتة لدى أجهزة الفحص الجنائي أدلة أخرى من موقع الحادث إلى جانب تطابق تقارير الشرطة حول أسباب الجريمة ودوافع المتهم وهذا ما ستؤكداه أو ستنتفيح التحقيقات الجارية حالياً مع المشتبه به.

(عن صحيفة الصنداى تايمز البريطانية)

٧- وفي هذا الصدد يُذكر أن مكتب التحقيقات الفيدرالي الأمريكي قد وضع - في الوقت الحالي - معياراً يقوم على ١٣ حيناً مختلفاً عندما تُستخدم معاً يمكن التعرف بها على أي شخص. هذا المركب في الجينات يميز أي شخص عن كل الناس على سطح الأرض.

التطبيق الثالث:

الاستفادة من بصمة الدنا فى جرائم الاغتصاب وإثبات الزنا:

ويشمل هذه أمثلة:

١- المثال الأول:

فى عام ١٩٩٣م اقتحم أحد المجرمين شقة سيدة أمريكية فى منطقة «روزديل بولاية جورجيا» .. وتحت تهديد السلاح اغتصبها وأرهبها. وتم فى النهاية التعرف على هذا الجانى وهو «جون سيزكا» ٤٧ سنة وتمت إدانته وصدر ضده حكم بالسجن مدى الحياة لاغتصابه خمس سيدات من جامعة جورجيا خلال الفترة من عام ١٩٩٥م وعام ١٩٩٦م. وقد تم مقارنة بصمته الوراثية بعينات من مسرح الجريمة فى جورجيا ثم أخيراً تم ربطه بعينات خاصة بحادث الاغتصاب - (فى شقة السيدة الأمريكية) فى روزيل عام ١٩٩٣م.

٢ - المثال الثانى:

من خلال دليل البصمة الوراثية استطاعت فتاة عمرها ١٢ سنة إقناع البوليس بأنها تعرضت لتحرش جدها لوالدها. فقد جمعت الضحية بعض المنى الناجم عن عملية الاغتصاب وأدى هذا الدليل إلى إلقاء القبض على هذا الجدمغتصب.

٣- المثال الثالث:

مونيكاو كليتون:

تم استخدام البصمة الوراثية فى جريمة مشهورة بأمرىكا وهى قضية مونىكا والرئيس الأمريكى السابق «بيل كليتون»، حيث صدر قرار من المحقق لأخذ عينة من دم الرئيس كليتون فى ٣ / ٨ / ١٩٩٨م بواسطة طبيب البيت الأبيض - بعد ادعاء مونىكا لوينسكى المتدربة السابقة فى البيت الأبيض بأن الرئيس الأمريكى السابق كليتون كان يمارس معها الجنس فى البيت الأبيض، وقدمت فستانها الأزرق الشهير والذى كانت عليه بقعة من السائل المنوى للرئيس ظلت محتفظة به بحالته لمدة ١٧ شهراً - وتم إجراء اختبار البصمة الوراثية فى معامل المباحث الفيدرالية، وثبت من خلاله تطابق الحمض النووى فى البقعة الموجودة على الفستان الأزرق مع

الحمض النووي في دم الرئيس السابق كليتون. وللعلم فإن نسبة تكرار حدوث هذه البصمة في حالة الرئيس كليتون، تبلغ ٠,٠٨٧ تريليون حالة. وهذا يؤكد أنه لنفس الشخص بيل كليتون وبالطبع ليس له توأم سيامي نلقي عليه هذه الفعلة.

٤. بصقة .. على الطريقة الأمريكية.. تكشف عن مجرم؛

سبق وذكرنا كيف تمكن البوليس في بريطانيا من القبض على مجرم من خلال أخذ بصقته، وهنا نذكر أنه مع بداية عام ٢٠٠٢م نجح أحد رجال البوليس في منطقة (سان بيتر سبورج) بولاية فلوريدا الأمريكية في تعقب متهم يدعى «تشارلز سي بيترسون» الذي تشبه أوصافه «دوك روبر» الذي يتميز بأصابع أقدامه وهو رجل متهم في ١٥ حادث سرقة وحادثي اغتصاب، وأثناء عملية المقارنة توقف المتهم بيترسون في إشارة المرور وبصق على الأرض قبل أن يهرب بدراجه. وفي ذلك الوقت قام رجل البوليس الذي كان يتعبه بأخذ عينة من البصقة على ورقة لتكون الدليل ضده وبعد أيام قليلة ظهر تقرير المعمل يؤكد مطابقة عينات العينة بعينات المنى الذي قدمته إحدى ضحاياه وتم إلقاء القبض على بيترسون.

٤. التطبيق الرابع:

استخدام بصمة الدنا في مجال اختبار الأبوة:

ومثال لذلك ما حدث في عام ١٩٩٨م حيث أقامت شركة (چين الهوية) لافتات على الطرق الرئيسية عبر أمريكا تعلن التالي: من الأب؟ اطلب غط دنا - ١٨٠٠! وتلفت الشركة ثلاثمائة مكالمه يوميا تطلب اختباراتنا التي تكلف ٦٠٠ دولار، وكانت المكالمات من أمهات غير متزوجات، يطالبن بنفقة لإعالة الطفل من «آباء» أطفالهن، وكذلك مكالمات من آباء متشككين غير واثقين إن كان أطفال رفيقاتهم هم كلهم أبناءؤهم، وبينت أدلة دنا في أكثر من ثلثي الحالات أن الأمهات كن صادقات. ومن النقاط التي تثير الجدل ما إذا كانت الإساءة التي تلحق ببعض الآباء، عندما يكتشفون خيانة رفيقاتهم، تزيد أهمية عما يحدث لغيرهم من استعادة طمأنيتهم، عندما يعرفون أن شكوكهم لا أساس لها من الصحة، وما يمكن التنبؤ به ما حدث في بريطانيا من هياج محموم في وسائل الإعلام عندما عُرِضت هذه

الخدمات الخاصة تجارياً لأول مرة، فيفترض في بريطانيا أن تبقى هذه التكنولوجيات الطبية ملكاً للدولة وليس للأفراد.

٥ تطبيقات أخرى للاستفادة من بصمة الدنا،

في بداية التسعينات من القرن العشرين ذكر العالم «ليروي هود» عن إمكانية استخدام بصمة الدنا في تحديد هوية أفراد القوات المسلحة، وأنه إذا ما طبقنا تشخيصات الدنا على الحيوانات فإنها ستحدد دون لبس نَسَبَ «ماشية الجوائز أو خيل السباق» أيضاً تَبَّأ هذا العالم بأنه سترسم الخرائط الوراثية للمحاصيل النباتية الرئيسية، وتُستخدم في تحديد هوية ثم فيما بعد هندسة الصفات البيولوجية المرغوبة، مثل المحتوى المرتفع من البروتين أو الطعم الأفضل.

رابعاً: من أسباب النجاح المتزايد لاستخدام بصمة الدنا،

ونذكر من بين الأسباب التي كانت وراء النجاح المتزايد لاستخدام البصمة الوراثية أن كل ما هو مطلوب لتعيين بصمة الدنا هو عينة صغيرة من الأنسجة التي يمكن استخلاص الحمض النووي منها (DNA) فعلى سبيل المثال نحتاج: عينة من الدم في حالة إثبات أبوة، عينة من الحيوانات المنوية في حالة اغتصاب، قطعة من تحت الأظافر أو شعيرات من الجسم يكثر وجودها في حالة وفاة بعد مقاومة المعتدى، دم أو سائل منوى مجمد، أو جاف موجود على مسرح الجريمة، عينة من اللعاب.

ولقد تمكن العالمان الأستراليان «رولندفان»، «ماكسويل جونز» في عام ١٩٩٧م من عزل واستخلاص المادة الوراثية من إحدى عينات الدليل ومن دم المتهم، وذلك من الأشياء التي تم لمسها مثل المفاتيح والتليفون والأكواب.

المنهج الأساسي لتحديد بصمة الدنا،

١- يستخلص الدنا أولاً من إحدى عينات الدليل، ومن دم المتهم، ثم يقطع الدنا في كل من العينتين إلى ملايين الشظايا باستخدام إنزيم تحديد يتسر عند تتابعات بذاتها.

٢- تُفَرَّدُ الشظايا بعد ذلك وتفصل عن طريق استخدام جهاز الفصل الكهربى {الكتروفسوريسيز} وهو يُفَرَّدُ بالجيل: Pulsed _ Field gel electrophoresis

(PFGE) حيث تُحمَل كل عينة على رأس حارة خاصة على الجيل، وتُعرض لمجال كهربائي، يجرى على طول هذا الجيل، فتتحرك شظايا الدنا بسرعات تختلف حسب حجمها (الشظايا الأصغر تتحرك أسرع من الشظايا الأكبر). في نهاية العملية تُنقل شظايا الدنا إلى غشاء نيلون وتُثبت لتصبح جاهزة للتحليل.

ولكى تظهر شظايا الدنا المناظرة لأي موقع على الكروموسوم، لا بد أن يستخدم مسبراً مشعاً يحمل من الدنا تابعاً قصيراً من هذه المنطقة يُغمر الغشاء بالمسبر المشع فيقترن بالتابعات المكملّة، وتظهر شظايا مشعة، ثم يُعرض الغشاء لفيلم أشعة سينية طوال الليل لترى أين اقترن المسبر المشع، تميز هذه المواقع بظهور شرائط أنيقة قائمة اللون تسمى «الصورة الإشعاعية الذاتية» "Autoradiography" تشكل الشرائط نموذج دنا العينة للموقع الذي نحن بصدده، يجرى الباحثون أو علماء الطب الشرعي مقارنة بالنسبة لكل موقع ويتبين لهم من خلال ذلك ما إذا كانت نماذج دنا العينة (عدد الشرائط ومواقعها بالضبط) تتوافق مع نظيراتها من دم المتهم، وإذا لم تتوافق النماذج عند كل موقع فإنها تكون مأخوذة من مصادر مختلفة. ومن خلال هذه المقارنة يتبين إذا ما كان المشتبه فيه مذنباً حقيقة أم لا.

خامساً: أهمية بصمة الدنا وضرورة مراعاة الدقة في إجراءاتها:

ها أنت عزيزي القارئ ترى كيف أصبحت بصمة الدنا مآثرة هائلة وأحد الأدلة الرئيسية في علم الطب الشرعي، بل وفي مجال تشخيصات الدنا أيضاً، وقدمتها البيولوجيا الجزيئية إلى نظام القضاء الجنائي، الذي أصبح يعتمد على لغة الجينات. وبات جزئ الدنا كبنك معلومات جينية عن أسلافنا وأصولهم ويعطينا هذه المعلومات كمعطيات سهلة ميسرة وبسرعة ودائماً ما تُستبدل الإجراءات في مجال (تحديد بصمة الدنا) كل فترة بتقنيات أكثر حساسية وسهولة في استخدامها وأقل تكلفة مادية وجهداً، بما في ذلك استفادتها من تكتيكات أخرى مثل الإكثار باستخدام تفاعل (PCR)، وطرق الكشف التي تسمح بالاستدلال المباشر من تتابع الدنا، والأجهزة المؤتمنة التي تقلل احتمالات الخطأ البشري، أيضاً يلزم عند استخدام بصمة الدنا في الجرائم المختلفة مراعاة دقة إجراءات المعمل والعاملين به، فتوافر الدقة يؤدي

لأن يطمئن القاضى للنتائج التى بين يديه وخاصة عند وعيه وإمامه بالنواحي المختلفة المتخذة لتحليل الدنا فيتمكن من إصدار حكمه وهو على ثقة وباطمئنان لمعادلة الحكم. ونعتبر من إحدى القضايا وهى قضية اشتهرت فى فترة نهاية الثمانينات بالولايات المتحدة الأمريكية باسم «نيويورك ضد كاسترو» حيث لم يتوافر عنصر دقة باحثى معمل شركة «لايفكودر» والذى كان مختصاً بتحليل الدنا فأصدر القاضى حكمه فى النهاية بأن بيته بصفة الدنا مقبولة من ناحية المبدأ، لكن التحليل فى هذه القضية لم يتبع المبادئ المقبولة، وحكم بأن بيته الدنا عن التوافق بين الدم الموجود على الساعة وبين دم القتيلتين بيته غير مقبولة قانوناً.

الجولة الثانية: الاستزادة من تداخلات الرنا (RNAi) فى إعاقه السرطان والإيدز،

هى ظاهرة اكتشفت حديثاً وتعرف باسم تداخلات الرنا أو التدخل الرناوى أو اعتراض الرنا (RNA interference {RNAi}، وهى آلية تستعملها الخلايا لإحصار التعطيل {التعبير الجينى}. وهى تمنع جزيئات الرنا التى انتسخت عن الجينات من أن تكون البروتينات التى تكوِّدها هذه الجينات وتحدث هذه الطريقة الطبيعية فى الإسكان الجينى مثلاً: عندما تحاول الفيروسات أن توجه آلة صنع البروتين الخلوية لإنتاج البروتينات الفيروسية.

ويحاول الباحثون - الآن - الاستفادة منها فى اعتراض أو تعطيل الرسائل السيئة القادمة من الجينات - (والتي يترتب عليها الإصابة بالسرطان أو تكاثر الفيروسات الممرضة كالإيدز)، ويأمل الباحثون أن يستعملوا ظاهرة RNAi لعلاج الإيدز والسرطان أو لاتقاء رفض الجسم لعمليات نقل الأعضاء وغيرها من الغرائس transplants.

ولقد تم تعرف ظاهرة "RANI" أول مرة عام ١٩٩٨م فى الديدان الخيطية، وفسرها العلماء بأنها تبدو كوسيلة لإيقاف تكاثر الجينات الوائبة {Jumping genes (الترانسبوزونات transposons). أما فى الكائنات الحية الأخرى فالإنزيمات الخلوية، وهى جزء من آلية RNAi، تستهدف نوعياً (كسراً شاردة من الرنا ذى الخيطين)، قد

تنشأ عن الفيروسات، وتفصل كلاً من الخيطين بعيداً عن الخيط الآخر. ويمضى عندئذ الخيطان المتحرران، في سيرة شرع العلماء لتوهم في فهمها ليرتبط كل منهما بأى مرسال (mRNA) له التسلسل الوراثي المتمم له، ومُبتلاً فعله.

وفي عام ٢٠٠١م وجد «T. توثل» أن نسخاً مختزلة من الرناوات المزدوجة الشريطة - سميت الرناوات الاعترافية القصيرة short interfering RNA (SiRNA) - تستطيع إحصار (تعطيل) الجينات في خلايا الثدييات. وتضاعف بسرعة حد الأبحاث التي تناولت الآلية RNAi مما لا يزيد قليلاً على العشرة في العام ١٩٩٨م إلى عدة مئات في عام ٢٠٠٣م.

ومنذ فترة قامت مجموعة من الباحثين يقودها «ل. ل. رُسي» إمن معهد بيكمان للأبحاث في مركز سرطان مدينة الأمل City of Hope Cancer Center بكاليفورنيا؛ قامت بهندسة خلايا بشرية لتصنع أنواعاً من الرنا ذى الخيطين، ثلاثم بعض تسلسلات فيروس نقص المناعة البشري (HIV) ووجد الباحثون أن أنواع الرنا هذه، منعت الخلايا كلياً - بعد إعدادها من صنع بروتينات الفيروس HIV. واستعمل باحثون آخرون ظاهرة RNAi لتعطيل البروتينات ذات الصلة بالسرطان، مثل (الكاتينين بيتا و P53).

وخططت مجموعة «رُسي» لاختبار ذلك لمدة سنتين عند متطوعين مُصابين بالإيدز، ومن تجاربه التي خطط القيام بها... إزالة الخلايا التائية (التي يقضى فيروس الإيدز عادة على عدد كبير منها) من هؤلاء الأفراد، وباستعمال الفيروسات لتقل إلى الخلايا التسلسلات الوراثية لأنواع الرنا ذى الخيطين التي تُكوِّد بروتينات الفيروس (HIV)، ومن ثم إعادة الخلايا المعدلة ونشرها في أجسام المرضى. وتأمل مجموعة «رُسي» في إنشاء معين من الخلايا التائية، التي يمكنها مقاومة الفيروس، ومن ثم يبقى المصابون أصحاء ويستعمل زميلان من زملاء «رُسي» ومساعدون لهما الظاهرة RNAi لتوليد ما يشبه جندياً خلويًا عاملاً لمهاجمة السرطان.

وهناك اختلاف بين استعمال الرناوات SiRNA كأدوية عن علاجات الرناوات المضادة للتعبير الجيني... فالدواء المضاد للتعبير الجيني يتألف من سلسلة تركيبية من

النكليوتيدات التي تترايط برنا مرسال mRNA يضم تسلسلاً متمماً. فهذا الترابط يحصر التعبير الجيني... إن «الرنا SIRNA» يسكت هو الآخر الجينات، حتى إنه من المحتمل أن يستعمل شريطة رنا متمم؛ أي رنا مضاد للتعبير الجيني، كى يقوم بذلك، ولكن ما إن يصبح الرنا SIRNA داخل الخلية؛ حتى يترايط بتجمع من البروتينات، يدعى معقد الإسكات المحرض بالرنا RNA induced Silencing Complex (RISC) الذى يحتفظ فقط بشريطة الرنا المضاد للتعبير الجيني. ويترايط عندئذ المعقد RISC الحامل لشريطة "SiRNA" بالرنا المرسل المستهدف، مانعاً إياه من القيام بوظيفته. أيضاً... خلافاً لأدوية الرناوات المضادة للتعبير الجيني، التى ظلت قيد التطوير خلال الخمسة عشر عاماً الماضية، فإن الرناوات SiRNAs لا تقوض فقط جزئياً مفرداً من الرنا المرسل، بل تعمل كمحفزات تنجز العمل نفسه مراراً وتكراراً، وهذا يفسر ولو جزئياً فعاليتها الواضحة. بل ويضاف لذلك أنها تفوق فعالية الرناوات المضادة للتعبير الجيني ما يزيد ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مثل.

ويؤكد على ذلك تعليق إحدى الباحثات بمعهد هاورد هيوز الطبى بجامعة يوتا حيث تذكر أن ظاهرة RNAi كانت فى التجارب المختبرية أكثر نجاحاً فى إعاقه التعبير الجيني من تقنية الرنا المضاد للانتساخ antisense.

لقد أصبح الرنا RNAi أداة بحثية متميزة خلال وقت قصير، وأيضاً هناك عدد من العقاقير المضادة للانتساخ؛ التى تعمل بارتباطها بالرنا، تختبر حالياً فى الإنسان، لكن آلية عملها لا تزال غير واضحة وتأثيرها غير ثابت. وإمكانات «الرنا RNAi» - كدواء ذى أساس جيني لن تتضح إلا بعد انقضاء سنوات عدة، عندما تبرهن التجارب السريرية الأولى أنه فى مقدرة حقنة بسيطة أن توقف التأثيرات التى تنجم عن جينة تُسبب مرضاً من الأمراض.

الجولة الثالثة: مع بعض الجهود المبذولة لإعادة فهم أسرار البرنامج الوراثي الخفى بالخلية والاستفادة منه:

يتنبأ الباحثون وفق ما تبين لهم حديثاً أن يتمكنوا من وضع منظومة منظمة شاملة معتمدة على الرنا يكون لها تطبيقات في علم الأدوية وتطوير العقاقير والتفحص الوراثي.

فالعديد من الاختلافات الوراثية التي تحدد الحساسية لمعظم الأمراض وتعزز خصوصيتنا الفردية ربما يكمن في الهندسة المعمارية لجينومنا، التي تُنظم ولا تكود والتي تتحكم في النمو والتنامي .. لقد جرى بالفعل ربط رناوات غير مكوّدة بحالات مرضية عديدة تشمل لقومة الخلية البائية وسرطان الرئة وسرطان البروستاتة (الموتة) والتوحد والفصام (الشيزوفرينيا). والمتوقع أن يكون فهم هذه المنظومة المنظمة في النهاية حاسماً لفهم شخصيتنا بدنياً ونفسياً، إضافة إلى تباين الخلات في النباتات والحيوانات. وقد يكون مقدمة لاستراتيجيات طبية متطورة من أجل تدخلات طبية ترتقى بالصحة. ومن أجل هندسة وراثية متقدمة بالفعل في أنواع أخرى.

إن جهود الباحثين الآن ليست موجهة فقط نحو الإنترونات ولكن يُضاف إلى الإنترونات ذلك المصدر الكبير الآخر لما كان يُعتقد أنه سقط جينومي ويتألف من الجينات القافية (الترانزيبوزونات) وعناصر متكررة أخرى وتمثل في مجموعها نحو ٤٠٪ من الجينوم البشري لقد أهد الباحثون هذه التتاليات - فيما سبق - بأنها طفيليات جزئية، استعمرت جينوماتنا بشكل موجات في أزمنة مختلفة من التاريخ التطوري، شأنها في ذلك شأن الإنترونات. وكجميع المهاجرين ربما لم يكن مُرحباً بها في البداية، ولكن ما إن رسخت أقدامها في المجتمع (الجينوم البشري) حتى أصبحت هي وسلالتها بصورة تدريجية جزءاً من ديناميته، تتغير وتسهم وتتطور معه.

وتعتقد الكاتبة أن هذا غير صحيح بل هو من صميم المحتوى الجينومي للبشر وليست متطفلة ونحن في انتظار الجديد من نتائج الأبحاث التي تكشف لنا صدق هذا الاعتقاد وأهمية الدور الذي تلعبه - ولقد بدأت بالفعل نتائج هذه الأبحاث ..

حيث ثمة أدلة جيدة وإن كانت غير مكتملة تشير إلى أن الجينات القافزة تسهم في التطور والتنظيم الجينومي للكائنات الحية الراقية الأعلى وقد تؤدي دوراً رئيسياً في الوراثة اللاجينية (تعديل الخلات الوراثية) إضافة إلى ذلك أعلن «Y.E. ليفانوف» في شهر ٧/ ٢٠٠٤م وآخرين، عن اكتشاف مشير يتضمن عملية تحرير طبعة (AtoI) أدينوزين- إلى إينوزين، وهي التي يتبدل فيها تسلسل الرنا عند موقع نوعي جداً. وأوضحوا أن تحرير طبعة (AtoI) من نسخ الرنا في البشر يفوق بمرتبتي كبير ما كان يعتقد سابقاً، وهو يحدث بأغلبية ساحقة في تتاليات متكررة هي عناصر {Alu} التي تكمن في تتاليات الرنا غير المكوّدة. ويكون تحرير طبعة (AtoI) فعالاً في الدماغ بشكل خاص.

وقد ارتبط التحرير الشاذ للطبعة بسلسلة من السلوكيات غير الطبيعية، يدخل ضمنها الصرع والاكتئاب. ومع أن تحرير طبعة الرنا- يحدث إلى حد ما في الحيوانات، فإن عناصر {Alu} لا توجد إلا في الرئيسيات. أيضاً تظهر لنا إمكانية مشيرة للاهتمام وهي أن استعمار عناصر (ALU) لسلسلة الرئيسيات إن لم تكن موجودة أصلاً به ولم تستعمره- جعل من الممكن بروز مستوى تعقيد جديد في تشغيل الرنا وسمح بأن تصبح برمجة الدارية العصبية أكثر ديناميكية ومرونة. ويمكن لتلك التعددية في الاستعمال أن تكون بدورها قد وضعت الأساس لنشوء الذاكرة والمستويات العليا من الإدراك في النوع البشري.

