

## الباب السادس

### مشروع الجينوم

## جولات في عالم البيوتكنولوجيا ومشروع الجينوم (المخزن الوراثي)

### Human Genome Project :(HGP)

اعتبر الجميع أن مشروع الجينوم هو مشروع القرن: والذي تعقد عليه الكثير من الآمال والإنجازات ليحققها بعدما كانت تعد في حسابان الخيال منذ ٥٠ عام ولقد شارك في هذا الجهد العلمي الضخم ٢٠ مجموعة بحثية من الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا وألمانيا واليابان والصين وفرنسا، واستغرقت الأبحاث أكثر من عشرة أعوام بهدف فك الشفرة الجينية للإنسان تمهيداً لاستنباط عقاقير طبية جديدة يمكنها علاج مختلف الأمراض المستعصية كالسرطان ، خرف الشيخوخة وغيرها .

ويذكر أن هناك دول أخرى مشاركة بالمشروع سنذكرها فيما بعد . وقد تم الإعلان رسمياً في توقيت واحد عن الحلقة الأولى من الخريطة شبه الكاملة للجينات البشرية في كل من : واشنطن ، لندن ، باريس ، طوكيو، برلين في يوم ١٢ / ٢ / ٢٠٠١ ونشرت التفاصيل في مجلتنا «نيتشر وساينس» ويعتبر ذلك استكمالاً لمسودة العمل لشفرة الجينات التي أعلنها الرئيس الأمريكي السابق «بيل كلينتون» وفي نفس التوقيت مع رئيس الوزراء البريطاني «توني بليز» يوم الإثنين ٢٦ / ٦ / ٢٠٠٠ ومما ذكره الرئيس الأمريكي السابق في خطابه متعجباً «اليوم نتعلم اللغة التي خلق الله بها الحياة» .

وكان مما تم الإعلان عنه في ذلك الوقت أنه قد تم الإفراغ من حل شفرة أكثر من ٩٠٪ من الخريطة الوراثية للإنسان ليتبقي حوالي ١٠٪ .

وكان متوقع أن ينتهي العمل في سنة ٢٠٠٥ م ثم ذكر أنه سينتهي في سنة ٢٠٠٣ م ولكن تم الإعلان عن إنجازاته في سنة ٢٠٠١ م ويمثل مشروع الجينوم بإنجازاته ثورة جديدة في مجال الطب والنظم الاجتماعية ويعتبر أهم حدث علي المستوي الإنساني إذ سيفتح المجال ليصبح الإنسان بكل أسراره وكأنه كتاب مفتوح يمكن قراءته فمن خلال نقطة دم نحصل عليها للشخص يمكن في المستقبل أن نصنع منها خريطة كاملة حيث ستمكنا قراءة موروثات

الإنسان من معرفة ليس فقط من هو هذا الشخص بالتحديد ولكن أيضاً كيف كان والتعرف علي شكله الحالي وشكله في المستقبل مثل بداية ظهور التجميدات وهل سيصبح أصلع رغم كونه بشعر الآن فهي نوع من قراءة مستقبل الإنسان وقراءة الأمراض التي سيصاب بها في المستقبل ومتي وفي أي سن ستظهر عليه بوادر هذا المرض وكيف يمكن حلها من الآن وبالتالي إتخاذ كافة طرق الوقاية مبكراً سواء بيئية بعدم تعرض هذا الشخص لمؤثرات بيئية مساعدة علي ظهور المرض واتباع نمط غذائي معين والحاصل علي جائزة نوبل في الكيمياء سنة ١٩٨٠ م أيضاً تجلب أي عوامل ومؤثرات نفسية قد تسبب حدوث المرض وتناول العقاقير التي تمنع أو تقلل حدوث المرض.

ولقد ذكر عالم الأحياء «وليم جيلبرت» وهو يعمل بجامعة هارفارد، والحاصل على جائزة نوبل في الكيمياء عام ١٩٨٠م قوله «هذه المعرفة ستؤدي إلي إحداث ثورة في الطب والقفز بأسهم صناعة البيوتكنولوجي إلي طبقة الإستراتوسفير في سماء بورصة وول ستريت وأن مشروع الجينوم هو تطور طبيعي لعلم البيولوجيا، وأن حل تتابع الدنا البشري هو خطوة للأمام للبشرية والمعرفة ... ومشروع الجينوم يفسر لنا كيف يكون بشراً وليس شيء آخر، وإذا ما عدنا للوراء وإسترجعنا الثورات والقفزات الهامة في مجال عالم الطب والصيدلة يبرز لنا القرن التاسع عشر والذي حدثت في أواخره ثورة الأمصال واللقاحات بعد إكتشاف الإنسان للجراثيم، ثم ثورة أخري في بداية القرن العشرين وهي ثورة الفيتامينات والأملاح المعدنية، ثم ثورة ثالثة هي ثورة المضادات الحيوية بعد إكتشاف البنسلين. ثم ثورة الطاقة الذرية واستخداماتها في علاج الأورام السرطانية ..

ثم ثورة الكوليسترول والدهنيات والستين. والآن ها هي ثورتنا الجديدة ثورة الهندسة الوراثية وهندسة الخلايا والاستفادة من الحيوانات المهندسة وراثياً وزراعة ونقل الأعضاء. والاستنساخ بنوعية الجنسي والجسدي ودخل عليها مشروع الجينوم ولقد قدمت هذه الثورة الجديدة الحل والأمل لكثير من الأمراض منها إنتاج هرمون الإنسولين لمرضى السكر وأدوية الإنترفيرون وألبان تحوي أدوية وهرمونات ضرورية وبهندسة الأنسجة والخلايا أمكن زراعة بعض

الأعضاء معملياً مثل الجلد والأذن وغيرها ولازال الاستنساخ في كل يوم يعطي ما يبهر العالم ويستكمل مشروع الجينوم هذه الإنجازات ليتمكن الباحثين من تحديد تفاصيل وهوية كل الجينات البشرية لتصبح المرجح الأساسي لكل المعلومات الوراثية الخاصة بالبشر يلجأ إليها كل الباحثين من مختلف التخصصات مما يجعلها تغير من مسيرة الطب ليظهر لنا فيه فروع جديدة تعتبر بمثابة علوم جديدة منها علم التنبؤ الجيني وعلم العلاج الجيني والأدوية الجينية ومنها الأمصال واللقاحات الجينية وجميعها أصبحت أهداف من المتوقع التوصل إليها وتحقيقها بل بدء فعلاً تحقيقها والإعلان عنها وإن كان علي حيوانات التجارب فهي في طريقها للإنسان وكل ذلك في ظل نتائج مشروع الجينوم بل وفتح هذا المشروع المجال لظهور مشروعات جديدة منها علي سبيل المثال أن الجينوم البشري يمتد كما سنعرف عما قليل جينومات المحيط الحيوي لكل الكائنات وأيضاً مشروع تنوع الجينوم البشري، أيضاً هناك مشروع خاص بالبروتين فمن المعروف أن لكل بروتين وظيفة محددة بالجسم وهامة وللتعرف علي هذه البروتينات وتحديد وظائفها بدقة، لذلك تم إجراء دراسات من خلال مشروع الجينوم عن «طي البروتينات Protein Folding والهياكل الثلاثية الأبعاد للبروتين ويمكن بذلك عمل خريطة البروتينات وكيف يحدث التمثيل الغذائي، وخريطة المخ وهي الأخطر .. إلخ مما سنذكره في أثناء جولتنا باستفاضة أكثر قد نتمكن من التوصل لمرحلة أكثر تقدماً يمكن فيها عزل الجينات والقيام بفصلها وفكها وإعادة تركيبها إذا دعت الحاجة لذلك.

أيضاً جدد هذا المشروع حلم العلماء وكثير من البشر بإمكانية الدخول إلي عصر جديد نموذج هو «الإنسان السوبرمان» ليصبح واقع وليس خيال هذا السوبرمان الذي يخلو جسمه من كل الأمراض الوراثية والمقاوم للأمراض الناتجة عن البيئة سواء فيروسية وميكروبية وغيرها. حتي أن بروفيسور فريمن دايسن يتصور أن أكبر التطورات والمفاجآت في حياتنا من الإنترنت والهندسة الوراثية وليس من الشمس أو السماء . ويذكر بروفيسور دايسن حدثين هامين هما:

١- استنساخ النعجة دولي.

٢- هزيمة غادي كسباروف ، بطل العالم للشطرنج، أمام الكمبيوتر.

ويرى «دايسن» أنه سوف يكون بوسع الآباء والأمهات استخدام تكنولوجيا الاستنساخ والهندسة الوراثية لتعويض جينات محددة لأطفالهم قبل تكوينهم وهذا سيغير قدرات الأطفال الجسدية والعقلية بحيث يتم حمايتهم من أمراض وأعراض معينة وكل ذلك سيتحقق من خلال نتائج مشروع الجينوم.

### مفهوم مشروع الجينوم البشري

يمكننا تفسيره مبدئياً علي أنه محاولة للتعرف علي خفايا وأسرار التحكم في الخلية البشرية وأسرار نموها ومراحل هذا النمو والتكاثر وأسباب اضمحلالها وشيخوختها وتقصي أسباب العلل وظهور الأمراض سواء ذات الأساس الوراثي أو الناتجة عن الاستعداد والقابلية الوراثية من قبل الفرد ويعني ذلك بعمق أكثر إزاحة الستار عن الجينات الموزعة علي ٤٦ كروموسوم الموجودين بكل نواة خلية بشرية جسدية.

ونذكر هنا رأي أحد الباحثين وهو «آرثر ساندرز» رئيس إحدى المؤسسات المسئولة عن جمع وتصنيف المعلومات الجينية ؛ بأن ٩٥% من مفردات هذه الجينات تظل دون تفسير إذ يمكن تصور ما حدث علي أنه إعداد قاموس من ١٠٠ ألف كلمة و٩٥% منها في حالة مبعثرة وتحتاج إلي إعادة ترتيب (وبالطبع كان ذلك قبل ما تكشف عن عدد الجينات في فبراير سنة ٢٠٠١) .  
ويقول باحث آخر في هذا المجال إننا نحتاج إلي ٣٩٠ ألف صفحة لنكتب تسلسل الجينات لشخص واحد.

ها هنا قد اقتربنا من هدفنا أيها القارئ العزيز إذ يكون إنجاز كل ما سبق من خلال عمل خريطة متكاملة لتركيبة جينات الإنسان الوراثية لتبدأ معها مرحلة تنقل الطب والعلاج إلي مرحلة التوافق والارتباط بين المرض والمسبب . . بقية خطوة للوصول للمفهوم النهائي لمشروع الجينوم وهي :

أنه تمشياً مع ما تم التحقق منه والتوصل إليه بأن الشعوب بالعالم كله تشترك في ٩٩,٩% من محتاليات DNA لذلك فلحن ننتمي جميعاً للنوع الحي نفسه وما تبقي من هذه النسبة وهو ٠,٠١% يمثل البصمة الجينية المميزة لفرد دون

آخر وقد يفسر استجابتنا الفردية للأدوية وقابليتنا للإصابة بالأمراض والخوف من أنه قد يساء استعمالها في نوع جديد من التمييز بين البشر ومما سبق يتبين لنا أن مشروع الجينوم سيمثل خريطة وهذه الخريطة لجينوم شخص تركيبى من أفراد الشعوب المختلفة ومركب من تتابعات من مصادر مختلفة لتكون في النهاية ممثلة للبشر بصفة عامة وهو مركب من تتابعات من مصادر مختلفة من البشر وبعدها تم التوصل إليه في فبراير سنة ٢٠٠١ ظهر لنا من خلال نتائج خريطة الجينات البشرية أنها هدمت الأسس العلمية السابق وضعها بأذهان علماء الغرب عن الاختلاف بين الأجناس . بل إن الإنسان نفسه يتشابه إلي حد كبير في جيناته مع الكائنات الأخرى حيث تبين تشابهه مع الشمبانزي وكشف عن مفاجأة أخرى هي أن التركيبة الوراثية للإنسان قريبة من الذباب والأسماك والقطط وحتى الخمائر (نوع من الفطريات) وعلي سبيل المثال تحتوي التركيبة الوراثية لذبابة الدروسوفيلا التي تم فك شفرتها عام ١٩٩٩م علي ١٤ ألف جين أي ما يقرب من نصف عدد الجينات البشرية وبصيغة أخرى فإن وحدات (الجينات) بالإنسان تعادل مورثات ذبابتى فاكهة وحشرة «أرابيدوسيس، لديها ٢٥ ألف جين وحوالي ١٠٪ من جينات البشر تتقارب مع دودة الأرض وتبين أن الموروثات بالإنسان تزيد عن الفئران بحوالي ٣٠٠ مورثة فقط . لكن سلالة الإنسان أكثر تعقيداً في فهمها من مجرد قراءة جيناتها الوراثية وأوضحت الدراسة أن الذكر يلعب دوراً أكبر في إحداث الطفرات بالشريط الوراثي للإنسان. وأشار أحد الخبراء بالمشروع بأنه تبين بعد الكشف عن أن عدد الجينات أقل من الأعداد المفترضة ينقي الاعتقاد بأن الجينات تتحكم تماماً في الإنسان، ويؤكد أن هناك عوامل خارجية أخرى مثل تدخل عوامل البيئة في الحالة الصحية للإنسان وسلوكه الاجتماعى . (وسنعد أيها الأعضاء باستفاضة أكثر مع نتائج المشروع) والآن نلقي نظرة علي مفهوم مصطلح جيلوم والفرق بينه وبين مشروع الجينوم البشري.

### مفهوم الجينوم البشرى:

إن كلمة جينوم Genome مأخوذة من كلمتين إنجليزيتين هما :

١- الجزء الأول منها Gen من كلمة gene (جين) التي تعني (المورث)

وكان معلوم منذ إبريل سنة ٢٠٠٠ أن كل خلية جسدية تحوي ما يزيد عن ١٠٠ ألف (جين) أو (موروث) و ١٠ - ١٥ ٪ من هذه الجينات أو المورثات هي المسئولة عن ظهور كل الصفات الوراثية المميزة لكل فرد من البشر عن الآخر، وهذه الجينات توجد في نواة الخلية الجسدية، أما المورثات (الجينات) الموجودة بنواة الحيوان المنوي أو البويضة فهي المسئولة عن نقل الصفات الوراثية من جيل لآخر . ولكن بعد ما أعلنه الباحثين من نتائج مشروع الجينوم في فبراير سنة ٢٠٠١ م ذكر «كريج فينتر» مدير شركة سيليرا للجينوم وهي قطاع خاص منافس، أنهم أثبتوا من خلال تحليلاتهم بمعاملهم الخاصة وجود ٢٦ ألف جين بالإضافة إلي وجود ١٢ ألف جين إضافي «حسبما يخبرنا علم الرياضيات» أما الفريق الحكومي المنافس والذي يرأسه «فرانسيس كولنز» فيؤكد أن هناك ما بين ٣٠ ألف إلي ٤٠ ألف جين وأن ٤٠ ٪ من هذه الجينات المكتشفة حديثاً ليس لها مثل في السلالات الأخرى ولا أحد يعرف فائدتها حتي الآن.

٢- الجزء الثاني من الكلمة (وم) (ome) مأخوذة من آخر مقطع من كلمة كروموسوم «صبغي» Chromosome وهي الأحرف الإنجليزية الثلاث الأخيرة . والكروموسوم هو الحامل للجينات ويوجد في نواة كل خلية جسدية بشرية ٤٦ كروموسوم .

وبالتالي فإن أبسط تعريف للجينوم هو أنه :

«المحتوى الوراثي الكلي «الجينات» الموجود علي الـ ٤٦ كروموسوم بالخلية الجسدية، أو بمعنى آخر هو (الحقيبة الوراثية البشرية القابعة داخل نواة الخلية البشرية والتي تعطي جميع الصفات والخصائص الجسمية والنفسية) .

وهذه الجينات التي ذكرناها هي كتاب محفوظ داخل نواة الخلية، وكل أمر داخل هذه النواة له ميعاد محدد يصدر فيه ، والذي يحدده الصبغيات والتي تتركب من الأحماض النووية البسيطة وهذه التراكيب المختلفة ينتج عنها المورثات .

ومعنى الخريطة أو الخارطة الوراثية Genetic Mapping

هو قتل الكروموسومات وفك تلك الصيغ الكيميائية للجينات علي كل

كروموسوم ومعرفة ترتيب المعلومات الوراثية الكاملة عند الإنسان من خلال تحديد نوع وتسلسل الجينات الموجودة في الحقيبة الوراثية. وتوضيح أو تفسير أكثر لكلمة جينوم

هو تسلسل الحروف بشكل معين يحدد الشفرة الوراثية لأحد السلالات. ويوجد ٣ مليارات حرف وربع مليون في كل خلية بشرية وهي تعمل في تناسق وتناغم بديع الصنع فسبحان الله و ١٢٠ مليون حرف في خلية ذبابة الدروسوفيلا . هذه السلسلة الطويلة من الحروف هي التي نشر العلماء معظمها في فبراير سنة ٢٠٠١ والمعروف أن كل سلالة في الكائنات الحية تتماثل في تسلسل الحروف ولكن عند تلقيح البويضة بحمل الخليط المكون من نصفي الجينوم الموروث من الأب والأم بعض التكرار والتغير في تسلسل الحروف وهو ما يجعل المولود شخصاً فريداً من نوعه.

### وجه الاختلاف بين مفهوم الجينوم ومفهوم مشروع الجينوم

حيث يفرق العالم Malt Ridley وهو عالم في البيولوجيا الجزيئية في كتابه DEAN Hamer Genome الفرق بين الجينوم ومشروع الجينوم فيذكر أن الجينوم هو المجموعة الكاملة للموروثات الموجودة في ٢٣ زوج من الكروموسومات . ومشروع الجينوم ليس إلا خطة إستراتيجية للمخزون للتأكد من حل الشفرة الوراثية والبعض من الناس يعتقد أن هذا المشروع هو مخطط البشرية Humman blue Print أو أنه كتاب الحياة Book Of life وهذا مبالغ فيه إن الجينوم هو البداية لفهم الحياة والطريقة الجديدة لعمل علوم الحياة والطريقة الصحيحة للتعامل مع الأمراض والكشف عن كنهها كما أنه يساعد علي المقارنة الحقيقية بين الكائنات الحية وهو في الحقيقة قراءة صحيحة لأنفسنا نحن البشر ﴿سُرِّيهِمْ آيَاتِنَا فِي الْأَفَاقِ وَفِي أَنْفُسِهِمْ﴾ [فصلت: ٥٣]

### أهداف المشروع

يعتبر هذا المشروع مشروعاً عالمياً شاركت فيه ١٨ دولة وتم تصميمه علي ٣ مراحل (في بداية تكوينه علي أساس أن كل مرحلة ستستغرق ٥ سنوات) لكن تم إنجاز المشروع أسرع بكثير من الموعد المحدد له. وكان للمشروع عدة أهداف مطلوب تحقيقها نذكر منها :

١- ما أخبرنا به «د. ويليام هيزيلتين، رئيس الفريق للمشروع بأنه يُرجي لكشف وإزاحة الستار عن الجينات الوراثية كلها الموجودة علي الـ ٤٦ كروموسوم وموزعة علي ٣ خرايط يشرف ويقوم علي إعدادها خمسة معاهد متخصصة علي المستوي العالمي ومنها:

أ- بهدف رسم الخرائط المفصلة الوراثية.

ب- والخرائط الفيزيائية لكل الكروموسومات البشرية لتحديد تنابعاتها وتركيب كل الجينات.

٢- معالجة المعلومات التي يتم الوصول إليها وتحليلها بتطوير نظم جديدة لقواعد المعلومات من أجل تجميع البيانات وتحليلها لتسمح للباحثين في كل العالم من التمكن من معرفة نتائج المشروع وتخزينها.

٣- تطوير التكنولوجيا : وذلك بدعم البحوث في تطوير الطرق المستخدمة في دراسة الجينوم وبخاصة لسلسلة (الدنا) لنصل لطريقة أوتوماتيكية يمكن أن يستخدمها العاملون في المشروع لسلسلة ألف قاعدة في اليوم تزيد مع الوقت .

٤- وجميع ما سبق يبسر للباحث العمل ليكشف النقاب عن موقع ووظائف الجينات بها.

٥- تحويل تلك التقنيات إلي القطاع الخاص للاستفادة منها.

٦- تحديد تسلسل الثلاثة بلايين صيغة كيميائية للكروموسومات لتحديد تتابع القواعد النيروجينية الموجودة في مادة الجينات المختلفة والمستولة عن العمليات الحيوية في جسم الإنسان لتتعرف علي التراكييب الصحيحة وبالتالي تركيب الجينات وبخاصة تسلسل القواعد الوراثية الخاصة بإنتاج الإنزيمات المختلفة والهرمونات والمواد المناعية بالدم .. أيضاً دراسة الجينات وبروتيناتها بما يمكننا من توفير المعلومات لدراسة تكاثر الخلية والاتصالات الخلوية والتنظيم الذي يؤدي إلي تفهم الإشارات البيولوجية المعقدة والتفاعلات داخل كل خلية.

٧- وهناك هدف بعيد ينشد من خلال تحديد مواقع آلاف الجينات للتوصل للجينات المسببة لظهور الأعراض المرضية للإنسان ولتحقيق ذلك يقومون باختزان التسلسل الطبيعي للجينات علي ديسك الكمبيوتر بحيث يتمكنوا من اكتشاف أي طفرة أو تغيير في تركيب هذه الجينات ليعرفوا علي سبيل المثال ما

إذا كان هذا الشخص سيصاب في المستقبل بأي مرض وراثي بل وكل المعلومات سيتم تخزينها بعد التوصل إليها وحفظها في ذاكرة الكمبيوتر وعمل الخرائط علي شبكة الإنترنت لإتاحة الفرصة للمتخصصين المشتركين في المشروع لتبادل الخبرات.

٨ إنشاء علم المعلوماتية الحيوية : حيث توصلت وزارة الطاقة الأمريكية إلي اتفاق للتعاون مع شركتي «سيليرا لأبحاث الجينات، وكومباك للكمبيوتر» من أجل تطوير برمجيات وحاسبات آلية فائقة السرعة تخدم أبحاث المستقبل في هذا المجال وأشار أحد المسئولين إلي أن هذا الاتفاق سوف يسهم في إعادة كتابة مستقبل البشرية ولقد تطور استخدام الكمبيوتر وبرامجه واتحد مع منظومات قواعد البيانات وأساليب الأبحاث البيولوجية لإنشاء علم المعلوماتية الحيوية.

ويمكن تعريف المعلوماتية الحيوية بأنها «فرع من المعرفة العلمية، الذي يشمل كل أساليب الحصول علي المعلومات البيولوجية وتشغيلها وتخزينها وتوزيعها وتحليها واستخلاص النتائج منها».

ويتضمن هذا التعريف استخدام طرق علم الرياضيات وعلم الكمبيوتر، بهذا تفهم الدلالات البيولوجية المتضمنة في بيانات متباينة تم جمعها من مصادر مختلفة عن الجينوم.