إن ما قد سبق ونبذ كسقط لأنه لم يكن مفهوماً، قد يتضح في نهاية الأمر أنه يحمل أسرار التعقيد البشري، وأنه مرشد إلى برمجة الأنظمة المعقدة بشكل عام. المرجع: العلوم ٣/ ٤/ ٢٠٠٥م موضوع (البرنامج الخفي لدى الكائنات الحية المعقدة) ص ٧٦- ٨٣.

الباب الرابع

بعض التكنولوجيا المرتكزة
على الدنا من الثمانينات وحتى الآن
وتطبيقات متعددة للاستفادة منها

تمهيد:

قالوا:

«توفر التقدّمات السريعة في التكنولوجيا القائمة على الدنا والتي شهدتها السنوات الأخيرة؛ عدّة فعّالة لدراسة الوقائع البيولوجية، كما تُعدّ أيضاً بتغيير مشير في ممارستنا الطب. لقد تمكّننا بالفعل من قدرة على فحص الجسم البشري، من الخلايا المفردة إلى الدنا النووي ونماذج تعبير الجين، قدرة كانت أبعد من أن تُصدّق منذ عشرين عاماً لا أكثر.

«طبقت وبسرعة وبسرعة التكنولوجيا المرتكزة على الدنا في دراسة آليات الأمراض وفي إنتاج عقاقير جديدة. لم تكن قدرتنا على تشخيص الأمراض الوراثية، مثل أنيميا الخلايا المنجلية؛ أو تشخيص الأمراض الوراثية المكتسبة، مثل تكوّن الأورام الخبيثة، لم تكن لتغدو ممكنة دون هذه التكنولوجيا لا ولم نكن نستطيع أن نتيج علاجات كالإنسولين.. لقد تسارع اتساع التكنولوجيا خلال سبعينات هذا القرن وثمانيناته... تطبق الآن الطرق المرتكزة على الدنا في مجالات الجراحة (نقل الأعضاء)، والدواء (السرطان)، وطب الأطفال (التشخيص الوراثي) والتوليد/ أمراض النساء (التشخيص قبل الولادة).

المرجع: «طب أساسه الدنا: الوقاية والعلاج - س توماس كاسكي، الشفرة الوراثية للإنسان. ترجمة د. أحمد مستجير، طبعة أولى سنة ١٩٩٢م عالم المعرفة الكويت سنة ١٩٩٧م ٢١٧».

الفصل الأول:

جولات مع التفاعل المتسلسل للبوليميريز PCR وتطبيقاته

الجولة الأولى:

جولة مع ... التفاعل المتسلسل للبوليميريز (PCR) واستخداماته:
تمهيد:

تفاعل ال-PCR هو تقنية بيولوجية للتكاثر الجزئي لاستنساخ الجينات، وهو يعتمد على استغلال ظاهرة التكامل بين القواعد النيتروجينية على جديلتى الدنا الوراثى ويستفاد منها فى مجالات عديدة وبخاصة فى:

١- فى مجال البصمة الوراثية: وللتعرف على المجرمين وعلى الجثث المشوهة للقتلى فى الحوادث والحروب والزلازل. وسيكون لنا معها لقاء.
٢- فى مجال عمل اللقاحات والتطعيمات الجينية ضد الأمراض المعدية: وستعرض أمثلة موضحة لذلك فيما بعد.

٣- فى مجالى الفحوص الوراثية والكشف عن الأمراض المعدية:
حيث ثبت نجاحه فى سنة ١٩٩٤م فى اختبارات للكشف عن العديد من الأمراض سواء وراثية... أو عن الأورام - بل وقطع باب الشك باليقين بها. وفى مجال الأمراض المعدية مثل استخدامه كتحليل ضرورى لاكتشاف الفيروسات ومعرفة نوع سلالة الفيروس مثل الفيروس {C}، وفيروس الإيدز... وذلك فى وقت مبكر.. وبالنسبة لفيروس الإيدز فإنه يستخدم هذا الاختبار للكشف عن الفيروس مباشرة من عينة مأخوذة من دماء الأشخاص الذين أصيبوا بالعدوى ولم تظهر عليهم الأعراض بعد (أو للتأكد من عدم حدوث عدوى لديهم). وبالتالي يفيد فى سرعة تقديم العلاج وتحسن حالة المرضى لحد كبير.

وفى مصر:

يُذكر أن هذا الاختبار يستعمل منذ فترة ليست بالقصيرة.. ومن بين من أبرزوا أهميته د. «ألفت جميل شاكر» أستاذ مساعد الكيمياء الحيوية بطب قصر العيني والتي نالت جائزة الدولة التشجيعية لتقدمها بأربعة أبحاث عن استخدام اختبار PCR في مجال الأمراض المعدية مثل الالتهاب الكبدي الوبائي C، والدرن، والزوائد الورمية الموجودة في رحم بعض السيدات، وأمكن استخدامه في تشخيص بعض الأورام السرطانية ونقص بعض الهيمات وثبت نجاحه ودقته.

وأكد الكثير من أطبائنا على ضرورة الكشف عن إنزيمات الكبد وعمل تحاليل PCR الكمي في حالة الإصابة بمرض الفيروس الكبدي الوبائي.. (بعدما ثبت نجاحه)؛ وهذا الفيروس يُعد من أخطر الفيروسات التي تصيب الكبد ويتج عنها تلف خلايا الكبد إذا أهمل علاجه، ويستقل عن طريق الدم وأمواس الحلاقة وأدوات علاج الأسنان غير المعقمة جيداً أو أثناء العمليات الجراحية. وباستخدام اختبار PCR يتم ملاحظة الفيروس وتمييز وتشخيص نوع السلالة بدقة والكشف عن كم الفيروس في الدم ومدى قدرته على التكاثر، وبذلك يمكن التحكم فيه ومتابعة حالة المريض منذ البداية وتحديد العلاج المناسب... وتم في المركز القومي للبحوث في مصر العمل على تصميم وسائل تشخيصية صناعية لهذا الفيروس تصالح لعمليات المسح التشخيصي السريع في بنوك الدم والمعسكرات وبذلك تقل نسبة حدوث العدوى عن طريق الدم.. وبالنسبة للفيروس "C" يُذكر أنه تم التوصل لمعرفة خمس سلالات وفي مصر نجد أشهرها Type 4 وعن طريق اختبار PCR يتم التمكن من معرفة أي سلالة فيروسية أو نمط من هذه السلالات الخمسة هو الذي أُصيب به المريض.

وللعلم فإنه عند عدم معرفة السلالة الفيروسية وتحديدتها بدقة وإعطاء العلاج المناسب؛ نجد أنه لا يصلح ولا يؤثر في الفيروس أي علاج آخر وسيظل المريض يعاني من شدة الآلام وفنتك الفيروس به لدرجة تصل لوفاة الكثيرين متأثرين بذلك لذا فبمعرفةنا والتشخيص الدقيق للسلالة المصاب بها المريض عن طريق اختبار PCR فإنه يؤدي لإعطاء علاج مناسب يقضى على المرض فوراً بإذن الله.

لم تنته بعد المجالات التي يستخدم فيها تفاعل (PCR). فهناك المزيد مثل استخدامه لمقارنة الدنا الوراثي للحيوانات وفي مجال التصنيف النباتي وغيرها... مع كل ما سبق وعن قصة ابتكار تفاعل الـ PCR وفكرة عمله وعمل المجس المناسب وكيفية إجراء هذا التفاعل وتطبيقات متنوعة لاستخدام هذا التفاعل والبصمة الوراثية... مع كل ذلك سنقضى وقتنا في هذه الجولة فمعنا... عزيزنا القارئ

أولاً: المقصود باختبار الـ "PCR":

الـ PCR هي اختصار الجملة "Polymerase chain reaction" وهي تعني: التفاعل المتسلسل للبوليميريز.. أو تفاعل البلمرة المتسلسل.. أو تفاعلات إنزيم البلمرة المتسلسل.

وتقنية (تفاعل) الـ PCR في غاية الحساسية وتؤدي إلى إنتاج (تصنيع) الدنا معملياً، ويسمى بتفاعل البلمرة لاحتوائه أساساً على إنزيم بلمرة. ويتم في هذه التقنية استغلال ظاهرة التكامل بين القواعد النيتروجينية على جديلتى الدنا الوراثي، ويُستفاد منها لتكبير وتطويل بادئ من جزء صغير من الدنا، ولإنتاج (أو لاستنساخ أو لإكثار) عدد هائل يبلغ الملايين - بل البلايين من نسخ تتابع دناوى أو جين «يهمنا، أو مطلوب» - خارج الجسم الحى - (أى دون اللجوء إلى الكلونة Cloning باستخدام خلية حية وذلك فى غضون ساعات قليلة لا تتجاوز ٣ - ٤ ساعات، حتى أن عشرين دورة من التسخين والتبريد أثناء التفاعل تنتج أكثر من مليون نسخة من الجين.

وفى حالة إكثار التتابع الدناوى (المطلوب) فإن تفاعل الـ PCR يمكنه ذلك من عينات غاية فى الضآلة من جينوم أى كائن حى.

ثانياً: قصة هذا الابتكار:

فى إبريل من عام ١٩٨٣م كان كارى ماليس "Kary Mallis" فى نزهة فى ليلة قمرية فى كاليفورنيا وتساءل: لماذا لا يتم تصنيع الحامض النووى DNA فى المعمل مثل باقى المركبات والجزئيات البيوكيميائية، وفى هذه الليلة تخيل تفاعل البلمرة

المتسلسل (PCR)، وفي اليوم التالي قام بتغيير منهج البيولوجيا الجزيئية الذي يقوم بتدريسه.

وفكرة تضاعف الـ DNA في المعمل باستخدام PCR سهلة ولكنها متداخلة وغير عادية، وفي عام ١٩٨٥م [وهناك مراجع تذكر أنه عام ١٩٨٦م]، تم نشر أول بحث عن هذا التفاعل على يد كاري ماليس (أو ماليست) وآخرين "Malliset'al"، [في شركة تسييتوس بيير كلبي - كاليفورنيا]. ومن بعدها والبحوث في زيادة مستمرة، وفي عام ١٩٨٩م اختارت مجلة ساينس "Science" تفاعل الـ PCR كأكبر حدث علمي واختارت «إنزيم Taq Polymerase» كجزء العام، وفي عام ١٩٩٣م حصل { Karry } على جائزة نوبل في الكيمياء تقديراً لأهمية هذا الاكتشاف في خدمة البشرية. ومن خلال تعليق بعضهم على هذا الحدث.. فلقد ورد على لسانه:

"It is difficult to think of life without it" وعموماً فإن تفاعل الـ PCR هو طريقة معملية لتكبير (تضاعف - إكثار) جزء معين من الحامض النووي DNA دون اللجوء إلى استخدام البكتيريا كما في إكثار العجين سابقاً.
ثالثاً: فكرة همله (في حالة الشك بالإصابة بأمراض معدية):

نجد أن الباحث بعد تمكنه من أخذ عينة من المريض في بداية المرض - أو يكفى أن تكون هذه العينة نقطة دم على سن إبرة أو مسحة لعاب - ويدخول هذه العينة للجهاز الخاص باختبار PCR وبضغطة زر يتم الكشف عن أي كمية من الفيروس حتى إذا كانت كمية الميكروب غاية في الضآلة. وللعلم فلم يكن بالإمكان من قبل مهما تم الاستعانة باختبارات سابقة أن يتم الكشف عن الفيروس أو البكتيريا الممرضة أو الطفيل المتسبب في المرض ومن عينة ضئيلة للغاية ومن خلال الاختبار يتم مضاعفة المادة الوراثية للميكروب حتى يصل إلى ٣٠ جيل من المادة الوراثية خلال ٣ ساعات مما يسهل من عملية التعرف بسهولة، ويتم إجراء عملية تكبير ونسخ لهذا التسلسل للمادة الوراثية. ويتم تفريق شريطي الدنا الوراثي في منطقة العجين ثم تعريضها للمسبار.

رابعاً: أهمية عمل المسبار أو المجس الوراثى المتاسب [للكشف عن الميكروب فى
تفاعل الـ PCR]:

يمكن للباحثين من خلال معرفتهم للتركيب الجينى للميكروب أن يصنعوا
«مجسات» وهى محتوى على جزيئات غير كاملة من الحمض النووى للميكروب
المطلوب البحث عنه وتشخيصه سواء أكانت مادة الميكروب الوراثية من الرنا الوراثى
أو الدنا الوراثى.. ثم يتم تعريض هذا المسبار (المجس) للدنا الوراثى الموجود بالعينة..
وإذا تلامس هذا المجس مع شريط الدنا المفرد الموجود بالعينة المراد فحصها أولو
كانت تحتوى على الميكروب مثل فيروس مُعدٍ - فإن الحامض النووى للفيروس
الموجود بعينة المريض سوف يتكامل مع جزيئات القواعد الأزوتية للحامض النووى
للمجس - بعد أن تم تكبيره كما ستعرف عما قليل! - فإننا نجد أن طرفى الشريط
الوراثى يتكاملان ويتعلق الشريط كالسوستة وهو دليل على وجود الميكروب المعنى،
ويمكن وسمه بمادة مشعة أو مضيئة.

ويتم الكشف عن الترابط بين القواعد الأزوتية للمسبر والقواعد الأزوتية من
خلال التصوير الإشعاعى والذى يظهر هذه الترابطات فى صورة فقط غامقة.
وبالتالى كان هذا دليلاً على أن الشخص مصاب بالميكروب.

خامساً: عمل مجسات وراثية للكشف عن الأمراض الوراثية:

تطور الأمر كثيراً بعد عمل مجس وراثى للكشف عن مرض هنتجتون لتزايد
المجسات الدناوية للكشف عن أمراض وراثية أخرى بعد أن عرفت مواقع جيناتها
على الكروموسومات، وعرفت تتابعاتها؛ من بينها مرض التليف الكيسى، ومتلازمة
ليش نيهان، ومرض تاي ساكس، ومتلازمة س النهش. ونتوقع أن يستمر العمل
لمعرفة وظيفة كل جين، والجدير بالذكر أن عدد الجينات يبلغ حوالى ٢٢ ألف جين
فقط يحمل جنس الإنسان منها ما يقرب من سبعة آلاف جين؛ أى ثلث جيناتنا يمكن
أن يسبب أمراضاً وراثية!! أصبح من الممكن الآن للمرأة التى تشك فى احتمال أن
يكون الجنين الذى تحمله مصاباً بهذا المرض الوراثى أو ذاك؛ فى أن تختبر دنا الجنين
بالمجس الملائم فتعرف . والمجس الدناوى لا يتطلب إلا قدرأ ضئيلاً للغاية من دنا

الجنين. وهناك الآن تقنية تؤخذ فيها خميلة واحدة من الحمائل المشيمية - بروز واحد من البروزات الإصبعية الشكل الناتجة من الأنسجة الجنينية التي تتخلل رحم الأم وتكون المشيمة - وذلك بعملية يمكن أن تتم في عشر دقائق لا أكثر دون تخدير. والجنين عمره لا يتجاوز الأسبوع. توفر مثل هذه الخميلة من دنا الجنين ما يكفي لاستخدام المحسات الوراثية لكشف ما قد يوجد به من جينات معيبة. ومعنى هذا أنه قد أصبح في مقدور المرأة أن تعرف في المراحل الأولى من الحمل إن كان الجنين مصاباً بالمرض الوراثي الذي تخشاه أم لا.

سادساً، فكرة تقنية الـ PCR [الطريقة التي تعمل بها]:

تعتمد على حقيقة أننا إذا سخناً محلولاً عن الدنا، انفصلت جديلتا اللولب المزدوج إذ لا يربطهما سوى روابط هيدروجينية بين القواعد المكتملة على السلسلتين، ولما يمكننا من استغلال الجداول المفردة التي تنتج عند تسخين الدنا المزدوج الجديلة كقوالب لتمثيل جداول جديدة، وإذا ما بُرد المحلول شكل الدنا ثنائية لولب مزدوجة والتابعات المكتملة تجد بعضها بطريقة غاية في الدقة. مع العلم بأن كل ذلك يتم في وجود إنزيم بوليميريز مناسب.

ويتطلب إجراء التفاعل أن يتم توفير ظروف مماثلة تماماً لعملية نسخ وتضاعف الـ DNA داخل الخلية فيجب إضافة مكونات التفاعل الأساسية وهي:

(أ) هيئة من الدنا:

حيث يبدأ تفاعل البوليميريز المتسلسل بعينة من الدنا، من أي طول، نعرف أنها تحمل في مكان ما الجزء الوراثي الهدف (المطلوب).

(ب) طليعتان Primers (المسبران):

لو كان الهدف من التفاعل هو لإكثار الجين فيتطلب الأمر تصنيع جديلتين قصيرتين من الدنا ويشراوح طول هذين التسابيعين القصيرين ما بين عشر وثلاثين نيوكليوتيدة، وكل واحدة من هاتين الطليعتين تكمل تتابعاً نعرف أنه موجود على إحدى السلسلتين، في مكان ما على يسار المقطع الهدف، والأخرى تكمل تتابعاً على

السلسلة الأخرى إلى اليمين). (بمعنى أن الطليعتين يحدان الجين أو التسابع المطلوب تكثيره من الجانبين). ويوضع هذان المسبران (الطليعتان)، واللذان يُطلق على أى منهما اسم الطليعة Primer - في محلول مناسب ومعهما عينة الدنا، ويجرى تحضير أعداد وفيرة منها .. (من الطليعتين) - بجهاز مخلق الدنا DNA synthesizer، أما في حالة تكبير الدنا فيستخدم بادئ (شريط مفرد من الـ DNA) معروف تتابع قواعده ولا يزيد طوله عن ٢٠ نيوكليوتيدة بدلاً من الطليعتين.

٣. قدر وافر (كبير) من النيوكليوتيدات (DNTD).

٤. إنزيم بلمرة دنا (بوليميريز دنا DNA Polymerase)؛

حيث يقوم بتحفيز عملية نسخ الدنا، بأن يقوم بتجميع النيوتيدات على قالب template الدنا، ويلزم أن يكون مقاوماً للحرارة (يتحمل الحرارة)، لذا يُفضل استخدام إنزيم بوليميريز تاق Polymerase "taq" المأخوذ من بكتيريا ثرموس أكواتيكس *Thermus aquaticus* وهى بكتيريا مائية محبة للحرارة، وحتى يقوم هذا الإنزيم بدوره فى إضافة القواعد النيتروجينية وربطها معاً حتى يتكون الخيط المكمل، فإن هذه العملية تتم عند درجة حرارة ٧٢م وهى الدرجة المثلى للحصول على أعلى كفاءة لإنزيم البوليميريز وتُعرف بدرجة حرارة التمديد "extension temperature" وهى لا خلاف عليها ولكن الاختلاف هو فى زمن فترة التمديد، حيث يستطيع هذا الإنزيم إضافة ٦٠ قاعدة فى الثانية عند درجة ٧٢م وبالتالي فعند استخدام تفاعل PCR فى عملية تكبير أجزاء الدنا الوراثى يلزم معرفة أو توقع نواتج التكبير إذا كانت ذات حجم كبير (1.2kb) فإن الزمن المثالى هو ٤٠ ثانية، وإذا كانت أقل من (500bp) فإن ٢٠ ثانية هو وقت كاف.

د. محلول مناسب؛

وهو محلول منظم مناسب لعمل الإنزيم «lox buffer» ويبدأ فيه التفاعل ليحوى الدنا الذى يحمل الجين المراد تكثيره، وبه وفرة من الطليعتين ومن القواعد النيتروجينية الأربعة (أ، ث، س، ج)، وإنزيم Taq polymerase 1، وتتوفر به درجة الحامضية والقاعدية المناسبة لعمل الإنزيم.

٦. توفير درجات الحرارة المناسبة وجهاز "PCR":

ويتم توفيرها من خلال محضين أنابيب التفاعل في جهاز "PCR". وهو جهاز يشبه إلى حد كبير الحمام المائي حيث يقوم برفع درجة الحرارة حتى ١٠٠°C في وقت قصير ثم يستطيع التبريد وخفض درجة الحرارة حتى صفر درجة مئوية وذلك حسب البرنامج المخزن مسبقاً في الجهاز.

ويتأثر تفاعل البلمرة المتسلسل بعدة عوامل منها [نذكر منها خمسة عوامل] وهي:

١. نوع الجهاز (PCR):

فالنوع الجيد من أجهزة الـ PCR يجب أن تتميز بسرعة الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة في أقل وقت ممكن بمعنى عندما تكون درجة حرارة الجهاز ٩٢°C من "denaturing"، والخطوة التالية هي "annealing" $\{٣٥^{\circ}\text{C}\}$ فإن هبوط درجة الحرارة من ٩٢°C وحتى ٣٥°C يجب أن يتم بأسرع ما يمكن والعكس وتعرف هذه الخاصة (ramp)، ويجب تزويد الجهاز بغطاء متصل بالحامل الذي تخضع فيها أنابيب التفاعل block أو بديل وهو نقطة من زيت معدني "mineral oil".

٢. درجة حرارة التفكيك أو التفسير denaturing temperature:

فلأنه من المهم أن يتحول خيط الـ DNA المزدوج إلى خيوط مفردة وذلك بتكسير الروابط الهيدروجينية ويحدث ذلك عند درجة ٩٢°C وهي التي تعرف بدرجة حرارة التفكيك denaturing temperature، وهناك من الباحثين من يفضل تخمين الـ DNA (Template DNA) على درجة ٩٥°C لمدة عدة دقائق للتأكد من أن كل الخيوط قد تحولت إلى خيوط مفردة.

٣. تعرف البادئ على التسابح المكمل له على خيط الـ DNA المضرد (Primer annealing):

فعند خفض درجة الحرارة إلى ٣٥°C (annealing temperature) فإن البادئ يتعرف على التسابح المكمل لتتابع نيوكليوتيداته على أشربة الـ DNA المفردة ويرتبط بها لتكون الروابط الهيدروجينية مرة أخرى وإذا خفضت درجة الحرارة أكثر من

٣٠م ففى هذه الحالة يحدث ارتباط بين البادئ وأى جزء من خيط الـ DNA المفرد والذى ليس بالضرورة أن يكون مكملًا لتتابع البادئ بنسبة ١٠٠٪. ومن المعلوم أن اختيار درجة حرارة {annealing temp} يعتمد على نوع البادئ والغرض من تفاعل البلمرة.

٤- تطويل البادئ Primer extension:

وهى هامة فى حالة استخدام التفاعل فى تكبير أجزاء من الحامض النووى (RAPD)، فبعد أن يرتبط البادئ بالتتابع المكمل له على شريط الـ DNA المفرد فإن هذه المنطقة تُعرف بمشأ التضاعف "Origin of replication" ويبرز هنا دور إنزيم البوليميريز الذى يقوم بإضافة القواعد النيتروجينية وربطها معاً حتى يتكون الخيط المكمل ونكون فى النهاية قد أتمنا تصنيع خيط مزدوج وتم هذه العملية عند درجة حرارة ٧٢م وهى الدرجة المثلى للحصول على أعلى كفاءة للإنزيم. وتعرف بدرجة حرارة التمديد "extension temperature".

٥- تركيز إنزيم البوليميريز، والقواعد والبادئ وحامض الـ DNA الهدف:

ملخص طريقة العمل:

يتم تسخين المحلول أولاً إلى درجة ٩٥م ويبقى هكذا لمدة دقيقتين ثم يتم تبريده إلى ٣٠م ويضاف إنزيم البلمرة. وبعد دقيقتين تكرر دورة التسخين والتبريد. فى كل مرة يُسخن المحلول لتفسخ اللوالب المزدوجة (تتفصل جديلتا الدنا)، فإذا ما برد بردت - عندئذ يلتصق مسيراً الدنا (الطليعتان) بجداثلهما المكملة، يبدأ إنزيم البلمرة فى العمل (بعد التبريد) فىقوم بنسخ منطقة الدنا بين المسيرين (الطليعتين) وفيها المقطع الهدف، وتعمل كل من جديلتى الدنا حديثى التخليق بعد ذلك كقالب لجديلة أخرى، وعند التسخين والتبريد مرة ثانية يتفسخ كل شىء مرة أخرى - لكن المحلول عند التبريد هذه المرة سيحمل ضعف عدد النسخ من الدنا ذى المسابر، وبذلك يتضاعف عدد الجداثل مع كل دورة. وبعد عشرين دورة مثلاً سيكون مقطع الدنا الذى يحمل الهدف قد تضاعف مليون مرة.

ولقد اعتبر تفاعل PCR المتسلسل هو أكثر التقنيات الجديدة ثورية فى

البيولوجيا الجزيئية في عقد الثمانينات لما يتميز به كإجراء مباشر وسريع للكلونة دون خلايا.

ولقد قامت شركة سيتوس بتسجيل براءة العملية، ثم باعت البراءة في صيف ١٩٩١م إلى شركة هوفمان - لاروس بمبلغ ٣٠٠ مليون دولار.

استخدامات متعددة للـ PCR

١- يستخدم في الكشف عن وجود تتابع محدد في عينة DNA.

٢- في التكبير العشوائي للحامض النووي - Randomly Amplified play morphic DNA (RAPD):

حيث يعتبر التكبير العشوائي لأجزاء من الحامض النووي DNA وهو يعرف بـ RAPD أحد أهم التطبيقات المباشرة لتفاعل البلمرة.

وهن كيفية حدوث عملية التكبير العشوائي فإننا نجد أن الباحث يتبع الآتي:

(١) يتم مراعاة توفير ظروف ماثلة تقريباً لنفس ظروف عملية نسخ وتضاعف DNA والسابق عرضها منذ قليل من إنزيم بوليميريز، ووفرة من القواعد النيتروجينية، ... إلخ إلا أننا نضع مع هذه المكونات بادئ (شريط مفرد من الـ DNA معروف تتابع قواعده وقصير لا يزيد طوله عن ٢٠ نيوتيدة) «ولا نضع الطليعتين السابق الحديث عنهما في تفاعل PCR ويراعى في هذا الإجراء ما يلي:

من المهم جداً أن يتحول خيط الـ DNA المزدوج إلى خيوط مفردة وذلك بتكسير الروابط الهيدروجينية وهو يحدث عند ٩٢م وتعرف بدرجة حرارة التفكيك، والتحول غير الكامل لشريط الـ DNA إلى خيوط مفردة سوف يترتب عليه وجود عدد من الأشربة غير المفردة وبالتالي لا يستطيع البادئ التعرف عليه والارتباط في الخطوة التسالية (annealing) وبالتالي فإن ناتج تفاعل البلمرة سيكون قليلاً وغير حقيقى ولذلك فإن معظم الباحثين يفضلون تخمين الـ DNA المراد تكبيره على درجة ٩٥م لمدة عدة دقائق لتأكد من أن كل الخيوط قد تحولت إلى خيوط مفردة.

(ب) تعرف البادئ على التتابع المكمل له على خيط الـ DNA المفرد:

فبعد خفض درجة الحرارة إلى ٣٥م (annealing temperature) فإن البادئ يُعرف على التابع المكمل لتتابع النوتيدات على أشربة الـ DNA المفردة ويرتبط بها (تكون الروابط النيتروجينية مرة أخرى).

(ج) تطويل البادئ Primer extension:

بعد أن يرتبط البادئ بالتابع المكمل له على شريط الـ DNA المفرد فإن هذه المنطقة تُعرف بمشأ التضاعف Origin of replication، ويأتى دور إنزيم taq polymerase الذى يقوم بإضافة القواعد النيتروجينية وربطها معاً حتى يتكون الخيط المكمل وبذلك يكون قد تم تخليق خيط مزدوج وتتم هذه العملية عند درجة ٧٢م وتُعرف بدرجة حرارة التمديد وهى لا خلاف عليها ولكن الاختلاف دائماً هو فى زمن فترة التمديد فمن المعروف أن إنزيم البوليميريز يستطيع إضافة ٦٠ قاعدة فى الثانية عند درجة ٧٢م، وبالتالي فمن المهم معرفة أو توقع نواتج التكبير فإذا كانت ذات حجم كبير (1.2kb) فإن الزمن المثالى هو ٤٠ ثانية وإذا كانت أقل من (500bp) فإن ٢٠ ثانية هو وقت كاف.

وفى حالة استبدال البوادئ المتخصصة والمكملة لتتابع معين (محدد) ببادئ عشوائى (عبارة عن عشرة أو عشرين نيوكليوتيدة). سوف يرتبط البادئ العشوائى بشريط الحامض النووى المفرد إذا تصادف وجود تتابع مكمل له على شريط الحامض النووى، وحيث إن البادئ العشوائى قصير وشريط الحامض النووى طويل جداً واحتمالية تواجد عشرة نيوكليوتيدات على شريط الحامض النووى المفرد مكتملة لتتابع نيوكليوتيدات البادئ عالية فإن إمكانية ارتباط البادئ العشوائى أيضاً عالية وبالتالي إمكانية تكبير مقاطع معينة من الحامض النووى باستخدام بوادئ عشوائية قائمة وهذا بالضبط ما يحدث فى تفاعل التكبير العشوائى "RAPD".

وفى عام ١٩٩٥م تمكن «وليم وآخرون» من استخدام بادئ عشوائى قصير يحتوى على القواعد "G-C" بنسبة ما بين ٥٠ - ٨٠٪ من تكبير مقاطع من جزيء الحامض النووى DNA وذلك باستخدام درجة تمديد "annealing" منخفضة نسبياً وتحليل نواتج التكبير العشوائى باستخدام طريقة التفريد الكهربى (RAPD)

Profiles) لعينات حامض نووي من مصادر مختلفة، وجدوا أن هذا الأسلوب مفيد في الكشف عن الاختلافات الوراثية.

٣- استخدام الـ PCR في إكثار قطعة محددة من الجين،

مثال توضيحي يبين كيفية استخدام تفاعل الـ PCR في إكثار قطعة محددة لجين):

١- يراعى توفير كافة الظروف المناسبة لإجراء التفاعل والسابق عرضها مع العلم بأننا لا نستخدم بادئاً ولكن طليعتين يجرى تحضير أعداد وفيرة منهما بجهاز مخلق الدنا DNA synthesizer.

٢- ستفرض أن الجين الذي نود [إكثاره أو إنتاج كميات منه أو استنساخه) ينحده على جانبيه (الطليعتان) الموضحتان كما سيلي، (وستعتبر أن البادئ مكون من ٣ قواعد فقط):

الجديلة (١) ٥... — ث ث س — ج ج أ... ٣

من اللولب المزدوج بقية مقطع جديلتا الجين بقية مقطع الدنا التي

الدنا الذي المطلوب تكثيره نريد التخلص منها

نريد التخلص منها للحصول على الجين وحده

للحصول على الجين وحده

الجديلة (٢) ٣... — أ أ ج — س س ث... ٥

الطليعة (١) على الجديلة (١) من اللولب المزدوج هي ٥- ث ث س- ٣ (وقد

كتبت بينط أسود) والطليعة (٢) على الجديلة (٢) هو ٣- س س ث- ٥.

٣- بتسخين المحلول لدرجة ٩٥م كما سبق وذكرنا أو لدرجة ٩٤م كما ذكرت

بعض المراجع الأخرى).

٤- يبرد المحلول بعد ٥ دقائق إلى ٣٠- ٧٢م فنلتحم الطليعتان كل بالتتابع

المكمل، وتشرح كل بدءاً من تتابعها في بناء جديلة مكاملة للقديمة التي التصقت بها.

الجديلة (١) القديمة ٥... — ث ث س — ج ج أ... ٣

الجديلة (١) - أ) ٣... — أ أ ج — س س ث ٥ لولب مزدوج ناشئ عن

الجديلة (١)

الجديلة (٢) القديمة ٣... أ ج — س س ث — ه... ه
 الجديلة (٢-١) الجديدة ه... ه ث ث س — ج ج أ — ... ٣ لولب مزدوج
 ناشئ عن الجديلة.

ملحوظة:

من خلال تتبعك عزيزي القارئ للخطوة السابقة سنجد أن الجديلة الجديدة (١-١) تبدأ بالطليعة {٣ س س ث - ه} وأنها لا تحمل كل ما كان من قواعد بالجهة اليسرى (وهو يحدث بشكل طبيعي دون تدخل من الباحث أى أن النيوكليوتيدات التى بها القواعد النيتروجينية جهة اليسار لم تتكون). وبنفس الشكل مع الفرق حدث مع الجديلة (٢-١) فالجديلة الجديدة (٢-١) تبدأ بالطليعة ه- ث س - ٣ (ولا شئ إلى يمينها) وتمتد حتى نهاية المقطع المكمل إلى اليسار، عند تسخين المحلول مرة ثانية لدرجة الحرارة المثلى ينفصل اللولبان المزدوجان كل إلى جديلتيه، وسنهتم هنا فقط بالجديلة (١-١)، الجديلة (٢-١)، وعندما يبرد المحلول تلتحم الطليعتان كل بالتابع المكمل:

الجديلة (١-١) ٣... أ ج — س س ث ه لولب مزدوج ناشئ من
 الجديلة (١-١)

الجديلة (١-ب) ه... ه ث س — ج ج ٣١

الجديلة (٢-١) ه... ه ث س — ج ج ٣١

الجديلة (٢-ب) ٣... أ ح — س س ث ه لولب مزدوج ناشئ عن الجديلة (٢-١)
 (ث)

ولمالك تلاحظ عزيزي القارئ أن الجديلة (١-ب) لا تحمل من الجديلة الأصلية (١) إلا منطفة الجين ومعها الطليعة (١) والقواعد المكملة للطليعة (٢)، وأن الجديلة (٢-ب) لا تحمل أيضاً من الجديلة (٢) الأصلية إلا منطفة الجين والطليعة (٢) والقواعد المكملة للطليعة (١) بتكرار التسخين والتبريد يتضاعف تكرار (١-ب)، (٢-ب) أسياً exponentially عشرين دورة كهذه لتنتج أكثر من مليون نسخة من الجين فى المحلول {لولب المزدوج المكون من الجديلتين (١-ب) و (٢-ب) هو الجين}.

وتلاحظ عزيزى القارئ أن هذه التقنية وكأنها تبحث عن منطقة الجين أو التابع المطلوب بنفسها؛ ثم تنتج منه الأعداد الكثيرة التى ذكرناها، ولا يحتاج الأمر من الباحث سوى أن يفصله عن بقية الجينوم فى آخر التفاعل، بمعنى أننا نستطيع أن نستخدم الجينوم الكامل للكائن الحى، ثم نترك للتقنية أمر اقتناص الجين ونسخه ملايين المرات دون تدخل منا!!!. يكفى فقط أن تعرف ترتيب القواعد فى الطليعتين اللتين يحدان الجين المطلوب.

التنقية:

يتبقى فى المزيج (المحلول) بجانب الجينات التى تم إنتاجها، كمية من القواعد النيروجينية ونسخ من الطليعتين والبوليميريز وأطوال أخرى من الدنا غير مطلوبة، ولذا نستخلص الجينات المطلوبة فقط ويتم ذلك عن طريق (التفريد الكهربى بالجيل) الذى يفصل الجين عن كل الشوائب، حيث يتخذ موقعاً معيناً فى صورة شريط على الجيل، يمكن أن يقطع، وقد يكرر التفريد مرة أخرى لضمان النقاء.

جولة مع التطبيقات المتنوعة

للاستفادة من تفاعل PCR

أولاً: بعض التطبيقات للاستفادة من تفاعل PCR في الكشف عن القابلية للإصابة بالأمراض المختلفة؛ وتشمل:

١- الاستفادة من التفاعل PCR في كشف الطفرات بالجينات (Oncogenes) وتتضمن أربعة تطبيقات هي:

التطبيق الأول:

في التحقق من وفاة نائب الرئيس نيكسون متأثراً بسرطان المثانة (بعد وفاته بسنوات عديدة!!):

كانت هناك قائمة طويلة بأمراض عديدة مُحيرة تحول أدوات الطبيب والإمكانات المتاحة لديه دون تمكنه الدقيق من تشخيص المرض وعلاجه على الوجه الأكمل والمطلوب ولم يعد مجرد شكوى المريض في مكان محدد ووسائل التحاليل المعهودة أو أخذ عينات من الأنسجة لفحصها تحت الميكروسكوب وعمل الأشعة؛ بكاف لتشخيص المرض في بدايته وعلاجه والقضاء على المرض وما يسببه من معاناة للمريض وكثيراً ما أدى ذلك لتأخر حالة المريض ووقوعه تحت براثن مضاعفات المرض بل والوفاة متأثراً بذلك .

ولنذكر لكم هنا واقعة شهيرة حدثت في سنة ١٩٦٧م بالولايات المتحدة الأمريكية.. وقتها كان للرئيس الأمريكي نيكسون نائب هو (هيوبرت H همفري) وكان هذا النائب قد لاحظ نزول دم مع البول ويعمل الفحوص المتاحة وقتها وأخذ آراء الأطباء لم يتمكن الطب من تشخيص الحالة وظل هذا النائب يعاني حتى عام ١٩٧٦ حيث تقدمت الفحوص الطبية وظهرت مضاعفات مرضية عديدة لنائب الرئيس وتمكن الباحثون من تشخيص الحالة بأنه مصاب بسرطان المثانة أى تأخر

التشخيص ٩ سنوات ورغم أنواع العلاج التي تلقاها (هيوبرت H همفري) لكنه توفي متأثراً بالسرطان .

وبعد وفاته بـ ٢٧ عاماً وابتكار طرق واختبارات جزيئية جديدة منها اختبار PCR تم استئذان زوجة النائب وأخذ عينة بول كان محتفظاً بها منذ عام ١٩٦٧ ومقاطع سرطان مثانة همفري منذ ١٩٧٦ م. كان محتفظاً بها أيضاً وإجراء التحليل بطرق حديثة أوضحت وجود طفرة في الجين (P53) في المادة الوراثية الخاصة بالنائب ومن عينة البول المأخوذة منذ سنة ١٩٦٧ م مما يدل على إصابة النائب بالورم منذ ذلك الوقت.

وهكذا أدى عدم التشخيص المبكر للورم إلى أن يعاني الرجل ٩ سنوات حتى ظهرت عليه أعراض الورم وتأخر العلاج وتدهورت حالته الصحية ثم الوفاة. كان المثال السابق موضحاً لمأساة آلاف الحالات التي تؤكد مدى دور التقدم السريع الذي حدث في مجالات البيوتكنولوجيا والاستفادة من الأدوات والأجهزة التكنولوجية الحديثة وفروع للعلوم الأخرى.

لقد أدى ازدياد قدرة الباحثين على فهم أسرار المادة الوراثية وتحكمهم فيها. وتحليل الدنا الوراثي يمكن استخدامها الآن في مجال الكشف عن أورام سرطانية بعينها عن طريق أخذ عينات من الرئة أو البول أو البراز أو الدم ... إلخ تحوي خلايا مشكوكاً فيها لتحليلها حيث يمكن أن تكتشف مجموعات صغيرة جداً من الخلايا الطافرة المنفصلة من عضو حديث التسرطن.. وهذه العينة يمكن أخذها من بول المريض أو القشع أو حتى السوائل المُفرزة من حلقات الشدي... إلخ ... والحمض النووي بالعينة هو عبارة عن سلم حلزوني مزدوج يتم تكبيره باختبار PCR ثم يُفَرَّق الشريطان المعروفان لحلزون الدنا الوراثي من منتصفه Hybridization، ثم يُعرضان لمجسات أو مسابير وراثية Genetic Probes.

السبق الحديث عنها} وهى مؤلفة من شريط واحد من الدنا يحوى طفرة معينة، وهذه الطفرة هى التى توجد عادة على المادة الوراثية بالخلية السرطانية المتسببة فى حدوث الورم. ومن منطلق أنه إذا كان لدينا دنا وراثي موجود فى العينة المأخوذة من

المريض يحوى الطفرة نفسها وكانت هذه الطفرة هي نفس الطفرة الجينية الموجودة على الدنا الوراثى المفرد بالمجس الوراثى فسنجد أن شريط الدنا الطافر بالعينة سيتحد مع المجس ويعود الشريطان المهجنان من الحمض النووى ليشكلا معاً، وتتعلق السوستة ويصبح دنا حلزونياً مزدوجاً لكن هجين والذى يمكن رسمه بصبغة تآلفية (فلورستية Fluorescent dye) أو أى مادة مشعة radioactive وعند إعطاء تحليل إيجابى بالصبغة دل ذلك على وجود الهجين المتسبب فى الطفرة وبإعطاء تحليل سلبى بالصبغة دل على عدم وجوده.

التطبيق الثانى:

(ب) مع الهجين «راس»:

ومن هذه الهينات نذكر الهجين [راس ras]، ومن المعروف أن الطفرات فى هذا الهجين تحدث فى الكثير من أنواع السرطانات البشرية ولقد بينت الفحوص السريعة المستخدمة لتفاعل الـ PCR والتي تم فيها أخذ عينات حمض نووى لخلايا سرطانية مأخوذة من مرضى السرطان اللمفاوى الخبيث؛ إن الصور المختلفة من المرضى تنتج عن طفرات مختلفة فى جين [راس]. والجدير بالذكر أنه قد استخدمت طريقة المسير كأداة تشخيصية جزيئية للكشف عن هذا الهجين الطافر من خلال المنقب المصنع خصيصاً له وكذلك الهجين الطافر P53.

التطبيق الثالث:

ومنها أيضاً مرض الليمفوما الحويصلية Follicularlymphoma:

الذى ينشأ عن انتقال يحدث ما بين الكروموزومين ١٤، ١٨ فى الإنسان، إذ يرحل جزء محدد من الموقع الدناوى (أ) المشفر للسلسلة الثقيلة لجلوبيولين المناعة Grmmunoglobulin على الكروموزوم ١٤، إلى موقع (ب) جين سرطنة الشدى BCL₂ على الكروموزوم ١٨ من الممكن تصميم طليعتين واحدة للطرف ٣ من الموقع (أ) والأخرى للطرف (ب) من الموقع ب. فإذا ما عرّض الدنا للتفاعل (PCR) فإنه يضاعف مقطعاً دناوياً (طوله ٣٠٠ زق) إذا كان هناك بالفعل انتقال، ليشير ذلك إلى وجود المرض، وإلا التحم المقطعان كلٌّ بمنطقته المكتملة على الكروموزوم ١٨ أو ١٤، ولم يظهر هذا المقطع القصير، أيضاً فى أمراض سرطان القولون، الشدى.

التطبيق الرابع

الكشف عن الجين P53

في عام 1993م تمكن فريق بحثي من جونز هوبكنز من عمل مجس جيني للجين P53، وهذا الجين من مجموعة الجينات الهامة التي تسمى مثبطات الورم، وعند وجود خلايا سرطانية شاذة بالجسم فإن هذا الجين يعطى لها الأمر بأن تفرمل أى توقف عن الانقسام العشوائي الشاذ بل ويأمرها بأن تتحر Apoptosis .. لكن عند حدوث طفرة في الجين نجد أنه لن تحدث هذه الفرملة التي تمنع الخلايا السرطانية من الانقسام العشوائي .. فتستمر مأساة هذه الخلايا في الانقسام العشوائي ليتكون الورم السرطاني.

وبعد تمكن الباحثين من اكتشاف الطفرة التي تحدث في الجين P53 وعمل المجس الوراثي اللازم والاستعانة بتفاعل PCR ويتم استخدامها مع المرضى الذين سبق استئصال أورام سرطانية في المستقبل حيث يتم فحص الخلايا والغدد الليمفاوية التي كانت محيطة بالأورام المستصلحة للبحث عن الجين P53 بها. وبعثابة هؤلاء المرضى تبين أن الذين عاد لهم الورم مرة أخرى هم الذين كان فحص الجين P53 بعد اختبارهم إيجابياً وأن الورم عاد في نفس الأماكن التي تم أخذ العينات منها. بينما الأشخاص الذين كان لديهم هذا الفحص سلبياً لم يعد إليهم الورم مرة أخرى.

والعلاج الكيماوي الذي يتلقاه هؤلاء المرضى بعد إزالة الورم .. الهدف منه تدمير نواة الخلية السرطانية... وطالما أن الجين P53 تالف ولا يعمل إذن لا طائل من العلاج الكيماوي لأن الجين تالف ولن يوقف أو ينتهي ليأمر أى خلايا سرطانية بالانتحار ... لذا يجب إجراء الاختبار الوراثي للتأكد من وجود الجين P53.

وتجدد بنا الإشارة إلى أن هناك أنواعاً أخرى من الاختبارات لا تعتمد على المجس الوراثي في الكشف عن الأورام السرطانية، ولا تعتمد على فحص الجين P53، ومن هذه الاختبارات نذكر:

١) اختبار PSA: ظهر هذا الاختبار في أواخر الثمانينات وتم استعماله لقدرته

على التحذير من الإصابة بسرطان البروستاتا، وهو ما لم يكن بالاستطاعة اكتشافه من قبل، ويتم في هذا الاختبار قياس كمية البروتين المسمى (Phostate Specific Antigen) بمعنى المستضد البروستاتى النوعى [P. S. A] وهو يفيد فى الكشف عن أى ورم بالبروستاتا فى بدايته بالرجال قبل ظهور أعراض أخرى بخمس سنوات أو أكثر.

ويُقدر أن أكثر من ٤٠ ألف رجل ماتوا بسبب سرطان البروستاتا سنة ١٩٩٦م فى الولايات المتحدة الأمريكية.

٢. تطبيقات متنوعة للاستفادة من تفاعل الـ "PCR" فى الكشف عن الأمراض المرتبطة بالجنس فى الأجنة، ولبيان مدى قابلية الإنسان بالأمراض المختلفة:

(أ) هناك أمراض مرتبطة بالجنس متنتحية، تقع جيناتها على الكروموسوم X، وتظهر فى الذكور فقط فى الجينوم يحملها تتجنب النسوة (ذوات التركيب الخليط للجين أن يحملن ذكراً إذا قررن أن يتم الإخصاب خارج الرحم ليُنقل الجين إلى أرحامهن. من الممكن هنا أن تُؤخذ خلية واحدة لا أكثر من كل جنين يتم إنتاجه فى المعمل (عندما يكون عدد خلايا الجنين عشرة). تفحص الخلية بالتفاعل المتسلسل لوجود بعض من تسابع يسمى "DYZ₁". هذا التسابع لا يوجد إلا على الكروموسوم {Y} وطوله {٣٥٠٠ زق} ومنه على هذا الكروموسوم نحو ٥٠٠٠ نسخة، يستعمل التفاعل المتسلسل فى تكثير مقطع منه طوله ١٤٩ زقاً لا يظهر بالطبع إذا كان الجين أنثى.

(ب) أمثلة للأمراض المتنتحية المرتبطة بالكروموسوم (س) والكشف عنها:

من بين الأمراض المشفرة على كروموسوم س مرض حثل دوتشين العضلى، ومرض نقص الأورنيثين ترانسكارباميلير، ومرض نقص العامل ٨، العامل ٩، ومتلازمة ليش نيهان، متلازمة س الهش.

وأمكن للباحثين باستخدام طرق الدنا المطعم التغلب على مشكلة الطفرات المتغيرة لحثل دوتشين العضلى، ومتلازمة ليش - نيهان - ونقص الأورنيثين ترانسكارباميلير. وتمكنوا باستخدامهم تفاعل PCR من كشف فعال للطفرات به إمكانية للأتمتة.