والعلم الجديد.

«المعلوماتية الحيوية Bioinformatics ، من أهم وظائفه دراسة تتابع القواعد النيوتروجينية . ولإعطاء فكرة عن هذا العلم لأصدقائنا نوضح : أن المعلوماتية الحيوية تتضمن تطوير أساليب جديدة، لإنشاء قواعد بيانات Data Bases لتخزين معلومات الجينوم ، وكذلك إيجاد طرق حسابية متطورة لتشغيل بيانات الجينوم بالإضافة إلي تقييم بيانات التجارب البيولوجية في مجال الموروثات وتطوير وسائل البيولوجيا الجزيئية واستخدام التحليل الإحصائي Statistical Analysis لجمع وتحليل بيانات الجينوم. وتدرج البيانات التي تم جمعها من البيولوجيا الجزيئية وتتابع القواعد النيوتروجينية وتصوير البلوريات بأشعة إكس (X - Ray crystallography) وكلها وسائل تستخدم في أبحاث الجينوم - إلي

قواعد وبيانات خاصة. ويتم تنظيم هذه المعلومات لإنشاء بنية تحتية للمعلومات (Information Infrastructure) ومن خلال هذا الحجم الهائل لشبكة المعلومات البيولوجية في قواعد البيانات يتوفر مصادر للإجابة عن أية تساؤلات بيولوجية مثل رسم الخرائط الوراثية ويعطي أيضاً نماذج لكيفية تعبير الجين Gene Expression وإمكانية المساهمة في ابتكارات جديدة أكثر فاعلية لعلاج الأمراض الخطيرة. وإعطاء معلومات عن البروتينات وأسرار طبيها. والقواعد اللينتروجينية.

٩- أيضاً خرطنة وسلسلة المحتوى الوراثي لخمسة كائنات أخرى هي الفأر، الدروسوفيلا وثبت أنها تحمل حوالي ١٣ ألف جين وبكتريا E. Coli وتحوي حوالي ٤ آلاف و ٢٨٦ جين وهي بكتريا القولون، الخميرة وهي خميرة الخباز وتبين أنها تحوي ٦ آلاف جين، - نيماتودا سينورا بديس، وهي نوع من الديدان تعيش بالترية.

١٠- وعمل مقارنة بين تتابعات المحتوى الجينومي للإنسان ونظيره في الفأر نظراً لأوجه التشابه الكثيرة بينهما من عدة نواحي (مثل المحتوى الجينومي وتكاثره) وهذا التشابه ينفردان به عن باقي الكائنات الأخرى حيث يحتوى محتواه الجينومي علي ٣ مليارات قاعدة مما يساعد علي مزيد من التشجيع لأجراء التجارب والأبحاث علي الفئران واحتمال كبير لنجاح في حدوثها في حالة إجرائها علي الإنسان.

١١- تشجيع الطلبة والعلماء ليتمكنوا من المهارات المطلوبة ومنها إتقان العمليات المختلفة التي يتطلبها مشروع الجينوم.

١٢- عمل دراسة مستفيضة تحوي التضمينات والآثار الأخلاقية والاجتماعية والقانونية وذلك نظراً للأخطار المتوقعة من دخول هذا المجال من جراء نتائج المشروع ومحاولة توقع المشاكل قبل وقوعها ووضع كافة الطرق والمعايير لمعالجتها وإنشاء لجنة تابعة لمشروع الجينوم خاصة بذلك. ويلزم لهذه الدراسة نسبة تتراوح ما بين ٣% - ٥% تخصص من ميزانية المشروع الأمريكي لدراسة آثار هذا المشروع. ومتابعة الإصدارات الأخلاقية والتنظيمية والاجتماعية للمشروع أول بأول وأول قانون تقترحه اللجنة المعنية بالجوانب الأخلاقية

والتنظيمية والاجتماعية هو قانون السرية الوراثية ووافق عليه الكونجرس في سنة ١٩٩٤ وهو يضمن سرية معلومات الحمض النووي الخاص بأي فرد. ووضعت اللجنة في الاعتبار أن إتاحة هذه المعلومات لشركات التأمين علي الحياة أو لجهة العمل قد يؤدي للكشف لهذه الجهات عن أن الفرد سوف يصاب بمرض مثل تصلب مبكر في الشرايين أو مرض الزهايمر أو غيره من الأمراض (وسوف يأتي ذكر مثال فيما بعد) .

وتثار الآن قضية تعميم هذا المشروع في التعليم مستقبلاً ووسائل تدريب المدرس عليه ووضع برامج للأطفال أو علي الإنترنت حول المشروع وإنجازاته. ١٣- ويأمل الباحثون أن يؤدي هذا المشروع إلي تمكّنهم من تصميم اختبار وراثي ومتطور وأكثر دقة مما هو قائم فعلاً بعدة دول منها الولايات المتحدة الأمريكية (والتي يقدر عدد ما بها من اختبارات لفحص الدنا عشرة إختبارات) يمكن من خلال ذلك الكشف عن الأمراض الوراثية بالأجنة في مراحل الحمل والأسابيع الأولى منه وبالإفادة من مشروع الجينوم يتم قراءة محتوى الجنين الوراثي ومعرفة الجينات المتسببة في ظهور الأعراض المرضية المختلفة وعلاجها مبكراً بل وهناك آمال بتعدى ذلك أملاً في اكتشاف الجينات المتسببة في إظهار قدرات الطفل ليتبين مسبقاً بمدى عبقريته في العلوم والفنون المختلفة وقدراته الجسمية ومدى استعداده للإصابة بالاكتئاب وهل سيكون منغلز عن المجتمع .. الخ.

وجدير بالذكر أن مبعث هذا الاهتمام هو نتيجة إزدياد معدلات الوفاة بين الأطفال بعد الولادة مباشرة أو بعدها بفترة أو في سن الطفولة لتصل إلي ٣٠٪ من الوفيات في الدول الصناعية ونذكر الكروموسوم رقم ٢١ وهو أول كروموسوم يتم رسم خريطته بالكامل وهو خاص بمجيء الطفل المنغولي وأيضاً ثم التعرف علي جينات عليه مهمة لتكوين القلب وأخرى خاصة بمرض الزهايمر.

١٤- إن أهداف المشروع كثيرة وسيكون لها النفع في مجالات عديدة في الزراعة والبيئة والحصول على أفضل إنتاجية بأحسن السبل دون إضرار على الكائنات الحية .

أيضاً هناك أهدافها المرجوة في مجال علم الجريمة ولن يفوتنا هنا أن نذكر مقالة للدكتور / إريك لاندن مدير مركز بحوث الجينوم بمعهد (ماسا تشوستس) ذكر فيها.

دور بصمة الدنا في التعرف على حقيقة وشخصية المجرم الحقيقية ومثال لها شركة سيلمارك دياجوسيتكس في ميريلاند، ولايفكودز كوربوريشن في ولاية نيويورك. وإدخال بصمة الدنا لأول مرة سنة ١٩٨٨ في المحاكم باعتبارها دليل هام في قضية فلوريدا ضد (تومي لى أندروز).

وتم استخدامها في يناير سنة ١٩٨٩ بوكالة المخابرات الأمريكية . وبعدها تم تعميم استخدام بصمة الدنا في العديد من القضايا في الولايات المتحدة الأمريكية.

ومنها قضية بواب العمارة (جوزية كاسترو) المتهم بقتل امرأة وإبنتها ، قضية كاليفورنيا ضد كولينز.. إلخ

### بدايات المشروع الفرنسي

علي الرغم مما تناقلته وسائل الإعلام عن أن مشروع الجينوم والذي تم إطلاق اسم (هوجو، عليه (Hugo) وتم إخراجه للور تحت إشراف المعهد القومي للصحة الأمريكية باعتبار أن الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا هما الراعيان الرسميان له إلا أنه ظهر أن فكرته والاهتمام به كان في أوروبا وعلي وجه الخصوص فرنسا.

ويظهر هذا من حديث لوزير البحث العلمي الفرنسي (روجر جيرار) لجريدة الفيجارو الفرنسية. والذي أوضح أن المشروع بدأ بفرنسا في سنة ١٩٨٢ م بمركز دراسات تعدد الأشكال البشرية تحت رئاسة البروفيسور جان دوسيه. واستكملت الأبحاث في سنة ١٩٨٧ المؤسسة الفرنسية لمكافحة ضمور العضلات حيث توصل العالم (دانيال كوهين، إلي وضع أول خريطة للجينوم البشري سنة ١٩٩٣ وفي سنة ١٩٩٧ أنشأت فرنسا المركز القومي لحل الشفرة الوراثية لمتابعة هذه الأبحاث .

ويذكر الوزير الفرنسي أن المثير للدهشة أن فرنسا الرائدة في هذا المجال لم تقم سوي بحل شفرة كروموزم (١٤) ولولا نقص التمويل المادي قبل سنة

١٩٩٧ لحققت فرنسا إنجازات ضخمة. إلا أنها بعد الإعلان عن مشروع الجينوم واشتراك عدة دول فيه (بأمريكا) (Hugo) كما سنوضح بعد قليل. بذلت الحكومة الفرنسية جهداً كبيراً ورصدت له ميزانية ٤ مليارات فرنك وفي سنة ٢٠٠١ خصصت فرنسا ١,٢ مليار فرنك لتطبيقات الجينوم.

### بدايات المشروع حتى خرج للنور

نترك مشروع الجينوم الفرنسي ونذهب لمشروع الجينوم الحالي وبداياته كما أشار إليها الباحثين.

١- نعود لبدايات مشروع الجينوم الفعلية ويرجعها الكثيرون إلي عام ١٩٥٣ م مع اكتشاف العالمان (واطسون وكريك) لتكوين الحمض النووي الحلزوني DNA وهو المكون الأساسي في تركيب الجينات.. والحقيقة أن كل أبحاث العلماء واكتشافاتهم التراكمية علي مر السنين يؤدي كل منها لظهور الآخر وكما قال نيوتن: «مارأيت إلا لأنني كنت أقف علي أكتاف الآخرين» .

٢- ثم كانت هناك بداية أخرى أكثر وقعاً وذلك من خلال تطور ونشأة الهندسة الوراثية منذ سنة ١٩٧٣ م وتقنية الدنا الهجين إذ فتح المجال لمزيد من الأبحاث والدراسات البيوتكنولوجية وأتاحت الفرصة للبحث في أسرار الخلية والجهاز الوراثي المتحكم فيها حتي أنه قد ظهرت نظريات لبعض العلماء تؤكد علي أهمية الجهاز الوراثي بخلية الكائن الحي منها مذهب الحتمية الوراثية للعالم «ريتشارد هوكنز» والذي يؤكد علي أن مصير الإنسان محتم حسب جيناته فالزواج علي سبيل المثال متخلفون لأنهم وراثياً أغبياء وهكذا . ثم ظهرت عدة تقنيات حديثة بهدف الكشف عن الجينات الحديثة واستخدامها في عدة استخدامات مثل اعتبارها . كبصمة وراثية للفرد والإفادة منها في مجالات عديدة كالتب والطب والقضايا بالمحاكم مثل إثبات النسب والتأكد من القاتل والكشف عن الجينات المسببة للأمراض الوراثية وغيرها . وكانت هناك أبحاث عن «الخريطة الرقليبية للمورثات» سنة ١٩٨٠ م.

أيضاً كانت هناك أبحاث ونظريات رائدة منها الخاصة بالعالم «روبرت سينسهايمر» R.I Sinsheimer وعن نظريته التي ترمي إلي تمحيص الجينات المؤثرة في البروتينات القائمة بالعمليات الحيوية في الجسم البشري وكان ذلك في سنة ١٩٨٤ .

ونذكر جهود علماء مثل (د. تشارلز دي ليزي) نعود للعالم «روبرت سينسهايمر» لنذكر أنه قد نادى بالفكرة من أجل مشروع الجينوم البشري والاستفادة من التطور الحادث في علم السيتولوجي وتطبيقاته الخاصة بالكشف عن الجهاز الوراثي بنواة الخلية - كل ذلك يؤكد علي أن البحث عن الجينات والكشف عنها والرغبة في قراءة الجينات كان موجوداً قبل بدء تنفيذ مشروع الجينوم. ويذكر أن عدد الجينات المكتشفة والتي تم وضعها علي الخريطة في عام ١٩٨٠ كان ٤٥٠ جين بشري وبالتطور في استخدام تقنيه الرقائبات في منتصف الثمانينات ووصل العدد إلي ١٥٠٠ جين.

ويذكر د. إيهاب عبدالرحيم رئيس قسم التأليف والتعريب بالمركز العربي للوثائق والمطبوعات الصحية (الكويت) عن بدايات المشروع فيقول:

- من خلال اهتمام وزارة الطاقة الأمريكية (DOE) Department Of

Energy

والهيئات التابعة لها ولمدة تقارب خمسين سنة عن البحث بعمق عن الأخطار المحتملة على صحة الإنسان نتيجة لاستخدام الطاقة والتقنيات المولدة للطاقة - مع التركيز بصورة خاصة على تأثير الإشعاع الذري الضار على أجسام البشر ونتج عنه ما نعرفه من تأثيرات ضارة الآن نتيجة أبحاث دعمتها الوكالات الحكومية - ومن بينها دراسات على الناجين من القبلتين الذريتين اللتين أقيتا علي مدينتي هيروشيما ونجازاكي ودراسات تجريبية أجريت على الحيوان.

- ولم يقدم العلم حتى وقت قريب سوى اكتشاف تلك التغيرات الطفيفة التي تحدث في الحمض الدنا الذي يشفر برنامجنا الوراثي.

- في عام ١٩٨٤ وفي اجتماع مشترك بين وزارة الطاقة الأمريكية واللجنة الدولية للوقاية من المطفرات "Mutagens" والمسرطنات "Carcinogens" البيئية وطرح سؤال هو «هل يمكننا، أو هل يجب علينا، أن نقوم سلسلة "Sequence" الجينوم البشري؟ : وكلمات أخرى : هل علينا تطوير تقنية تمكننا من الحصول على نسخة دقيقة كلمة بكلمة للمخطوطات الوراثية الكاملة للإنسان العادي، ولهذا نتوصل إلى مفتاح اكتشاف التأثيرات المطفرات Mutagenc الخادعة للإشعاع وللسموم المسببة للسرطان؟

- ولأن إجابة السؤال ليست بالسهلة فقد تم عقد عدة جلسات عمل خلال عامي ١٩٨٥ و ١٩٨٦، وتمت دراسة الموضوع برمته من قبل المجموعة الاستشارية لوزارة الطاقة، ومكتب تقييم التكنولوجيا التابع للكونجرس، والأكاديمية الوطنية للعلوم، بالإضافة للجدل بين العلماء أنفسهم على المستويين العام والخاص واستقر الاجتماع على ضرورة الخطو بخطوة هامة في هذا الاتجاه .

- وفي عام ١٩٨٨ ، أنشئت منظمة الجينوم البشري Human Genome Organization (HUGO) في الولايات المتحدة وكان هدف هذه المنظمة الدولية هو حل شفرة كامل الجينوم البشري .

أما مشروع الجينوم البشري (HGP) Human Genome Project فهو مشروع بحثي بدأ العمل به رسمياً في عام ١٩٩٠ م وكان المخطط له أن يستمر ١٥ عام لكنه أوشك على الانتهاء قبل الموعد المحدد بسنوات وبدأ المشروع في الولايات المتحدة الأمريكية كجهد مشترك بين وزارة الطاقة (DOE)، والمعاهد الوطنية للصحة (NIH) .

ترك حديث د/ إيهاب عبد الرحيم للذكر بدايات المشروع مرة أخرى، وأنه كان في مايو ١٩٨٥ .

ففي مايو سنة ١٩٨٥ م، تم دعوة عدد من كبار رجال البيولوجيا الجزيئية إلي ورشة عمل في منطقة (سانتا كروز) للتشاور في عمل الجينوم البشري ولن ننسي أيضاً ذكر العالمان الشهيران فرانسيس كولنز F. Collins بالمعهد القومي للصحة في مرييلاند بالولايات المتحدة الأمريكية . والذي تولي منصب مدير المركز القومي الأمريكي لبحوث الجينوم ومعهم مايكل دكستر مدير شركة ويلكم البريطانية مع شركات خاصة منافسة وفي ٧ / ٣ / ١٩٨٦ دعت وطالبت مجلة ساينس من خلال افتتاحيتها أنه علي الولايات المتحدة الأمريكية أخذ المهمة الخاصة بإنجاز هذا المشروع علي عاتقها .

وفي سنة ١٩٨٧ م أقتع عدد من كبار رجال البيولوجيا الجزيئية الكونجرس الأمريكي بتخصيص ميزانية لإجراء البحوث علي الجينوم البشري وجدير بالذكر أن فكرة الطاقم الوراثي البشري هذه قد لاقت قبول وترحيب من الكونجرس لتمويلها لأن فيها ربط بين عمل الجينات وحدوث الأمراض بعد أن كان العلماء قديماً يعتبرون الأمراض الوراثية قدراً محتوماً .

وفي فبراير سنة ١٩٨٨م إقترحت لجنة من المركز القومي الأمريكي لأبحاث الجينوم تمويل المشروع لمدة ١٥ عام بميزانية سنوية قدرها ٢٠٠ مليون دولار سنوياً.

وفي سبتمبر سنة ١٩٨٨م شكّل المجلس التأسيسي لمنظمة الجينوم البشري في «مونتروه» بسويسرا ويسمي (HUGO) و (Hugo) اختصاراً لـ Human genome Organization

ومعني «هوجو» (HUGO) أي منظمة الأمم المتحدة للجينوم البشري .  
ويذكر أن عدد الدول المشتركة ظل يتزايد حتي وصل إلي ١٨ دولة في سنة ١٩٩٠م ومن بينها إسرائيل ووصل عدد العلماء إلي ١١٠٠ عالم من بينهم ٥ علماء من حاملي جائزة نوبل والنسبة لمصر فهي غير مشتركة. ويتصدر هذه الدول الولايات المتحدة الأمريكية وبريطانيا باعتبارهما الراعيان الرسميان واتفقا علي أن مشروع الجينوم يمثل كل البشر.

وجدير بالذكر أنه رغم أن عدد المشتركين ١٨ دولة إلا أن العمل الفعلي للمشروع تم في ١٢ دولة فقط من الـ ١٨ دولة ولن ننسى إيرا ز دور «لويس صاليفان» ففي أكتوبر سنة ١٩٨٩ وكان يعمل وزيراً للصحة والخدمات الإنسانية حيث حول مكتب جيمس واطسون ليصبح «المركز القومي لبحوث الجينوم البشري».

وكان أول رئيس لمنظمة الطاقم الوراثي البشري هو العالم الأمريكي «فيكتور ماكيوزيك» وهو يعتبر رائد علم الوراثة البشرية في العالم اجمع . وأول من وضع تصنيف وتبويب وتسجيل لكل الأمراض الوراثية التي يتم اكتشافها واستخدام الكمبيوتر لذلك الغرض وتم نقل المعلومات التي يتم الكشف عليها علي قرص مدمج حتي أنه بلغ عدد الأمراض الوراثية المسجلة حتي وقت قريب ست آلاف مرض ويتم الاتصال عن طريق الشبكة الدولية للمعلومات لمعرفة أحدث التطورات في الأمراض الوراثية التي يتم اكتشافها والتي يتم تحديد مكانها علي الخريطة الجينية ، وأيضاً بالإمكان معرفة تتابع القواعد النيتروجينية في الجين .

أيضاً كان لمجلس وزراء الاتحاد الأوروبي دوره في المشروع وقرر تمويل قدره ١٥ مليون إيكو لمدة ٣ سنوات وذلك في شهر ديسمبر سنة ١٩٨٩م وأيضاً

في سنة ١٩٨٩ م أنفقت هيئة الطاقة والمعهد القومي للصحة بأمريكا علي المشروع ٥ ملايين دولار. وخصص ٧٪ من الميزانية للدراسات الأخلاقية والاجتماعية والقانونية وإثارة المناقشات العامة للجمهور في القضايا التي يثيرها المشروع وهكذا في ١ / ١٠ / ١٩٩٠ م بدأ رسمياً مشروع الجينوم البشري الحكومي وتم تخصيص ١٣٠ مليون دولار في هذا العام وبدأ تنفيذه علي أساس يستمر لمدة ١٥ عام تحت إشراف حكومي متمثل في تنفيذ المعهد القومي للصحة (NIH) الأمريكية ويقع هذا المعهد بولاية مرييلاند بالولايات المتحدة الأمريكية ويرأس المعهد العالم «فرانيس كولينز» وهذا المعهد هو مؤسسة عالمية تأسست في عام ١٩٨٥ م واتفق علي أن يخصص للمشروع كل عام ٣٠٠ مليون دولار حتي اكتماله وإجمالي تكلفته كانت تقدر بـ ٣ بلايين دولار .

واتفق علي أن وزارتي الصحة والطاقة الأمريكيتين تساهما بجزء من التمويل بالإضافة إلي الإشراف وكان من المقرر وقتها الانتهاء من المشروع في ٣٠ / ٩ / ٢٠٠٥ ويضاف علي المشاركين في المشروع معهد ويلكوم ترست البريطاني وهناك شركة سيليرا جينوميكس Celera Genomecs وهي من القطاع الخاص وأسسها العالم الأمريكي كريج فينتر والذي استخدم تقنية مختلفة ومتطورة تختلف عن الحكومي ومنافسة لها مآكان لها أثر بالغ في الإسراع بإنهاء المشروع قبل الوقت المحدد.

ومنذ بداية التسعينات أصبح بإمكان الباحثين سلسلة ما قد يصل إلي ١٠٠ ألف قاعدة في العام وفي سنة ١٩٩١ دشّن فيه مشروع الجينوم البشري كبرنامج فيدرالي رسمي وتم زيادة المخصصات ليتم العمل فيه وبسرعة . واعتمد الكونجرس الأمريكي سنة ١٩٩١ م ٣ مليار دولار للمشروع ومن خلال الإسهامات المادية السخية علي المشروع والتنافس بين القطاع العام والخاص أدي كل ذلك إلي الإسراع في خطوات فك رموز المورثات ليعلن عن قرب الانتهاء منه في ٢٦ / ٦ / ٢٠٠٠ ثم الإعلان عن نتائجه وإنجازاته المبهرة في فبراير سنة ٢٠٠١ .

ويذكر عن المشروع أنه تم إعطاء الفرصة عالمياً بمشاركة باحثين ومتخصصين وفنيين من عدة دول بالعالم من ٤ قارات بل وبه آلاف

المختصين ومساعدين وأطباء وباحثين ويعمل به ١٠٠ معمل أو يزيد من دول مختلفة بكل جد واجتهاد كمن يبحث عن إبرة في قش وليتم إختزان المعلومات علي ديسك كمبيوتر يخزن به التسلسل الطبيعي للجينات ليسهل اكتشاف أي طفرة أو تغير في تركيب هذه الجينات ويمكن الباحثين من التنبؤ بالأمراض مثل ضغط الدم، السكر، تليف الأعصاب M.S وتصلب الشرايين .. إلخ.