المثال الأول:

مع جين حثل دوتشين:

حيث يتم فحص العينات بحثاً عن الاقتضابات في هذا الجين عن طريق تفاعل PCR مضاعف يكشف ٨١٪ من الاقتضابات بهذا الجين (٤٦٪ من كل الطفرات). ولا يستغرق إجراء هذا التفاعل سوى بضع ساعات والتحليل السابق عليه كان يتطلب إجراءه بضعة أيام.

المثال الثاني:

البحث في جين "HPRT" الذى يسبب متلازمة ليش-تیهان:

يمثل ما سبق ولكن التقدير لا يوفر التشخيص إلا لـ ١٥٪ من الطفرات.

المثال الثالث:

النقص في إنزيم ترانسكار باميليز (أ ت ك):

يستخدم تفاعل PCR في توليد دنا وحيد الجديلة من عينات طبيعية ومن أخرى من المرضى. فإذا ما هُجِّن نوعا الجداول، فنستجد أن مواقع اللاتوافق (الطفرات) بين الجديلتين تكون عرضة للانشقاق الكيماوى، في حين لا يظهر مثل هذا الانشقاق عند تهجين جديلتين من جين (أ ت ك الطبيعي). وبهذه الطريقة يمكن معرفة ما إذا كان أعضاء العائلة يحملون الطفرة أم لا، بعدما يكون قد أمكن تحديد هوية الطفرة في المريض الأصلي (الحالة المرجع).

وللعلم عزيزى القارئ، فإن (الحالة المرجع) نعى بها أول حالة من المرض تُكشف في عائلة معينة، وتشير إلى احتمال أن يحمل الجين المعيب آخرون من العائلة أو من النسل القادم.

أيضاً لبيان مدى قابلية الإنسان بالأمراض المختلفة في مراحل العمر المختلفة، مثل أمراض الزهايمر، وأمراض القلب، وتصلب الشرايين، وغير ذلك مما تبين أن لها علاقة وثيقة بحدوث طفرات في جينات معينة، وبدونها [أى هذه الطفرات] لم تكن تحدث هذه الأمراض، ورغم مدى أهمية هذه الفحوص وأثارها الجانبية إلا أن هناك وجهاً سلبياً لهذه الفحوصات وسبق لنا مناقشته في كتابنا الأول وهو ما يخشاه

الأطباء من أن يؤدي الإعلان عن الفحوص الخاصة بالأشخاص إلى حدوث تفرقة في المعاملة، فعلى الفرض أننا وجدنا جينات بالشخص يمكن أن تؤدي إلى إصابته بالسمنة بنسبة ٦٠٪، أو الإصابة بأمراض القلب بنسبة ٥٥٪، فهل نعتبر هذا الشخص مريضاً، أم نعتبره سليماً ونعامله على هذا الأساس؟ وهل ستعامله شركات التأمين على أن عنده حالة مرضية سابقة وبالتالي تزداد وترفع من مطالبها المالية ومبالغ التأمين من قبل هؤلاء الأشخاص!!؟

ومن خلال نتائج الأبحاث التي توصل إليها الباحثون يذكر أن الأمراض التي لها علاقة بالجينات، ٣٪ منها فقط هي التي تسببها طفرة في جين واحد، ومعظمها ليست قاتلة، ولكي تحدث وتظهر هذه الأمراض فإنها تعتمد على حدوث طفرة في أكثر من عدد من الجينات مع وجود ظروف بيئية ونفسية وعضوية معينة بل ويتدخل الغذاء أيضاً وفترة التعرض لهذه العوامل المختلفة، وهناك أمراض لا تظهر إلا مع كبر السن. وقد يتوفى الشخص قبل ظهور أعراض المرض عليه!!، ولعل الكثير منا لا يعلم أن كلاً منا من الذين يعتبرون أنفسهم من الأصحاء تماماً، يوجد لدينا ما يقرب من أكثر من عشرة (١٠) جينات معيبة يمكن أن تسبب لنا أمراضاً إذا توافرت لها ظروف بيئية مناسبة تدعم ظهور المرض لدينا.

المثال الرابع: تفاعل الـ "PCR" والاستفادة منه في إجراء تحليل للارتباط بين جينتين؛

ويكون ذلك باستعمال حيوانات منوية؛ تحدث أثناء عملية الانقسام الميوزي أن تتبادل الكروموسومات بعض المقاطع فيما يسمى «العبور» Crossing over فتخرج كرموز وموات مؤشبة تتوقف نسبتها على البعد بين الجينتين. فإذا أخذنا عدداً كبيراً من الحيوانات المنوية من شخص خليط في كل من موقعين، وعرضنا دناها واحداً واحداً لتفاعل "PCR" يستعمل فيه في نفس الوقت طليعتين لكل جين، ثم اختبرت النتائج من كل واحد من الحيوانات المنوية بمسابر للأليلات الأربعة، أمكننا أن نعرف نسبة التأشيب ونحدد المسافة بين الجينتين.

٣. تطبيقات توضح الاستزادة من البصمة الجينية وتفاعل ال PCR فى تشخيص الأمراض المعدية:

تمهيد:

حيث يُستفاد مما تم التوصل إليه عن خصائص الحمض النووى وأنه بصمة لا تتكرر عن شخص إلى آخر إلا فى حالة التوأم السيامى مثل حسام حسن وإبراهيم حسن نتيجة طبيعة تسلسل الحمض النووى الفريدة والمختلفة من كائن لآخر، وذلك فى الكشف عن الحمض النووى للميكروب المسبب للأمراض المعدية.. سواء كان بكتريا أو فيروسًا أو طفيلًا أو فطرًا، ولجدهنا أن العلماء استطاعوا من خلال معرفتهم بالتركيب الجينى للحمض النووى للميكروب من صنع مجس {Probe} يحتوى على جزيئات غير كاملة من الحمض النووى للميكروب المراد البحث عنه، أو تشخيصه، سواء كان (DNA) أو (RNA) بحيث إذا تلامس هذا المجس مع عينة الدم المراد فحصها والتي فى حالة احتوائها (منذ البداية على الفيروس) فإن الحامض النووى الفيروسى الموجود فى خلايا الدم سوف يكمل جزيئات الحامض النووى الموجود على المجس Probe (وذلك بالطبع بعد تكبيره وتضخيمه)، حيث يأخذ الباحث عينة من الدم للشخص المريض وهذه العينة تحتوى على كمية ضئيلة من الحامض النووى، والتي قد تصل لنقطة دم فى سن إبرة - حيث يجرون عملية تكبير ونسخ لهذا التسلسل من الحامض النووى الذى تحتويه وهى تسمى عملية amplification، من خلال تكتيك {PCR} ويستمر النسخ ليصل عدد الأجيال المنتجة إلى ثلاثين جيلًا من الحامض النووى ويُقدَّر بها الدنا المُستنسخ بأنه أكثر من مليار مرة (عما بدىء فى أول التفاعل) وكل ذلك خلال ثلاث ساعات.

(١) مثال:

تطوير فحص يعتمد على شفرة المادة الوراثية للجراثومة المؤذية:

أعلن الباحثون فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية منذ وقت قريب عن تطوير فحص معملى جديد يقصر الوقت اللازم للكشف عن سلالة بكتيريا السالمونيلا التى تعتبر

مصدراً شائعاً للتسمم الغذائي والتي توجد أساساً في البيض ، وقال الباحثون إن جهاز الفحص الجديد لا يسهل الكشف عن السالمونيلا فقط وإنما قد يساعد أيضاً في حال وافقت عليه إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية، في الوقاية من المرض بتعريف مصادره، موضحين أن سلالة السالمونيلا المرتبطة بالتسمم الغذائي التي تُعرف باسمها العلمي «سالمونيلا أنترتيديس» تصيب الجهاز الهضمي وتسبب القيء والإسهال والحمى، وقد استطاع علماء كاليفورنيا تطوير فحص يعتمد على شفرة المادة الوراثية للجرثومة المؤذية، وهي عبارة عن سلسلة فريدة من الحمض النووي موجودة في سلالة (سالمونيلا أنترتيديس) فقط والفحص الجديد يمكنه الكشف عن البكتيريا في ساعات قليلة، ويمكن استعمال هذا الفحص في المجازر والمزارع لمنع انتشار وباء المرض حيث يمكنه التحقق من سلامة الماء والطعام المخصص للدواجن.

ولقد سبق وذكرنا في بداية الفصل أهمية هذا التفاعل في الكشف عن الفيروسات الكبدية وفيروس الإيدز... إلخ

(٢) مثال،

عمل لقاحات جينية من المادة الوراثية للميكروب أو الطفيل:

فمن خلال معرفتنا بالبصمة الوراثية للميكروب واستخدام تقنية PCR يمكن عمل لقاحات وأمصال تحتوي على نفس تسلسل من الدنا الوراثي للجزء المعدى للفيروس أو البكتيريا أو الطفيل والحقن بها. والجزء الذي يشعر به الجهاز المناعي للإنسان ويتحفز ضده يسمى «أنتيجين» وتتمكن من خلالها بمنع الأمراض المعدية مثل الملاريا والإيدز والالتهاب الكبدي الوبائي وبالتالي بالجسم بدلاً من حقن الإنسان بالميكروب المسبب للمرض سواء مُضعف أو ميت أو أجزاء منه حيث كان هناك خوف من خطر حدوث مضاعفات التطعيم، وسيؤهل اللقاح الجيني الجديد جهاز المناعة لمهاجمة الميكروب المعدى لأنها تحفز جهاز المناعة لإنتاج خلايا (B), (T) القاتلة والمساعدة وإنتاج الأجسام المضادة وهذه الأجسام المناعية لديها القدرة على التصدي لكل أنواع الأمراض والأورام السرطانية وأشهرها التطعيم ضد فيروس الالتهاب الكبدي الوبائي.

٤. تطبيقات متنوعة للاستفادة من البصمة الوراثية وتفاعل (PCR) فسي
مجالي النبات والحيوان:

(أ) في تصنيف وتعريف النباتات المجهلة:

ومثال لها كما في بعض أنواع النخيل حيث استخدم «صفر وآخرون» منه
البصمات الوراثية في تعريف أصناف النخيل المصري وأفادت في تعريف ٥ أصناف
نخيل مختلفة هي: السمانى - السيوى - الأمهات - الحياتى - الزفلول. ويرز هنا دور
علمنا المصرى د. (صقر) مع زملائه في تعريف صنف النخيل وجنسه بعدما كان
يستحيل ذلك قبل الإثمار، أيضاً يمكن الاستفادة من هذا التكنيك في الكشف عن
التغيرات الوراثية في النباتات الناتجة من مزارع الأنسجة والهندسة الوراثية والتأكد
من مطابقتها للأمهات Quality Control Test، وفي تعريف الجنس كما في النخيل
والباباظ والإسبيرجس، أيضاً يُستفاد به في فحص البذور والنباتات المستوردة للتأكد
من خلوها من الأمراض (الحجر الصحى).

(ب) في تحديد أصل المواد النباتية ومنها النباتات المخدرة

Determination of the Drug Origin.

(ج) أيضاً يُستفاد من البصمة الوراثية في تحديد سلالات الحيوانات ومنها

الخيل التي لها تاريخ عريق لحفظ الحيوانات النادرة في العالم.

(د) يُستخدم PCR لمقارنة الدنا الوراثى للحيوانات المنقرضة بالدنا الوراثى

لحيوانات حية الآن، وهي تنمى لنفس الفصيلة الحيوانية.

ثالثاً: الاستفادة من تفاعل الـ PCR فى إكثار البصمة الوراثية DNA

Fingerprinting المستخدمة فى الطب الشرعى والجرائم:

عندما ظهرت هذه التكنولوجيا المحسنة للوجود كوسيلة قوية لتكبير وإكثار

الدنا خارج الجسم الحى، امتدحها كثير من الباحثين باعتبارها ستمكنهم من تصنيف

الدنا الوراثى؛ بعدما توصلوا لتلك المعلومات القيمة عن التفرد فى البصمة الوراثية

والذى يميز كل إنسان عن الآخر والموجود على الحامض النووى وبالتالى معرفتهم

بصورة أكثر دقة عما سبق عن مدى التقارب بين الآباء والأمهات وأبنائهم (وإمكانية

التحقق من ذلك بصدق كبير)، والتقايم في مواضع معينة على الشريط الوراثي (للأبناء)، بحيث يصبح بالإمكان التأكيد أو نفي ما إذا كان هذا الابن من ذلك الأب أم لا، فيتم إثبات البنية في الطب الشرعي.

بل وكشف القاتل في الجرائم المختلفة، وإدانة المعتصب بتحليل الحامض النووي للسائل المنوي الموجود في مهبل المرأة التي تم اغتصابها، ومقارنته بالحامض النووي الموجود في دم الشخص المتهم بالاغتصاب، أو المشتبه فيه فيتم إثبات أو نفي تهمة الاغتصاب وإصدار الحكم عليه. ومعرفة القاتل في جرائم القتل المختلفة. وتأتي حسن الاستفادة من تفاعل الـ PCR :

هنا عن طريق إتاحة الإمكانية لاستخدام عينات وكميات صغيرة جداً مثل نقطة دم في سن إبرة، أو ظفر أو قطعة من جلد المجنى عليه أو الجاني (من موقع الحادث)، أو نقطة جافة من السائل المنوي، أو بصقة منديل، أو حتى شعرة، أو غير ذلك من الأدلة التي يمكن أن تكون جفّت بعد حدوث الجريمة بوقت طويل.

ثم استخدام تفاعل الـ "PCR" لتكبير وإكثار المادة الوراثية [بهذه العينة] ملايين المرات، وبعد الحصول على هذا القدر الوافر من المادة الوراثية [للعينة] يتم تقطيع هذه المادة الوراثية إلى أجزاء صغيرة باستخدام إنزيمات القطع والتحديد، والتي تُقطع عند مواضع معينة تسمى أماكن الانقسام، ويقطع الشريط الوراثي يصبح لدينا رفليبات كثيرة، وبما أن هذه الرفليبات كما سبق وذكرنا تختلف من شخص إلى آخر من حيث طول القطع الرفليبية، وعدد تكرار وحدات بناء الحامض النووي في كل منها، فإنه يمكن بعد ذلك، من خلال استخدام الباحث لمجس يحمل تركيب وتكوين هذه القطع من الحامض النووي الذي تم تقطيعه، أن يقارنه بحمض نووي آخر يريد مقارنته به [من خلال تكتيك خاص].

الفصل الثانى

« تطبيقات متنوعة للاستفادة من الحمض النووى
الميتوكوندورى والتكنولوجيا المتطورة المرتكزة على الدنا
فى أواخر القرن العشرين وأوائل القرن الحادى والعشرين »

مقدمة الفصل:

سبق وألقينا الضوء على بعض أوجه الاستفادة التى حققها الباحثون من الدنا
الوراثى داخل نواة الخلية وذلك فى البصمات الوراثية وفى عمل استراتيجيات طبية
متطورة... وبهذا الفصل سنكتشف أن للمادة الوراثية الموجودة خارج النواة... دوراً
هاماً أيضاً لا يقل عن الأولى، ويمكن الباحثون أيضاً من الاستفادة منه فى مجالات
هامة عديدة مثل تتبع الأصول الوراثية للأفراد والكشف عن الضحايا.
أيضاً ستكون لنا جولات أخرى بإذن الله مع بعض الأمثلة التى تبرز حسن
الاستفادة من التكنولوجيا المتطورة التى تم التوصل إليها فى نهاية القرن العشرين
ونهاية القرن الحادى والعشرين فى مجالات متعددة مثل الفحوص والاختبارات
الوراثية وفى الجريمة...
ومع الجولة الأولى نبدأ اللقاء... «المثمر»... فمعنا

الجملة الأولى

الاستعانة بالحمض النووي الموجود بالميتوكوندريا

[جزء المادة الوراثية السببية]

تمهيد:

الميتوكوندريات أو السبقيات هي عصيات تسيح في سيتوبلازم الخلية وقد يحمل سيتوبلازم الخلية الواحدة من خلايانا الآلاف من هذه الميتوكوندريات وهي المسئولة عن إنتاج الطاقة بالخلية وبدونها تموت الخلية في لحظة. والسببى حلقة من الدنا تحمل ٣٧ جيناً، ويبلغ طول السبحة الواحدة ١٦٥٦٩ قاعدة. والحمض النووى الميتوكوندري لا يورث إلا عن طريق الأم فقط.. نظراً لتواجده فى سيتوبلازم بويضة الأم بينما لا يأتى من الحيوان المنوى للأب... الذى لا يشارك فى تكوين الجنين سوى بمادته الوراثية فقط... [وقد يأتى يوم فى ضوء تطبيق تقنية الاستنساخ التوالدى الذى لا يشارك فيه الأب حتى بمادته الوراثية مثلما حدث مع النعجة دوللى وغيرها!!!]. والقواعد الكيميائية للمادة الوراثية للميتوكوندريا يحدث لها الكثير من الطفرات الجيدة الخفية. وهذا التراكم البطيء للطفرات الحميدة داخل السلالات البشرية المنعزلة يعنى تباين الميتوكوندريات بين السلالات مع الزمن مما يساعد على استخدام الحمض النووى للميتوكوندريا كساعة جزيئية سريعة تدلنا على الوقائع التطورية فى العشائر البشرية.

ولقد تم الاستعانة بهذا الحمض النووى الميتوكوندري فى حالات عديدة منها:

١- فى تتبع الأصول الوراثية.

٢- فى الكشف عن الضحية ومضاهاة بصمة الضحية بأقاربها وغيرهم.

وسنبداً بعرض التطبيقات المتعلقة بما سبق.

وفيما يلى نعرض أمثلة تطبيقية مختلفة من استخدامات الحمض النووى

الميتوكوندري... فمعتنا...

أولاً: تطبيقات متنوعة للاستفادة من الحمض النووي الميتوكوندري في
تتبع أصول السلالات:

التطبيق الأول:

لتتبع الأصول الوراثية للأفراد مثل عائلة رومانوف [آخر قيصرية روسيا]:
هذه العائلة الشهيرة التي قضت عليها الثورة البلشفية في روسيا وكان هناك
شكوك للتأكد من هوية جثث أبناء هذه العائلة التي تم العثور عليها في يوليو
١٩٩١م ومن خلال تعاون علمي بين إنجلترا وروسيا في سنة ١٩٩٢م تم تحليل الدنا
الميتوكوندري في خلايا العظام الخاصة بهذه الجثث وتم التأكد من أن ٧ من الـ ٩
جثث تم العثور عليها في [إيكاتيرنبرج] في روسيا هم من عائلة رومانوف وهم:
القيصر نيكولاس الثاني، القيصرية [الكساندرا] وأبناؤهما الخمسة [أولجاف، تاتيان
وماريا وأنستازيا، ألكسى] الذين لم يتمكنوا من الهرب ليلة ١٦ يوليو سنة ١٩١٨م
وتم إعدامهم من قبل أعضاء الثورة البلشفية وحدد مكانها.

التطبيق الثاني:

تتبع أصول الإنسان الحديث عن طريق الأم:

ومثال على ذلك مواطن عادي بريطاني يسمى «أدريان ثارجت» أصبح من
المشاهير: حيث طالعتنا الصحف في ٨/٣/١٩٩٧م عن أنه تم العثور على بقايا آدمية
هي سن وعظم في كهف يرجع تاريخها إلى ٨٠٠٠ عام مضت وباستخدام طرق
التحليل الحديثة بتقنيات الهندسة الوراثية والتي تعتمد على الاستفادة من المادة
الوراثية الموجودة بالميتوكوندريا والتي لا يرثها الأبناء إلا عن طريق الأم فقط، وهكذا
تنتقل من جيل لجيل عن طريق الأم فقط... وبذا أمكن للباحثين من خلال طريقتهم
المبتكرة في الفحص تتبع المادة الوراثية بالميتوكوندريا في البقايا الأدمية بالكهف
ليصلوا إلى الحفيد الحالي وهو - أدريان ثارجت !!

التطبيق الثالث:

الاعتقاد بأن إفريقيا هي أول قارة سكنها البشر باستخدام الحمض النووي الميتوكوندري:

تُرى أى قارات العالم عاش فيها البشر أطول الفترات؟! هذا السؤال يمثل لغزاً يثير حماس الكثير من الباحثين لمحاولة فكّه واكتشاف أسرارهِ... وفي ظل التقدم العلمى الذى نعيشه عكف مجموعة من الباحثين الأمريكين فى بيركلى بجامعة كاليفورنيا وهم (آلان ويلسون، ومارك ستونكيچ، ريكسا كان) على جمع المادة السبحية (الحمض النووى الميتوكوندري) من ١٣٥ امرأة من مناطق مختلفة من العالم: من أوروبا، وآسيا ومن غينيا الجديدة ومن أهالى أستراليا الأصليين، وتبين لهم بدراستها أن بعض الميتوكوندريا المأخوذة من الإفريقيات تختلف كثيراً عن غيرها حيث تمثوى على قدر كبير من التباين، وهذا يعنى أن البشر عاشوا فى إفريقيا فترة أطول، أما التباين الأقل فى العشائر غير الإفريقية يعنى أنها قد نشأت عن جماعات قليلة العدد نسبياً هجرت إفريقيا منذ فترة ليست بالبعيدة، ثم انتشرت بسرعة حول العالم - أو حسب تصورى واجتهادى أرى طالما أن الكعبة هى أول بيت وُضع للناس إذن فالبداية للمعيشة على الأرض كانت فى هذا المكان فى الأراضى حول الكعبة بالسعودية واليمن والأردن... ثم بدأت الدائرة تتسع مع زيادة أعداد البشر... وبعد الطوفان واستقرار سفينة نوح على جبل الجودى فى تركيا بدأت حياة جديدة للبشر تنتشر من هذا المكان لقارات العالم كلها.

ويذكر أن الباحثين قد لجؤوا للكمبيوتر للوصول لتصورهم ورسم أفضل شجرة تربط الـ ١٣٥ امرأة وتوصلوا إلى فرع متميز جداً منفصل لا يحمل إلا نساء كلهن إفريقياات، وينشأ من أعماق جزء فى الشجرة. وقال الباحثون أن امرأة تحمل سبحة من المادة الوراثية بذاتها هى أصل كل سبحيات (ميتوكوندريات البشر اليوم) وأنها كانت تعيش فى مكان ما بإفريقيا منذ نحو ١٤٠ ألف عام... وفى اعتقادى أن الباحثين قد ربطوا بين الهجرات والمكان... أو ليس من الممكن أن تكون أصل هذه النسوة

الإفريقيات هي سيدة لم تبدأ معيشتها في إفريقيا وإنما في الجزيرة العربية... الأيام
بيننا!!!.

التطبيق الرابع:

الكشف عن الأقارب والأسلاف عبر الزمن:

فمن المعروف أن الدنا الميتوكوندرى الموجود بالميتوكوندريا لا يوجد في النواة
ولكن في السيتوبلازم حيث للأبناء من خلال الأم فقط، إذن الدنا الميتوكوندرى غير
مختلط مع دنا آخر فقط من الأم للأبناء وهكذا؛ إلا إذا حدثت طفرة. ويخبرنا أحد
الباحثين [مارتن ريتشارد] بأن الأجداد الأمريكيين القدماء كانوا ينقسمون إلى ٣
موجات أساسية ومعظم الأوروبيين ينحدرون من أم وجدّات يرجع أصلهم إلى
الصيادين القدماء منذ حوالي ١١٠٠٠ - ١١٤٠٠٠ سنة.