ثم في سنة ١٩٩١ كان قد تم فهرست ٥٦٠٠ جين علي الكمبيوتر يتم توارثهم بطريقة مندلية ولقد تم اكتشاف ٥٣٩ جين لهم علاقة بالأمراض الوراثية ، ٦٧٣ موضع اختلاف جيني بين الأشخاص قد يحدث في ١٪ بين الناس . وبالنسبة للكروموسوم الجنسي Y يحمل ١٠٠٠ نوع من الجينات تم رصد تسلسل ١٦ جين وتحديد علاقتها بالأمراض واتضح أن واحد منها فقط له علاقة بالأمراض الموروثة ونذكر من بين الدول المشاركة في مشروع الجينوم البشري .

(الولايات المتحدة الأمريكية - بريطانيا - الصين - اليابان - فرنسا - إيطاليا - إسرائيل - الدنمارك - السويد - هولندا - روسيا - المكسيك - البرازيل - كندا - ألمانيا) . ورئيس المشروع هو فرانسيس كولنز وكان معدل العمل والإنجاز بطيئاً ومكلفاً مادياً عما هو عليه الآن حيث أصبح معدل العمل أسرع بكثير وأقل تكلفة وفي البداية كان يتم المراجعة مرة أخرى وبمنتهى الدقة وخطوة بخطوة ولذا علي سبيل المثال أن الكشف عن أحد الجينات المسببة للأمراض الوراثية ومنها الجين المتسبب في حدوث إصابة بمرض «التليف الحوصلي» وهو من الأمراض الوراثية الشائعة في إستراليا، الولايات المتحدة الأمريكية لدرجة أن معدل الوفاة بين الأطفال يقدر بـ ١ من كل ٢٣٠٠ واستغرق جهد ١٠ سنوات وكلف ١٥٠ مليون دولار ولكن من خلال الإمكانيات العلمية والتكنولوجية التي تتطور سريعاً ويتم إدخالها بمشروع الجينوم البشري والتنافس بين القائمين علي المشروع والشركات الخاصة أدي إلي خفض ما يبذل من مال وجهد حيث أصبحت تكلفة الكشف عن الجين الواحد تقدر بمئات الدولارات فقط .

بعض الشركات التي تعمل في مجال فك شفرة الجينات .

سنعطي فكرة للقراء عن بعض الشركات التي تعمل علي فك شفرة الجينات

ثم نتحدث عن أقوى المنافسين وهي شركة سيليرا وذلك من خلال النقاط التالية:

أ- بعض الشركات .

١- هناك شركة في كاليفورنيا وهي شركة بيولوجية تسمى Affymetrix لعمل وفحص الشفرات الوراثية.

٢- (مركز سنجر) وهو معمل جيني بالقرب من كامبريدج في بريطانيا وهو واحد من المساهمين في مشروع جينات الإنسان وأنفق ملايين الدولارات لاستخراج الجينات البشرية ودراستها ولن ننسى ذكر مقولة (د/ جون سالستون) مدير المركز

«كل المعلومات المطلوبة لتكوين الإنسان مكتوبة علي الحمض النووي الخاص به حيث توجد مساحة تكفي لحوالي جيجا بايت من المعلومات التي يقرأها الجين)، ويذكر أيضاً أنه في داخل الشريط المكون للحمض النووي تتصافر الحروف الكيميائية جنباً إلى جنب حتي تصل إلي ٢,٣ مليار حرف.

٣- شركة بيركن إيلمر Perkin - Elmer ونذكر أنها كانت منذ عامين قد تمكنت من إنتاج آلة (معجزة) يمكنها أن تسلسل في اليوم الواحد ٤٣٥ ألف قاعدة !! وعند الحصول علي ٢٣٠ آلة مثلها يمكن أن نسلسل مائة مليون قاعدة أي نسلسل كل ما قام به مشروع الجينوم حتي مارس سنة ١٩٩٨م في يوم واحد وأربع ساعات.

وللعلم فإنه في أثناء العمل بالمشروع كان واضحاً سعي هيئات متخصصة لربط تتابعات الدنا بسعر تجاري.

٤- شركة «جينزايم» .

وقامت هذه الشركة «جينزايم» في خريف سنة ١٩٩٦م التي تعمل في مجال البيوتكنولوجيا في «ماساتشوستس» بتطوير طرق تكنولوجيا حديثة يتم عن طريقها تحليل الشريط الوراثي لخمسمائة مريض في آن واحد للبحث عن ١٠٦ طفرات مختلفة في سبعة جينات وعندما يتم الإلمام بجميع المعلومات عن تأثير الطفرات يكون بوسع الطبيب المعالج أن يبين احتمال إصابة شخص ما بمرض بعينه أو بعلة معينة . ولقد تم التعرف علي الجين (PKDi) المسئول عن حالات مرضية كثيرة باستعمال تقانات طورت ضمن مشروع الجينوم.

## ٥- شركة علوم الجينوم البشري:

ويذكر W هيزلتاين، رئيس شركة علوم الجينوم البشري أن مؤسسته تعرفت علي ٩٠% من مجموع الجينات البشرية وأنها استعملت العشرات منها لتصنيع بروتينات ذات خصائص علاجية كاملة. وكان لشركة علوم الجينوم البشري أثر فعال علي برنامج تطوير العقاقير.

### ب. أبرز المنافسون...)))

ويبرز لدينا د. ج. كريج فينتر، صاحب شركة سيليرا جينومكس الأمريكية، وهي شركة خاصة أمريكية تنافس مشروع الجينوم الأمريكي منذ عام ١٩٩٨ ود. فينتر ملقب بصائد الجينات وقام بتشكيل لجنة جديدة وأعلن منافسته وقدرته علي إنهاء مشروع الجينوم خلال ٣ سنوات وأنه يستخدم أساليب أكثر تطوراً ومبتكرة سيسبق ويختصر بها الوقت. مما أثار الزعر لدي فرانسيس كولنز، مدير معهد جينات الأبحاث البشرية (المشروع الحكومي) والذي لم تكن معاملته قد أنهت سوي ٣% من الخريطة الجينية في ذلك الوقت، وكان يعني انتصار المشروع الخاص بقيادة د. فينتر معناه إسباغ الحماية علي الاكتشافات بموجب قوانين الملكية الفكرية بمعنى أن القطاع الخاص سيلجأ في حال سبقه إلي عمل ملكية علي الجينات التي يسبق بكشفها أولاً وبالتالي يحق له أن يفرض شروطه ولا يحق للعلماء والباحثين بل ولدول العالم الاستفادة مما اكتشفه إلا وفق شروطه وهي مسألة خطيرة إن حدثت. لذا طلب كولنز، من العاملين معه بالمشروع الحكومي نسيان طريقة العمل المزدوجة في الفحص للعمل بكفاءة أعلي وبدأ ما راثنون السلسلة يسرع الخطي وطلب نسيان طريقة العمل المزدوجة في الفحص ومحاولة فك الألغاز العلمية الفائزة والتخلي عن الحذر الذي فرضوه علي أنفسهم بإعادة كل اختبار للتأكد من صحته والعمل بسرعة علي كشف الجينات التي يرمز لها بحرف والأخري التي يرمز لها بحروف (A)، (T)، (C)، (G)، واعتماد الأحرف التي تم اكتشافها دون إعادة فحص ويغير اللجوء إلي الأساليب الدقيقة التي كانت متبعة لعشر سنوات لفرز هذه الأحرف المكونة للجينات واستبعاد المكونات الفارغة التي تمثل لحامات وجسور تصل الجينات بعضها ببعض فصاعف العاملون في مشروع القطاع

العام (القومي) بالولايات المتحدة جهودهم ٣ مرات ليتمكنوا من قراءة ١٢ ألف حرف كيميائي كل دقيقة.

وبالفعل أتت التوجهات الجديدة بنتائجها ، إذ تسارعت الإكتشافات بدرجة هائلة حتي أعلن طرفا الصراع (العام ، الخاص) أخيراً إعترزامهما التعاون بمناسبة إقترابهما معاً من خط النهاية . ويوضح هذا الأمر مدى إصرار القائمون علي المشروع القومي علي السبق لإبقاء كل الإكتشافات علنية ومتاحة ولايحتكرها القطاع الخاص إذا كان له السبق وفي سنة ١٩٩٨ أعلن كولينز أن فريقه سيتوصل إلي مسودة مبدئية عن المشروع سنة ٢٠٠١ م لكن في مارس سنة ١٩٩٩ م قال إن المسودة ستنتهي في خلال شهر ومعدودة . ولكي نعرف كيف بدأ ماراثون السلسلة يسرع خطاه سنعطى بإيجاز للقارئ هذه المعلومة :

كيف يتم سلسلة الدنا البشرى أو تكوين جينوم فى المشروع ؟

١ - يتم أخذ عينات دم من المتطوعين باستخدام الطرق الكيميائية، ثم تجمع وتبرد عند درجة صفر فهرنهايت بهدف أخذ مادة الدنا الوراثى منها . ثم تقطع إلى متواليات متراكبة يبلغ طول كل منها نحو ١٥٠,٠٠٠ حرف، وعلى الرغم من ذلك لا يوجد فى هذه العينات الأصلية مقدار من الدنا DNA يكفى لتحليله لذلك:

٢ - يتم استنساخ كل شظية (شذفة Fregment) فى البكتريا، والتي تصنع نسخاً عدة منها مع تكاثرها.

٣ - وتستخدم الروبوتات Robots فى نقل هذه المستعمرات البكتيرية إلى آلة تضخمها Amplrify لدرجة أكبر وذلك بتقنية تسمى «تفاعل سلسلة البوليمراز» والتي اكتشفها الكيميائى الأمريكى «كارى موليس Mullis»، والذي أهل لنيل جائزة نوبل لعام ١٩٩٣ م.

٤ - ثم تفك شفرة متواليات كل شظية باستخدام آلة تسمى «المسلسل Sequencer»، والتي تنفذ مجموعة من التفاعلات الكيميائية التى طورها العالم البريطانى فريد سانجر Sanger والحائز على جائزة نوبل، وتتضمن تلك التفاعلات تمييز كل حرف فى أى شظية بعينها بجزئ ملون يمكن قراءته

بواسطة أشعة الليزر لإنتاج متواليية Sequence لهذه الشظية، ثم تجمع تلك المتوالييات، الشدفة، المترابكة Overlapping وذلك لتكوين جينوم العينة الأصلية. وفي ١١ / ٦ / ١٩٩٩م أعلن فرانسيس كولينز مدير أبحاث مشروع الجينوم بالمعهد القومي للصحة (NIH) عن الانتهاء من ٩٠٪ منه وكان هذا الإعلان في اجتماع الجمعية الطبية الأمريكية في سان فرانسيسكو. يستخدم الباحثون في عملهم كمبيوتر محمول لمواصلة كتابة بياناتهم ومن بينهم د. جريج شيلر ومن خلال حديث له حيث يعمل كعالم للأحياء ومتخصص في شئون النواة بالمعهد القومي للصحة قال: إن مشروع رسم خريطة للجينات البشرية تخطي بالفعل حالياً الـ ٢ مليار حرف جيني في ٩ / ٣ / ٢٠٠٠ م ولقراءة أول مليار حرف استغرق الأمر ٤ سنوات لكن المحطة التالية في المشروع استغرقت ٤ شهور فقط.

والمشروع مولته الحكومة الأمريكية ومؤسسة ويلكوم ترست البريطانية. وبهذا المعدل تم الانتهاء من الشكل المبدئي للمشروع والتمثل في ٩٠٪ من الخريطة الجينية للجسم البشري بدرجة دقة تبلغ ٩٩,٩٪.

ولقد تم اختيار مجموعات من الأفراد من كل السلالات من المتطوعين لاستخلاص «الدنا» من حيوانات منوية من الذكور ودم من الإناث به كل الكروموزومات وتم تشكيل «مكتبة» الجينوم التي يسلسها المشروع من «دنا» عدد من الأفراد ما بين ١٠ و ٢٠ فرداً بعد أن نزلت بطاقات هويتهم حتي تكون العينات لأشخاص مجهولي الهوية وأوضح كريج فلتر المدير التنفيذي لشركة «سيليرا جينومكس» أن الشركة نجحت في رصد ٩٩٪ من الجينوم البشري وجمعت ٣,٢ مليار حرف من الشفرة الخاصة بعملها باستخدام عينات مأخوذة من خمسة أشخاص منهم ٣ نساء ورجلان وقال إن هؤلاء الخمسة هم أمريكي من أصل إفريقي «أسود» وصيني ومكسيكي من أصل أسباني وشخصان قوقازيان،

وأعلنت شركة «سيليرا» أنها انتهت من سلسلة جينوم لشخص واحد وأصبحت القضية تدور حول عدد الجينات التي يحملها كل منا فقد بلغت ما بين ٣٥ و ١٢٠ ألف بين مختلف الناس وتكمن مشكلة التقدير من حقيقة أنه من الصعب

تحديد أين يبدأ الجين وأين ينتهي داخل تتابع يزيد طوله علي ٣ مليارات حرف. ونجد أن رئيس المشروع القومي وهو د. كولينز كان رأيه أن عدد الجينات يقدر بنحو ٤٨ ألف و ١١ جين إلي أن تم الإعلان في فبراير سنة ٢٠٠١ ليحسم هذه القضية كما سبق التوضيح . وفي ١٣ / ٢ / ٢٠٠١ ذكرت جريدة الأهرام بعض النتائج الهامة التي أعلنها فريقان بمركزي إنجلو الأمريكي لمشروع الجينوم البشري وسيليرا للجينوم وكانا قد أعلننا في العام الماضي المسودة الأولى للجينوم والتي أفادت التعرف علي نتائج ٣ بلايين كود تشمل كافة البيانات الخاصة بالإنسان من حيث المواصفات الجسمانية وفي فبراير ٢٠٠١ م تم الإعلان عن النتائج الجديدة بالمشروع وسبق ذكر بعضها ونستكمل الدراسة بأنها أوضحت أن الذكر يلعب دوراً أكبر في إحداث الطفرات بالشريط الوراثي للإنسان وبالتالي فإن جينات الإنسان ما بين ٢٦ ، ٣٠ ألف جين متساوياً مع جينات النبات تقريباً، ويشير أحد الخبراء بأن الكشف عن أن عدد الجينات أقل من العدد المفترض ينفي الاعتقاد بأن الجينات تتحكم تماماً في الإنسان ويؤكد أن هناك عوامل خارجية أخرى مثل تدخل عوامل البيئة في الحالة الصحية والسلوك الاجتماعي للإنسان واعتبار أن الإنسان كائن معقد وأوضح الدراسات أيضاً أن النسبة المئوية للجينات التي تعمل أو الكاذبة فاق كل التوقعات

### نتائج مشروع الجينوم والإنجازات التي تحققت

#### والمشروعات والإنجازات المرجوة تحقيقها

لن نستطيع الفصل بين الإنجازات التي تتحقق والفوائد وبين الآمال المرجو تحقيقها من المشروع والسبب هو أن نتائج المشروع التي يتم الإعلان عنها يوماً يتم في نفس التوقيت إدماجها في مجال الدراسات والتجارب العملية التي يجريها العلماء في كل مكان لتحقيق آمالهم وكل يوم يمر تطالعنا وسائل الإعلام والمجلات العلمية المتخصصة بإنجاز جديد كان يعد منذ فترة قصيرة حلم من أحلام المشروع . ولكن نذكر أنه في :

سنة ١٩٩١ كان عدد الجينات البشرية التي تم وضعها علي الخريطة هو

٥٦٠٠ جين

سنة ١٩٩٢ تم نشر خريطة تحمل ٨١٤ واسم  
وفي ١٠ / ١٩٩٦ نشرت خريطة توضح المواقع الكروموسومية التقريبية لما  
يزيد عن ١٦٠٠٠ جين وقد تم اكتشاف ١٠٦ مرض جيني وتحديد الجينات  
المسببة لها.

وفي ١٩ / ٣ / ١٩٩٨ كان مجموع ما تم سلسلته نحو ٣,٩٢٪ من الجينوم  
البشري يعني ١١٧,٧١ مليون قاعدة.

- أيضاً نذكر أنه متوقع بعد الانتهاء من سلسلة الـ ٣ آلاف مليون قاعدة  
وتحديد هوية الجينات البشرية أن يتم مقارنتها بجينوم (الفأر) حيث من المعلوم  
أنه لوحظ أن هناك تناظر يكاد يكون كامل بين جينات الإنسان والفأر ولم  
يلاحظ إلا حالات قليلة لم يعثر فيها بالفأر علي نظير لجين آدمي معين.

لقد أصبح هناك قائمة تحدد بمنتهى الدقة موقع الجينات الطافرة والتي  
تتسبب في ظهور أعراض الأمراض الوراثية بل ورقم الكروموسوم وموقع  
الجينات الطافرة عليه وأي جزء من المادة الوراثية بالكروموسوم. وتم حصر ما  
يقرب من ١٢٠٠ مرض وراثي من ما يزيد عن ٤٠٠٠ مرض وراثي يصيب  
البشر ومنها:

عمي الألوان - تشقق العظام - فقدان السمع - التخلف العقلي - الصرع - الحول  
أنيميا البحر المتوسط . ولن ننسى أن معدل الوفيات بين الأطفال من هذه  
الأمراض الوراثية كبير - فلجد مرض مثل مرض دوشين العضلي معدله ١ من  
كل ٣٠٠٠ ميلاد ، مرض هنتينجتون المميت عصبياً معدله ١ من كل ١٠٠٠٠  
ميلاد، في أكتوبر سنة ١٩٩٦ تم نشر خريطة توضح المواقع الكروموسومية  
التقريبية لما يزيد عن ١٦ ألف جين.

ويذكر أحد العلماء أن خريطة الكروموسوم الواحد تحتاج إلي ٦٠ مجلداً  
تحتويها ، ولن ننسى ذكر حقيقة أن الباحثين كثيراً ما يسارعون لحق طلب  
براءة تسجيل الاختراع عند اكتشافاتهم طلباً للثراء والمجد و... التحكم.

ولقد استمرت مراحل كشف الجينات البشرية بمعدل ١٢ ألف قاعدة في  
العام وأدي هذا التطور السريع إلي انخفاض سنوات الخطة مما دفع (كولينز)

رئيس المشروع إلى الإعلان عن مسودة المشروع وتغطي المسودة ٩٠٪ من جينات البشر بدرجة دقة تبلغ ٩٩,٩ بنسبة خطأ واحد في الألف وتم أيضاً تحديد الجينات المسببة لأمراض الصمم والصرع والتشوهات الوراثية يذكر أنه قد تم مضاعفة العمل ٤ مرات.

وجدير بالذكر أن هناك احتمال كبير أن الجينات في المسودة التي أعلن عنها لن تكون موضوعة بترتيبها الذي توجد به علي الكروموزومات، إذ أنه لن يمكننا تفهم الجينات تماماً ما لم تكن في ترتيبها الطبيعي، رغم أن الإنترنت يحمل أخبار المشروع علي مدي ٢٤ ساعة يومياً.

وتوصل الباحثون بصورة روتينية إلى عزل طفرات جينية ترتبط بأمراض واسعة الانتشار كالسرطان ومرض الزهايمر وبعض أمراض القلب الوعائي وصار استنباط اختبارات للطفرات في جين معين أمراً يكاد يكون مباشراً ومن الإنجازات أنه يتم رسم الخريطة الجينية للكروموسوم ١٧ في معهد هوايتهد، للبحوث البيوطبية والمؤسسة الفرنسية «جينيون»، ويمكن فحصها بالكامل علي البرنامج ذي الرمز

<http://www.genome.wimit.edu.legi-bin/contig/physmap>.

ويجدر بنا ونحن نتحدث عن نتائج مشروع الجينوم أن نذكر نتائجه والمشروعات التي يطمح العلماء في تحقيقها وذلك في مجالات عديدة نذكر منها.

#### ١- في مجال الطب والصيدلة:

حيث يحظى بالنصيب الأوفر من الاهتمام وهو يرتبط ارتباط وثيق مع تطبيقات علم الوراثة بفضل النتائج المذهلة التي أتاحتها نتائج مشروع الجينوم وبخاصة في مجال الوراثة الطبية أو تسمى أيضاً البيولوجيا الجزيئية الطبية وذلك من خلال تطبيق عدة نقاط توضح لنا كيف سيكون نمط العلاج المتطور في المستقبل :-

١- تقنيات التحليل الوراثي وهي تمثل الوقاية المبكرة من المرض الوراثي .

٢- العلاج بالمورثات (الجينات) Gene therapy

٣. اللقاحات والطعوم الجينية لإستثارة الجهاز المناعي.
  ٤. ثورة في عالم استنساخ الأعضاء ومنها الأعضاء الحاروية علي أدوية ولقاحات جينية لاثثير الجهاز المناعي.
  ٥. الوقاية من الأمراض المعدية .
- وستعرض لهذه النقاط كما يلي:

#### ١. تقنيات التحليل الوراثي (الوقاية المبكرة من المرض الوراثي)

فمشروع الجينوم البشري يمكن الباحثين من المعرفة الدقيقة بالجينات وترتيبها بدقة والكشف عن أصل الجينات مما يمكن الطبيب من استخدام أساليب تحليل وتشخيص دقيقة وسريعة تتيح له سرعة التنبؤ وسرعة ودقة التشخيص للأفراد للكشف عن مخاطر الإصابة: بالعديد من الأمراض وللكشف والتشخيص عن الاستعداد الوراثي لدي الأشخاص وقابلية بعض الأفراد للإصابة بأمراض مزمنة لاتظهر عليهم منذ الصغر ولكن بعد فترة من الزمن تختلف بحسب نوع المرض ونتيجة ظروف أخري يتعرض لها الشخص في بيئته مثل أمراض القلب ، الشرايين ، تكون الجلطات، بعض الأورام السرطانية الخبيثة ووهن العظام، أمراض الربو، الزهايمر (خرف الشيخوخة) وأمراض الضغط ، الشلل الرعاش (الباركنسون)، أمراض الأنسجة الضامة .. الخ.

بل وسيتيح الفرصة للباحث للتوصل لأساليب جديدة ومتطورة للعلاج تمكنه علي سبيل المثال من حل العديد من المشاكل كالتحكم في السمعة، التغلب علي الشيخوخة، منع حدوث الصلع... الخ بل وسيؤدي من ناحية أخري لتوفير الأساليب المثالية لإجراء العمليات الجراحية. أي يتيح الفرصة للوقاية من الأمراض قبل تمكنها من الشخص والعلاج الفعال والأمين ومن بين تقنيات التحليل الوراثي ما تم التوصل إليه واستعماله منذ فترة بعدة دول ومنه مازال في مجال البحث والدراسة حيث إن شفرات الدنا الوراثي تحتاج لعشرات السنين من البحث والدراسة المتأنية. ويتوقع العلماء أنه بحلول سنة ٢٠١٥م يمكن عمل خريطة كاملة للجينات المسببة للأمراض الوراثية والمعدية للتوصل لأساليب علاج أكثر تطور ومن هذه التقنيات.

## ١- تكتيك التشخيص الجزيئي للأمراض :

وهو عبارة عن استخدام تتابعات من المادة الوراثية للكشف عن وجود التتابعات الأخرى المسئولة عن المرض أو الإستعداد للإصابة به لدى الإنسان ولم يستخدم هذا التكتيك حتى الآن والأمل أن يتمكن الباحثون من استخدامه قريباً.

## ٢- استخدام تقنيات حديثة للتطليل المخبري الدقيق للأمراض الوراثية:

والكشف المبكر عنها وعن غيرها من الأمراض، «مستقبلاً» ويتبع ذلك استخدام تقنيات التحليل في الفحص قبل الزواج والاسترشاد الوراثي الوقائي ومن التقدم الملموس :

### أ- في الكشف المبكر عن الأمراض الوراثية عند الأجنة:

وبالتالي محاولة معالجتها وراثياً وهي لاتزال في مهدها حيث يمكن الآن معرفة التكوين الوراثي للجنين بعدة طرق ومنها أن الجنين أثناء تكوينه يطرد بعض خلاياه إلى السائل الأمنيوتي، وعند أخذ هذه الخلايا بطريقة تعرف باسم Amnio centesis وزراعتها في بيئة صناعية وفحصها بواسطة الطبيب المختص فإنه يمكن معرفة وجود الكروموسومات الشاذة التي تؤدي إلى تكوين تشوه وراثي للجنين - كما أنه يمكن تشخيص الأمراض الوراثية قبل الولادة بطريقة Chorionic villus حيث يتم أخذ عينه من خملات الكوريون - بل يمكن التعرف على الجينات المعيبة بالجنين تمهيداً لعلاجها وهو لازال في مراحل التكوين داخل الرحم.

ب- وستظهر أساليب جديدة للوقاية من الأمراض ذات الاستعداد الوراثي وهناك تحاليل متوفرة وموجودة حالياً في الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا وغيرها من الدول في اكتشاف الاستعداد للإصابة ببعض الأورام السرطانية مثل سرطان الثدي ، القولون، والأمل في أن تتطور الأساليب مستقبلياً وتعم مع بقية الأمراض التي يصاب بها الفرد نتيجة للاستعداد الوراثي نذكر مثلاً تمكن الشخص من معرفة ما إذا كان مصاب بنوع قاتل من سرطان البروستاتا أم لا أو نوع من الاوكيميا لجعل المرضى يتكيفون مستقبلاً مع العلاج بعدما عرفوا أنهم

معرضون للإصابة به وأن لديهم تلك الجينات المسببة للمرض والتي لا يظهر تعبيرها أو تأثيرها المدمر إلا بعد فترة من الزمن، وبذلك يمكن تحاشي المرض أو تأجيل ظهوره بقدر الإمكان وسنجد عينة جديدة من المرضى يذهبون للطبيب ليس من الشكوي من مرض مصابون به فعلاً ولكن من أجل الوقاية والعلاج من مرض معرضون للإصابة به مستقبلاً ومثال يوضح ذلك من يكتشف أن لديه قابلية للإصابة بأمراض القلب فيستطيع باتباع نظام غذائي معين وعدم التعرض لأي توتر نفسي أو مجهود عصبي وجسمي عنيف يؤدي لظهور المرض.

## ٢- العلاج بالمورثات (بالجينات) Gene therapy

معظم الأمراض الوراثية سببها جينات متنحية والأغلبية منها ترجع إلي طفرة تعطل جيناً وهذا الجين عندما كان في حالته الصحيحة كان ينتج بروتيناً هاماً.

- ومن هنا كانت فكرة المعالجة بالمورثات (بالجينات) وذلك بإدخال جين في الكروموسوم في الخلية في موقع محدد بهدف التخلص من الجين المعيب وآثاره المرضية واستبداله بالجين الآخر السليم.

ويجب أن يكون عملية إدخال الجين السليم محكمة وتؤدي بطريقة صحيحة لأنه بذلك سيزيد من احتمالية العلاج والشفاء أما الإدخال العشوائي فقد ينشط جينات ورميه ساكنة .

- وتتقدم الأبحاث فيه بشكل حذر نوعاً ما - أما عن الفوائد المتوقعة فهي هائلة منها تثبيط Suppression الأثر المرضي للجين المعيب وحتى الوقاية ويتوقع العلماء أنه بحلول عام ٢٠٢٥ م سيتمكن الأطباء من تصحيح العيوب الوراثية في الجينات الوراثية وتجنب بعض الأمراض وهناك من يتفاءلون بأنه يمكن إجراء اختبارات جديدة لعدد من الحالات الوراثية في سنة ٢٠١٠ م وسيكون هناك قوانين فعالة ضد التمييز الوراثي وسيتمكن الوقاية والعلاج من الأمراض المحتمل الإصابة بها وبالعلاج الجيني وفي سنة ٢٠٣٠ م ستكون هناك رعاية صحية وراثية شاملة وسيبلغ متوسط العمر ٩٠ عاماً.

## مثال يوضح الاستفادة من العلاج الجيني العلاج الجيني أنقذ أشانجي

في عام ١٩٨٦م ولدت طفلة اسمها «بيونيير اشانجي دي سيلفيا»، وكانت تبكي بشدة رغم تناولها لأنواع عديدة من الأدوية لعلاج نزلات البرد الرهيبة التي كانت تصاب بها منذ مولدها وضيق التنفس وسعال وأرهقت والدتها التي بكت بدورها حزناً علي مرض ابنتها الغامض والذي فسره بعض الأطباء بأنه التهاب رئوي وكانت الأم وهي تدعو الله أن يشفي لها ابنتها الجميلة أشانجي ومما زاد محنة الأم هو أن لأشانجي أخت كبري أصيبت قبل شهر من ميلاد أشانجي بالتهاب سحائي جعلها مشلولة تماماً لقد احتارت الأم والأب في تفسير مرض ابنتهم فهي عرضة للعديد من الأمراض وسهلة التعرض للعدوي بأي ميكروب وكثيراً ما كانت تصاب بارتفاع درجات الحرارة ونزلات برد متكررة ورشح.

حتى تلوثت السره بعد الولادة دون شفاء واحتار معها جميع الأطباء الذين شاهدوا حالة الطفلة وهي تزداد سوءاً حتي الطعام لا يستقر في جوفها وتفقد الكثير من وزنها وتعددت التشخيصات علي أنها حساسية ومنهم من قال إنه ربو شعبي وهكذا حتي وصلت لطبيب استطاع معرفة المرض بعد عمل عدة تحاليل بالدم خاصة بخلايا الدم البيضاء المسئولة عن مقاومة دمها للأمراض وتحاليل للأجسام المضادة وسبب المرض أن الطفلة مصابة بمرض نادر هو (Subacute combined Immunodeficiency) أي مرض انهيار جهاز المناعة المركب ويرمز له بالرمز (SCID) ويذكر في مراجع أخرى أنه (severe combined immunodeficiency) ولهذا السبب فإن جهاز المناعة غاية في الضعف وكأنه مصاب بفيروس الإيدز رغم أنه ليس فيروس ولكنه يجعل الجسم معرضاً لهجوم الميكروبات والأمراض دون مقاومة بسبب أن الطفلة ولدت وقد ورثت عن كلا والديها جيناً معيباً وهو الجين المسئول عن تكريم إنزيم يعرف باسم «دي أميناز أدنينوزين، Adenosine Deaminase»، فلا يتكون هذا الإنزيم الهام ويرمز له بالرمز ADA وهو ضروري لعمل الجهاز المناعي، وفي الغالب لا شفاء منها

حتى الآن ويعلم الله مدي الأسى والحزن الذي اعترى الأبوان والذهول الذي ألم بهما حزناً علي المصير الذي يلم بابنتهم وخاصة أنه ولدت بعد أشانجي أخت ثالثة أصيبت بعُدوي في المخ ودمرت مخها وأصبحت متخلفة عقلياً إلا أن قوة الإيمان والإحساس الخفي الذي شعرا به ورغبتهم في شفاء ابنتهم جعلتهم لا ييأسوا حتي بعدما سمعا من أحد الجيران أن هذا المرض أصيب به أحد الأطفال يسمى «ديفيد»، وتناولت ذكره وسائل الإعلام المختلفة وكانت هناك أغنية شهيرة حزينة عنه ولحمائته من التعرض لأي ميكروب يؤدي لإصابته بعُدوي ولأن جسمه لا يستطيع الدفاع ومهاجمة الميكروب.

تم وضعه في خيمة معقمة وأطلق عليه اسم «طفل الفقاعة»، ومع ذلك فلقد توفي هذا الطفل وكثيرون غيره رغم تنوع العلاج وجهود الأطباء. ورغم ما قاله الجار الطيب !! فلا زال الأمل في قلب الأم من دنو شفاء ابنتها وأنها لن تلقي مصير «ديفيد» .

وهناك من أخبر الأم عن وجود علاج لمثل هذه الحالات في مستشفى للأطفال بكاليفورنيا حيث يوجد هناك طبيب اسمه د. ريكاردو سورينسين متخصص في هذه الحالات فذهبت هناك وتعرفت علي والدة الطفلة. «سينثيا» وهذه الطفلة مصابة بنفس المرض وكان ميلادها في أوهايو عام ١٩٨٢ م وقاست مع المرض ما قاسته من آلام وأمراض تركت آثاراً علي جسدها الواهن الضعيف فبرغم أنها كانت تبدر طبيعية إلا أنها تعرضت للأمراض بسبب العدوي البكتيرية المستمرة أدي في النهاية لالتهاب مفصل الحوض وتدميره وتشاركت الوالدتان لوعة الإحساس بالألم والحزن والأمل في شفاء ابنتيهما خاصة بعد معرفتهم بوجود عقار جديد أخذته سينثيا وهو حقنها بعقار ADAGEN يؤخذ كل أسبوع واستطاع جسدها تقبله ومقاومة عدوي «الجديري» الذي كان قد أصيبت به وتوقف سيل العدوي المزمع بجسدها بعد فترة من العلاج وكانت أشانجي في ذلك الوقت هي ثامن مريض يتم تجربة الدواء عليها ولكن يجب الاستمرار الدائم في تعاطي هذا الدواء. وهنا يظهر يا أصدقائي بارقة الأمل علي يد العالم «فرنشن أندرسون» الذي ابتكر طريقة للعلاج بعد جهود

متواصلة من الأبحاث منذ ١٩٨٣ من خلال الهندسة الوراثية إحدى إنجازات الثورة البيوتكنولوجية وكان معه فريق علمي بالمعهد القومي للصحة بالولايات المتحدة NIH وهذه الطريقة هي العلاج الجيني وهو يعتمد في هذه الحالة علي خلايا نخاع العظام بجسم المريض حيث استطاع العلماء تحديد موقع الجين غير السليم علي شريط الدنا في الطقم الوراثي بخلايا المريضة وهي خلايا Stem cells ثم عزلوا هذا الجين وفصلوا ووضعوا بدلاً منه جين سليم، بعد تحميل هذا الجين السليم علي نوع من الفيروسات لتمكن هذا الجين السليم من الوصول للطقم الوراثي لخلايا (Stem cells) الأم ونجحت التجربة في ١٤ سبتمبر عام ١٩٩٠ مع الطفلة أشانجي وتكاثرت هذه الخلايا الحاربة للجين السليم التي تكون خلايا الدم والجهاز المناعي واستطاع الجين السليم التعبير عن نفسه وتكوين أنزيم ADA وهكذا عاد جهازها المناعي للعمل وعادت لطبيعتها بالتدرج وتم شفاؤها بعد تكرار هذه التجربة ٤ مرات علي مدي أربعة شهور وكم كانت الفرحة بأصدقائي تملو وجوه الجميع بالمعهد القومي للصحة بميريلاند وبكت الأم من السعادة وفي ٣٠ / ١ / ١٩٩١م تم تجرئة علي سينثيا وبلوغ الطفلة أشانجي ٩ سنوات كانت تتمتع بصحة جيدة .

وفي سنة ١٩٩٠م بدأ مشروع العلاج الجيني رسمياً بواسطة فريق علمي يقوده د. ستيفن روزنبرج، بالمعهد القومي للسرطان في الولايات المتحدة الأمريكية لعلاج بعض أنواع السرطان.

وملتظر أن يتمكن الأطباء في العشر سنوات القادمة من وضع الصفة الوراثية السليمة في الخلية الأولى الجينية والتي يتم تكوينها بالإخصاب المجهري وبالتالي فبعد انقسامها ستقسم وتكون خلايا سليمة وراثياً تؤدي لتفادي الأمراض الوراثية مثل أنيميا البحر المتوسط وسيولة الدم وضمور العضلات وغيرها المنتشرة بمصر والناجمة عن زواج الأقارب ولقد قدم دكتور مارك إيفانز من جامعة ديترويت بالولايات المتحدة في مؤتمر برشلونه العاشر طريقة لعلاج مرض نقص المناعة الوراثي للأجنة المصابين به داخل الرحم تنتقله النساء لأولادها الذكور وتصل نسبة إصابتهم (٥٠%) بنقل جزء من نخاع

العظام من الأب إلي الجنين أثناء تكونه في الشهر الأولي من الحمل وذلك بحقن تجريف بطن الجنين، وكما هو معروف فإن تكوين الدم يتم في الكبد إلي أن يتكون نخاع العظام فتنتقل إليه المهمة وبالتالي يمكن للأب السليم مساعدة طفله قبل أن يولد وأن يقويه من المرض. ونذكر هنا ما أعلنه د. فرنش أندرسون، بأنه سيبدأ تجاربه علي الإنسان في سنة ٢٠٠١م وذلك علي أجنة لديهم مرض وراثي هو «انهيار نقص المناعة المركب»، وذلك في الجنين في بداية الحمل وأنه سيقوم بحقنهم بالجينات السليمة.

ومن المتوقع أن ما سبق سيسمح بازدهار شركات البيوتكنولوجيا حتي أنه سيقدر حجم المبيعات التي تتركز علي المادة الوراثية بـ ٤٥ مليون دولار في عام ٢٠٠٩م ورغم أن العلاج الجيني في بداياته لكنه يتطور تطوراً سريعاً. وقد تظهر علاجات تعتمد علي إضافة جين يكبت نمو السرطان وتظهر عقاقير تتركز علي منهج تتابع الجين نفسه وبناء البروتين الناتج عنه بدلاً من طريقة التجربة والخطأ المعتادة وسيتم تفصيل العقاقير للمرضي كل حسب جينومه حيث ستوجه هذه العقاقير إلي مواقع معينة من الجسم وتكون آثارها الجانبية شبه معدومة.

ومن طرق إدخال وتوصيل الجينات التي يعكف العلماء علي إجرائها وتحتاج لمزيد من الدراسات والجهود : توصيل الجينات بطرق:

١- كيميائية ٢- فيزيقائية ٣- بالفيروسات

١- في الاتجاه الكيميائي (بالطرق الكيميائية):

يتم دمج عدة نسخ من DNA الحامل للجين السليم بمادة فوسفات الكالسيوم أو لبيدات محددة، ثم يفرغ ذلك في الخلية المستقبلية حيث تعمل المادة الكيميائية علي تحطيم غشاء الخلية وتنقل المادة الوراثية للداخل.

٢- طريقة الحقن المجهرية gection microinjection ويستخدم لذلك ماصة علي شكل إبرة دقيقة جداً تعمل بطريقة electro poration حيث يتم دخول المادة الوراثية إلي السيتوبلازم أو النواة.

٣- طريقة استخدام الفيروسات كنواقل:

ويطلق عليها بروفيسور دايسن : تكنولوجيا الفيروسات الاصطناعية - حيث أصبح بالإمكان (تقريباً) اليوم تصنيع وتصميم فيروسات تدخل الخلايا وهناك نوعان من الفيروسات :

أ- فيروسات مادتها الوراثية تتكون من الحمض النووي DNA .  
ب- فيروسات أخرى مادتها الوراثية الحمض النووي RNA ومعظم الفيروسات الأخيرة غير مناسبة في مجال العلاج بالجينات لأن مادة الفيروس RNA الفيروسي لا تستطيع الارتباط بالمادة الوراثية البشرية. (من DNA البشري) ماعدا فيروسات Vetroviruses حيث بإمكانها تحويل RNA إلي DNA والمحاولات تنصب علي قدرة هذه الفيروسات في تغيير أو توقف عمليات حيوية محددة، وبالتالي القضاء علي داء معين أو إحداث تغييرات في صفات فرد ما . ويأمل الباحثون في أن يتم التوصل إلي صنع فيروس قادر علي التعرف علي الخلايا السرطانية والدخول إليها للقضاء عليها أو توقيف أثرها أو تكاثرها، إلي جانب تطبيقات طبية عدة أخرى . وهكذا سيسمح الفيروس الاصطناعي باستبدال أدوات الجراح القاطعة وعقاقير العلاج الكيميائي المزعجة بعنصر أذكى وأدق وأقل خطراً من حيث الآثار الجانبية أيضاً هناك أبحاث تهدف إلي توجيه العلاج بالجينات نحو الخلايا الجسدية Somatic Cells وهي لا تنقل جيناتها إلي الجيل الجديد وفي يوم ما سيوجه العلاج إلي الخلايا الجنسية germ Cells (الحيوانات المنوية ، البويضات، سلائفها Precursors) وقد يؤدي مثل هذا العلاج إلي إزالة أو استبدال الجين التالف.

ونذكر هنا حديث د. عبدالهادي مصباح أستاذ تحاليل الدم والوراثية حيث يقول : «إن هناك ٣ مراحل للتدخل للعلاج، .

(١) أولاً - التشخيص حيث يمكننا علي سبيل المثال اكتشاف أن سيدة ما سوف تصاب بسرطان الثدي وبالتالي التحكم في العوامل التي تلعب دوراً كبيراً في حدوث الإصابة كحبوب منع الحمل وأنثدخين وغيرها.

(٢) لمرحلة الثانية - وهي من منطلق أهداف المشروع الذي يهدف للتعرف علي معرفة ووظيفة كل جين حيث تصل لمرحلة اكتشاف الجينات التي تسبب السرطنة ويؤدي وجودها إلي حدوث طفرة والتعامل معها بالتدخل السريع من

خلال الجينات المثبطة أو التعامل مع الجينات التي تتولي عملية تغذية الورم بحيث تمنع إمداده بالغذاء وبالتالي ينكمش ثم يتلاشي.

٣- المرحلة الثالثة - هي العلاج قبل الإصابة من خلال قراءة الشفرة الجينية واكتشاف الخلل في حالات الأمراض الوراثية . ومثال لذلك مرض (ثاي ساك) الذي سبق وأشرنا إليه في جولات سابقة . ويوضح د. عبد الهادي أن مراحل الاستخدام الثلاث لهذه التطبيقات من المفترض أن تكتمل خلال عشر سنوات .

وهناك آمال كبيرة تتعلق بمشروع الجينوم في إمكانية الكشف المبكر عن أنواع كثيرة من الأورام السرطانية والأمراض الوراثية والتي تصل إلي ما يزيد عن ٤٠٠٠ مرض وراثي تم إعداد قائمة بـ ١٢٠٠ مرض وراثي منها أمراض وراثية مثل : عمى الألوان، الهيموفيليا، أنيميا البحر المتوسط ... الخ.

- ومن خلال نتائج مشروع الجينوم توصل العلماء إلي أن تعدد الأشكال أو التغيرات في جين محدد ترتبط بأمراض الزهايمر والإيدز . من خلال رصد التحورات أو القطع، الذي يحدث في القواعد المكونة للجينات يمكن تحديد الجينات المتصلة بالأمراض الوراثية كذلك يمكن تحديد الجينات التي ترتبط باستعداد الفرد للإصابة بأمراض القلب والسرطان والسمنة .

وبالفعل كخطوة نحو الهدف مهدت دراسات الجينوم البشري السبيل لاكتشاف إنزيم يسبب ارتفاع ضغط الدم وإصابات القلب، وهو إنزيم ACE2، ولقد جرب الباحثون عدداً كبيراً من الأدوية بهدف الحد من نشاط هذا الإنزيم واكتشفوا من بينها دواءً جديداً يساعد علي خفض ضغط الدم المرتفع مع عدم حدوث الأعراض الجانبية التي تسببها أدوية الضغط المعروفة ومأمول أن تنتهي بحوث هذا الدواء خلال ثلاث سنوات .

بل وساعد المشروع علي اكتشاف هرمونات مفيدة للقلب وأخري تسبب اعتلاله وهناك بحوث يتم إجراؤها لإنتاج أدوية تنشط إفراز الهرمونات المفيدة للاستفادة منها في علاج أمراض القلب . ايضاً هناك محاولات ناجحة لعلاج القلب بحقنة بالجينات واليكم هذا الخبر ليؤكد مدي إصرار الباحثين في هذا المجال .

## علاج بالجينات لعضلة القلب

حيث توصل العلماء الأمريكيون إلى أسلوب جديد لعلاج عضلة القلب التي تعاني من نقص الأكسجين ، وصف 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 علي حقن مباشر للجينات في عضلة القلب ويسمح بمعالجة مشكلات خطيرة لدي أي عدد كبير من المرضى لا يمكن علاجهم بطرق أخرى . وقالت الدراسة إن حقن الجين المعني في عضلة القلب لم يؤد إلي أعراض جانبية كما لاحظ الباحثون ظهور أوعية دموية جديدة تسمح بتحسين تدفق الدم المحمل بالأكسجين .

أيضاً بالنسبة لمرض الزهايمر: اقترب الباحثون من حل لغز هذا المرض من خلال دراسات الجينوم فتم التوصل إلي اكتشاف إنزيمات في المخ تتسبب في حدوث التغيرات المرضية في مراكز الذاكرة، يترتب عليها الإصابة بالمرض، وتجري دراسات تستهدف إنتاج أدوية تقاوم الإنزيمات المسببة للمرض، ودراسات أخرى لاكتشاف لقاح ضد مرض الزهايمر.

مثال آخر :

وهو مما ذكره د. عزت السبكي حيث بدأت في الولايات المتحدة بعض التطبيقات في هذا الإطار وبالتحديد في علاج أمراض شرايين القلب حيث أمكن تحديد الجين المسئول عن الشرايين وإعادة حقن المرضى المصابين بانسداد وقصور الشرايين بهذا الجين الذي يتعامل مباشرة مع عضلة القلب حيث يعيد بناء شرايين جديدة تؤدي مهام الشرايين المريضة أو التي تعاني (الانسداد وبالتالي لا توجد هناك حاجة لجراحات التوسيع أو استبدال الشرايين التالفه) .