التطبيق الخامس:

استخدام الحمض النووى الميتوكوندرى فى التمييز العرقى بين البشر:

ربما كانت خطورة نتائج مشروع الجينوم هي سوء استخدام المعلومات التي
ستنتج عنه. فالمؤكد أنه ستوجد فروق جينية بين الشعوب المختلفة وسيجد السياسيون
فى ذلك ما قد يستخدمونه فى ادعاء فروق عرقية وراثية لا سبيل إلى التخلص منها
بين الشعوب، لا سيما بين شعوب العالم الثالث وبين غيرها. أيوجينيات بشكل
جديد.

ولقد اكتشف الباحثون منذ فترة صورة من جين لا توجد فى الشعوب
(السوداء)، وإنما فقط فى الشعوب غير السوداء. الصورة الموجودة فى القوقازيين
تجعل حاملها «ذكياً». أما الصورة الموجودة فى السود فتجعل جسم الفرد «قوياً». وهذا
الجين يورث فقط عن طريق الأم، لأنه موجود على السبّحيّات (الميتوكوندريا)
الموجودة فى سيتوبلازم البويضة وبدا تنتقل إلى النسل ذكوراً وإناثاً عن طريق الأم
فقط. والتعليق على ذلك أنه لو كان هذا الزعم صحيحاً، فإن الرجل «الذكى» لا
يورث «ذكاءه» إلى أبنائه.. لأن ذكاهه المتسبب فيه هذا الجين (الميتوكوندروى) قد
أتى له عن طريق الأم فقط... إن مثل هذا الكلام ظهر بالفعل فى كتب كتبها علماء

كبار، وتدعو إلى «اليوجينيا» والتي تعنى تحسين الإنسان وراثياً وتنتهى إلى أنه لا أمل فى تقدم مثل هذه الشعوب التى حرمها الله من نعمة هذا الجين!!؟

ويذكر «د. مستجير» أن هذا الكلام يوافق مزاج بعض الساسة فى الغرب، يبررون به طريقة معاملتهم لشعوب العالم الثالث. ويضيف «د. مستجير» أن ما ذكر فى تلك الكتب أكد أن «متوسط» معامل ذكاء كل شعب من الشعوب العربية يقل عن ٩٠، والرقم ٩٠ هو الحد الذى تحته لا يمكن لدولة أن تتقدم!!

ثانياً: فى الكشف عن الضحايا ومضاهاة البصمة بأقاربهم وغيرهم:

ومن بين المتخصصين فى الاستفادة من الحمض الميتوكوندرى فى الكشف عن الجرائم؛ نذكر د. «ميشيل» وفيها يتم الكشف عن الحمض الميتوكوندرى فى العظام المتحللة؛ بأخذ عينات دم من الأشخاص وأقاربهم حيث ثبت أن الحمض النووى المأخوذ من الضحية يتطابق فى الجينات مع أقارب الضحية (فى الأحوال العادية). وتوجد حادثة تمثل تطبيقاً لما سبق،

فمنذ أكثر من ١٠ سنوات أبلغت سيدة المباحث الفيدرالية (FBI) عند سماعها شخصاً يخبر صديقه بالتليفون عن قتله لسيدة ودفنها فى وسط الغابة وحدد مكانها. وتمكنت المباحث من العثور على الهيكل العظمى للسيدة وبفحص الحمض النووى الميتوكوندرى الخاص بها من هيكلها العظمى وعمل مقارنة بينها بالبيانات المخزنة على الكمبيوتر للأشخاص المفقودين، وبذلك تم التعرف على القتيلة وبالتحرى أمكن معرفة القاتل.

الجولة الثانية

جولة مع: بعض التطبيقات التي تبرز حسن الاستزادة
من التكنولوجيا المتطورة في أواخر القرن العشرين
وبداية القرن الحادى والعشرين فى مجالات
متعددة مثل: الجريمة والفحوص الوراثية
والكشف عن الميكروبات

التطبيق الأول:

تمهيد:

نبرز من خلال تطبيقات هذه الجولة؛ كيف أن عجلة التطور العلمى مستمرة ولا تتوقف ولا يحدها حدود.. وهو ما سنذكره من خلال مشاهدتنا لما يجرى الآن من إنجازات متلاحقة خاصة بتكنولوجيا التعرف على الجينات الوراثية ... لأننا دائماً ما نجد المعامل فى الدول المتقدمة تقوم بعمليات تغيير أنظمتها وتحديث معداتها والانتهاى من الأعمال القديمة والذي يترتب عليه تلك الإنجازات المبهرة، وستعرض فى هذه الجولة لنوعين من التطبيقات:

١- تطبيقات خاصة بمجال الجريمة.

٢- تطبيقات توضح أحدث ما تم فى مجال الفحوص الطبية الوراثية واختبارات الكشف عن الأمراض والميكروبات.

أولاً: التطبيقات الخاصة بمجال الجريمة.. ونقلنى الضوء فيها على ديسكات فك الشفرة الخاصة بالجينات البشرية لمحاربة الجريمة؛

منذ عام ١٩٩٥م وبريطانيا تمتلك قاعدة معلومات خاصة بالجينات الوراثية، وقد قارنت الجينات الوراثية لحوالى ١٦ ألف متهم بالأثار التي تم العثور عليها فى مسرح الجريمة.

وتبذل الآن جهود مكثفة على المستوى الدولى لاستخدام شفرة الجينات الوراثية لتحديد المجرمين والتوصل إليهم وبالفعل ساعدت هذه الطريقة فى اعتقال الكثير من المجرمين وتبرئة عشرات الأشخاص.

ويوجد في الولايات المتحدة الآن حوالي ١٤٠٠ ألف ملف جينات وراثية للمجرمين الذين تم إدانتهم في محاكم البلد وحتى عام ٢٠٠٢م كانت توجد ١٥ ولاية أمريكية تشترك في هذا النظام، ووفقاً لتقديرات سابقة لمكتب التحقيقات الفيدرالي توجد حوالي ٤٠٠ ألف عينة من الجينات الوراثية رهن التحليل، كما توجد ٢٠٠ ألف عينة أخرى في حاجة إلى إعادة تحليل بالوسائل التكنولوجية الحديثة، وكشف مكتب التحقيقات الفيدرالي الأمريكي في شهر أكتوبر من عام ٢٠٠١م النقاب عن قاعدة المعلومات التي أطلق عليها اسم «نظام فهرس الجينات الوراثية القومي» والذي يُمكن السلطات من مقارنة ومثالة آثار مسرح الجريمة بالمشبه فيهم.

وتجد في الولايات المتحدة الأمريكية الآن رجال المباحث، وهم يقومون بإرسال عينات مسرح الجريمة مثل خصلات الشعر، واللعاب، الدم.. إلخ إلى معامل الدولة لتحليلها وتستغرق عملية التحليل عدة أسابيع أو وقتاً لحجم العمل في المعمل. ونظراً لطول هذه الفترة مقارنة بعصر السرعة الذي نعيشه فلقد قدم معهد العدالة القومي الأمريكي الدعم المطلوب للمعامل في جميع أنحاء الولايات لمساعدة العلماء على تطوير ديسكات في حجم ورقة البنكنوت (جهاز صغير محمول) تقوم بتحليل الجينات الوراثية من عينات الدم أو السائل المنوي أو جزء من الجلد: الذي يتم العثور عليه في مسرح الجريمة (الدليل) بل وليقوم رجال المباحث (بعد إعدادهم الإعداد الكافي والمناسب) لتحليل هذا الدليل في مسرح الجريمة باستخدام هذه الديسكات، حيث يقارن الدليل في الحال أو البصمة الوراثية بتلك المخزونة لديه وبذلك يتجنب التأخير الناجم عن طول الإجراءات والتي لن تكون إلا لصالح المذنب.

وبالفعل ساعدت المنح الفيدرالية بالفعل شركة نانوجين على تطوير جهاز تحليل الجينات السوراثية والذي يتم اختباره حالياً في المركز الطبي بدالاس التابع لجامعة تكساس كما تخطط شركة «نانوجين» لإقامة موقعين للاختبارات ويتلخص عمل المعمل في الحصول على العينات البيولوجية تخلط بمواد كيميائية في أنبوبة اختبار من

أجل استخلاص الجينات الوراثية ثم تختار هذه العينات من الجينات تفاعلاً آخر هو تفاعل التكبير والذي يؤدي إلى إنتاج آلاف النسخ من معلومات الجينات الوراثية قبل وضعها في فيلم داخل وحدة متحركة ويعمل مثل جهاز كمبيوتر يعمل بالنس وبوجد بالجهاز الوسيلة التي تقوم باستخدام معلومات الجينات الوراثية.

ورغم أنه في مرحلة التطوير إلا أنه خلال السنوات الأربع القادمة سيكون في المتناول ذلك النظام المحمول لـدسك الشفرة الوراثية وفقاً لتصريحات «بودبروملي» نائب رئيس شركة نانوجين لتسويق جهاز الشفرة الوراثية وتطويره في سان دييجو وهو جهاز صغير محمول.

وتقول «ليزا فورمان» نائبة مدير اللجنة القومية لأدلة الجينات الوراثية أن الرؤية المستقبلية لجهاز فك الشفرة هي أن يذهب رجال البوليس إلى مسرح الجريمة ويأخذوا الدليل ويضعوه في الجهاز الذي يضم القارئ المحمول حيث يتم استخدام المعلومات الخاصة بالجينات الوراثية وتكبيرها وتفتح وسيلة التوقيت قنوات تقوم بخلط المواد الكيميائية وتقوم الكهرباء بمعالجة الجينات عبر الأنابيب حتى تصل إلى الـدسك لتحليلها ، وبذلك يستطيع رجال البوليس الحصول على الدليل الخاص بالجينات في وقت قصير قد لا يتعدى وقت تناول كوب من القهوة.

ملخص لكيفية عمل الجهاز المحمول الذي تطويره شركة نانوجيني:

١- يذاب الدليل في محلول ثم يخضع لسلسلة من التفاعلات الكيميائية التي تستخلص وتعد الجينات الوراثية.

٢- توضع الجينات الوراثية في ملف ثم توضع في أداة القراءة التي تقدم إمدادات الكهرباء فتتحرك الجينات عبر دسك، حيث تتفاعل مع جينات وراثية أخرى لتقدم البصمة الفريدة، وبمعنى آخر - (أو بنظرة أعمق نذكر أن) - كل موقع اختبار على الـدسك يحتوى على خيط واحد من الـدنا يُعرف بالمجس ... ونظراً لأن الجينات الوراثية سالبة الشحنة فإنها يمكن معالجتها لتسير تجاه مواقع الاختبار الموجبة الشحنة وإذا كانت عينة الجينات متممة لجينات المسبر (أي الـدنا الوراثي المفرد للعينة

متمم لخيط الدنا الوراثي بالمجس) فإن الخيطين يتحركان مثل الزمام المنزلق ليرتبطا معاً وتشير إلى وجود تطابق تام.

٣- جهاز القراءة يعمل أيضاً ككمبيوتر يعمل بالنات الذى يتصل بجهاز مركزى يحتوى على ملفات جينات وراثية مخزونة من أجل البحث عن المشتبه فيه.

٤- ولقد وضع مكتب التحقيقات الفيدرالى معياراً يقوم على ١٣ جيناً مختلفة عندما تُستخدم معاً يمكن التعرف بها على أى شخص، هذا المركب فى الجينات يميز أى شخص عن كل الناس على سطح الأرض، فك الشفرة الخاصة بالجينات البشرية لمحاربة الجريمة.

ثانياً: الاستزادة من التكنولوجيا المتطورة فى نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحادى والعشرين فى مجال الفحوص الوراثية والكشف عن الميكروبات؛ وتشمل التطبيقات الآتية:

- ١- صنيف الدنا الميكروبي DNA microary.
- ٢- جهاز استكشاف الجرائم المحمولة.
- ٣- أسطوانات جزئية تركيبية ترتبط بالميزاب.
- ٤- أسلاك نانوية للكشف عن الفيروسات والميكروبات.
- ٥- مكافحة التدخين بالحامض النووى DNA.
- ٦- السعى لتقليل تكلفة تحليل مكونات الجينوم لخدمة المرضى ..

١- التطبيق الأول:

صنيف الدنا الميكروبي DNA microarry (أوشيبية الدنا DNA Chip)

تم استعمالها تجارياً لأول مرة فى عام ١٩٩٦م وإن كانت لم تحقق الأمل فيها بعد كأدوات بحث وتشخيص نظراً لأنها لا زالت باهظة الثمن بالإضافة لعوامل أخرى لكن يُشاد بدورها فى كونها تمثل حالياً عماد أبحاث اكتشاف الأدوية - بعدما مكنت فريقاً من الباحثين من المعاهد الوطنية للصحة وجامعة ستانفورد ومختبرات أخرى من التمييز بين المرضى الذى قضى عليهم المرض وأولئك الذين قاوموه، استناداً إلى فروق فى النمط الإجمالى لنشاط مئات الجينات التى توجد فى خلاياهم

الخبثية لحظة التشخيص، والأمل في أن يتمخض هذا الإنجاز عن اختبار تشخيصي يمكن من تعرف مرضى الدرجات القصوى من الخطورة، وهناك أكثر من عشرين شركة تباع هذه الصفيقات أو الأدوات أو البرامج اللازمة لتفسير المعلومات التي توفرها هذه الصفيقات. ورغم أن هذه الصفيقات تأخذ تنوعات عديدة، لكن جميعها يُقيم تركيب المادة الوراثية في عينة نسيجية ما.

تركيب الصفيقات الميكروبية (صفيقات الدنا DNA الميكروبية وتعرف أيضاً بشيئات الدنا أو الشبيبات الجينية):

تتألف بكاملها من هيكل مكون من بقع ميكروبية من جزيئات الدنا الأحادية الشريطة (المسابير)، تتوضع على شبيبة لا تزيد مساحتها على بصمة الإبهام، وتستغل هذه الشبيبات خاصية عملية للدنا وهي التزاوج بين القواعد {Complementary base Pairing} فإذا ما ترابط جزيء من الدنا، استخلص من نسيج ما، بمسبار له التسلسل Aatgcgc، فيإمكان الباحث أن يستتج أن لجزيء الدنا من العينة النسيجية التسلسل التامى TAGCCG. كما أن جزيء الرنا RNA، القريب كيميائياً من الدنا، يتبع على نحو صارم مبدأ تشافع القواعد نفسه عندما يترابط بالدنا وبذلك فإنه يمكن استنتاج تسلسل أي شريطة من الرنا تشافع على الصفيق الميكروبي مع تسلسل الدنا.

ولسنوات عديدة شكلت تفاعلات تشافع القواعد التامى أساساً لعدد كبير من الاختبارات البيولوجية. (ستحدث عن بعضها عما قليل) - لكن بالنسبة لصفيقات الدنا فإنها تمتاز عن هذه الاختبارات بقدرتها على أن تقتفى (على التوازي) أثر عشرات الآلاف من تلك التفاعلات على شبيبة واحدة، ولقد غدا اقتفاء الأثر ممكناً لأن كل نوع من المسابير (سواء كان جينة أو تسلسلاً أقصر مكوداً) يتوضع في بقعة مسبقة التجديد من grid تشبه رقعة الشطرنج توجد على الشبيبة، ولأن جزيئات الدنا أو الرنا تصب فوق الصفيق تحمل علامة متألقة أو وسماً من نوع ما، فإنه يمكن كشفها بجهاز ماسح. وما أن يتم مسح Scanning الشبيبة، حتى يحول حاسوب البيانات الأولية إلى الأحرف (الرموز) الأربعة التي تقرأ مباشرة وفقاً لألوانها.

ويأمل العلماء من اعتمادهم على هذه الأدوات البحثية الجديدة (صفيقات الدنا الميكروية) هدفين:

١- أن يتم فيما يعرف بتطبيقات النمط الجيني، مقارنة الدنا الموجود على الشببة بدنا عينة نسيجية لتحديد أى الجينات توجد في العينة.

٢- أو لمعرفة ترتيب الأحرف الكودية في شرائط من الدنا لم تتم سلسلتها بعد، ولكن كثيراً ما يستعمل الباحثون هذه الأيام الأجهزة ليس لمجرد تحديد وجود الجينات أو تالياتها في عينة ما، بل لتحديد التعبير (أى مستوى النشاط) العائد لتلك الجينات ويقال إن الجينة تعبر عن نفسها عندما تُتسخ إلى رنا مرسال mRNA وتُترجم إلى بروتين. وتمثل جزيئات الرنا المرسال النسخ المتحركة للجينات وتعمل كقوالب templates لصنع البروتين.

استخدامات أخرى متعددة وهامة للصفيفات الميكروية،

وستذكر استخدامات أخرى ومنها :

(أ) لمقارنة الجينات في كائنات حية مختلفة (للعثور على مفاتيح التاريخ التطوري لهذه الكائنات، على سبيل المثال).

(ب) لمقارنة الجينات في الأورام بمثيلاتها في النسخ السوية (للكشف عن فروق فردية سواء في تركيب الجينات أو في عددها).

(ج) وقد تغدو في يوم ما مقارنة الجينات الموجودة على شبيات الدنا ذات فائدة كبيرة في الممارسة الطبية.

(د) وقد تمكّن الصفيفات المثقنة التصميم من تحديد السبب الحقيقي في العدوى لدى مريض لا تشير الأعراض المرضية لديه على مرض واضح المعالم.

(هـ) وهناك شبيات يجري تطويرها حالياً لتمكّننا من التنبؤ بدقة عن نوع الكائن الدقيق نتيجة أن (إرهايباً يستعمل سلاحاً بيولوجياً) قد نشر بين السكان أنماطاً معينة من الجمرة الخبيثة أو جراثيم دخيلة.

(و) الصفيفات الميكروية والكشف عن السنييس (SNP):

حتى نتحدث عن دور الصنفيات في الكشف عن السنييس، نمر سريعاً على هذا المصطلح (السنييس). ونوضح المقصود به:

ويعتبر تعدد الأشكال العائد لنيوكليوتيد واحد (سنييس Snips): هو التغيرات بين الأفراد في النمط الظاهري لصفة أو بنية ما نتيجة تغيير نكليوتيد واحد في الجينة التي تكود البروتين المسؤول عن وجود الصفة أو البنية، حيث يحل حرف واحد من أحرف الدنا الأربعة (القواعد النيتروجينية الأربعة) محل آخر، ويفترض الكثير من العلماء أن تعدد الأشكال العائد لنيوكليوتيد واحد Single nucleotide polymorphisms (اختصاراً SNPs) يرجع إليه معظم الفروق الوراثية بين الأفراد، وبناء على هذا التعريف فإنه يمكن الاستفادة من الصنفيات الميكروية الكاشفة عن الجينات في تحديد النزوع (الميل) الوراثي لفرد ما نحو الإصابة بعدد كبير من الاعتلالات، إذ يمكن بناء شبيبة تحمل أشكالاً مغايرة Variants من جينة مرتبطة بمرض ما، للكشف عن السنييس SNPs الخاص بفرد من الأفراد، ومن ثم التنبؤ بأرجحية إصابته بداء الزهايمر والداء السكري أو سرطانيات معينة.. إلخ وبالتالي إمكان مراقبة هؤلاء الأفراد المعرضين لمستويات عالية من المخاطر مراقبة دقيقة وخصهم بالعناية والوقاية المركزة، بل والتدخل الجراحي المبكر أو العلاجي.

(ز) الصنفيات الميكروية ودورها في صياغة التعبيرات Expression Profiling.

أسر هذا المجال على نحو متزايد اهتمام الباحثين خلال السنوات القليلة الماضية، إذ يتبع العاملون في المختبرات هذه الصيغ التعبيرية بقياسهم كميات أنواع الرنا المرسال المختلفة في عينة من النسخ، وبالتالي يمكن القول عموماً بأنه كلما زاد عدد نسخ الرنا المرسال التي تصنعها الخلية، زاد عدد نسخ البروتين التي تنتجها. ولذا فإن كميات أنواع الرنا المرسال المختلفة في عينة ما تشير على نحو غير مباشر إلى أنواع البروتينات الموجودة وكمياتها، ويتم حالياً تطوير شبيبات تقيس قياساً مباشراً مستويات البروتينات.

(ح) الصنفيات الميكروية ودورها في تناول أدوية بعينها لضرر ما دون الآخر:

إذ بوسع العلماء باستعمالهم الجينوم كوسادة مجسية Sensorpad للكشف

عن التفسيرات في نشاط الجينات المختلفة في خلية ما) الحصول على «لقطات» Snapshots تفصيلية متقنة لكيفية تغير وظائف الخلية نتيجة تناول الأدوية أو حدوث الإصابة المرضية. وبمعرفة النمط الإجمالي لتفعيل نشاط الجينات وإيقافه في عينة ما، قد يكون بالفعل أكثر فائدة من المعرفة عن أي جينات بعينها تنشط وتتوقف استجابة لتأثير ما. وفي مثل تلك الحالات يعمل بمشابه توقيع Signature مكتسب بأسلوب الاختزال، يعكس الحالة الجزيئية لعينة نسيجية ما تحت ظروف معينة والمعرفة بالبروتينات التي تسود في نسيج ما تم تعريفه لظروف مختلفة، يمكن أن يعمق الفهم لمعرفة كنه الاختلالات التي يحدثها تطور الأمراض والكيفية التي يعرض بها النسيج عادة عن هذه الاختلالات. ويتم استعمال صفيغات التعبير لفهم وظائف الجينات التي اكتشفت نتيجة للسلسلة التي تمت حديثاً لمعظم الدنا في نواة الخلية البشرية.

- (وتتميز تقنية الصفيغات الميكروية عن باقي التقنيات الأخرى بسرعتها وإمكانياتها أو كفاءتها الأعلى على تحقيق الغرض منها).

أسلوب التأييم بسبب المخالطة: guilt by association;

المعنى الحرفي لسجملته هو تأييم شخص ما (إشعاره بالذنب) - لا لوجود دليل ضده وإنما إستناداً إلى مخالطته للذنب، تطبيقاً للقول «رفيق المجرم مجرم» والقصد هنا هو الكشف عن مادة ما بسبب ترابطها بمادة أخرى قابلة للكشف. وبوسع صفيغات التعبير أن تسد الفجوات، حتى في غياب أي فهم سابق لدور جينة ما في وظائف الجسم. ويقوم مبدأ هذه الطريقة على الإدراك بأن الجينة ليست مجرد جزيرة معزولة، فإذا كانت الجينات في نسيج ما تعمل معاً أو تتوقف معاً استجابة لمؤثر ما (كدواء مثلاً أو عدوى أو طفرة جينية مُحرضة) فإن الباحثين يمكنهم أن يستنتجوا أن هذه الجينات التي تتشابه في تفعيلها وفي إيقافها تعمل وفقاً للسبيل التنظيمي نفسه.

أي أن هذه الجينات تعمل في آن معاً، أو على التوالي، لتحرض حدوث الاستجابة الخلوية مما يمكن الباحثين من التخمين المنطقي عن وظائف أي جينات في المجموعة كانت تعتبر غامضة؛ قبل استخدام التقنية، تشابه وظائف الجينات التي سبق

أن حددت مسؤولياتها الوظيفية ويتم الاستفادة في مجال الأدوية من طريقة «التأثير» بسبب المخالطة» لاكتشاف بروتينات لم يُعرف عنها في ما سبق أنها تعمل في سبيل بيولوجية ذات علاقة بالأمراض. وما أن يتم العثور على تلك البروتينات حتى يقوموا بجدولتها كأهداف لتطوير أدوية جديدة ذات فائدة أفضل، وبالفعل في سبيل التوصل لتحديد أهداف جديدة لأدوية تكافح الاعتلالات الالتهابية والتي يُفسر سببها بأنها نتيجة عدم تمكن الجهاز المناعي بجسم المريض من الوصول لهدفه ومهاجمته بدلاً من ذلك لأجزاء معينة من الجسم فيحدث بها تأذ شديد أدى لظهور هذه الاعتلالات.