ومثال ثالث بالنسبة لمرضى السكر:

وأصبح مرض البول السكري من الأمراض الشائعة بين المصريين ونجد أنه بدأ فعلاً في تجربة الجين المسئول عن إنتاج الأنسولين بحيث يمكن حقن الكبد به مباشرة ليتولي الكبد القيام بنفس الدور الذي كان يقوم به البنكرياس، وهذه

التجارب لازالت تحت التطوير في المعامل ويتوقع أن تنزل أرض الواقع قريباً.  
٣ . وبالنسبة للقاحات الجينية :

فإن توقع ظهورها يتمشي مع ماتم تحقيقه وإنجازه في الوقت الحالي مع نجاحه مع حيوانات التجارب كالرئيسيان، القوارض ضد ممرضات عديدة، بل وليس فقط للقضاء عليها ولكن عمل لقاحات جينية ضد أنواع معينة من الأورام السرطانية حيث يتم حقنها في هذه الخلايا وبالفعل نبهت الجهاز المناعي لينشط ويتغلب علي المرض. ونذكر دور التجارب والجهود الهادفة لاستخدام اللقاحات في مجال علاج أورام السرطان ومنها حديث د.كريج فينتر فيها معي في جولة نبدأها بحديث للدكتور د.كريج فنتر، رئيس شركة «سيليرا جينومكس»، وهي من الشركات الخاصة العاملة في مجال مشروع الجينوم وتوصلت لفك شفرة الخريطة الجينية أنه يأمل في إنتاج أدوية لعلاج السرطان اعتماداً علي الأجسام المضادة . وإن كانت شركته حتي الآن تقوم فقط ببيع معلومات عن الجينات للجامعات ولشركات الأدوية.

وهذه المعلومات تتضمن قواعد بيانات عن الإنسان وعن حيوانات التجارب مثل الفئران وذبابه الفاكهة ويضيف «فنتر» أن المرحلة القادمة في أبحاث الشركة ستركز علي فهم طبيعة البروتينات والطريقة التي تعمل بها باستعمال أجهزة الكمبيوتر المتطورة جداً والتقدم في كافة الجوانب العلمية.  
ومن المعروف أن الجسم لايمكن من إنتاج أجسام مضادة في حالات السرطان لأن هذا المرض الخطير يقوم بتكسير الخلايا بسرعة ولعوامل أخرى عديدة.

ولهذا فإن إنتاج أجسام مضادة - وهي نوعية من البروتينات الخاصة - بواسطة الجينات البشرية سوف تعتبر بمثابة أدوية جديدة أشبه بالمصل فهو يؤدي لظهور أمصال ضد السرطان وغيره من الأمراض الخطيرة.  
(ولا يخفي علي أحد أهمية الأجسام المضادة بالجسم وأنها تتبع جهاز المناعة يطلقها الجسم عند دخول أي مادة غريبة أو فيروس).  
والأدوية الجديدة ستعتمد علي دراسة تركيب ووظيفة البروتينات والتفاعلات

بينهما وهو مجال جديد يعرف باسم (بروتينومسكي) وهي تعتمد علي عمل مضادات الأجسام في تركيبها مما يجعلها تهدف لتنشيط جهاز المناعة ليزيد من هجومه ضد الأورام الخبيثة فهي تنشط البروتينات الموجودة في جسم الإنسان. وتنشيط البروتينات يتم من خلال الأجسام المضادة الموجودة في الأمصال كما يحدث في عقار هرسبتين، المضاد لسرطان الثدي والذي يعتمد علي مضادات الأجسام.

### الأمصال والأورام السرطانية

حيث يتم عمل بحوث تستهدف تحقيق فكرة «تصويب الدواء نحو الهدف» ومنها تمكن باحثون في جامعة كاليفورنيا من إنتاج أجسام مضادة لخلايا السرطان تتميز بأنها تتجه مباشرة نحو الهدف . وهو الخلايا السرطانية وذلك بعد حقنها في جسم المريض حيث ترتبط الأجسام المضادة بالخلايا السرطانية وتحد من نشاطها وتجعلها فريسة للجهاز المناعي للمريض ، دون أن يترتب علي هذا أدني ضرر للخلايا السليمة. وتمكن باحثون آخرون من استحداث نوعيات من الفيروسات تنقض علي الخلايا السرطانية وتدمرها دون إلحاق ضرر بالخلايا السليمة وهناك من المختصين من يأمل أنه سيكون هناك علاج للسرطان أكثر كفاءة في سنة ٢٠٢٠م وأدوية مفصلة للمرضي.

وللعلم فإن الأمل في مشروع الجينوم لتطوير أدوية ومعالجات جديدة بالإضافة إلي صنع أدوية جديدة هو بداية لحقبة جديدة من الطب Personalis Medicine ، ونفسر ذلك بأن الناس يمیلون للاستجابة بصورة مختلفة تماماً للأدوية التي يصفها لهم الأطباء - حتي ٥٠٪ من الأشخاص الذين يتناولون دواء معيناً سيجدون أنه إما غير مؤثر، أو أنهم سيتعرضون لتأثيرات جانبية غير مرغوبة . بل وقد يعرض الحياة ذاتها للخطر، وللعلم فنحن جميعاً نختلف في قابليتنا للإصابة بالأمراض المختلفة، ومثال ذلك أنه قد ينتهج رجل نمطاً صحياً نسبياً للحياة قبل أن يصاب فجأة بذبحة قلبية في منتصف العمر، بينما يظل صديقه الذي يدخن عشرين سيجارة يومياً ويتناول إفاطراً متلياً كل يوم قوياً حتي سن الثالثة والتسعين؟! ويقع جزء مهم من الإجابة في الجينوم البشري.

٤- الاستفادة من مشروع الجينوم في مجال استنساخ الأعضاء .  
حيث يساعد مشروع الجينوم في معرفة وكشف أسرار كيفية نمو الخلايا البشرية وسيفسر كيف تهرم وتشبخ .. وكل الأسباب المتعلقة بذلك سواء كانت هذه الأسباب وراثية أو بسبب التيلوميرات أو بسبب كمية الأكسجين بالخلايا؟ أم ماذا؟ وتسجيل ما يحدث في الخلية خطوة بخطوة نتيجة نشاط جينات معينة دون الأخرى وتفاعلات الإنزيمات والهرمونات وغيرها مع بعضها لإنتاج وظهور صفة معينة أو تكون نسيج معين ومتي تسيل الدماء وتلمو أصابع الطفل، وتساقط الشعر وكيف يصبح الرأس أصلع من الشعر، والأعمال الخاصة بالذاكرة، والقلق، والضغط، ويعطي معلومات عن الشذوذ الجنسي، الإحساس بالخطر، والخجل، الفضول.

أيضاً كيف تتفاعل كل الإنزيمات والهرمونات لتؤدي لظهور مرض وراثي يتم السيطرة عليه من البداية بسبب تفاعله مع ملوثات في البيئة وعادات غذائية خاطئة.

وتتبع أثر الخلايا الجينية غير المتميزة منذ نشأتها من البويضة المخصبة وتحديد مسارها لتصبح جنيناً بل وأدق من ذلك معرفة دور الجينات في مجال استنساخ وإعطاء عضو بشري دون غيره عن طريق تحديد الجين الخاص المسئول بكل عضو بشري وبذلك نعرف لماذا تصبح خلية معينة متخصصة لتعطي خلايا كبد فقط، وأخرى تتخصص لتعطي كلية فقط وأخرى رئة .. وهكذا وبالتالي إمكانية السيطرة عليها (علي هذه الخلايا الجينية غير المتخصصة).

ولا تجد مقاومة من الجهاز المناعي لاستنساخها لتنتج منها أعضاء تفيد في مجال زراعة الأعضاء للمرضي المحتاجين لنقل قلب بكلية .. إلخ دون أن يواجه العضو المزروع مشاكل رفض الجسم للعضو وما يترتب عليها من آثار جانبية خطيرة وأيضاً دون الدخول في المسائل الشرعية والقانونية المتعلقة بكون نقل هذه الأعضاء حلال أم حرام من موتي جذع المخ للمرضي المحتاجين .

بل ويمتد الأمر لأكثر من ذلك فكثير من الأمراض البشرية سببها فقد البروتينات التي ينتجها الجسم في الأحوال العادية . لانستطيع استخراج هذه

البروتينات بكميات كافية من الدم أو من الجثث البشرية ولكن بإمكاننا نقل جين بشري معين (تم التوصل إليه من خلال مشروع الجينوم) - إلى حيوان محدد (بقرة مثلاً) فتصبح مهندسة وراثياً بحيث يقوم هذا الأخير بإفراز وإنتاج كميات مناسبة من الحليب ثم يبقى علينا إستخراج البروتين المطلوب من الحليب المحتوى على بروتين هذا الجين وهو شيء ممكن وسهل بالتكنولوجيا الحالية، رغم كونه مكلفاً جداً ويتم بكفاءة محدودة مما يجعل هذه البروتينات نادرة حالياً، لذلك نجد علماء البيولوجيا والوراثة يفكرون جدياً في مبدأ استنساخ البقرة الحاملة للجين البشري، بحيث لا نحتاج إلى عملية نقل ذلك الجين من البشر إلى الحيوان باستمرار (العملية المكلفة) ولكن تكون مرة واحدة فقط.

(وسنعود لشرح موضوع الاستنساخ في فصول مستقلة)

وبالنسبة للأمراض المعدية :

نتيجة فيروسات أو بكتيريا أو غيرها من الطفيليات الضارة .

فالأمل أن تدخل في دائرة الشفاء ويحدثنا عن ذلك الأمل

د. عزت السبكي أستاذ الوراثة في كلية طب عين شمس عن مرض مثل

الإيدز:

فبالرغم من أن دراسات عديدة تم إجراؤها لعمل لقاح ضد المرض فلم تحقق نتائج إيجابية أكيدة ويمكن الوقاية منه لو عرفنا أن هناك أشخاص لديهم جينات معينة يمكن أن نقيهم من الإصابة فمعني هذا أن هذه الجينات بعد أن تم تحديدها يمكن أن يحقن بها المريض بحيث يفشل الفيروس في غزو الجهاز المناعي لوجود هذا الجين المقاوم للفيروس وبصفة عامة فإن الأمراض التي لها صلة مباشرة بالجهاز المناعي كالروماتويد أيضاً أو الذئبة الحمراء أو غيرها من الأمراض الفيروسية لو اكتشف الجين المسلول عن مقاومة هذا المرض سيتمكن استنباط الجين واستخدامه كمصل واقٍ من الإصابة بعد أن نحدد لماذا يفشل الجهاز المناعي أو الجين . وهو يعني أن علاج هذه الأمراض ممكن حتي قبل الإصابة بالمرض وهو علاج وقائي . وهناك أدوية تم اكتشافها تستطيع بالفعل أن تمنع الفيروس من اقتحام خلايا المناعة وبالتالي علاج نقص المناعة الذي

يسببه الفيروس .

أيضاً يمكن تصميم اختبار واحد مركب يكشف عن ١٠٠ مرضٍ مثلاً بالإضافة للأمراض الوراثية العشرة التي يمكن الكشف عنها الآن ويجري استخدام هذا الاختبار علي الأجنة ، وعلي حامل المرض . للوقاية من الأمراض الوراثية . بل ويمكن النوصل لنوعيات من العقاقير تتناسب مع كل شخص علي حدة دون الآخر بحسب المعرفة بمحتواه الوراثي دون أن تترك آثاراً جانبية .

ومن بشائر هذا المشروع العملاق ما انتهت إليه البحوث علي الكروموسوم (٢٢) وهو ثاني أصغر كروموسوم للإنسان طوله نحو ٣٣,٥ مليون قاعدة ويضم ٦٧٩ جيناً بينها ٥٤٥ جيناً عاملاً، تحمل جيناً لمرض الشيزوفرانيا وآخر للوكيميا «أو سرطان الدم» وآخر مسئول عن ضغط الدم العالي وكان هذا الكروموسوم هو أول كروموسوم بشري تم فك شفرته بالكامل في المملكة المتحدة في ديسمبر سنة ١٩٩٩ م وتحديدأ في مركز سانجر، بمقاطعة كامبردج أيضاً تم الانتهاء من الكروموسوم ٢٠، وهو أصغر كروموزومات الإنسان طولاً، وهو يقل قليلاً عن ٣٣,٥ مليون قاعدة ، ويضم ٢٢٥ جيناً عاملاً فقط ولايصل إلي نصف عدد جينات الكروموسوم ٢٢، الذي يقربه طولاً، ومع ذلك فإن الكروموسوم ٢١، له اهتمام خاص لأنه الوحيد المرتبط بمتلازمة داون «أي الطفل المغولي» لأن هذا الطفل يحمل ٣ نسخ من الكروموسوم ٢١، إذ تنتشر بمعدل طفل لكل ٧٠٠ طفل، مسببة التخلف العقلي، وترتبط بها أكثر من ٨٠ مشكلة جسدية وعقلية وهو يحمل ٢١ جيناً مرضياً من بينها الزهايمر والبول اللاإرادي واعتماد عدسة العين والصرع والصمم، وبعض المناطق في هذا الكروموسوم تناظر مناطق في كروموزومات الفأر وهي ١٠، ١٦، ١٧ مما يتيح استخدام الفأر كمرشد للعلماء .

٢- نتائج مشروع الجينوم البشري المتعلقة بالجانب النفسي والاجتماعي .

يذكر عالم النفس بيتر ماكفين من كينجز كوليدج بلندن أن خريطة الجينات البشرية ستحدث ثورة في مجال الطب النفسي وعلم النفس وذلك من خلال تحديد احتمالات الإصابة بالحالات المرضية المختلفة داخل الجينات بدءاً من

إدمان المخدرات وحتى السلوك العدواني أو العنف وسيصبح بالإمكان في المستقبل تصميم علاج مضاد للاكتئاب مناسب لكل حالة علي حدة بل وسيُمكن اكتشاف الأسس الدوائية اللازمة لعلاج الأمراض العقلية.

ويذكر أن دستور الأدوية الآن يقوم علي أساس تخصيص أدوية تستهدف ٤٨٣ هدفاً بيولوجياً فقط. ولكن اكتشاف خريطة الجينات البشرية سيحدد أهدافاً علاجية جديدة ويتوقع رجال الصناعة أن تتضاعف تكاليف الأبحاث من ٨٠٠ مليون دولار عام ٢٠٠٠ إلي ١,٦ مليار دولار عام ٢٠٠٥ لتفصيل أدوية جديدة تهزم الأمراض الحالية ولقد أفادت دراسات الجينوم البشري في اكتشاف أدوية لها فعالية ضد مرض الروماتويد وأخري ضد الذئبة الحمراء. ويضيف د. يسري عبدالمحسن أستاذ الطب النفسي بجامعة القاهرة «أن عالم الجينوم ربما يعيد صياغة علم الطب ليحوله للجانب الوقائي وعندما تكون هناك خريطة صحيحة يتم رسمها وتسجيلها علي شريط ديسك يمكن الاطلاع عليه بواسطة الكمبيوتر ويسير به الشخص مثلما يحتفظ ببطاقته الشخصية. وأكد علماء بريطانيون أن نحو مائة جين تؤثر في عملية الإدمان لدي الحيوانات وخاصة إدمان الكحوليات والمواد المخدرة ويعتقد أن وضع هذه الخريطة الكاملة للجينات البشرية سيؤدي إلي رصد الجينات الخاصة بالإدمان تمهيداً لعلاج المرضي وأعلنت كبري شركات الأدوية في العالم بالفعل أنها رصدت مبالغ هائلة للبدء في أبحاث موازية لاستنباط عقاقير جديدة لعلاج مختلف الأمراض.

إن مشروع الجينوم قد يتيح أيضاً معرفة أسرار طبيعة الشخص ورسم ملامح جديدة للنوع ومواصفات أسلوب تفكيره وانفعالاته وعلاقاته بالآخرين وجانب معرفة الشخصية العدوانية يمكن التعرف ورسم خريطة لطبيعة الشخصية الهادئة والمستسلمة والشخصية الصلبة والتي لديها قدر عالٍ من الرؤية المستقبلية. ويوضح الاضطرابات العقلية بأنه يمكن معرفة أسباب التحولات الكيميائية لبعض المواد التي تسمى بالموصلات العصبية والتي يحدث التغيير فيها لظهور حالات الفصام العقلي أو الاضطرابات الوجدانية مثل المرح أو الاكتئاب العقلي المتكرر وبالتالي فإن دراسة الجينوم سوف تجعل الوقاية من هذه الأمراض شيئاً

ممكناً عن طريق إعادة توازن نسب هذه الموصلات العصبية في خلايا المخ البشري مثل «سيروتيتين، أو «دوبامين، أو نوراد رينالين».

ويذكر د. أحمد شوقي أستاذ الوراثة بأن مشروع الجينوم هو بداية عمل طويل يستغرق القرن الحادي والعشرين كله فمن المهام التالية علي المدى القصير معرفة العدد الدقيق للجينات ومليء الفجوات والأجزاء، غير المشفرة والعلامات التي تدل علي ارتباط جينات بأمراض ومعرفة كل هذه الخرائط وربطها بعلاقة وثيقة مع العلوم الاجتماعية ومع الفلسفة والدين وقراءة المشروع بدون توقف تحتاج ٩٥ سنة بمعدل ١٥ قواعد في الثانية دون توقف وهو يقع في ٢٠٠ مجلد كل واحد بحجم دليل تليفونات مانهاتن.

أيضاً مشروع آخر يخطط للاستفادة من التقنيات التي أنجزها وينجزها مشروع الجينوم يسمى مشروع (تنوع الجينوم البشري) أشار إليه د. أحمد شوقي ويوضحه د. أحمد مستجير.

وهو يهدف إلي توثيق التباين الوراثي لجنس البشر ودراسة الاختلافات في التتابعات الوراثية بين الشعوب المختلفة من سكان العالم ويقوم عليه وراثيون وأنتروبولوجيون وأطباء ولغويون وعلماء وغيرهم من مختلف انحاء العالم، يجمعون ويحللون المعلومات عن التراكيب الوراثية لجنس البشر . حيث يطمع منظمو هذا المشروع في الوصول إلي نتائج تساعد علي تفهم أوسع لتاريخ العشائر البشرية وأصولها والإجابة علي العديد من الأسئلة مثل من أين أتوا؟ ومتي؟ وأية قرابات وراثية تربطهم؟ أية حروب جغرافية جاءت بهم إلي حيث هم؟ كيف تأقلموا مع بيئاتهم؟ وبأية سرعة؟ وأية ابتكارات تقنية تعزي إليهم؟ هل حدثت في تاريخهمذبذبات حادة في العدد بسبب أمراض وراثية مثلاً؟ الوصول لكل هذه النتائج سيوفر نبعاً ثقافياً علمياً هائلاً، والقضية تعتبر هنا ثقافية في المقام الأول.

وقد وضع التصورات الأولي للمشروع د. ل. كافيالي سفورزا من جامعة ستانفورد.

وتصنيف علي ما سبق رأي إريك لاندر، من معهد (Mito)، في وايتهيد. الذي يقول إن الجينات تقدم حالياً الجدول الدوري لعلم الأحياء، ويتوقع أن يعرف العلماء كل ظاهرة وتفسيرها ويمكن وضعها بسهولة علي قرص مدمج (CD) ويذكر أن الباحثين في أثناء العمل بالمشروع يقومون بأخذ دنا من المرضى وإرفاقها بجزيئات مشعة ونشر العينة علي شريحة زجاجية مجزأة إلي ١٠ آلاف نوع حروف من الجينات، ويتوقع هذا العالم أن يتم كتابة التاريخ الإنساني علي أساس تطور تاريخ حمض الدنا ويقول (لاندر، أن الاختلافات القليلة في أحرف الحمض يمكن استخدامها لتعقب الهجرات البشرية فيمكن العلماء من التعرف علي الكروموسومات التي تركها التجار الفينيقيون عندما قاموا بزيارة الموانئ الإيطالية وستدل علي أن ٩٨٪ من الرجال الأيرلنديين في كوتون منحدرين من مجموعة واحدة من العاملين بالصيد الذين تجمعوا في ميرلاند إيزيل قبل ٤ آلاف عام .

ونوضح أيضاً أنه بالاستفادة من مشروع الجينوم يمكن استخدام التتابع في الحروف للكشف عن البصمة الوراثية في علم الانثروبولوجيا إذ لوحظ أنها تطفز كثيراً بإضافة أو حذف مكررة، فمعدل الطفرات بها مرتفع للغاية ويمثل أقل من واحد في الألف في الجيل، ويمكن استخدام هذه الميزة في تعقب تواريخ هجرة الإنسان القديم من أفريقيا وخط سيره وانتشاره في ربوع الأرض حتي يصل إلي العالم الجديد. أيضاً أمكن استخدامها في معرفة المجرمين من خلال استخدام التتابع في تكرار الحروف من خلال نقطة دم في مسرح الجريمة وأمکن حسم العديد من القضايا في الدول المتقدمة .

ومن الطريف أن هناك نتائج أبحاث علي كروموزومات الذكور تؤيد النظرية التي تقول إن أصول الإنسان كانت أفريقية .

### ٣- علاقة الجينوم البشري بجينوم الكائنات الأخرى

وفي هذه النقطة نتحدث عن نتائج مشروع الجينوم البشري وعلاقة الجينوم البشري بجينوم الكائنات الأخرى:

فمن إنجازات مشروع الجينوم التي ستظل متواصلة ومستمرة لسنوات طويلة

ربما المائة عام القادمة حيث ثبت أن هناك تواصل أكثر من متوقع مع باقي الكائنات وبالتالي سقط المفهوم البيولوجي تماماً وأصبح معروفاً أن المادة الوراثية تركيبها واحد في كافة الكائنات الحية من مادة الدنا الوراثي ماعدا بعض الاستثناءات وتوجد جينات محددة للصفات علي هذه المادة الوراثية مما دعا إلي كسر الحواجز بين العديد من الكائنات المختلفة تماماً عن بعضها . ول نجد تجارب ومحاولات العلماء لنقل وعزل الجينات من كائن وإضافتها لكائن آخر لهدف تجريبي أو علاجي .. إلخ.

ونجد أنها كشفت عن أن التشابه الجيني بين الإنسان والكائنات الأخرى كبير فحول الميراث المشترك مع الكائنات الأخرى كشف المشروع أنه بلغ مع مجمل الكائنات ٢١% ومع الفقاريات والحيوانات الأخرى ٤٢% ومع الفقاريات فقط ٢٢% أما عن التشابه والتباين مع الكائنات الأخرى فقد بلغ مع الديدان ٦٠% وذكر أن جينات الإنسان تعادل موروثات ذبابتها فاكهة تقريباً و ٩٠% مع الفئران وذكر من نتائج المشروع أن موروثات الإنسان تزيد عن الفئران بحوالي ٣٠٠ مورثة فقط ويبلغ ٩٩% مع الشمبانزي . وعدد جينات الجرثومة المسببة للتدرن (٤٠٠٠) .

- ويؤكد الباحثون الأكاديميون أننا نشترك مع هذه الكائنات في أمور كثيرة وذلك فيما يخص جيناتها لذا فإن الباحثين يستعملون هذه الجينات لدراسة أنواع من الأمراض مثل السرطان والسكري.. والبروتينات المنتجة من قبل هذه الموروثات مشابهة للمنتجة من قبل الإنسان (في الأدوية) وبخاصة أنه سهل تربية هذه الكائنات في المعامل .

إن الجين المأخوذ من الإنسان (عشوائياً، له نظيره في الديدان الخيطية أو ذبابة الفاكهة بحيث يمكن من دراسة وظيفة الجين كما أفاد بذلك ،كاردل جونسون ، نائب رئيس الدراسات الصيدلانية في سان فرانسيسكو . وستعطي لأصدقائنا القراء إيضاحاً لما سبق كالآتي:

#### ١- بالنسبة لذبابة الفاكهة:

يذكر أن عدد جيناتها يبلغ ١٣ ألف جين . ولقد تم اكتشاف تعاقب النظام

الجيني لذبابة الفاكهة دروسوفيلا ميلانو كاست في مارس سنة ٢٠٠٠ م من قبل الباحثين والعلماء في شركة «سيليرا روكفال»، فوجدوا أن ٦٠٪ من جينات الأمراض المعروفة في الإنسان (٢٨٩) توجد بها نظيراتها في الذبابة موجودة أيضاً بالثدييات.

٢. الجين «P53» هو أحد تلك الجينات ويسمى الجين الكابح للمرض عند حدوث طفرة فيه تتحول الخلايا إلي سرطانية وهو جزء من سلسلة جزيئية تدفع الخلايا التي أصابها تلف جيني غير قابل للإصلاح إلي الانتحار. ولقد تمكن العلماء في شهر مارس سنة ٢٠٠٠ من تحديد الجين «P53» في الذبابة وهو مشابه لما في الإنسان ووجدوا أن خلايا الذبابة التي تحتوي علي البروتين المكون لهذا الجين «P53» يكون غير نشط ويفقد المقدرة والسيطرة الذاتية وبذلك تتحول الخلايا إلي سرطانية وهكذا يتمكن العلماء عن طريق التشابه بين الجينات بحشرة الدروسوفيلا والإنسان يجعل من مثل هذه الذبابة نموذجاً جيداً لدراسة الأحداث الجزيئية التي تكمن في سرطان الإنسان، ويقول قائد مشروع جينات الذبابة (جير الدم. روين) أنه بالإمكان إحداث تلاعبات جينية معقدة في الذبابة بعكس الفأر الذي لا يمكن عمل مثل ذلك فيه نظراً لكبر حجمه وغالي الثمن.

## ٢. وعن المحتوى الوراثي للديدان:

يبلغ عدد الجينات في الديدان المستديرة من ١٨٠٠٠ إلي ١٩٠٠٠ جين بحسب مصادر الدراسات، وتمكن الباحثون من معرفة التعاقب الجيني للنظام الجيني «الجينوم» للدودة الخيطية (كمينوريذا يتيس ايلكنكس) سنة ١٩٩١ م ووجد الباحثون أن حوالي ثلث بروتينات الدودة «أكثر من ٦ آلاف، متشابهة مع الموجودة في الثدييات والعديد من الشركات تستفيد الآن من ميزة صغر حجم الدودة يبلغ مليمتر واحد تقريباً. وذلك لاستخدامها في اختبارات مسحية عن عقاقير جديدة. من إحدتي هذه التجارب هي المسح عن العقاقير المضادة لمرضي السكري وتستعمل فيها الديدان التي أحدثت طفرة في جين مستقبلات الإنسولين والذي يؤدي إلي توقف نموها حيث تضاف العقاقير علي هذه الديدان، والعقاقير التي تعيد للديدان نموها تدل علي أن لها القدرة علي نمو

الجين المطلوب ولهذا يمكن استعمال هذه العقاقير لعلاج المصابين بمرض السكري.

### وماذا عن فطر الخميرة 114

يذكر أن فطر الخميرة yeast يبلغ عدد جيناته ٦٠٠٠ تقريباً.

وكانت خميرة الخبازين (سكارومايسيس سيريفيزي) أول كائن ذي نواة تمت قراءة أسرارها الجينية سنة ١٩٩٦م وحوالي ٢٣٠٠ (٣٨٪) من بروتينات الخمائر مشابهة لبروتينات الثدييات مما يجعل الخميرة نموذجاً لدراسة الأورام السرطانية. وأدى ذلك إلى استفادة العلماء من الخميرة لاكتشاف الآلية الأساسية التي تستعملها الخلايا للسيطرة علي كيفية الانقسام.

ويذكر العالم «الاندها رتويل» رئيس مركز فريد هاتشلي لأبحاث السرطان في مدينة سياتل: أن العلماء استعملوا الخميرة لتوضيح كيفية عمل عقاقير السرطان المتوفرة حالياً ومن الأشياء التي وجدوها أن العقار السرطاني الشائع (سيسي لانك) فعّال بشكل خاص في قتل الخلايا السرطانية التي فيها عطب وليس لها القدرة علي إصلاح الحمض النووي DNA في خلاياها.

وماذا عن المحتوي الوراثي للفأر؟ هو أنسب مثال ونموذج للثدييات ومعروف أن الفئران هي أنسب النماذج التي يتم استخدامها في المعامل لإجراء التجارب المختلفة عليه ومنها اختبار آثار جميع العقاقير الجديدة عليه . وبالنسبة للإنسان نجده كما سبق التوضيح قريب جداً من ناحية المحتوي الوراثي بالنواة، وأكثر من ٩٠٪ من البروتينات التي تم تشخيصها إلي الآن نجدها تتشابه مع بروتينات الإنسان المعروفة.. ويوجد عشرة من المختبرات في الولايات المتحدة وتسمي شبكة كشف التعاقب الجيني للفأر قد تسلمت مبلغ ٢١ مليون دولار من معاهد الصحة الوطنية سنة ١٩٩٩م وذلك لإجراء بحوث لكشف التعاقب الجيني للفأر وكانوا يتوقعون إنجاز العمل بحلول سنة ٢٠٠٣م لكن تم إنجازه قبل ذلك.

من: وماذا حدث بعدما تم نشر خريطة الجينات البشرية في فبراير سنة

٢٢٠٠١

لن نتمكن من الإجابة الكاملة لقلّة المعلومات ولكن سنحاول لإرضاء فضول  
عزيزي القارئ ومنها:

١- أن العلماء لم يبلغوا النهاية بعد بل توقفوا عند نقطة بداية جديدة تستحق  
جهد وتمويل أكثر.

٢- أيضاً مفاجأة فالخريطة الجينية لا تحتوي علي ١٠٠ ألف جين كما أكد  
العلماء من قبل ولكن ثلث هذا الرقم .. بل إن عدد الجينات التي توصل إليها  
الفريق البحثي الحكومي وأدلي بها في حديثه لمجلة نيتشر البريطانية . وعدد  
الجينات التي توصل إليها الفريق البحثي التابع لشركة (سيليرا) الخاصة . وأدلي  
بها لمجلة ساينس الأمريكية يتراوح هذا العدد ما بين ٢٦ ألف و ٣٨ ألف جين،  
ويذكر (كريج فينتر) مدير شركة (سيليرا) للجينوم، أن عدد جينات الإنسان ليس  
سوي خمس العدد الذي تنبأ به علماء الوراثة .. حيث توقعوا في بداية التسعينات  
وجود ما بين ٧٥ ألف إلي ١٥٠ ألف جين وفي إبريل سنة ٢٠٠٠ م انخفض  
إلي ١٠٠ ألف جين والآن ثبت أنه فقط ٢٦ ألف جين بشري ويعتقد فنتر أن  
هناك ١٢ ألف جين إضافي، حسبما يشير علم الرياضيات . أما الفريق الحكومي  
المنافس بزعامة د. فرانسيس كولنز فيؤكد أن هناك ما بين ٣٠ ألف إلي ٤٠  
ألف جين وأن ٤٠٪ من هذه الجينات المكتشفة حديثاً ليس لها مثيل في  
السلالات الأخرى ولا يعرف أحد فاندتها حتي الآن.

ويذكر أن الأبحاث الجادة بمشروع الجينوم أدت إلي الكشف عن انهيار فكرة  
اختلاف الأجناس وعلي سبيل المثال نجد هناك اختلافات بين الأشخاص  
أصحاب اللون الواحد أكثر مما يوجد بين أشخاص من أصول عرقية مختلفة .  
ويؤكد الباحث (مرك ستونكينج) من معهد ماكسي بلانك بألمانيا أنه عندما  
تحدث تغيرات فردية في الوضع المألوف للقواعد المكونة للجين يسمى ذلك  
(قطع) وعندما نكتشف نفس القطع، أو التغير لدي شخصين فمعني ذلك أن  
لهما نفس الأجداد. وقد توصل العلماء حتي الآن إلي وجود ١,٤ مليون قطع في  
خريطة الجينات البشرية.

ويعتقد العلماء أن العدد الحقيقي يصل إلي ٣,٢ مليون قطع . وأن دراسة هذه

التغيرات في تسلسل قواعد الجينات ستؤدي لإعادة تشكيل تاريخ تطور السلالات البشرية

ويذكر الباحث «مارك ستونكينج» أن ميراث الجينات الأفريقي هو الأكثر تنوعاً بالمقارنة لباقي القارات. وهذا يعني أن جينات البشر جميعاً تحمل بصمات هذا الميراث الجيني الذي خرج من أفريقيا قبل ١٥٠ ألف عام . وبالتالي فإن حواء من أصل أفريقي .

ويذكر أنه يبلغ رصيدنا من الجينات (٢٦ ألف جين) يصاحبه ١٠٠ تريليون خلية .

(١٠٠ ألف مليار) موزعة بـ ٣٠٠ شكل مختلف . وبذلك يستحيل تحديد الفروق الجينية التي تميز السود أو الجنس الأصفر أو الهنود الحمر.

ويؤكد الباحث «سفانت بابو» من معهد ماكسي بلانك، وهو متخصص في تطور علم الإنسان، علي ما سبق إيضاحه في جولتنا أن نتائج المشروع تغير المفهوم الذي نعرفه عن أنفسنا ويقارن الجينوم البشري بالتركيب الجينية لعدد من الكائنات الأخرى.. ونذكر منها :

أن العلماء يعرفون أن التشابه الإجمالي بين تسلسل الشريط الوراثي لكل من الإنسان والشمبانزي يكاد يقترب من نسبة ٩٩٪ وأنه سيتم قريباً اكتشاف أن محتوى وتنظيم وتركيب الجينات لديه سيكون متشابهاً إن لم يكن متماثلاً مع جينوم الإنسان . مع ذلك تبقى الاختلافات الجينية بين الإنسان والقرد شبيه الإنسان، ذات أهمية قصوى ومنها الأساس الجيني للتطور الثقافي والانتشار الجغرافي السريع للإنسان والذي بدأ منذ فترة تتراوح بين ٥٠ ألف إلى ١٥٠ ألف عام .

- يعتبر العالم «بابو» أن جميع البشر من أصل أفريقي عند النظر إليهم من الناحية الجينية سواء المقيمين في قارة أفريقيا أو من خرجوا منها وذلك لأن الميراث الجيني الأفريقي هو الأكثر تنوعاً والجامع لكل الاختلافات الجينية الموجودة خارج أفريقيا .

وأشار «بابو» أن مشروع الجينوم أثبت أن دراسة الاختلافات بين الشعوب لن

تصلح كأساس علمي، لخدمة العنصرية أو أي صورة من صور التعصب بل ستهدم كل هذه الصور . وأن التفرقة بين الشعوب والسلالات يهدمها نتائج المشروع .

ويصحح الباحث مفهومنا للجينوم بأنه ليس سوي أساس داخلي للتركيب البشرية ولا يكفي لفهم كل جوانب الإنسان كشخص متكامل . وأنه يجب معرفة أن هناك جوانب عديدة تتحكم بالإنسان بالإضافة لماضينا الوراثي . ويؤكد علي أنه من غير المعقول أن نعتقد أن الوراثة وحدها هي التي تحدد هوية الإنسان ومع ذلك فهي علي وشك أن تلعب دوراً بالغ الأهمية في فك الشفرة الوراثية للإنسان .

وأصبح العلم يؤكد الآن من خلال نتائج أبحاث علي كروموزومات الذكور تؤيد النظرية التي تنادي بأن أصول الإنسان كانت أفريقية . وتذكر شركة «سيليرا» بأنها توصلت إلي وظيفة ( ٦٠٪ ) من جينات الإنسان البالغ عددها ٢٦ ألف جين .

ومن نتائج مشروع الجينوم أيضاً ما أعلنه العلماء من أن عدد وحدات الوراثة gene في الإنسان تعادل موروثات ذبابتها الفاكهة وتزيد عن الفئران بحوالي ٣٠٠ مورثة فقط . كما أوضحت الدراسة أن الذكر يلعب دوراً أكبر في إحداث الطفرات بالشريط الوراثي للإنسان . أيضاً أشارت الدراسة بأنه حول الميراث المشترك مع الكائنات الأخرى كشف عن أنه بلغ مع مجمل الكائنات ٢١٪ ومع الفقاريات والحيوانات الأخرى ٤٢٪ ومع الفقاريات فقط ٢٢٪ أما عن التشابه والتباين مع الكائنات الأخرى فقد بلغ مع الديدان ٦٠٪ كما يشير أحد الخبراء فإن الكشف عن أن عدد الموروثات أقل من الأعداد المفترضة ينفي الاعتقاد بأن الموروثات تتحكم تماماً في الإنسان، ويؤكد أن هناك عوامل خارجية أخرى مثل تدخل عوامل البيئة في الحالة الصحية والسلوك الاجتماعي للإنسان .

وكشف المشروع أيضاً علي أن ١,١٪ فقط من الشريط الوراثي DNA مسؤل عن تصنيع البروتينات في الجسم .. وبذلك تنهار فكرة العلماء عن مسؤلية كل جين عن بروتين معين - علي سبيل المثال فإن جين الأنسولين

ليس مسئولاً عن هرمون الإنسولين فقط ولكنه ينتج ٤ بروتينات و ٣ هرمونات .  
أما عن الأغلبية الصامتة من الجينات (٩٨,٩%) يخبرنا العلماء بأن نصفها  
ينقسم إلي ٤ أنواع من الشريط الوراثي المتكرر بشكل قصير و ٥% من التسلسل  
المتكرر بأطوال كبيرة، وبعض الكروموسومات (التي تحمل الصفات الوراثية)  
هي نسخة طبق الأصل من كروموزومات أخري وبعض الميراث الجيني وراثاه  
عن الحيوانات الفقارية . ولم يتوصل العلم حتي الآن إلي سر تكرار هذه النماذج .  
ومن نتائج مشروع الجينوم البشري أيضاً أن ثمانية من الكروموسومات  
البشرية تحتوي علي الجينات المسؤولة عن ٣٩% من الأمراض الوراثية . علي  
سبيل المثال فإن كروموزوم (١) يحوي الجينات المتسببة في ظهور مرض  
الزهايمر أو أمراض القلب وسرطان البروستاتا . ولكن الكروموزوم الجنسي X هو  
الأكثر ثراءً بالجينات القاتلة فهناك عشرات من الأمراض الوراثية ترتبط  
بحدوث تغير مفاجيء أو طفرة في الجينات المحمولة علي الكروموزوم  
الجنسي X.

ومن خلال حديث أجرته جريدة «الفيجارو» الفرنسية مع وزير البحث العلمي  
الفرنسي روجر جيرار شوارتز بنزنج، أوضح أن:

أ- من الخطوات التالية بعد مشروع الجينوم هو التطبيق العملي لما أسفر عنه  
فك شفرة الجينات البشرية فمعرفة تسلسل الجينات داخل الشريط الوراثي تفتح  
آفاقاً جديدة للعلاج من خلال الطب الوقائي والتعويضي علي سبيل المثال تصنع  
شبكة «جينوم» - التي قام الوزير بتأسيسها سابقاً - أولوية لإنتاج عقاقير جديدة .

ب- وعن موقف الحكومة الفرنسية من تسجيل اكتشاف الجينات كبراءة  
اختراع؟  
أجاب:

«لقد أرسلنا للجنة الأوروبية رأي فرنسا في قانون سنة ١٩٩٨ الخاص ببراءات  
الاختراع وهو أن التسلسل الطبيعي للجينات لا يمكن تسجيله باسم شخص ما أو  
دولة ما لأنه ميراث البشرية كلها . كما أن مجرد اكتشاف التركيبة البشرية  
الموجودة بالفعل لا يدخل ضمن براءات الاختراع . والحصول علي براءة

اختراع تتطلب التعرف علي وظيفة جين محدد وإثباتها معملياً وتطبيق هذا الاكتشاف لخدمة أغراض التشخيص أو العلاج.

إن حق البراءة لا يجب أن يمنح الباحثين من استكمال عملهم بشأن التسلسل الجيني.

وتكاد أوروبا كلها تتفق علي هذه المبادئ . أما الأمريكيون فيريدون الحصول علي براءات اختراع عن اكتشاف تسلسل الجينات . لهذا يحتاج الأمر إلي تشريع دولي يضع القواعد للجميع لأن العلم لايعترف بالحدود بين الدول .

ويؤكد ذلك ما يذكره د. ليروي هود Leroy Hood إن الولايات المتحدة الأمريكية هي المسيطرة الأولى على مجلات البيوتكنولوجيا وبوضع أقدامها في مشروع الجينوم ستستمر في قيادة العالم !!!

وعن تعليق الوزير علي ما ذكر عن تشابه الإنسان والذباب من حيث التركيبية الجينية ؟ أجاب بأنه درس في التواضع .. وهذا يذكرنا أيضاً بأن تكوين الإنسان لايقوم فقط علي عدد جيناته ولكن الأمر أكثر تعقيداً .

ومن أهم التطبيقات المستقبلية المهمة استخدام القرص المدمج المحتوي علي تركيب الحمض النووي أو التركيب الجيني للفرد قبل الزواج ومضاهاته بتركيب الحمض النووي للطرف الآخر الذي سوف يقترن به وهذا هو الفحص الوراثي المثالي قبل الزواج حيث يمكن بواسطته التعرف علي الجينات المرضية التي يحملها كل من المقبلين علي الزواج بما يضمن تجنب ولادة أطفال معاقين لأسباب وراثية .

س: وماذا عن موقف مصر من مشروع الجينوم !!؟

يعلق د. أحمد خليل عبد الخالق ، استاذ طب الأطفال ، بالقصر العيني ورئيس اللجنة القومية للهندسة الوراثية وهي اللجنة المنوط بها رسمياً هذا الملف وإحدي اللجان المنبثقة عن المجالس القومية المتخصصة التي تشكلت أوائل عام ١٩٩٧م ويقول : « أرسلت وزارة البحث العلمي للجهات المسؤولة ولكن جاء رد الجهات الأمنية بالرفض لأسباب أمنية خاصة حتي لا يتم الكشف عن البصمة الجينية للمصريين !!! فيما بعد !!!

مما قد تستغله بعض الجهات ضدنا .

وأكد د. احمد خليل عبدالخالق أنه لن يفوتنا شيء وبدلاً من دفع الفلوس والجهد يمكن الآن أن نحصل علي النتائج مباشرة . ويؤكد علي حديثه «د. أحمد مستجير» وهو أول من تحدث عن الهندسة الوراثية وعن الجينوم ولنا مع هذا العالم المصري جولة بعد قليل ويضيف د. أحمد مستجير «نحن لم نخسر شيئاً فأصحاب المشروعات سواء من الحكومات أم الشركات الخاصة المتنافسة معها في مجال فك الشفرة الوراثية كانت تعلق نتائجها يوم بيوم فالمعلومات ليست حكراً علي أحد ؟ ويجب ألا نتحسر علي ذلك فيما كانت شروط الاشتراك بالمشروع غير مقبولة وتهدر حق وكفاءة الباحث المصري أوشيء من هذا المشروع ويمكن الاستفادة بكل نتائج المشروع، ولكن إذا توفر الدعم اللازم فمن الأولى إجراء دراسات حول الجينات المسؤولة عن الأمراض في مصر، ويذكر أن المشكلة في التطبيق لأنه يحتاج إلي شيئين غاية في الأهمية هما التقنية العلمية والمتخصصون في إطار خطة قومية متكاملة هذا هو ما نحتاجه بالفعل وهو الأزمة التي سبق أن عشناها عندما بدأت اكتشافات الهندسة الوراثية ويوضح أن المطلوب هو مشروع قومي تتبناه وزارة الصحة المسئول الأول عن صحة المواطنين في مصر هذا المشروع يتم فيه الوصول للشفرة الجينية للمواطن المصري وبالتحديد فيما يتعلق بالطفرات الخاصة بنا أي الأمراض التي يصاب بها المصريون خاصة ونحن لدينا كارثة إسمها أنيميا البحر الأبيض المتوسط التي تصيب عشرات الآلاف من الأطفال وتنتهي بعد المعاناة للوفاة . ولا بد أن نبدأ قبل أن نكتشف أننا خرجنا من الركب تماماً .والحمد لله فتقرير د. أحمد خليل عبدالخالق يعطينا الأمل حيث نجده يضيف ويؤكد: في التقرير الذي أعدته لجنة الهندسة الوراثية برئاسته أن مصر ستستفيد من المشروع في مجال التشخيص المبكر للأمراض أثناء الحمل والفحص الجيني لراغبي الزواج خاصة بين العائلات التي بها تاريخ مرضي وراثي والتخطيط بمفهوم جديد لعمل خريطة جينية للمصريين بعمل مسح جيني لمعرفة مدى تعرضهم للأمراض الوراثية مثل ضمور العضلات الوراثي، أمراض التخلف العقلي وأنيميا البحر

المتوسط وغيرها من الأمراض متعددة الأسباب مثل الربو والسكر وضغط الدم بهدف الوقاية.

إن وضع الإنسان يده علي محتواه الجيني سيمكنه من تعديل طاقمه الوراثي بإدخال وإحلال العديد من القطع الجينية لداخل جينوم الخلية الجسدية ليتمكنها من أداء وظائفها بكفاءة أعلي.

من المنتظر أن تظهر نتائج هذه المرحلة خلال الـ ٥٠ عام القادمة من خلال دور ما يسمى ببنوك الجينات التي تحتوي علي تسلسل القواعد الجينية في المواد الوراثية المختلفة والتي تتيح للعلماء دراستها والاستفادة بالمعلومات المتاحة للتعرف علي الأمراض الوراثية، ومن المفترض أيضاً أن تظهر هذه المعلومات تباعاً علي شبكات المعلومات العالمية ليتداولها العلماء في شتي بقاع العالم.

أيضاً هناك مباحثات تجري في مصر علي قدم وساق لبدء إنشاء أول معهد للعلاج بالجينات في القصر العيني وتم فيها عقد جلسات مكثفة مع علماء الجينات في كل من إنجلترا وأمريكا وفرنسا وهذه الأبحاث التي ستجري في المعهد ستجبه بالدرجة الأولى إلي مرض الكبد المتفشي في الريف المصري بعد أن تأكد لدينا أهمية (الجين ٥٣) في الكبد وبالتالي يمكن تحويل هذا الجين ، بعزله ووضعه علي عائل ، ثم يدخل الخلية ليمنع أي انقسامات في داخلها وبذلك لاتفقد السيطرة وتتحول إلي خلية سرطانية.