تساءل أحد الباحثين ويسمى {S.p لينسلي} عن أي من جينات الخلايا الدموية البيض الخاصة بالجهاز المناعي تزيد، أو تنقص، من إنتاجها البروتيني بالتوازي مع جينة بروتين يسمى إنترلوكين 2 (اختصاراً 2-14) له علاقة وثيقة بالاعتلالات الالتهابية ومن خلال إنتاج صبغ تعبيرية لخلايا دموية بيض تم تعريفها لكيميائيات متنوعة، ومن ثم حدد بدقة (بواسطة برنامج حاسوبي معقد يقوم بمضاهاة الأنماط) مجموعة من الجينات، تنشط دائماً أو تتوقف دائماً عند تفعيل جين الإنترلوكين 2. وتضم هذه المجموعة جيناً لم يسبق تحديده وظيفته بطرائق أخرى ويشير مجمل البيانات إلى أن البروتين الذي تكوده هذه الجينة قد يمثل هدفاً جيداً للأدوية المضادة للالتهابات.

وهكذا يستعمل علماء الصيدلانيات صياغة التعبيرات بطريقة مختلفة؛ أي لتحديد الأدوية المرشحة والتي يُرجح أن تكون ذات تأثيرات جانبية غير مقبولة، ومن ثم لاستبعادها منها في تحديد ما إذا كان مركب ما يمكن أن يضر بالقلب أم لا، أو لمعرفة السبب الذي يؤدي بأحد مشبطات البروتياز (المعروف باسم «رينوتافيز» التي تنقذ عادة حياة المعدن (المخموجين) بفيروس الإيدز {Hiv} أن ينتج بعض تأثيراته الجانبية من خلال تأثيره في الكبد فيؤدي إلى رفع مستويات الكوليسترول وثلاثيات الجليسريد (TG) في الدم، وإلى إعادة توزيع غريبة لدهون الجسم، وإلى مقاومة فعل الإنسولين والأمل في أنه بتلك النتائج الباهرة التي يتم التوصل إليها باستخدام

صفيفات الدنا، يمكن التوصل لترسانة ضخمة من الأدوية تتميز بتأثيراتها الجانسية الأقل.

ويأمل الأطباء في التوصل لأدوات تشخيصية أسرع تصنف المرضى ذوى الأعراض المتشابهة في مجموعات مستقلة متباينة، تفيد من خطط علاجية مختلفة وأمكن الاستفادة من صفيفات الدنا في مجال الإصابة بسرطان الشدى حيث تم ابتكار اختبار وبدأ ذلك المشروع (لا زال في مرحلة التجربة ولم يُعمم) بتوليد صيغ تعبيرية (تواقيع) لأورام أخذت من نحو مائة امرأة، أعمارهن تقل عن ٥٥ عاماً، كانت قد تمت متابعة حالاتهن السريرية لأكثر من خمس سنوات بعد الجراحة. وتم عمل صيف ميكروى يمثل ٢٥٠٠٠٠ جينة بشرية وفى النهاية وجد الباحثون أن توقيعاً (تعبيراً) معينة، أنتجته ٧٠ جينة، يشير بقوة إلى أن النقائل metastases ستظهر حالاً. وكان يشير النمط المقابل لذلك إشارة صريحة إلى احتمالات تطور المرض بصورة تبشر بالخير. وتكون لدى الباحثين انطباع بأن بعض الأورام برُمجت لتغدو نقائل قبل أن تنمو إلى حجم يقل عن نصف سنتيمتر، فى حين أن أوراماً أخرى (أكبر حجماً) برُمجت لكى لا تتشر مستقبلاً.

(فسبحان الله، مَنْ برمج هذه، وبرمج تلك؟!) وقد تساعد صياغة التعبيرات على تمييز المجموعات الفرعية من المرضى الذين يعانون اعتلالات شائعة كالربو والسكرى والبدانة والذين يحتاجون إلى معالجات خاصة.

التطبيق الثانى:

جهاز استكشاف الجراثيم المحمول:

طور هذا الجهاز معمل لورنس ليفرمور ووزارة الدفاع الأمريكية، يحتوى هذا الجهاز المحمول على دوائر للتسخين والتبريد السريع لعمل نسخة مطابقة سريعة للجينات الوراثية وتقوم بتحليل الفيروسات الضارة المحتملة والبكتريا فى دقائق بدلاً من أيام ويستطيع الجهاز تصوير أكثر من ثمانية أنواع مختلفة من الفيروسات أو البكتيريا فى وقت واحد. وتقوم إدارة الخدمات الصحية بولاية كاليفورنيا بتقييم هذا الجهاز لاستخدامه فى المجالات المختلفة.

التطبيق الثالث:

أسطوانات جزيئية تركيبية ترتبط بالميزاب groove:

هي إحدى الطرق الحديثة لكظم الجينات وبخاصة الجينات التي تُكوِّد لظهور أمراض خطيرة.

حيث ابتكر «J.M. هانن» ومساعدوه في جامعة أريك بالمخترا { أسطوانات جزيئية تركيبية بوسعها الارتباط بالميزاب groove الرئيسي الذي يتشكل نتيجة انجذاب حلزون الدنا، فالأسطوانات تلوى الدنا بحيث يتعذر على الإنزيمات بلوغ جيناته. (والجدير بالذكر أن هذه الإنزيمات تحوِّل في الوضع السوي، التعليمات الوراثية إلى الرنا المرسل) لكن لا زال أمام هذه الطريقة الكثير لتتضح معالمها، وعلى العلماء أن يكتشفوا كيفية استهداف جينات بعينها بغية كظمها.

التطبيق الرابع:

أسلاك نانوية للكشف عن الفيروسات والميكروبات:

هي من تطبيقات (الاستخدامات الحديثة للتكنولوجيا متناهية الصغر) حيث تم صناعة أسلاك دقيقة للغاية يبلغ عرضها . ١٠ نانومترات وطولها ألف نانومتر وتستخدم في الكشف عن الفيروسات والميكروبات الخطيرة في الدم داخل الجسم البشري، وتم تطوير هذا الكشف الكيميائي الإلكتروني في جامعة هارفارد وللكشف عن علامات أو أعراض أخطر الأمراض المستعصية مثل سرطان البروستاتا وكذلك للكشف عن الأسلحة البيولوجية مثل الأنتراكس.

هذا الكشف أصغر أربع مرات من حجم الكشاف التقليدي المستخدم في اختبارات الدم العادية كما أنه يمد الأطباء بنتائج فورية ودقيقة وربما يستخدم لعلاج أو هو مضاد حيوي في حد ذاته.

معنى مصطلح «نانوتكنولوجي»: كلمة «نانو» تعني باللغة اليونانية «قزم» وتستخدم في مجال العلوم للإشارة إلى الأشياء الصغيرة جداً جداً.. بدرجة لا يمكن أن يتخيلها العقل البشري.. فهو يعادل عشر مرات من حجم ذرة الهيدروجين وقد

وصفها «توماس كيني» الباحث في جامعة ستانفورد بأنها مقدار نمو أظافر اليد في الثانية الواحدة.

وحالياً نجد أكثر من ٤٥٠ شركة و ٢٧٠ قسماً في جامعات مختلفة بالولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا واليابان تبذل جهوداً مُضنية لإجراء أبحاث علمية مكثفة في هذا المجال. وقد وصل إجمالي المبالغ التي أنفقت على هذه الأبحاث خلال ٢٠٠٤م فقط ١,٥ مليار جنيه إسترليني بينما من المتوقع أن تصل التكلفة النهائية بحلول ٢٠١٢م إلى تريليون دولار أمريكي.

التطبيق الخامس: مكافحة التدخين.. بالعناصر النووية DNA:

كشفت دراسة طبية حديثة أجراها فريق علمي من جامعة أوكسفورد أن اختبار الحمض النووي «DNA» يمكن أن يساعد على تحديد المدخنين الذين تحتوي خلاياهم على جين الإدمان وكيفية الاستفادة منها في وضع برامج تساعد على الإقلاع عن التدخين. خاصة بكل فرد على حدة، بناء على تحليل جيناته الشخصية.

يطلق على هذا الاختبار «اختبار النيكوتين» ويجرى بسهولة، وجد الباحثون أن ٤٠% من المدخنين الحاملين لجين الإدمان يمكنهم أن يقلعوا عنه بنجاح إذا ما استخدموا الأسلوب المناسب للعلاج بالنيكوتين البديل.

أما الذين يمكن أن ينجحوا في الإقلاع عن التدخين بوسائل لا تحتوي على النيكوتين ولا يحملون الجين، فكانت نسبتهم ٢٠%.

كما يمكن أن يظهر الاختبار الجرعة المناسبة من النيكوتين التي ينبغي إعطاؤها للمدخن لكي يقلع عن التدخين.

ويمكن أيضاً أن يتم فحص الأطفال والتحقق من وجود هذا الجين من عدمه وتحديد من لديه احتمال إدمانه للتدخين أكثر من غيره.

التطبيق السادس: السعي لتقليل تكلفة تحليل مكونات الجينوم لخدمة المرضى:

حتى عام ٢٠٠١ كان فك الشريط الوراثي يكلف ٣ مليارات يورو لكل فرد وسعيًا لتقليل التكلفة ولمضاعفة إقبال الأفراد على تحليل مكونات الجينوم تجرى الآن

تجارب بحثية ومعملية لإدخال تقنية جديدة في تحليل الشريط الوراثي تعتمد على القراءة المباشرة لجزئيات الشريط، ومن المتوقع في حالة نجاح هذه التقنية أن يتوافر لكل مريض ملف كامل بشريطه الوراثي وجميع الأمراض التي قد يصاب بها في المستقبل الأمر الذي سيساعد الأطباء على متابعة مرضاهم وتشخيص حالاتهم بشكل أفضل وأدق .

الطريف في الأمر هو أن الشركات تحمست لإنتاج أجهزة عملية لتحليل الجينوم الوراثي آخرها كان عرض إحدى الشركات الأمريكية بفك الجينوم الوراثي وتوفير المعلومات على قرص مدمج مقابل ٧١٢ ألف دولار لكل حالة، إلا أن إحدى الشركات البريطانية فاجأت الجميع حين أعلنت أنه بعد خمس سنوات من الآن ستطرح جهازاً لفك الجينوم كاملاً ولن يكلف الأمر أكثر من ألف يورو وقطرة من دم المريض لتحليلها.

نظرة تأمل في حياة الإنسان (صانع البيوتكنولوجيا) والأسباب الرئيسية لصنع البيوتكنولوجيا

أولاً: تمهيد للجولة: ولنا وقفة

عزيزنا القارئ .. لعله من المناسب في ختام جولتنا بهذا الكتاب أن تكون لنا وقفة!!

فبعد هذا الاستغراق والتوسع في عرض جولتنا الخاصة بالصناعة إنقصد بها عالم البيوتكنولوجيا - وبعد التجول بين ثنايا أطوارها المختلفة وبخاصة «مرحلة الهندسة الوراثية» لإبراز أهميتها وما أحدثته وتحديثه في حياة الإنسان وكل الكائنات ... جدير بنا أن نقف معاً لبعض الوقت.. لتدبر وتأمل أمرين هامين هما:

١- عن الصانع البديع «جلّ وعلا» الذي صنع الإنسان.

٢- عن الإنسان صانع هذه البيوتكنولوجيا ... ومعه نتحدث عن النيوتكنولوجيا وأسبابها بصورة أعمق.

فلأن الإنسان خليفة الله (سبحانه وتعالى) على الأرض بمشيئته جلّ وعلا... جعله «المولى» مخلوقاً له وعى وإدراك وعلمه ما لم يعلم، كل ذلك دفع الإنسان إلى أن يكون ذا قدرة على اكتشاف بيئته وتأثيره وإعماله فيها... ومع تسخيره سبحانه وتعالى لنا ما في الأرض جميعاً... وكلما ازداد وعى الإنسان وتأمله لما يجري في الحياة... اكتشف أن ثراء الحياة لا يتجلى فقط في تنوع الكائنات، وعلم أنه ليست هناك كائنات تحيا منعزلة من البداية للنهاية.. واستتج أن كل الحياة على الأرض تمضى في تفاعل وتناغم... منسجمة مع بعضها في اتزان عجيب.. وهو ما لاحظته معنا عزيزنا القارئ من خلال جولتنا مع البيوتكنولوجيا في الكتاب... ولا يسع المتأمل لكل هذا ... صاحب الفطرة السليمة إلا أن يقول أن وراء كل هذا إله واحد خالق عظيم قدير، فكل ذلك دليل على عظمة الخالق جلّ وعلا وبديع صنعه.

ومع تأملنا أيضاً سلاحظ أنه كلما ازدادت خبرة الإنسان ازدادت قدراته على التحكم فى موارد البيئة وازداد عمق تفكيره ووعيه ومقدرته على تحسين معيشته... وبالتالي اتسع مفهوم البيوتكنولوجيا... والتي تعد هى نفسها بمثابة نقلات على طول طريق التطور الحضارى والوراثى... شاهدنا كيف كانت أيام قدماء المصريين ثم كيف ازدادت تطوراً لتجد مزارع الأنسجة فى القرن التاسع عشر ثم لتتسع أطوارها (الست) التي تحدثنا عنها... وأدت إلى إحداث نقلات واسعة النطاق... تعيد تشكيل المجتمعات والحكومات... أثرت تأثيراً بالغاً فى الاقتصاديات والنظم الإيكولوجية. ومن خلال ذلك التأمل يمكننا أن نستشف الأسباب الحقيقية (أو بعضها) والتي تكمن وراء تلك الطفرات والإنجازات الموهولة التي حققها الإنسان وما سيحققها فى المستقبل بإذن الله تعالى.

ومن ثمرات هذا التأمل... يلفت انتباهنا ٣ (ثلاث) أمور رئيسية نعتبرها بمثابة الأسباب الرئيسية (الأسس) وراء تحقيق الإنسان لكل النجاحات والإنجازات فى كافة الميادين، ولا استقراره على الأرض.. وبالتالي فهى بالتبعية وراء ظهور البيوتكنولوجيا وكافة العلوم والتطبيقات الأخرى. وهذه الأمور هى:

١- الأمر الأول،

وهو الذى نعهه بمثابة البداية والأساس الحقيقى.. هو تقدير المولى (جل وعلا) ومشيئته التى لا تملو عليها مشيئة بخلقه سبحانه للإنسان وتكريمه له فى جعله فى أحسن صورة؛ وهناك آيات قرآنية كريمة كثيرة.. نذكر منها:

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وَالْتِينَ وَالزَّيْتُونَ ① وَطُورِ سِينِينَ ② وَهَذَا الْبَلَدِ الْأَمِينِ ③ لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ ④ ثُمَّ رَدَدْنَاهُ أَسْفَلَ سَافِلِينَ ⑤ إِلَّا الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ فَلَهُمْ أَجْرٌ غَيْرُ مَمْنُونٍ ⑥ فَمَا يُكَذِّبُكَ بَعْدَ بِالذِّينِ ⑦ أَلَيْسَ اللَّهُ بِأَحْكَمَ الْحَاكِمِينَ ⑧﴾

صدق الله العظيم [سورة التين]

ومن سورة الانفطار نذكر:

﴿ يَا أَيُّهَا الْإِنْسَانُ مَا غَرَّبَكَ بِرَبِّكَ الْكَرِيمِ ﴿٦﴾ الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّاكَ فَعَدَلَكَ ﴿٧﴾ ﴾

صدق الله العظيم

وجعل الله سبحانه وتعالى الإنسان خليفته على الأرض.. وسخرها له بما بها من كائنات وجماد، ليطوعها الإنسان بحسب ما يراه في مصلحته واستقرار شأنه.. ولن نجد تعبيرات تفسر تلك الحقيقة أفضل مما نجد في كتابه سبحانه وتعالى (القرآن الكريم) من آيات مباركات، وسنحاول عرض بعض من هذه الآيات المباركات... مع محاولة حسن تدبرها وتأملها حيث نجد بها ما ننشده من أصدق وأعمق تفسير لمجريات الأمور ولحقيقة خلق الإنسان، ونذكر من هذه الآيات المباركات ما يلي:-

بسم الله الرحمن الرحيم

١- ﴿ هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾ وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ﴿٣٠﴾ وَعَلَّمَ آدَمَ الْأَسْمَاءَ كُلَّهَا ثُمَّ عَرَضَهُمْ عَلَى الْمَلَائِكَةِ فَقَالَ أَنْبِئُونِي بِأَسْمَاءِ هَؤُلَاءِ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ ﴿٣١﴾ قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ ﴿٣٢﴾ قَالَ يَا آدَمُ أَنْبِئْهُمْ بِأَسْمَائِهِمْ فَلَمَّا أَنْبَأَهُمْ بِأَسْمَائِهِمْ قَالَ أَلَمْ أَقُلْ لَكُمْ إِنِّي أَعْلَمُ الْغَيْبِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَعْلَمُ مَا تُبْدُونَ وَمَا كُنْتُمْ تَكْتُمُونَ ﴿٣٣﴾ ﴾

{سورة البقرة}

٢- ﴿ هُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمْ الْأَرْضَ ذُلُولًا فَامْشُوا فِي مَنَاكِبِهَا وَكُلُوا مِن رِّزْقِهِ وَإِلَيْهِ النُّشُورُ ﴿١٥﴾ ﴾

{سورة الملك}

٣- ﴿ هُوَ الَّذِي خَلَقَ لَكُمْ مَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ فَسَوَّاهُنَّ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾ ﴾

{سورة البقرة}

٤- ﴿أَو لَمْ يَرَوْا أَنَّا خَلَقْنَا لَهُمْ مِمَّا عَمِلَتْ أَيْدِينَا أَنْعَامًا فَهُمْ لَهَا مَالِكُونَ ﴿٧١﴾﴾

{سورة: يس}

٥- ﴿اللَّهُ خَالِقُ كُلِّ شَيْءٍ وَهُوَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ وَكِيلٌ ﴿٦٢﴾ لَهُ مَقَالِيدُ السَّمَوَاتِ

وَالْأَرْضِ وَالَّذِينَ كَفَرُوا بِآيَاتِ اللَّهِ أُولَٰئِكَ هُمُ الْخَاسِرُونَ ﴿٦٣﴾﴾ {سورة الزمر}

٦- ﴿وَمَا خَلَقْنَا السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا لَاعِبِينَ ﴿٢٨﴾﴾ {سورة الدخان}

٧- ﴿إِنَّا جَعَلْنَا مَا عَلَى الْأَرْضِ زِينَةً لِّهَا لِنَبْلُوَهُمْ أَيُّهُمْ أَحْسَنُ عَمَلًا ﴿٧﴾﴾

{سورة الكهف}

٨- ﴿وَسَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمَوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِنْهُ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ

لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿١٣﴾﴾ {سورة الجاثية}

٩- ﴿وَلَقَدْ كَتَبْنَا فِي الزُّبُورِ مِنْ بَعْدِ الذِّكْرِ أَنَّ الْأَرْضَ يَرِثُهَا عِبَادِيَ الصَّالِحُونَ

﴿١٥﴾﴾ {سورة الأنبياء}

١٠- ﴿وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ

رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿٤٥﴾﴾

{سورة النور}

١١- ﴿يَا أَيُّهَا النَّاسُ اعْبُدُوا رَبَّكُمُ الَّذِي خَلَقَكُمْ وَالَّذِينَ مِنْ قَبْلِكُمْ لَعَلَّكُمْ تَتَّقُونَ

﴿٢١﴾ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ

الشَّجَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ ﴿٢٢﴾ وَإِنْ كُنْتُمْ فِي رَيْبٍ مِّمَّا نَزَّلْنَا

عَلَيْ عِبَدِنَا فَاْتُوا بِسُورَةٍ مِّثْلِهِ وَادْعُوا شُهَدَاءَكُمْ مِّن دُونِ اللَّهِ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ ﴿٢٣﴾

فَإِنْ لَّمْ تَفْعَلُوا وَلَنْ تَفْعَلُوا فَاتَّقُوا النَّارَ الَّتِي وَقُودُهَا النَّاسُ وَالْحِجَارَةُ أُعِدَّتْ لِلْكَافِرِينَ

﴿٢٤﴾ وَيَشِرُّ الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ أَنَّ لَهُمْ جَنَّاتٍ تَجْرِي مِنْ تَحْتِهَا الْأَنْهَارُ كُلَّمَا

رَزَقُوا مِنْهَا مِنْ ثَمَرَةٍ رِّزْقًا قَالُوا هَٰذَا الَّذِي رَزَقْنَا مِنْ قَبْلُ وَأَنُوتُوا بِهِ مُتَشَابِهًا وَلَهُمْ فِيهَا أَزْوَاجٌ

ها نحن عزيزنا القارئ نُجْتَهِدُ في تدبير معاني تلك الآيات الجليلة .. خالق عظيم .. إنسان مخلوق في أحسن صورة.. أرض جعلها الله (سبحانه وتعالى) ذُلًّا.. بها كافة سبل الحياة المناسبة لهذا الإنسان.. من كائنات وجماد وسماء ينزل منها المطر .. الخ وبهذا التسخير من قبل المولى «سبحانه وتعالى» للإنسان ليُظْهِرَ الإنسان إمكانياته ويَطْوِعَ ما بالأرض وقصما يشاء.. وبخاصة بعدما علّم الله آدم الأسماء كلها..

الأمر الثاني: شريعة حكيمة

فمترتب على وجود الإنسان على الأرض وتسخيرها له وإعمارها للأرض وتكاثره.. حدوث ذلك التفاعل بين البشر بعضهم البعض من جهة.. ومن جهة أخرى مع جميع الموجودات على الأرض.. لذا أنزل الله «سبحانه وتعالى» شريعة حكيمة لتنظيم حياة البشر وعلاقاتهم من منطلق أنهم جميعاً من أبناء آدم وأنهم سواسية يتفاضلون بتقواهم وإيمانهم بالله تعالى: ﴿يَا أَيُّهَا النَّاسُ إِنَّا خَلَقْنَاكُمْ مِنْ ذَكَرٍ وَأُنْثَىٰ وَجَعَلْنَاكُمْ شُعُوبًا وَقَبَائِلَ لِتَعَارَفُوا إِنَّ أَكْرَمَكُمْ عِنْدَ اللَّهِ أَتْقَاكُمْ ﴿١٣﴾﴾ {سورة الحجرات}.