## مع د. أحمد زويل

وإن ننسي بالطبع إيراز دور عالما المصري د. أحمد زويل والجديد أنه قدم ورقة بحثية إلى مجلة ساينس (Science Magazine)، وهذه الورقة في علوم جديدة متعلقة بالطب والاكتشافات الجديدة المتعلقة (بالجينوم، التي تعد بمثابة ثورة بيولوجية جديدة.

وهو يؤكد علي حقيقة أنه بما أنه لدينا القدرة «الفمتوسكندية، أو قدرة الزمن الجديد» فيمتو/ثانية، - فإن ذلك يفتح آفاقاً عظيمة أماماً لمتابعة تطورات تحدث علي مستوي الذرة والجزيء ويمكن أن يكون لها نتائج باهرة في التركيبة الجينية، وتأثير ذلك علي عدد من الأمراض. وبالنسبة لأثره في البحوث الطبية:

يجيب د. زويل بإعطاء مثال فيقول:

«افتراض أنك تجلس علي شاطئ البحر، وأخذت جرعة كبيرة من الشمس هذه الجرعة - في الواقع - ستقوم بتفكيك المادة الجينية، التي يسمونها في تحاليل DNP إنزيمياً ويقوم جزيء ثان بإصلاح هذا التفكيك الذي حدث - تلقائياً - في الخلية ولولم يصلحه يصاب الجسم بالسرطان. ويستكمل د. زويل ويوضح أن الموضوع يتعلق بالكيفية التي تعمل بها الجينات في التركيبة الجينية، وتأثير ذلك علي عدد من الأمراض ومن ثم فإن المزوجة بين عدة علوم معاً، سيؤدي إلي وصول الإنسان إلي حلول لمعضلات طبية عويصة.

## مع مدينة مبارك للأبحاث العلمية:

فرغم عدم اشتراك مصر في مشروع الجينوم. إلا أن لمصر دور إيجابي تجاه استخدام التكنولوجيا الحديثة ويتمثل ذلك في الأهرام الجديدة التي تم بناءها بمصر وهي إنشاء مدينة مبارك للأبحاث العلمية والتي افتتحها الرئيس مبارك كأول مدينة للعلماء بالشرق الأوسط في أغسطس سنة ٢٠٠٠ م.

تقع هذه المدينة علي مساحة ١٠٠ فدان وتكلفت حتي الآن ٨٠ مليون جنيه

ويعمل بها نخبة من الدارسين وأعضاء هيئة التدريس من ذوي الخبرات العلمية المختلفة والتميزة وتم إعدادهم إعداداً خاصاً وحصولهم علي درجات علمية من أحدث معاهد وجامعات أوروبا وأمريكا.

ومن خلال هذه المدينة ستنتقل مصر إلي القمة في عالم الثورة الصناعية وهي تشمل الهرم الأكبر الذي يضم معهد بحوث الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية، الهرم الأوسط يضم معهد بحوث المعلوماتية والهرم الأصغر يضم معهد المواد الجديدة والمساهمة في مجال البحوث التطبيقية .

وتخدم هذه المدينة مجالات بحثية عديدة لن نذكرها كلها ولكن سنذكر بعضها ومنه:

١- هناك تعاون مصري ألماني لتحديد البصمة الوراثية لنبات القطن باستخدام الهندسة الوراثية.

٢- تشارك في إنتاج البرمجيات وتحسين هذه الصناعة في مصر لتواكب التطور العالمي.

٣- تسعى المدينة لإيجاد آليات ثابتة للربط بين جهات التطبيق ومعاهد البحوث بصفة عامة ومعاهد مدينة مبارك بصفة خاصة ومساعدة جهات الإنتاج علي تطبيق واستخدام التكنولوجيا المتطورة وتطوير الوسائل الحديثة والصناعة والتي تحقق التميز للمنتج المصري وجعله قادرا علي المنافسة .

٤- ويذكر د. مصطفى العوضي أستاذ الهندسة الوراثية بالمركز القومي للبحوث وعميد معهد الهندسة الوراثية أنه من بين رسالة المعهد التوسع في البحوث والتطوير في مجال التكنولوجيا الحيوية الحديثة، وتتمثل الاتجاهات الرئيسية للأبحاث الجارية بالمعهد في إجراء الدراسات والبحوث في مجال تكنولوجيا الجينات وعمل الخرائط الجينية وتعديل الجينات في الكائنات الحية بهدف حمل الكائن علي القيام بعمليات حيوية محددة بكفاءة عالية. وإنتاج وتطوير الطعوم الطبية ومستحضرات التشخيص وإنتاج الأجسام المضادة التي تستخدم في التشخيص وتلقيح البروتينات بعد فصلها وتصميم وإنتاج وتطوير

نظم حيوية للتخلص من الملوثات البيئية ونقل نتائج البحوث العلمية من مستوي المعمل إلي المستوي نصف الصناعي وإنشاء حاضنة لمشروعات التكنولوجيا الحيوية بالتعاون مع الصندوق الاجتماعي للتنمية.

٥- وفي قسم التكنولوجيا الحيوية:

نجده يركز علي تصميم وإنتاج وتطوير نظم حيوية للتخلص من الملوثات البيئية ، ويستخدم هذا القسم مزيجاً من علوم البيولوجيا الجزيئية وعلوم البيئة لبناء كائنات مهندسة وراثياً تستطيع القيام بهدم الملوثات المعقدة بحيث يتم تخليص البيئة من آثارها الضارة، كما يركز علي ٣ محاور هي التشخيص والعلاج واللقاح:

أ- حيث تستخدم طرق تشخيصية للفيروس الكبدى والدرن والحمي الروماتيزمية.

ب- وهناك مشاريع للإنتهاء من إنتاج مواد تشخيصية للفيروس الكبدى الوبائي (سي) باستخدام الأجسام المضادة والتي تم ابتكارها لتنفس المنتج المستورد من الخارج.

ج- والمشروع الثاني يبحث في تشخيص الدرن باستخدام البيولوجيا الحيوية كما يقوم المعهد بتطوير تشخيص الدرن الرئوي باستخدام البيولوجيا الجزيئية مما يساعد علي سرعة ودقة التشخيص وبدلاً من أن يستغرق التشخيص حوالي شهرين نجده بالطرق الحديثة يستغرق أقل من ٤٨ ساعة.

د- والمشروع الثالث يهدف إلي تصميم لقاح واق من مرض روماتيزم القلب باستخدام التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية.

٦- وتصميم وتطوير نظم حيوية للتخلص من الملوثات البيئية ويستخدم مزيجاً من علوم البيولوجيا الجزيئية وعلوم البيئة ، لبناء كائنات مهندسة وراثياً تستطيع القيام بهدم الملوثات المعقدة بمعدلات عالية وسرعة كبيرة بحيث يتم تخليص البيئة من آثارها الضارة و... لازال هناك الكثير والكثير من الأعمال منها ما تم إنجازها ومنها ما يعكف عليه علمائنا ليخرج للنور ولا زالت هناك الكثير من الآمال والطموح المنشود تحقيقها من هذا المشروع المصري العملاق.

. وتأكيداً علي مساندة مصر لمشروع الجينوم وتقديمها المستمر في مجال الاستفادة من الهندسة الوراثية .

سعدنا بهذا الخبر وهو خاص ببدء إنتاج أدوية الهندسة الوراثية في مصر وعن هذا الخبر نذكر أن :

شركة النيل للأدوية والصناعات الكيماوية ستبدأ في إنتاج مستحضرات البيوتكنولوجي من خلال مصنع الهندسة الوراثية الجديد بالشركة وذلك بإنتاج أدوية لأول مرة ومنها مستحضرات متخصصة في علاج حالات اللوكيميا والإيدز المصاحب للورم الخبيث، والميلانوما الخبيثة، والتهابي الكبدى الفيروسي سي، ب... إلخ.

### رأى أحد رجال الدين في مصر

وهو رأي د. عبدالصبور مرزوق الأمين العام للمجلس الأعلى للشئون الإسلامية : يقول ، من خلال ما قرأته عن هذا الاكتشاف فإنني أرى أن كل ما يتصل بمحاولة تغيير خلق الله والعبث بتكوين الإنسان وفق معايير معينة بعيدة عن القيم الدينية أو محطة للقاعدة الأساسية التي تقوم عليها الحياة وهي التباين والاختلاف بين البشر وهو أمر غير جائز شرعاً ولا يقبله الدين والعلم إبداعه الأساسي هو في وقاية الإنسان من الأوبئة والأمراض لكن أن يتدخل فيما خلق الله فهذا مرفوض وهذا مقدمة لإهدار القيم والثوابت في حياة البشر وفق مواصفات محددة من ذكاء وطول أو شكل. هذا الأمر سيدمر البشرية ويكفي قوله تعالى : بسم الله الرحمن الرحيم :

﴿ إِنَّمَا مَثَلُ الْحَيَاةِ الدُّنْيَا كَمَاءٍ أَنْزَلْنَاهُ مِنَ السَّمَاءِ فَاخْتَلَطَ بِهِ نَبَاتُ الْأَرْضِ مِمَّا يَأْكُلُ النَّاسُ وَالْأَنْعَامُ حَتَّى إِذَا أَخَذَتِ الْأَرْضُ زُخْرُفَهَا وَازْبَيَّتْ وَظَنَّ أَهْلِهَا أَنَّهُمْ قَادِرُونَ عَلَيْهَا أَتَاهَا أَمْرًا نَهْلًا أَوْ نَهَارًا فَجَعَلْنَا مَا حَمِيدًا كَأَن لَّمْ تَغْن بِالْأَمْسِ كَذَلِكَ نَفْعِلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يُظَكَّرُونَ ﴾  
(صدق الله العظيم، (يونس: آية ٢٤)



## جولة حول المخاوف والسلبيات المتوقعة

جليوتها من وجهة نظر العلماء والباحثين:

فالمشروع رغم أنه يقدم آمال عريضة للجمع وبخاصة للكثيرين ممن يظهر بعائلاتهم أمراض وراثية وبإمكانهم مستقبلاً من خلال تحليل نقطة من دمهم تتبع محتوهم الوراثي لمعرفة مدى الإصابة أم لا وكيفية الوقاية والعلاج كما سبق أن أوضحنا.

إلا أنه برزت الكثير من المخاوف ومنها :

٢- تتساءل عن له الحق في معرفة هذه المعلومات وما هي نتائج عدم سرية المعلومات !!؟ إذ يبدو لنا أن من حق الدولة معرفة هذه الأسرار الوراثية التي تمس هذه العائلات رغم أنها تعتبر أسرار وراثية وخصوصية فردية مما تعرض هؤلاء الأشخاص ممن تأكد أنهم حاملون لأمراض وراثية قد تظهر في أي وقت في المستقبل أو بعد سن معين مثل بعض الأمراض، نجدهم سيتعرضون لعدة أعباء لم يكونوا ليتوقعوها منها العبء النفسي فبدلاً من أن ينعم بصحته لوقت وعمر لا يعلم مداه إلا الله وقد يتوفي قبل ظهور أعراض المرض مثل الزهايمر سنجده نفسياً يحمل عبأ المرض الذي سيمرض به في المستقبل ويصبح هذا الهم هو محور حياته وطموحاته ويعيش هو ومن معه في قلق وهم ، وأيضاً عبأً صحي لأنه سيلتزم بأمور وتغذية معينة وعقاقير معينة وأساليب معيشية بل وقد يضطر لتغيير بيئته ووظيفته.

عبأً ومعاناة في المجتمع حيث قد يتعرض للبوذ من المجتمع وإحساس والديه بالذنب لأنهما نقلتا هذا المرض لابنهما أو ابنتهما.

ولقد حذر جيمس جيفوردس وتوماس واشيل عضوا مجلس الشيوخ الأمريكي من مخاطر استغلال تحليلات الخريطة الجينية للأفراد سلبيات، وأوضح أن هذه الأبحاث قد تتسبب في إيجاد طبقة جديدة من البشر الأقل حظاً من جراء تقسيمه جيناتهم، واحتمالات الأمراض فيها، وحذرا من تقويض الحقوق المدنية للأفراد في العالم من جراء ذلك.

بل يمكن أن يصل الأمر لابعد من ذلك. حيث معاناة من نوع جديد: «يؤكدها لوري اندرو، من كلية كينيت للقانون .. وهي معاناة تظهر عندما

تثبت الاختبارات الجينية داخل رحم الأم أن الجنين يمكن أن يعاني من بِلادة في التفكير أو بدانة أو قامة قصيرة وغيرها فهل سيتسامح المجتمع مع هؤلاء الأطفال الذين تركهم آباءهم يولدون رغم إصابتهم بهذه الصفات وإلى أي مدى سيصل الانتقاء إذا كانت العيوب متعلقة بجوانب تجميلية ١٩  
وهناك محاذير نذكر منها :

قول البعض من أن الانتهاء من المشروع نفسه لا يمثل ثورة طبية سحرية تقضي علي جميع الأمراض وليس صحيحاً أن معرفة مواقع الجينات سوف يقضي علي جميع الأمراض وإنما هو خطوة تتبعها خطوات ودليل ذلك :

١- مرض أنيميا الخلايا المنجلية anemia sickle cell الذي يموت بسببه ٨٠ ألف طفل كل عام وهو معروف ومن أشهر الأمراض المتحية .

٢- مرض الثالاسيميا thalassemia

وهو من أكثر الأمراض الوراثية إنتشاراً في العالم وكلا المرضين أمكن التعرف علي الجين المسبب لكل واحد منهما منذ عشرين عام ومع ذلك لم يكتشف علاج حاسم وفعال لهما :

وبالنسبة لشركات التأمين سيظهر لنا في الأفق تساؤلات عديدة بناء علي هذا الاختبار الوراثي الذي ستطلبه شركات التأمين عندما يتبين لديها أن الشخص المتقدم لديه جينات يمكن أن تؤدي للإصابة بالسمنة بنسبة ٦٠% مما يعرضه لأمراض كثيرة أو أنه لديه استعداد للإصابة بأمراض القلب بنسبة ٥٥% وهذا التساؤل هو هل ستعتبره أن عنده حالة مرضية سابقة ؟

Precexisting medical condition?

وهنا يجب أن نلفت نظر القارئ إلي أن الجينات التي لها علاقة بالأمراض ٣% فقط بسبب طفرة في جين واحد فقط أما باقي الأمراض فإنها لكي تحدث يلزمها حدوث طفر في أكثر من عدد من الجينات ومعها لكي تتمكن من التعبير عن نفسها يلزم أيضاً توفر ظروف بيئية ونفسية وفي حالة عدم توافر هذه الظروف والعوامل البيئية والنفسية يظهر الشخص طبيعى. وبناء عليه هل سترفض التأمين الصحي لهؤلاء الفئة من المجتمع !!؟

• وبالنسبة للعمل فسيحدث تفرقه وظيفية وحياتية وعنصرية علي أساس جيني لأن صاحب العمل سيطلب معرفة المحتوي الجينومي للمتقدمين للعمل ليعرف مدى صحتهم المستقبلية والحالية ومدى تحملهم لمشاق العمل وغيره وتثور قضية اجتماعية كبيرة محورها هل من حق صاحب العمل فحص المحتوي الجينومي لمن يتقدم لشغل وظيفة لديه ولقد سبق بالفعل أن حدثت بالولايات المتحدة الأمريكية مثال واضح لذلك وذلك بعد اكتشاف ومعرفة الكثير عن مرض أنيميا الخلايا المنجلية ومعرفة أن السود في أمريكا هم (المعرضون للإصابة به ومن يحمل الجين المسبب لظهور أعراض المرض وهو متنحي بصورة نقية (أي الجينان المتنحيان معاً) تظهر عليه أعراض المرض ويتوفي ولكن أغلب السود في أمريكا لا يحملون سوى جين متنحي واحد فقط والجين السليم هو السائد فلا تظهر آثار الجين المتنحي ويبدو الشخص عادي رغم أنه حامل للمرض) وتظهر عليه أعراض ضيق التنفس عند الصعود لاماكن مرتفعة نعود لشرح قضيتنا:

إن حاملي الجين المتنحي كانت النظرة إليهم وكأنهم موسومون بالعار وأعطى فرصة للتمييز العنصري بين البيض والسود وتم منع وإلحاق السود من العمل في عدة مجالات للعمل منها في شركات الطيران وإخضاعهم للعديد من التحليلات حتي طلاب المدارس والسيدات الحوامل - مما أساء كثيراً إلي السود. وهكذا سيكون الأمر مع نتائج مشروع الجينوم فإن الاختبارات الجينية ستكون فرصة وذريعة للتمييز بين البشر .

• أيضاً في حالة الزواج سيتم اختيار الزوج والزوجة سيتم في المقام الأول طبقاً لصفاته الجينية والتكاثر في الجينات ثم الاتفاق علي الأمور الأخرى. وسمحوا لنا أيها السادة أن نتعرض لنقطة جديدة طالما تحدثنا عن أنيميا الخلايا المنجلية هو موضوع تشابك الجينات..

- فماذا عن تشابك الجينات !!؟

ما يحدث هو أن بعض الجينات الخاصة بالأمراض لديها القدرة علي مقاومة أمراض أخرى.. فمثلاً الجسم الذي تحمل خلاياه جين مرض أنيميا الخلايا المنجلية يكون لديه مقاومة لمرض الملاريا (فرب ضارة نافعة)، فهل نحن أذكياء بالقدر الكافي الذي يجعلنا نعرف كيف يؤدي تخلصنا من الجينات التي

نعتقد أنها «ضارة» إلى تأثيرات مستقبلية لم تكن نتوقعها علي الكائن البشري بصورة عامة؟

والفرقة علي أساس الجينات وظهور طبقة دنيا في المجتمع:

حيث الخوف من تقييم الإنسان وفق جيناته وبصرف النظر عن خصائصه الأخرى وبالتالي تظهر احتمالات التعرض للعنصرية ومنها في استغلال صفات معينة في علم تحسين النسل . ويدعوى البحث في مجال الطب الوقائي سيتم تحديد الأشخاص الحاملين لأمراض خطيرة مثل السرطان ومرض هانتجتون وغيره وعندما تصبح هناك بطاقة طبية لكل مريض تحوي أسرار جيناته قد يتعرض لنوع من التفرقة من قبل المجتمع لهذا يطالب اثنان من أعضاء مجلس الشيوخ الأمريكي في مجلة «ساينس» الأمريكية بضرورة إيجاد نوع من التوازن بين حماية الأسرار الشخصية للفرد وبين الاستخدام المنطقي للمعلومات الجينية . ويؤدي سوء الاستخدام لهذه المعلومات إلي ظهور طبقة دنيا في المجتمع وهم الذين يعانون من خلل في الجينات .. ويقول المتفائلون أننا جميعاً نحمل «جينات سيئة» فلا داعي للقلق !!!

• أيضاً هناك مخاوف من إمكان ظهور أفراد معدلون وراثياً يتسلحون بقدرات تسهل لهم الحياة وترفعهم بالنسبة لمن حولهم ولكن هذه التكنولوجيا ستكون في البداية باهظة الثمن ولن تتاح إلا للأغنياء إلا إذا تم جعلها في متناول الجميع ولكن إذا تم السماح للهندسة الوراثية أن تعبت في الجينات البشرية فإنها ستؤدي إلي أجداس غير مقسمة في فلسفتها ونمطها الحياتي وثروتها وستتحول تكنولوجيا الجينات إلي عامل انتقائي جديد وسريع ، وقوي إلي حد أنه سيفرض حلاً واحداً للفئات الدنيا هي الهجرة من علي .. الأرض ..

• أيضاً هناك علماء وباحثين يخافون من حصر الاستفادة من مشروع الجينوم في معالجة الأمراض الوراثية لبعض الشعوب وإهمال شعوب عديدة خاصة التي تعاني من أمراض وراثية .

• والخوف من إعادة برمجة الجنس البشري أو يخلط بين الكائنات الحية وينطبق عليهم بالتالي قول الله تعالى: ﴿وَلَا تُرْهِمُهُمْ فَلْيَفْرَحُوا خَلْقَ اللَّهِ﴾ النساء (١١٩) ، وما يؤكد إمكانية حدوث هذه المخاوف وأنها ليست محض خيال ما ذكره د. محي الدين رجب البنا مدرس الجراحة بطب عين شمس في مقالة بجريدة الأهرام بتاريخ ٢١ / ٧ / ٢٠٠٠ وكان مما جاء به:

إن فوائد مشروع الجينوم لحد كبير شأنها مثل شأن بقية أبواب العلم والتكنولوجيا مقصور علي المجتمعات التي تمتلك قدرات علمية واقتصادية هائلة حيث بلغت تكاليف المشروع حتي اليوم ٢٥٠ مليون دولار وهو بالتالي سيضاف لبند جديد علي قائمة الصراع بين العالم المتقدم والنامي وفي هذه المرة الصراع أشد لأنه سيضاف نوع من المعرفة يتعلق بحقائق الحياة ذاتها وسيكون لهذا التطور بعد اجتماعي. كصراع اجتماعي يضيف لون جديد من ألوان التمييز وهو التمييز البيولوجي .

- وبناء علي استطلاع للمظمة الأمريكية للإدارة عام ١٩٩٩م أن :

٣٠ ٪ من الشركات الكبرى والمتوسطة في الولايات المتحدة تحصل بالفعل علي معلومات عن التركيب الجيني لموظفيها وعمالها - وأن ٧٪ من الشركات تعتمد علي هذه المعلومات في سياسة التعيينات والترقيات وشرعت بعض الشركات في التخلص من موظفين يعانون أو يحتمل أن يواجهوا في المستقبل أمراضاً مزمنة أو قاتلة . ولن يمضي وقت طويل حتي تأخذ سياسات الهجرة في الدول المتقدمة تأخذ في اعتبارها التركيب الجيني للمهاجرين .

وسيكون من بين وسائل حماية الشخصيات الكبرى والاحتياطات الأمنية الخاصة بهم هو محو البصمات الجينية .

حكاية تيرى سيرجنت: وسنذكر لكم أيها الأصدقاء مثال هو واقعة حقيقية تؤكد هذه المخاوف . في ديسمبر الماضي تم إقصاء تيرى سيرجنت، ٤٣ عام من وظيفتها كمديرة مكتب بعد أن أثبتت الاختبارات التي أجرتها أنها تحمل جين مرض أدي إلي موت أخيها ورغم أنها بدأت في تلقي العلاج الوقائي لكن رئيسها في العمل أقصاها فور تلقيه تقرير عن حالتها . وفي الولايات المتحدة الأمريكية تمنع ٣٩ ولاية التمييز في التأمين علي الصحة علي أساس الاختبارات الجينية علي الأقل بشكل جزئي وتمنع ١٥ ولاية من تلك الولايات التمييز في الوظائف لكن مازالت هنا ثغرات ..