وهناك آيات كثيرة بتأملها نرى أنه سبحانه يحثنا على ضرورة السعي في الكون والتعرف على ما به فهو من ضروريات وواجبات أمانة استخلاف الإنسان وتحمله للأمانة نذكر منها: ﴿إِنَّ اللَّهَ يَأْمُرُكُمْ أَنْ تُؤَدُّوا الْأَمَانَاتِ إِلَىٰ أَهْلِهَا وَإِذَا حَكَمْتُمْ بَيْنَ النَّاسِ أَنْ تَحْكُمُوا بِالْعَدْلِ إِنَّ اللَّهَ نِعْمًا بِعِظْمِكُمْ بِهِ إِنَّ اللَّهَ كَانَ سَمِيعًا بَصِيرًا ﴿٥٨﴾﴾ يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا أَطِيعُوا اللَّهَ وَأَطِيعُوا الرَّسُولَ وَأُولِي الْأَمْرِ مِنْكُمْ فَإِن تَنَازَعْتُمْ فِي شَيْءٍ فَرُدُّوهُ إِلَى اللَّهِ وَالرَّسُولِ إِن كُنتُمْ تُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَالْيَوْمِ الْآخِرِ ذَلِكَ خَيْرٌ وَأَحْسَنُ تَأْوِيلًا ﴿٥٩﴾﴾

ومع ذلك الحق الذي أعطاه الله للإنسان ليعمر في الأرض فينبى ويُسَيِّد ويتعالى في البنيان، ويغوص لأعماق البحار، ويصعد إلى السماء؛ ويغوص في أعماق الجسم البشري، ويبتكر ويحصد...، ولقد حذر الحق سبحانه وتعالى الإنسان من أن تلهيه الدنيا لدرجة يتحول فيها ذلك الإعمار إلى فساد في الأرض وقطع ما أمر به الله أن يوصل وعندنا فليُنظر الإنسان عقابه بالدنيا وبالآخرة:

﴿وَالَّذِينَ يَتَّقُونَ عَهْدَ اللَّهِ مِنْ بَعْدِ مِيثَاقِهِ وَيَقْطَعُونَ مَا أَمَرَ اللَّهُ بِهِ أَنْ يُوصَلَ وَيُفْسِدُونَ فِي الْأَرْضِ أُولَئِكَ لَهُمُ اللَّعْنَةُ وَلَهُمْ سُوءُ الدَّارِ ﴿٢٥﴾﴾ [سورة الرعد]

ومع هذه الشريعة الحكيمة.. أبقى الله في محكم كتابه، وفي سنة خاتم أنبيائه ورسوله ما يقيم على الإنسان الحجة بمنطقه العلمى ويحرك القلوب الواوية والنفوس السوية والعقول المنصفة، ويردها إلى الإيمان بالغيب الذى بدأت الحضارة المادية والمعاصرة بإنكاره ويعلم الله المحيط بكل شيء - سلفاً - أن الإنسان سوف يصل إلى مرحلة ووقت يتجمع له فيها من المعارف بالكون ومكوناته وسنته ما لم يتوفر لجيل من الأجيال من قبل، فينهر باكتشافاته العلمية وتطبيقاته التقنية وينغمس فى أمور الدنيا إلى آذانه وينشغل عن أمور الدين وركائزه أو يتجاهلها، أو ينكرها.. ﴿أَلَا لَهُ الْخَلْقُ وَالْأَمْرُ تَبَارَكَ اللَّهُ رَبُّ الْعَالَمِينَ ﴿٥٤﴾﴾ [سورة الأعراف] وهذا يأخذنا للأمر الثالث.

الأمر الثالث: «العقل» والمعرفة:

ذلك التكوين الربانى .. الذى منحه الله «سبحانه وتعالى» للإنسان باعتباره خليفته على الأرض.. وهو يعتبر بمثابة منظومة كاملة .. «هى المنظومة العقلية». ومع هذه المنحة الربانية كانت «المعرفة» التى بدأ بها الإنسان حياته على الأرض ﴿وَعَلَّمَ آدَمَ الْأَسْمَاءَ كُلَّهَا ... ﴿٣١﴾﴾ [سورة البقرة]، فالإنسان لم يوجد على الأرض ويبدأ حياته بدون معرفة كما تشير إلى ذلك كتابات وأفلام الغرب التى تذكر أنه كان يُقلد الحيوان ثم يرتقى ليكون إشارات ولغة و... إلخ. لكنه بدأ ولديه عقل ومعرفة (كما أخبرتنا الآيات) كانت بمثابة الأساس الذى دعم له استقراره وسهّل له حياته

على الأرض.. يُعمل عقله ويُعلم بنيانه وباستخلافه على الأرض حقق ما نراه ونلمسه ونعيشه.. لقد وفرت عليه تلك المشقة والفترات الزمنية التي يفترضها ويتخيلها ويتوهمها «البعض» حتى يصل للمعرفة وللغة التواصل ليبدأ الرقي.. فلغة التواصل بدأت مع بداية وجود الإنسان على الأرض... ولم يكن يتصرف كالحَيوان... كما يذكر البعض.

وإن الإنسان بامتلاكه لهما (العقل والمعرفة) يصير متفرداً ورائداً على سائر مخلوقات الأرض... (إن شاء الله). وجعلت «العقل والمعرفة» الإنسان يتميز بخصائص فريدة هي كما يراها د. «أحمد شوقي حسن» في كتابه «هندسة المستقبل»: «.. الحرفية القابلة للتنمية المستمرة، المقدرة على استبعاد خبرات السابقين وتجاربهم [الربط الزمني الواعي]، والقدرة على التحليل الإبداعي.

والإنسان بامتلاكه لهذه الخصائص والمميزات التي حباه الله بها؛ تمكن من حسن الاستيعاب والاستفادة من خبرات سابقيه بوعي وإدراك وأعمل فكرة المبدع الخلاق الذي يعطيه القدرة على الخيال الجريء والإنتاج الفكري الذي لا يعرف الحدود، فأضاف على هذه الخبرات وابتكر ليتغلب على ما يقابله من عثرات ومحن، مقدماً أفضل الطرق والحلول لمجابهة الظروف المتغيرة له ولسكان الأرض ومُوجِّهاً حياته للأفضل وبمرور الوقت وازدياد وعيه ومقدرته على التحكم في البيئة ومواردها صنع تاريخه، وتمكن من ارتياد آفاق الرقي وبناء الحضارات المتعاقبة والتي بنيت على هذا الأساس، وتدهورت أخرى أو هجرت عندما انهار لديها هذا الأساس، وبرز بهذه الحضارات العديد من الثورات العلمية المناسبة لكل مرحلة زمنية، وأمكن للإنسان الحالي وفقاً لذلك أن يُشكل التيارات الحالية للمعارف البشرية والتي تأتي في مقدمتها مجالات (أطوار) البيوتكنولوجيا. [محمور كتابنا]

إن الإيمان بأن وراء كل هذه الصنعة صانعاً عظيماً كرمَّ الإنسان روحاً وجسداً هو موقف كل الأديان السماوية...

وستشير هنا إلى:

١- حديث د. محمد سيد طنطاوي «شيخ الأزهر».

٢- موقف أتباع الأديان السماوية الإيجابي.

أولاً: حديث د. محمد سيد طنطاوي «شيخ الأزهر»:

ويحضرنا في هذه الوقفة التأملية أن نذكر جزء من مقالة فضيلة الإمام الأكبر د. محمد سيد طنطاوي «شيخ الأزهر».. وهو عن (تكريم الله للإنسان روحاً وجسداً وصوره) .. ولنترك له الحديث:

من المتفق عليه عند العقلاء، أن شريعة الإسلام قد كرمت الإنسان روحاً وجسداً وصوره، تكريماً عظيماً سواء أكان حياً أو ميتاً.

ومن الأدلة على ذلك قوله تعالى: ﴿وَلَقَدْ كَرَّمْنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَلْنَاهُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُمْ مِنَ الطَّيِّبَاتِ وَفَضَّلْنَاهُمْ عَلَى كَثِيرٍ مِمَّنْ خَلَقْنَا تَفْضِيلاً﴾ (٧٠)

{سورة الإسراء}

والمعنى: والله لقد كرمنا بني آدم من رجال ومن نساء تكريماً عظيماً، ومن مظاهر ذلك أننا خلقناهم في أحسن تقويم، كما قال سبحانه ﴿لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ﴾ (٤) {سورة التين}.

أي: لقد خلقنا الإنسان في أعدل قامة، وفي أجمل صورة، وفي أحسن هيئة وميزناه بالعقل وبالبيان، وسخرنا الكثير من مخلوقاتنا لخدمته، وحملناه بقدرتنا في البر والبحر، ورزقناه بفضلنا وإحساننا من طيبات المطاعم والمشارب، وفضلناه على كثير من مخلوقاتنا التي لا تعد ولا تحصى.

كذلك من مظاهر هذا التكريم أن شريعة الإسلام قد اعتبرت جسد الإنسان أمانة ائتمته الخالق - عز وجل - عليها وأنه لا يجوز لأحد أن يتصرف في هذا الجسد بما يسوؤه أو يهلكه إلا بالحق، حتى ولو كان هذا التصرف صادراً من صاحب الجسد ذاته.

قال تعالى: ﴿وَلَا تَقْتُلُوا أَنْفُسَكُمْ إِنَّ اللَّهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيماً﴾ (٢٩) وَمَنْ يَفْعَلْ ذَلِكَ عُدْوَانًا وَظُلْمًا فَسَوْفَ نُصَلِّيهُ نَارًا وَكَانَ ذَلِكَ عَلَى اللَّهِ يَسِيراً﴾ (٣٠)

{سورة النساء}

وفى الصحيحين عن أبي هريرة - رضى الله عنه - أن رسول الله - صلى الله عليه وسلم - قال: «من تردى من جبل فهو فى جهنم يتردى فيه خالدًا مخلدًا فيها أبدًا. ومن تحسى سمًا فقتل نفسه فسمه فى يده يتحساه فى نار جهنم خالدًا مخلدًا فيها أبدًا. ومن قتل نفسه بحديدة فحديدته فى يده يتوجأ بها - أى: يضرب نفسه بها - فى نار جهنم خالدًا مخلدًا فيها أبدًا».

وأيضا من مظاهر تكريم شريعة الإسلام للإنسان، أنه أمر كل مسلم أن يهتم بإصلاح جسده، بأن يستعمل كل وسائل العلاج التى تؤدى إلى شفاؤه، أو إلى تخفيف مرضه، ففى الصحيحين - البخارى ومسلم أن رسول الله ﷺ قال: «ما أنزل الله داء إلا وأنزل له شفاء فتداواوا يا عباد الله».

فهذه النصوص من كتاب الله - تعالى - ومن السنة النبوية الصحيحة، واضحة كل الوضوح فى أن شريعة الإسلام، قد كرمت الإنسان تكريمًا عظيمًا، وأمرت بالمحافظة عليه من كل ما يهلكه أو يؤذيه، ونهت عن قتله أو عن إنزال أى ضرر به إلا بالحق، لأن كل إنسان وإن كان صاحب إرادة بالنسبة لبدنه، إلا أن هذه الإرادة مقيدة بالحدود التى شرعها الله - تعالى - وفى النطاق المستفاد من قوله سبحانه - ﴿وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ ...﴾ (١٩٥) ﴿سورة البقرة﴾.

ثانياً: موقف أتباع الأديان السماوية الإيجابية:

تشور المناقشات وتهدأ فى أوروبا وأمريكا منذ ١٥٠ سنة بين الخلقين (Creationists) الذين يؤمنون بأن روعة تكوين الأشياء المديدة فى الكون ودقة تصميمها دليل على وجود الخالق؛ وبين أتباع تشارلز داروين Charles Darwin منذ أن نشر كتابه أصل الأنواع Origin of species عام ١٨٥٩م؛ - والذى ذكر فيه داروين مجموعة من العوامل أرجع إليها هذا التطور للكائنات منها التغيير العشوائى وما أطلق عليه نظرية (الانتقاء أو الاختيار الطبيعى natural selection)؛ وفى ضوء هذا الانتقاء يذكر داروين أنه بمرور الوقت حدثت تغييرات فى الكائنات ساعدتها على التكيف مع طبيعة الحياة وهذه التغييرات الإيجابية ورثتها الكائنات لنسلها

والذى يُطلق عليه عملية النشوء والارتقاء، وذكر أن البشر أسلافهم من أشباه القردة وقد تطوروا من خلال عمليات بيولوجية؟!..

وناقض داروين معتقدات المتدينين وتعاليمهم بشأن خلق العالم. وستناقش فى النقاط التالية جانباً من هذه المناقشات الدائرة بين الطرفين .. (وهى من مجلة العلم يونيه ٢٠٠٥م نقلاً عن مجلة فوكس):

١- عالم اللاهوت «وليم بالى» ونظريته الشهيرة حول التصميم والتكوين:

فى عام ١٨٠٢م طرح عالم اللاهوت الإنجليزى «وليم بالى» نظريته الشهيرة التى تُعرف باسم (الحجة من التكوين) وأكد فيها وجود ظواهر رائعة لا يمكن أن تكون إلا من صنع الله وذكر أنه من غير المقتنع على الإطلاق أن شيئاً ما قد تطور بالصدفة ليصبح مناسباً للغرض الذى وُجد من أجله.. كعين الإنسان مثلاً. ومن هنا يصبح من المقتنع القول بأن هناك قوة مرشدة وراء تكوين هذا العضو وهذه القوة هى الله.

ويريد بالى القول بأنه يتعين إرجاع هذا النشوء وذلك الارتقاء إلى قوة عظمى وليس للصدفة.

٢- طائفة «سبتيين اليوم السابع»:

تأسست فى عام ١٨٦٣م على يد الفتاة الأمريكية «إيلين هوايت»، وهى حركة أصولية مسيحية.. ومن تلك الحركة خرج المدافعون الأوائل عما يُعرف باسم «علم الخلق» ولقد كانت هناك العديد من المواجهات بين أصحاب «نظرية الخلق» ومؤيدى نظريات داروين شهدت المحاكم فاصلاً منها.

٣- نظرية التصميم الذكى:

لم تكن هذه النظرية سوى تطوير للنص الذى جاء به «بالى» منذ ٢٠٠ سنة حول تصميم الخلق... والجزء الرئيسى من هذه النظرية هو مفهوم «التصميم الذكى» لا يمكن أن يأتى مصادفة، وحسب هذا المفهوم فإن هناك قدرات معينة لدى الكائنات لا يمكن أن تكون توافرت عن طريق الصدفة.. حتى ولو عبر مليارات السنين.

٤. كتاب «صندوق داروين الأسود» للدكتور مايكل بيهي؛

صدر هذا الكتاب في عام ١٩٩٦م للدكتور مايكل بيهي وهو أستاذ للكيمياء الحيوية في جامعة بيهير في بنسلفانيا... وذكر بالكتاب أمثلة عديدة تؤكد على أن تصميم المخلوقات لا يمكن أن يأتي مصادفة، وتراوحت الأدلة بين نظام الدفاع لدى حشرة الخنفساء القاذفة و تجلط الدم لدى الإنسان} وأنها رغم بساطتها الشكلية فإنها تنطوي على قدر كبير من التصميم لا يمكن أن يكون قد جاء عن طريق الصدفة..

مثال: كيفية عمل نظم الدفاع في حشرة الخنفساء القاذفة:

يبلغ طول الخنفساء الواحدة حوالي سنتيمتر في المتوسط... وعندما يتهددها خطر ما فإنها تبدأ فوراً في إطلاق سائل ساخن حارق على من يهاجمها، فيصاب ذلك المهاجم بالعمى.. ونهرب هي ناجية بحياتها... وفي ذلك... يُذكر أن الغدد الداخلية في جسمها تقوم بإفراز مادتي بيروكسيد الهيدروجين، والهيدروكيتون.. وفي الوقت اللازم تدخل المادتان غرفة داخل جسمها وتتفاعلان فيها في وجود مادتين كيميائيتين تقومان بدور العامل المساعد.. والنتيجة تكون سائلاً حارقاً هو الذي يندفع بسرعة خارجاً من الغرفة إلى فوهة في أنف الخنفساء التي تقوم بإطلاقه على مهاجمها سيء الحظ.

ويتساءل الباحثون: كيف يمكن أن يطور نظام دفاعي بكل هذا التعقيد والتطور لدى تلك الحشرة الصغيرة بشكل عشوائي، ولو تأملنا هذا النظام الدفاعي لوجدنا أن أيًا من مفرداته ليس له قيمة بشكل منفرد، وإنما تكتسب قيمتها عندما تجتمع معاً لتزود الخنفساء القاذفة بأداة فعّالة للغاية للدفاع عن نفسها.. إن هذا التفاعل لا يمكن أن يكون سوى وليد عمل «مصمم ذكي» لأنها لو تفاعلت بشكل عشوائي يعتمد على الصدفة لما أنتجت لنا ذلك الاتساق المتكامل ولكن أنماط مشوهة.

... ولا زالت المناقشات دائرة لم تتوقف بين كلا الطرفين .

وإذا تأملنا موقف الرافضين لوجود صانع مُبدع للكون بما فيه... فإننا سنجدنا تعارض بعضها البعض وتتخبط السير... فمن جهة نجدنا تنسب الفضل في وجود

الحياة على الأرض وتدرجها لتصل بفضل «التطور» والانتخاب الطبيعي إلى تكوين «الإنسان العاقل» ثم نجدها تنسب الفضل في تقدم العلم للإنسان وحده والملكانه المتميزة وترى أنه فحج باستخدام هذه الملكات فى «قهر» الطبيعة و«السيطرة عليها»، مع أنه لم يكن ليستطيع ذلك إن سلمنا جدلاً أنه استطاع ذلك - إلا «بتعاون» الطبيعة معه .. فمن ضمن له هذا التعاون؟ وبدلاً من أن ينهر الإنسان بالطبيعة وبخالقها الذى أبداع صنعته عند استكشافه لها وللقوانين التى تحكمها انبهر بنفسه . فكان شأنه كمن عشر على آلة معقدة نفيسة تزخر بالعجائب فى كهف مهجور فاعتبر الإنجاز الأعظم هو عبوره على الآلة ولم يتوقف ليعجب كيف صنعت ولا من صنعها!!

ولا نعرف عزيزى القارئ لماذا وقفوا عند حد «الطبيعة» وأنها البداية وأن تكون الأنواع المختلفة من الكائنات جاء بالانتخاب الطبيعي .. والذى به كانت الحياة؟! .. وتغافلوا (عن عمد) ولم يسألوا عن الذى خلق تلك الطبيعة وأوجدها ثم كيف يكون للصدفة وللطفرات (الغير مقصودة) ذلك الدور الرئيسى فى مسألة انتخاب الكائنات وإبقاء الأصلىح منها والمحافظة على تكاثرها مع متغيرات البيئة... كيف؟! وكيف تتمكن تلك الطبيعة (المخلوقة) من تدبير أمر الحياة على الأرض هذا التدبير المحكم؟! وتعطيها القدرة على البقاء؟! أسئلة كثيرة نوجهها لهم وبالطبع فهم لن يستطيعوا الإجابة عنها بصدق.. وستستشف من إجابات العديدين منهم إصراراً عجيباً للنكران والتشكك فهل هى محاولة للتهرب .. من الخالق!!

أم قلوب لا تعقل؟ وعميت العيون والعقول؟! ترى.. لماذا؟! مهما كانت المبررات فهى واهية.. منحرفة عن الفطرة السليمة... تعالى الله عما يصفون:

﴿اللَّهُ خَالِقُ كُلِّ شَيْءٍ وَهُوَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ وَكِيلٌ ﴿٦٢﴾ لَهُ مَقَالِيدُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَالَّذِينَ كَفَرُوا بِآيَاتِ اللَّهِ أُولَٰئِكَ هُمُ الْخَاسِرُونَ ﴿٦٣﴾ قُلْ أَفَعَيَّرَ اللَّهُ تَأْمُرُونِي أَعْبُدُ أَيُّهَا الْجَاهِلُونَ ﴿٦٤﴾ وَلَقَدْ أَوْحَىٰ إِلَيْكَ وَإِلَى الَّذِينَ مِن قَبْلِكَ لَئِن أَشْرَكْتَ لَيَحْبَطَنَّ عَمَلُكَ وَلَتَكُونَنَّ مِنَ الْخَاسِرِينَ ﴿٦٥﴾ بَلِ اللَّهُ فَاعْبُدْ وَكُنْ مِنَ الشَّاكِرِينَ ﴿٦٦﴾﴾

{سورة الزمر}

﴿ إِنَّ الَّذِينَ تَدْعُونَ مِنْ دُونِ اللَّهِ عِبَادٌ أَتَّالِكُمْ فَادْعُوهُمْ فَلْيَسْتَجِيبُوا لَكُمْ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ ﴾ (١٦٤) أَلَهُمْ أَرْجُلٌ يَمْشُونَ بِهَا أَمْ لَهُمْ أَيْدٍ يَبْتَطِشُونَ بِهَا أَمْ لَهُمْ أَعْيُنٌ يُبْصِرُونَ بِهَا أَمْ لَهُمْ آذَانٌ يَسْمَعُونَ بِهَا قُلْ ادْعُوا شُرَكَاءَكُمْ ثُمَّ كِيدُوا فَلَا تَنْظُرُونَ ﴿١٦٥﴾ إِنَّ وَلِيِّ اللَّهِ الَّذِي نَزَلَ الْكِتَابَ وَهُوَ يَتَوَلَّى الصَّالِحِينَ ﴿١٦٦﴾ وَالَّذِينَ تَدْعُونَ مِنْ دُونِهِ لَا يَسْتَجِيبُونَ نَدْعَكُمْ وَلَا أَنْفُسَهُمْ يَنْصُرُونَ ﴿١٦٧﴾ ﴿سورة الأعراف﴾

فالأمر من بدايته لنهايته من تدبير وإحكام الخالق جلّ وعلا .. أعطى للإنسان كل المقومات للاستمرار ولبناء الحضارات، ولإعمال العقل . وصناعة الثورات بما فيها تلك الثورة الموهولة... ثورة البيوتكنولوجيا.

فعجباً لمن يرى ذلك الكون بمخلوقاته المعد بهذه الطريقة المدهشة البديعة... المقدرة والتي لا مجال فيها للبعث ثم يغفل عن أوجد كل ذلك ويعتقد أنه لن يحاسب عن خلقه!!!

﴿ أَفَحَسِبْتُمْ أَنْمَّا خَلَقْنَاكُمْ عَشْيَاءً وَأَنْكُمْ إِلَهًا لَا تُرْجَعُونَ ﴾ (١٦٥) فَتَعَالَى اللَّهُ الْمَلِكُ الْحَقُّ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ رَبُّ الْعَرْشِ الْكَرِيمِ ﴿١١٦﴾ ﴿سورة المؤمنون﴾

ونتهى - عزيزنا القارىء - جولتنا التأملية بهذه الآيات الكريمة:

﴿وَلَمَنْ سَأَلْتَهُمْ مَنْ خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ لَيَقُولُنَّ اللَّهُ قُلِ الْحَمْدُ لِلَّهِ بَلْ أَكْثَرُهُمْ لَا يَعْلَمُونَ ﴾ (٢٥) ﴿سورة لقمان﴾

﴿ يَا أَيُّهَا النَّاسُ اعْبُدُوا رَبَّكُمُ الَّذِي خَلَقَكُمْ وَالَّذِينَ مِنْ قَبْلِكُمْ لَعَلَّكُمْ تَتَّقُونَ ﴾ (٢١) ﴿سورة البقرة﴾

﴿وَذَكَرْ فَإِنَّ الذِّكْرَى تَنْفَعُ الْمُؤْمِنِينَ ﴿٥٥﴾ وَمَا خَلَقْتُ الْجِنَّ وَالْإِنْسَ إِلَّا لِيَعْبُدُونِ ﴿٥٦﴾ مَا أُرِيدُ مِنْهُمْ مِنْ رِزْقٍ وَمَا أُرِيدُ أَنْ يُطْعَمُوا ﴿٥٧﴾ إِنَّ اللَّهَ هُوَ الرَّزَّاقُ ذُو الْقُوَّةِ الْمَتِينُ ﴿٥٨﴾ ﴿سورة الذاريات﴾

وإن كان الكون بما فيه يسجد ويسبح لله ﴿ .. ولكن لا تفقهون تسبيحهم ..

{سورة الإسراء} ﴿٤٤﴾

فلتسجد وتسبح ... أيها الإنسان..

وفي ختام جولتنا بهذا الكتاب ، أعرض لعزیزنا القارئ هذه المقولة وهي من عالمٍ يعتد برأيه إذ يقول :

”... ما الذي يتبقى لنا لاكتشافه؟ .. تقريباً كل شيء، في علم

الكونيات كما في علم الأحياء“

هذا عزیزنا القارئ ما يراه جون مادوكس، العالم والمُحكّم العلمي

الصارم والمدير السابق لأشهر دورية علمية ”ناتشر“ وهي إجابة خطيرة، من

رجل علم عالمي، فهو يوشك أن يقطع بأننا بعد قرن خصب من

الاكتشافات المدوية، لا نكاد نعرف شيئاً“.

مصادقاً لقوله تعالى :

﴿ وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا

{سورة الإسراء} ﴿٨٥﴾

﴿ سَنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْآفَاقِ وَفِي أَنْفُسِهِمْ حَتَّىٰ يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ الْحَقُّ أَوَلَمْ يَكْفِ

{سورة فصلت}

بِرَبِّكَ أَنَّهُ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ شَهِيدٌ ﴿٥٣﴾

صدق الله العظيم

المراجع

أولاً: الكتب:

- ١ - اتجاهات الهندسة الوراثية منذ عهد قدماء المصريين حتي عصر الجينات.
- ٢ - أساسيات علم الوراثة الطبية - ترجمة أحمد الكباريتي جامعة الكويت.
- ٣ - الاستنساخ قنبلة العصر - د. صبرى الدمرداش - دار الفكر الحديث - الكويت ١٩٩٧ م.
- ٤ - الاستنساخ .. هل بالإمكان تنسيل البشر - د. محمد صادق صبور - دار الأمين - القاهرة ١٩٩٧ م.
- ٥ - الاستنساخ بين العلم والدين - د. عبد الهادى مصباح - الدار المصرية اللبنانية - القاهرة ١٩٩٧ م.
- ٦ - الإنجاب الصناعي .. أحكامه القانونية وحدوده الشرعية دراسة مقارنة. تأليف: د. محمد المرسي زهرة أستاذ القانون المدنى المساعد - كلية الحقوق - جامعة عين شمس - الكويت ١٩٩٢ م.
- ٧ - البيوتكنولوجيا فى الطب والزراعة - من سلسلة كراسات علمية - د. أحمد مستجير ١٩٩٨ م - المكتبة الأكاديمية.
- ٨ - التكنولوجيا الحيوية النباتية .. زراعة الأنسجة والهندسة الوراثية - أ. د. محمد كامل البحر، أ. د. فؤاد عبد الرحيم أحمد، د. محمود محمد صقر - الشركة العربية ١٩٩٩ م.
- ٩ - الثلوث البيئى والهندسة الوراثية - د. على محمد على عبد الله - مهرجان القراءة للجميع - طبعة ١٩٩٩ م.
- ١٠ - الجينوم - تأليف: مات ريدلى، ترجمة: د. مصطفى إبراهيم فهمى - عالم المعرفة الكويت - العدد ٢٧٥ نوفمبر ٢٠٠١ م.
- ١١ - الشفرة الوراثية للإنسان - دانييل ج كيفلس - ترجمة د. أحمد مستجير - مكتبة الأسرة ٢٠٠٢ م.
- ١٢ - العلاج الجينى واستنساخ الأعضاء البشرية - د. عبد الهادى مصباح - الدار المصرية اللبنانية ١٩٩٩ م.
- ١٣ - ثورة الهندسة الوراثية - د. عبد الباسط الجمل - دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - ٢٠٠٣ م.
- ١٤ - عصر الجينات والالكترونات - تأليف: والتر تروت أندرسون - ترجمة د. أحمد مستجير - مكتبة الأسرة طبعة ٢٠٠٢ م.
- ١٥ - فى بحور العلم .. قراءة فى كتابنا الوراثى - د. أحمد مستجير - سلسلة اقرأ - دار المعارف القاهرة - العدد ٦٤٤ - ١٩٩٨ م.

- ١٦ - محاضرات، في علم الوراثة - جامعة القاهرة - كلية الزراعة - إعداد: قسم الوراثة
١٩٨٨ م.
- ١٧ - موسوعة علم الكروموسومات العجيب - تأليف: نوربرت لاندا وياتريك بادزل -
ترجمة: د. زينب شحاته - دار الشروق - الطبعة العربية الأولى ١٩٩٩ م.
- ١٨ - هندسة المستقبل - د. أحمد شوقي حسن - مكتبة الأسرة ٢٠٠٣ م.

ثانياً: المجالات العلمية:

١ - مجلة الإعجاز العلمي:

- العدد الثامن - شوال ١٤٢١ هـ مقال الدكتور زغلول النجار.

- العدد الرابع عشر - ذو القعدة ١٤٢٣ هـ - ص ٥٥ - عن قرارات وتوصيات صدرت عن
أعضاء مجلس المجمع الفقهي بخصوص الهندسة الوراثية - إعداد: عبد الحكيم هاشم.

٢ - مجلة الأهرام العربي - العدد ١٠٩ - ٢٤ / ٤ / ١٩٩٩ م - ص ٤٧ - موضوع عن:
نقل وزرع يد لنجار.

٣ - مجلة الصحة والجمال - السنة الحادية عشر - العدد ١٢١ - أبريل ٢٠٠٣ - مجلة
شهرية - المركز الرئيسي لندن - ص ١٢ - مقال: وضحة بعد ولادة أول رجل حامل.
تحقيق: أشرف عزت.

٤ - مجلة العربي:

- العدد ٤٥٠ - مايو ١٩٩٦ م موضوع عن: تكنولوجيا العلاج الجسدي الجيني - د. وحدى
عبد الفتاح سواحل بالمركز القومي للبحوث - شعبة بحوث الهندسة الوراثية - القاهرة.

- العدد ٤٩٥ - فبراير ٢٠٠٠ م - ص ١٢٢ - مقال د. أحمد مستجير - تأملات في ماء
مالح.

- العدد ٤٩٧ - أبريل ٢٠٠٠ م.

- العدد ٥٣٤ - مايو ٢٠٠٣ م - ص ٣٥.

- العدد ٥٥٢ - نوفمبر ٢٠٠٤ م - موضوع بعنوان: بنية الدنا العامل الأساسي في لغز
الحياة - صفحة علوم - بقلم: أنطوان بطرس - كاتب لبناني - ص ١٤٦ - ١٤٩.

- العدد ٥٦٢ - سبتمبر ٢٠٠٥ م - ص ١٥٦ - مقال: زرع قلب من البلاستيك - بقلم: د.
عدنان أرشيد (اختصاصي في جراحة القلب وأستاذ بجامعة باريس).

٥ - العربي العلمي (ملحق مجلة العربي):

- العدد الأول - ربيع الآخر ١٤٢٦ هـ - يونيو ٢٠٠٥ م.

- العدد الثاني - يوليو ٢٠٠٥ م - ص ١٢ - ١٧ بعنوان: عالم عربي يزرع البحر - حوار مع
د. أحمد مستجير.

- العدد الثاني - يوليو ٢٠٠٥ م - من ص ١٣١ تغيير مفهوم الجين وفق الاكتشافات
الحديثة.

- العدد الرابع - سبتمبر ٢٠٠٥ م - مقالة بعنوان: «يعيش بيد ميت، د. شامل زكريا.
٦ - مجلة العلم:

- أكتوبر ١٩٩٩ م - العدد ٢٧ - ص ٦.

- ديسمبر ١٩٩٩ م - العدد ٢٧٩ - ص ٢٦ - بعنوان «مصانع لقطع الشيار، د. حسنية.
الدكتور، أحمد أبو عوف.

- يناير ٢٠٠٠ م - العدد ٢٨٥ - ص ٣٩، ٤٣.

- يوليو ٢٠٠٠ م - عمل لقاءات جينية من المادة الوراثية للميكروب أو الطفيل.

- أغسطس ٢٠٠١ م - العدد ٢٩٩ - الأدلة الجنائية بصمة الأصابع أقدم دليل والأحدث الدنا
- د. أحمد محمد عوف.

- يونيو ٢٠٠٢ م - العدد ٣٠٩ - جهاز محمول لكشف أسرار الجريمة - ترجمة بثينة حسن،
البرسيم علاج البشر صفحة معادلات - بقلم: عبد المنعم السلاموني.

- يوليو ٢٠٠٢ م - العدد ٣١٠ - بين مندل والعلماء العرب - صفحة معادلات - أ/ عيد
المنعم السلاموني.

- نوفمبر ٢٠٠٢ م - العدد ٣١٤ - الأطعمة الهجينة - ترجمة عبد المجيد حسن (ص ٣٢ -
٣٨).

- يناير ٢٠٠٣ م - العدد ٣١٦ - أمراض أطفال الأنابيب.

- فبراير ٢٠٠٣ م - العدد ٣١٧.

- مايو ٢٠٠٣ م - العدد ٣٢٠ - اكتشاف المجرمين بالحامض النووي - ص ١١.

- يونيو ٢٠٠٣ م - العدد ٣٢١ - صفحة علوم وأخبار - عنوان: تشكيل لجنة لأخلاقيات
البحث العلمي في مصر - ص ١٦.

- يناير ٢٠٠٤ م - العدد ٣٢٨ - صفحة علوم وأخبار - عنوان: PCR تحليل ضروري
لاكتشاف فيروس سي مبكراً ص ١٤.

- أغسطس ٢٠٠٤ م - العدد ٣٣٥ - ثلاثة موضوعات: إكثار النخيل - التكنولوجيا المجهريّة
(ترجمة: أحمد عوض) - صفحة علوم المستقبل (بقلم: ردوف وصفى).

- سبتمبر ٢٠٠٤ م - العدد ٣٣٦ - صفحات ٢٨، ٢٩، ٥٨.

- يونيو ٢٠٠٥ م - العدد ٣٤٥.

- سبتمبر ٢٠٠٥ م - العدد ٣٤٨ - ص ١٠ صفحة «بانوراما العلم، وبها خبر بعنوان «ذراع
ميكانيكية بالهندسة الحيوية، ومن ص ٤٢ إلى ص ٤٧ بعنوان «نظرية المعلومات،

ترجمة: هشام عبد الرؤف.

٧ - مجلة العلوم:

- فبراير ١٩٩٨ م - عدد عن السرطان.

- ديسمبر ٢٠٠٢م - العددان ١٧٥ ، ١٧٦ ، ص ٧٤ - ٨١ .
- ٢٠٠٣م العددان ٢ ، ٣ بعنوان سحر الصفيقات الميكروبية - [H. S] فرند] - B. R].
يستوين].
- فبراير ومارس ٢٠٠٣م - العددان ٢ ، ٣ - المجلد ٢٠ - ص ٣٨ عن الجينوم اللامرئي ما بعد الدنا.
- ديسمبر ٢٠٠٣م - المجلد ١٩ ص ٥٣ بعنوان: الاستنساخ مخاوف كامنة [M. R] هينيك] من ص ٥٠ إلى ٥٥ ، ص ٨٢ القضاء على المرسال قد يؤدي إلى إيقاف عمل الرنا إلى إعاقة السرطان والإيدز [C] إيزل].
- يناير ٢٠٠٤م - من ص ١٤ إلى ص ١٩ .
- يونيو ، يوليو ٢٠٠٤م (الترجمة العربية لمجلة ساينتيفيك أمريكان) العددان ٦ ، ٧ من ص ٦٢ - ٦٩ بقلم [J. S] فريلاندا - [D. L] هورست].
- مارس ، أبريل ٢٠٠٥م - من ص ٧٦ - ٨٣ [البرنامج الوراثي الخفي لدى الكائنات الحية المعقدة] بقلم: [S. J] ماتيك] المجلد ٢١ .
- مجلة نصف الدنيا - العدد ٦٣٧ - ٢٨ / ٤ / ٢٠٠٢م - عنوان: الزهايمر ص ٤٩ .

ثالثاً: الجرائد:

- ١ - أخبار اليوم: السبت ١٩/٦/٢٠٠١م، ص ٧ دنيا البرلمان بعنوان: «محلل حكومي لقانون نقل وزراعة الأعضاء ، رأى النائبين: محمد خليل قوطة ، د. هدى رزقانة.
- ٢ - الأخبار: ٢٧/٢/٢٠٠١م - الصفحة الأخيرة ، مقال بعنوان: «عالم الغد .. الأمل في جهاز المناعة، بقلم: مجدى فهمى.
- ٣ - الأهرام:
- ١٩٩٩/٨/٤ - ص ١ - خبر بعنوان: «علاج بالجينات لعضلة القلب».
- ١٩٩٩/١٢/٢٦م - خبر بعنوان: أب يرفع دعوى قضائية لإنجاب طفل من ابنه المتوفى.
- ٢٠٠٠/٣/١٤م - موضوع بعنوان: المضادات الحيوية والمهدئات تؤدي إلى توقف نمو الجنين، د. ابتسام قاسم.
- ٢٠٠٠/٧/٢م - الصفحة الأولى - زرع شريحة سليكون تحت شبكة العين.
- ٢٠٠٠/٨/١٥م - صفحة طب وعلوم يقدمها : حاتم صدقي.
- ٢٠٠٠/٨/٣١م - مصانع لقطع غيار.
- ٢٠٠١/٢/١٥م - صفحة قضايا وآراء ص ١٠ بعنوان: «تحديد المفاهيم أولاً، للدكتور محمد سيد طنطاوى - شيخ الأزهر.
- ٢٠٠١/٤/٣م - صفحة طب وعلوم - عنوان: «الكبد هم في البيت المصرى»، محمود

- القنواتي، وعن نقل الأعضاء، صفحة قضايا وآراء، د. محمد محمود زهران أستاذ جراحة الكلى والمسالك البولية بطلب قصر العيني.
- ٢٠٠١/٥/٦م - الصفحة الأولى - خبر بعنوان: «أطفال معدلون وراثياً» .
- ٢٠٠١/٦/١٦م - صفحة قضايا وآراء عن نقل وزرع الأعضاء .
- ٢٠٠١/٦/٢٥م - صفحة ١٤ عن نقل وزراعة القرنية (رأى شيخ الأزهر).
- ٢٠٠١/٧/٣م - ص ٣ - عنوان: «الاتجار في جثث المحكوم عليهم بالإعدام» .
- ٢٠٠١/٧/٥م - الصفحة الأولى - خبر عن زراعة أول قلب ميكانيكي .
- ٢٠٠١/٧/٩م - ص ١٤ - أخبار محلية - مقالة عن رأى فضيلة الدكتور نصر فريد واصل في نقل وزراعة الأعضاء .
- ٢٠٠١/٧/٢٨م - ص ١٠ - قضايا وآراء - رأى أ/ سعيد عبد الخالق فى نقل وزراعة الأعضاء .
- ٢٠٠١/١١/٦م - صفحة محافظات - مقالة بعنوان: «التوسع فى استخدام الأعشاب لعلاج الأمراض بعد تنقيتها» .
- ٢٠٠٢/٣/١١م - مقالة بعنوان: «أمل جديد لمرضى الكبد، بكين أ. ف. ب» .
- ٢٠٠٢/٣/١٩م - بريد الأهرام صفحة ١١ - مقالة بعنوان: (وفى أنفسكم أفلا تبصرون) د. محمد الوحش. لندن.
- ٢٠٠٢/٧/٣م - مقال ص ٢٥ بعنوان: «بعد فوزهما بجائزة مبارك للعلوم»، د. مستجير: (توفير الغذاء للمواطن أول اهتماماتى) .
- ٢٠٠٢/٨/٣٠م - صفحة ١٥ - مع القانون عن نقل وزرع الأعضاء، إعداد: عبد المعطى أحمد.
- ٢٠٠٢/١٠/٩م - مقال بعنوان: قضية الساعة الفكر الإنسانية بعد أحداث سبتمبر - السيد عزت قنديل - جامعة الإسكندرية .
- ٢٠٠٢/١٠/٢٩م مقال عن فتوى الشيخ عبد الله بن سليمان بن منيع - عضو هيئة كبار العلماء السعوديين بعنوان: يجوز سحب أجهزة التنفس من المتوفين دماغياً .
- ٢٠٠٣/١/٣م - ملحق الجمعة إشراف عايدة رزق - طرائف ٢٠٠٢ - ص ٣٠ ، صفحة عالم جديد ص ١١ - إشراف محمود القنواتي . عنوان: اختبارات جينية زهيدة .
- ٢٠٠٣/٣/٤م - مقال بعنوان: فقاعات غازية تحمل جينات لعلاج أورام المخ، ص ٢٣ .
- ٢٠٠٣/٦/١٤م - صفحة تقارير وتحقيقات خارجية - الحامض النروى يكشف غموض جريمة بعد أكثر من ربع قرن .

- ٢٠٠٣/٧/٢ م - صفحة تقارير وتحقيقات خارجية - مقال جوزيه بوفيه ،ثائر ضد الطعام المعدل وراثياً وتسليع الإنسان. .
- ٢٠٠٣/٨/١٠ م التلقيح الصناعي بالمجان - الصفحة الأولى .
- ٢٠٠٣/٨/٢٦ م - صفحة طب وعلوم - الاستفادة من العلاج الجيني فى علاج أنيميا الخلايا المنجلية .
- ٢٠٠٤/١٢/٢١ - صفحة قضايا وآراء - بريد الأهرام - مجموعة العشرة عن نقل وزرع الأعضاء - وجدى رياض .
- ٢٠٠٥/٢/٣ م - تحقيقات . موضوع بعنوان: ولادة أول عجل جاموسى عبر نقل الأجنة، تحقيق: أشرف أمين .
- ٤ - جريدة الجمهورية:
- ٢٠٠١/١/١٣ م - رأى طارق البرديسى فى موت جذع المخ . صفحة ١٠ .
- رابعاً: الاقتصرت:
- مقال : نجاح أوفشيل ولادة أول طفل مستنسخ فى يناير ٢٠٠٣ م
- www.todawi.com بتاريخ ١٨/١٢/٢٠٠٢ م .

الفهرس

الصفحة	الموضوع
٧	مقدمة السلسلة، جولات في عالم البيوتكنولوجيا والهندسة الوراثية
١٢	تقديم الجزء الثاني من السلسلة
١٧	الباب الأول، البيوتكنولوجيا من عهد قدماء المصريين إلى القرن العشرين
	الفصل الأول: البيوتكنولوجيا من عهد قدماء المصريين إلى زراعة
١٩	الأنسجة، والإخصاب خارج الرحم
	تمهيد للفصل: التكنولوجيا الحيوية التقليدية بدأت منذ ٤٠٠٠ سنة
١٩	في مصر
	الجولة الأولى: البيوتكنولوجيا قديماً وحديثاً ومفهوم وأطوار
٢١	البيوتكنولوجيا الحديثة
٢٥	الجولة الثانية: الطور الأول من البيوتكنولوجيا
٣٦	الجولة الثالثة: الإخصاب خارج الرحم
	الجولة الرابعة: بعض التطبيقات والدراسات والأبحاث الحديثة المتعلقة
٤٤	بتقنية الإخصاب خارج الرحم
٤٧	الجولة الخامسة: اختيار جنس المولود
٥٥	الفصل الثاني: جولات مع نقل وزراعة الأعضاء
٥٦	الجولة الأولى: جولات مع البدايات
٦٠	الجولة الثانية: تطبيقات متنوعة لعمليات نقل وزراعة الأعضاء
٧٢	الجولة الثالثة: جولات مع آراء بعض المؤيدين
٨٠	الجولة الرابعة: رأى المعارضين
	الجولة الخامسة: جهود العلماء منذ الأربعينات للتوصل لأعضاء
٩٣	وأجهزة وأنسجة بديلة
١٠٥	الباب الثاني، جولات مع الطور الرابع من أطوار البيوتكنولوجيا
١٠٨	الفصل الأول: نظرة شاملة لعالم الهندسة الوراثية
١٠٨	التمهيد: قوانين متدل ونشأة علم الوراثة الحديث
١١٠	الجولة الأولى: ميلاد تقنية الهندسة الوراثية

- ١١٤ الجولة الثانية: الشركات المتخصصة التي تعمل في هذا المجال
عالم الهندسة الوراثية وعوامل كثيرة ساهمت في إنجاز التطبيقات
- ١١٦ المتعددة على الكائنات الحية
- ١٢٠ الفصل الثاني: جولات مع بعض العوامل البارزة والمؤثرة
- ١٢٢ الجولة الأولى: لقد اكتشفنا سر الحياة
الجولة الثانية: التوصل للعدد الحقيقي للكروموسومات بنواة الخلية
- ١٣١ البشرية
- الجولة الثالثة: اهتمام فرنسي مماثل في الخمسينات وإلى أين وصل
- ١٣٢ في القرن الحادي والعشرين
- ١٣٤ الجولة الرابعة: مع حل مشكلة الشفرة والقيام بفكها
- ١٣٨ الجولة الخامسة: التهجين الخلوي الجسدي
- ١٤١ الجولة السادسة: اكتشاف إنزيمات التحديد والبتير
- الفصل الثالث: جولات مع العوامل المؤثرة للدخول في عالم الهندسة
- ١٤٥ الوراثية
- ١٤٦ الجولة الأولى: العالم خورانا والنجاح في تحضير أول جين
- ١٤٨ الجولة الثانية: اكتشاف دور إنزيم النسخ العكسي
- ١٥٩ الجولة الثالثة: إنتاج أول دنا مؤلف
- ١٦١ الجولة الرابعة: هناك من سبقك في مجال الهندسة الوراثية
- ١٦٧ الفصل الرابع: عوامل أسهمت في الإسراع بتقنيات الهندسة الوراثية
- ١٦٩ الجولة الأولى: تقنية تهجين المادة الوراثية في موقعها
- ١٧٢ الجولة الثانية: الفاجات والبلازميد البكتيري
- ١٨٩ الجولة الثالثة: مع وسائل أخرى لنقل الدنا المرغوب من الواهب
- ١٩٣ الجولة الرابعة: إنزيمات القطع والتحديد
- الجولة الخامسة: ما بين الرقليبيات والفتترات والتوصل للبيصمة
- ٢٠٥ الوراثية
- ٢٠٩ الباب الثالث: المحتوى الوراثي بالخلية وتطبيقات للاستفادة منها
- ٢١١ الفصل الأول: جولات مع المادة الوراثية داخل نواة الخلية
- ٢١٤ الجولة الأولى: خصائص الجينات
- ٢٢٧ الجولة الثانية: جينات حقيقيات النواة

	الفصل الثمانى: جولات مع التطبيقات العملية الخاصة
٢٣٩	..... بالبصمة الوراثية
٢٣٩	..... الجولة الأولى: إنتاج البروتين لتصبح بصمات وراثية
٢٥٨	..... الجولة الثانية: تداخلات الرنا وإعاقة السرطان والإيدز
٢٦١	..... الجولة الثالثة: فهم أسرار البرنامج الوراثى بالخلية
٢٦٣	الباب الرابع: التكنولوجيا المرتكزة على الدنا
٢٦٧	..... الفصل الأول: جولات مع التفاعل المتسلسل للبوليميريز
٢٦٧	..... الجولة الأولى: التفاعل المتسلسل للبوليميريز (PCR) واستخداماته
٢٨١	..... الجولة الثانية: التطبيقات المتنوعة للاستفادة من تفاعل PCR
٢٩٣	..... الفصل الثانى: الاستفادة من الحمض النووى
٢٩٤	..... الجولة الأولى: جزيء المادة الوراثية السبحية
٢٩٩	..... الجولة الثانية: الجريمة والفحوص الوراثية والكشف عن الميكروبات
٣١٢	..... نظرة تأمل فى حياة الإنسان (صانع البيوتكنولوجيا)
٣١٢	..... - ولنا وقفة
٣١٦	..... - شريعة حكيمة
٣١٧	..... - العقل والمعرفة
٣٢٧	..... المراجع
٣٣٣	..... الفهرس