ويؤكد علي ماسبق مقالة لهنري جريلى وهو استاذ القانون بجامعة ستانفورد

حيث قال:

، إنه في ضوء تشخيص الأمراض الوراثية والفحص الوراثي ومعرفة الأشخاص الحاملين للأمراض الوراثية والآخرين غير الحاملين لأي مرض وراثي فإن من لا يتعرضون لتهديد الأمراض الوراثية ،خلوهم من الجينات المسببة للأمراض الوراثية، فإن اشتراكات التأمين الصحي ستكون قليلة بينما الذي يدفع أكثر هو أولئك المهددون بالأخطار الوراثية وربما يحرمون من التأمين الصحي في حالات كثيرة !!!  
هناك أمل :

نعم هناك بارقة أمل في ألا يكون الأمر بهذا السوء بعدما تناقلت وسائل الإعلام الخبر عن أن أكبر هيتتين علميتين عملاً في هذا المجال وهما المعهد الوطني الأمريكي للصحة ومركز التكنولوجيا الحيوية قررا تخصيص ما بين (٣% إلى ٥%) من ميزانية الأبحاث القادمة ستخصص لرفع راية احترام الخصوصية وحق الإنسان ألا يتعري «جينيا» .

أيضاً بالنسبة من الخوف من التفرقة العنصرية أصبح مستبعد مفهوم التفرقة علي أساس بيولوجي جيني حيث كان لدي بعض علماء الغرب إحساس وتأكيد علي أنهم أكثر ذكاء من السود والشعوب الفقيرة وأنه يرجع فقرها لصفاتها الوراثية المتدنية ونستكمل أن من خلال المشروع أصبح مستبعد تحديد جنسية شخص ما أنه سوداني مثلاً أو بريطاني من نقطة دمه فجميع الجينات توجد في كل الشعوب ولا يوجد جين يظهر في شعب ويختفي في آخر .

بل بتكرارات مختلفة وبالتالي غير ممكن تمكن دولة من عمل فيروس أو ميكروب لشعب دون آخر حذرت الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم والتي تعد أكبر اتحاد للعلماء في العالم من أن تعديل الجينات الوراثية للإنسان وتوريثها للأجيال المقبلة هو عملية غير آمنة ويجب تجنبها وأوصت بوقف الأبحاث التي تجري في هذا المجال - لأن مثل هذا التعديل قد يغير من مواقف البشر، وطبيعة التناسل البشري ، والعلاقات بين الآباء والأبناء واستغرق هذا التقرير عامين في إعداده .  
وأكمل التقرير أنه ينبغي السماح باستمرار أبحاث تعديل الجينات البشرية إزالة العقبات التكنولوجية وحل المشكلات الأخلاقية والدينية المرتبطة بها.

وهناك استطلاع للرأي أجراه معهد «جلوب» العام الماضي أظهر أن (٨٦٪) من الأمريكيين يصرون علي ضرورة استئذان الأفراد قبل إجراء أى تحليل جيني لهم.

• أيضاً أصدرت ٣٧ ولاية أمريكية تشريعات تمنع التمييز الجيني عن طريق شركات التأمين التي قد ترفض إصدار وثائق للتأمين علي الحياة لمجموعات بعينها من الأفراد. كما منعت ٢٤ ولاية أمريكية أى تمييز في مكان العمل استناداً إلي نتائج الفحص الجيني.

• ومن ناحية أخرى هناك تأكيداً علي هذه المخاوف إليكم هذا الخبر ، - ولادة أطفال معدلة وراثياً: حيث نشرت الأهرام في ٦ / ٥ / ٢٠٠١ عن سابقة تعدد الأولي من نوعها حيث ولد في الولايات المتحدة ٣٠ طفل معدل وراثياً ، من سيدات غير قادرات علي الحمل، تم علاجهن بدواء جديد للخصوبة وقال الباحثون الأمريكيون إنهم قاموا بتعديل البويضات بمادة مأخوذة من بويضات سيدات متبرعات .

وتم وصف هذا الإجراء بأنه غير أخلاقي ومحرم قانوناً في معظم دول العالم وقالت الإذاعة البريطانية في تعليق لها أن هذا الاسلوب يثير مخاوف جديدة حول الطفل المولود بتصميم خاص عن طريق تعديل الجينات .

وطفل سوير في بريطانيا ومع بداية الألفية أعلنت إحدى العيادات البريطانية عن استخدام الهندسة الوراثية لانجاب طفل سوير يتمتع بمقاومة طبيعية لأمراض القلب وارتفاع الضغط والسكر والسكتة الدماغية وثمانية أنواع مختلفة لمرض السرطان وحماية مطلقة من مرض الإيدز والحساسية ومرض فقدان الذاكرة ولكن يجب أن تزور الأم العيادة الخاصة بالهندسة الوراثية قبل الحمل لاجتياز عملية التغير العنصري للجنين المخصب حديثاً. لكن العيادة البريطانية تعرضت لانتقادات سريعة أهمها أن لتكنولوجيا الوراثية التي تستخدمها تصيف جينات جديدة لكل خلية في جسم الطفل وبالتالي سيقوم الطفل فيما بعد عند نضجه وزواجه من نقل هذه التغيرات الوراثية لأبذائه ووصفوها بأنها تتمثل في إضافة جراثيم جديدة إلي الجسم تحت اسم الهندسة الوراثية وكان رد المتحدثه باسم العيادة بأن طريقتهم علمية وطبيعية ولا تحمل أي ضرر للجنين .

## - نوعية أخرى من المخاوف !! -

فبدلاً من الاستفادة من مشروع الجينوم في معرفة الخصائص الجينية للشعوب يتم قلبها للأسوأ وأنه سيقوض الخصوصية ويؤدي لإحداث تمييز جيني بين البشر وتوضح ذلك بعدة أمثلة:

١- مثلاً إرجاع السبب لبراعة الشعب المصري في الجندية والفلاحة والطب والمعمار وصبغات الألوان هو لتوارثه مجموعة خاصة من الجينات، تميز الشعب الأمريكي بقوة الخلط والهجن. أن يستغل ذلك للتمييز العنصري والعنصري لشعوب دون أخرى فيكون مجالاً للتفريق والتمييز وإياداة الشعوب وأفسر ذلك أكثر بتوضيح لدكتور هشام إذ يقول «سيقال عن مدينة برلين لتمييزها عن مدينة طوكيو إن ما يميزها هو أن سكانها بما فيهم الأطفال ذوي الذكاء الحاد ٢٠% و ٥٠% عباقرة، ٣% مبدعون في الموسيقى و ٧% رياضيون وهكذا بينما مدينة طوكيو ليست حاوية لهذه القدرات في المحتوى الوراثي لشعبها وبالتالي ستكون يوجينيا سلبية جديدة في المجتمعات كما حدث أيام هتلر ولكن من نوعية جديدة أي سيتم تصنيف بعض فئات البشر في درجة أدنى بسبب جيني يظهر إمكانياتهم المحدودة ولن ننسى إدعاءهم بتفوق الجنس الأري الذي ينتمي إليه الألمان إلي غزو العالم وينتمي للجنس الأري بصفة عامة شعوب أوروبا بينما للجنس الحامي الافارقة، الجنس السامي هم الاسيويين وبالتالي يحدث تكتلات مبنية علي أساس أنباء العرق الواحد الذين يدفعهم إحساس واحد للتمييز ونبذ بقية الشعوب.

• أن تتمكن إحدى الدولة المعادية لجيرانها من خلال معرفتها للخصائص الجينية للمجتمع المعادي لها أن توجه فذائف نحو هذا المجتمع تحوي جينات مضادة لصفاته المميزة كالشجاعة والجرأة وغيرها من الصفات الجيدة ليقتضي عليها بوسائله الشيطانية مؤثراً في المحتوى الجينومي ليصبح المجتمع المجني عليه قطيع من العملان الودية سهل الانقياد والسيطرة عليه ومحتمل من بين هذه الوسائل تخليق ميكروبات شرسة مهندسة وراثية لاتهاجم إلا المجتمع المجني عليه من خلال تعرفها علي البصمة الوراثية المميزة وجيناته لتقتضي علي هذا المجتمع قضاء كاملاً.

• أيضاً ستعطي الحق للمجرم في أن يستمر في إجرامه باعتبار أن مرجوع إجرامه هو قدر لاحيلة له فيه يوجهه هذا القدر (محتواه الجينومي) دون إرادته للشر وإثارة الفرع والقتل والاعتصاب.

- أيضاً هناك مخاوف طريقة منها ما ذكره . د. هشام الحديدي بمجمع الملك فهد الطبي العسكري بالسعودية حين قال، قد يأتي ذلك اليوم بمجلس الشعب ليحدث جدل حول الاختيار ما بين الانتخاب بالقائمة النسبية أم بحسب القائمة الجينية حيث يستبعد مرشح لأنه غبي جداً أو لأن جينه المسئول عن قروض البنوك حدثت به طفرة فجائية أو اختفي فجأة من تحت عدسة الميكروسكوب أثناء الفحص الجيني الدوري ومخاوف أخرى طريقة ذكرها أمعصوم مرزوق وهو عن .

- ظهور الجينات السياسية وأهميتها فنجد:

أنه لن يكون أطفال المستقبل في حاجة للذهاب للمدرسة فاسوف يولدون وعقولهم محشوة بما يلزم وما لايلزم من معلومات.

ولابد للدول العظمي أن تحتفظ لنفسها بأسرار هذه الثورة الجديدة بعد معرفتهم بمواقع جينات السيطرة والقوة والإرادة والتحدي فجميعها جينات سياسية هامة وسيفعلوا كل ما بوسعهم لحرمان دول الجنوب من التمتع بالجينات السياسية بل وأيضاً جينات صفات الحرية والقوة والمغامرة وحرية التعبير وحقوق الإنسان والتعددية السياسية وجينات حب الأوطان ويقرر مجلس الأمن الحظر الشامل علي دول الجنوب عند الاشتباه في أي محاولة للتسلل (تسلل الجينات السياسية للجنوب) .

- تظهر كائنات غريبة ذات جينات معالجة تتحدث عن الحرية والاستقلال والكرامة .

- ويذكر أستاذ معصوم مرزوق أنه من المدهش أنه نُشرت منذ فترة أن

إسرائيل قد اخترعت طلقات تصيب بها فقط أصحاب الجينات العربية، !!

- أيضاً إن اكتشاف كتالوج الإنسان (الجينوم البشري) سيفضح نظريات

التفوق العرقي والتمييز العنصري.

وموضوع دم النبلاء الأزرق والموضوع مجرد سياسة وتوازن قوي فالمهزوم عادة تنكسر جيناته وتنقل عدواه إلي غيره، أما المنتصر فتفتح جيناته ويركب علي غيره .

• أن تقام مصانع تتولي تصنيع الجينات علي الموضة .

• وتصور اكتشاف أن هناك جينات مسئولة عن صفة المقاومة في الانسان والهدف هو القضاء عليها وإزالتها .

ونزيد علي حديث أ/ معصوم حديث آخر للأستاذة «دورثي نيلكين» وهي أستاذة الإجتماع والحقوق بجامعة نيويورك . وهي تشير لكاريكاتير منشور في جريدة تسمي «نيويورك» عن صورة لمركز للفحص في معر بشارع مزدحم ، وهو يعلن عن وجود اختبار لكل الروائح الكريهة ، المخدرات ، الذكاء ، الكوليسترول ، كشف البكتريا وضغط الدم ، التربة ، المياه ، وحتى قيادة السيارات ، الفرامل ، الإجهاد والإخلاق... الخ وبجانب الكاريكاتير تحديد ما يشغل بالك وقياسه . فأنت يمكنك أن تقود عربتك داخل الممر ، ليجري عليك كل الاختبارات السابقة حتي ولأنك وانتماؤك ومشاعرك بالإضافة لعربتك .. ثم تمضي والفضل للبيوتكنولوجيا والتقدم المزهل الحادث بها والمركز هنا لايفرق بين البشر والآلات . وتقدم الباحثة د. دورثي نيلكين عدة أسئلة :

١- من هو المريض ؟ وهل هو الشخص نفسه أم عائلته ؟ وأفرادها ؟ .

٢- وعند معرفة شخص ما بأنه من خلال الفحص الوراثي حامل لصفة موروثية مرضية مثل جينات تسبب ظهور أورام ولكن أعراض المرض لم تظهر عليه بعد فكيف سيكون حاله ونفسيته ومشاعره ؟ بعد تنبؤه بما سيجري له ؟!!! بعد فترة محددة ؟

- وتتساءل عما سيحدث عند خروج الاختبارات من الإطار الطبي الإطار

الدوائر الاجتماعية ؟

وتتنبأ د. دورثي نيلكين إلي أن معالجة المشاكل سيكون بفكر إكتواري مسبق بمعنى حساب المكسب والخسارة وإحتمالات الطواريء وأفضل الوسائل لاستبعاد الخسارة . وأيضاً تنبأت بأنه مشاكل المجتمع سيسود ويرجع مردودها وتفسيرها للإطار البيولوجي ليفسرها .

مثل الأمراض العقلية، الشذوذ الجنسي، الإجرام، الدجاج العملي، الكرب، المخاطرة، الخجل وجميع العلاقات الاجتماعية. وحتى سبب اختلاف الأفراد في استمتاعهم بالحياة وتفسير رسوب الطلاب بأنه سببه وراثي «أسف يا أبي الذنب ليس ذنبي فهي من جيناتك». بل وتنبأت ضاحكة بظهور بوليس المورثات الذي سيسأل الناس بطريقة مختلفة للتحقق من شخصيتهم وأوضحت د. دورثي ينلكن موقف شركات التأمين في ضوء الأحداث المتلاحقة السابقة وأنها ستعامل حاملي الأمراض الوراثية بطريقة حذره وتفرض عليهم مثلاً بإجهاض السيدة الحامل لطفل تبين إصابته بمرض وراثي وإلا أن تضع هي الطفل وتحمل العواقب والعلاج الباهظ بالإضافة لمشاعر الذنب بأنها هي السبب في حياة هذا الطفل البائس والمعروف مسبقاً عاهته.

وتنبأت بدور مشروع الجينوم في قوانين المحاكم والأحوال الشخصية وأوصت بإنشاء بنوك قومية لبيانات الدنا تخزن بها جميع المعلومات الوراثية الخاصة بعائلة الفرد من أمراض وراثية و.. الخ.

وحفظ خريطة الفرد الوراثية مع ملفه في عمله أو شركته التي يعمل بها وحالياً يحدث ذلك في مجال المصححات العقلية وأقسام مكافحة الجريمة ووكالة المخابرات الأمريكية "CIA"

• أن يكون هناك عدالة في توزيع الجينات القيادية بين الدول وداخل المجتمعات فيتم إتفاق ودي علي توزيعها بشكل عائلي ولفترات محددة.

- بدايات حقيقية للمخاوف .. وآه من لكن ..!!

ومن أوائل الخطوات علي طريق المخاوف ما ظهر بعد الإعلان عن اكتمال مشروع الجينوم في فبراير سنة ٢٠٠١ حيث : أعلن الاتحاد الحكومي للجينوم أن المعلومات الجينية الأساسية التي توصل إليها مؤخرا ستكون متاحة للباحثين الذين يرغبون في التعرف علي الخريطة البشرية وذلك دون مقابل ولكن المعلومات التي قام باحثو المؤسسة بتحليلها سيتم بيعها مقابل مبالغ مالية معقولة!!

وفي المقابل فإن كريج فنتيرا، رئيس شركة سيليرا للجينوم أعلن في ديسمبر الماضي (سنة ٢٠٠٠م) أن مراجعة قاعدة البيانات الخاصة بشركته ستكلف الشركات العاملة في مجال الصناعات الدوائية ما بين ٥ إلى ١٥ مليون دولار. ولكن يمكن للباحثين الحصول علي هذه المعلومات مجاناً بشرط عدم نشرها. ويري مكتشفو الخريطة الوراثية أن حق استغلال قواعد البيانات لديهم سيتيح لهم التمويل اللازم لاستكمال الأبحاث حول اختبارات تشخيص الأمراض أو إنتاج أدوية جديدة.. ولازال الصراع بين العلماء حول حق تسجيل اكتشاف الخريطة الوراثية رغم قول الرئيس الفرنسي بأنها «ميراث للبشرية»، ولذلك تحاول أمريكا وأوروبا عمل تشريعات لتقتين حق استخدام المعلومات الجينية (تري أين أفريقيا ١١٩).

● وقد يصل الأمر لأبعد من ذلك إذ يتصور البعض أنه بالإمكان تحسين الصفات الوراثية بالتغيير في المحتوى الجينومي لأي شخص فحوله من شرير لطيب أو من غبي لذكى وعبقري أو لشخص موهوب وذى موهبه فذة في مجال الفنون ، الموسيقي، البالية.. إلخ.

● أو ربما يتقدم شخص ليعمل طبيب فتقرر اللجنة الطبية الجينية أنه يلزمه إضافة بعض جينات أخرى ليصبح أكثر كفاءة وبالمثل في التقدم للعمل في مجال الهندسة والتدريس حيث يهندس محتواه الجينومي وراثياً ليصبح كفتي للمهمة وعند العمل في مصانع المواد الكيماوية سيلزم صاحب العمل عماله بضرورة إضافة جينات خاصة للعمال لتكسبهم مقدرة ومقاومة أكثر علي تحمل المواد الكيماوية علي طريقة أبطال رواية الكاتب الكبير، الدوس هكسلي،(عالم جديد شجاع). والذي توفي عام ١٩٦٣ بل الخوف من أن يمتد الأمر لتستخدم الخريطة الجينية كقائمة قطع غيار لاستبدال هذا مكان ذلك بخاصة لراغبى الانجاب ليختاروا الصفات التي يرغبون فيها .

علي العموم .. هذا التصور لازال بعيد جداً عن الواقع - (حتى الآن) .  
فمسألة فك جزء من الدنا الوراثي علي الكروموسوم وإزالتها ووضع جين بدلاً

منه هي غاية في الصعوبة ونعتبرها مستحيلة إذ يلزمها دراية كبيرة وأجهزة غاية في الدقة والتعقيد .

أيضاً صفات كالذكاء أو الإجرام أو الاكتئاب يمكن أن تكون محمولة علي أكثر من جين وقد يكون لأحدهما جيناً موجوداً ولكن لم نكتشف وظيفته بعد .

وإن حدثت هذه المحاولات وهي إزالة جين ودمج غيره بالمحتوي الوراثي للفرد (بالتقنيات المختلفة للهندسة الوراثية) لعمل شخص حسب الطلب والرغبة - وإنتاج الانساني السوير مان حلم ودعوة الفيلسوف الأوروبي الألماني (نيتشه) - لن يكون سوي مسخ مشوه .

هذا خلق الله فأروني ماذا خلق الذين من دونه ...

﴿إِنَّ الَّذِينَ تَدْعُونَ مِنْ دُونِ اللَّهِ لَنْ يَخْلُقُوا ذُبَابًا وَلَوْ اجْتَمَعُوا لَهُ﴾ (الحج: ٧٣)

﴿وَلَا مَرْنَهُمْ فَلْيَغْيِرْنِ خَلْقَ اللَّهِ ..﴾ (النساء: ١١٩)

وقد يكون هذا المسخ المراد المشوه هو «المسيخ الدجال» «ممسوخ العين»

وكما يقول د . عبد الهادي مصباح . «ما يقال عن إنسان سوير مكتمل البدن والعقل فهذا أمر مستبعد فكوني أعرف لغة لايعني أنني أستطيع أن أكتب شعر ونحن نستطيع أن نقرأ كتاب الحياة وأصبح لدينا تصور لمعني الكلمات ولكن ليس معني هذا أننا قد وصلنا إلي نهاية المطاف ..

ومما يؤكد صدق هذا الحديث آخر ما صدر عن العاملين في مشروع الجينوم في فبراير سنة ٢٠٠١ وهذا الحديث من مصدرين : الأول نشره العالم «كريج فنتر» رئيس شركة سيليرا (الخاصة) وكان هذا الحديث في المجلة الأمريكية «ساينس» . والثاني : توصل إليه الاتحاد الحكومي الدولي الذي تبني أسلوباً أبطأ في رصد تسلسل أجزاء الجينوم ونشره في المجلة البريطانية «نيتشر» .

وكان مما صدر من حديثهم أن المحتوى الجينومي في حدود ٢٦ ألف جين .. وعند القول بأن هذا العدد هو المسئول عن كل ما في الإنسان بما فيه كونه رجل أو امرأة فهو يعني أن كل جين له عدة وظائف وهذه الجينات تنسج فيما

بينها روابط غامضة وتتأثر أيضاً بالبيئة وبأسلوب الحياة وبالتعرض للسموم والملوثات وللضغط العصبي علي سنوات العمر .. الخ .

إنها ألوف أو ملايين الروابط التي يجب علي العلماء اكتشافها والواقع كما يقول الفريق البحثي برئاسة «فنتز» أن الوراثة ليست كل شيء فصحة الإنسان وسلوكه وصفاته تتأثر بعوامل عديدة .

- والخطوة التالية أمام العلماء هي تحليل وظائف الجينات وهي مهمة شاقة تختلف عن اكتشاف تسلسل الجينات في الإنسان .. فالأخيرة كانت عملية شبه أوتوماتيكية ساهم فيها الكمبيوتر والإنسان الآلي لرصد هذا التسلسل .. أما معرفة وظائف الجينات فتتطلب وضع استراتيجيات جديدة للأبحاث تتعاون فيها فرق بحثية علي دراية بتنظيم أداء الجينات والتفاعلات بين البروتينات وتأثير البيئة وتكرار التسلسل في الشريط الوراثي .. وهذا الأمر يحتاج لعشرات وربما مئات السنين لسبر أغواره .

- ويذكر كرستيان جوتيه مدير وحدة المعلومات البيولوجية والجينية في أحد المراكز الفرنسية بمدينة ليون أن رسالة واحدة يحملها جين واحد قد تتحول إلي عدة رسائل .. ومن ثم فإن الأمر أكثر تعقيداً بكثير مما يعتقد العلماء . ومعرفة تسلسل الجينوم البشري يمنحنا رؤية للأساس الوراثي الداخلي الذي تقوم عليه حياة الإنسان وهو أساسي انتقل إلينا من أجدادنا ومن خلاله نرتبط بجميع أشكال الحياة علي الأرض .

- رغم جهود الباحثين فلا بد من معرفة كيفية أداء هذه الجينات علي وجه الدقة في لحظة معينة لدي الإنسان في حياته عندما يكون طفلاً أو شاباً أو كهلاً، وكيف يعبر هذا الجين عن وظيفته ومن خلال الأنسجة المختلفة .. فهو يتصرف بشكل مختلف في الكبد عنه في المخ مثلاً وبالطبع حسب الحالة المرضية للشخص ومن خلال تسجيل هذه المعلومات يمكن استخدامها في تطبيقات مثل التشخيص المبكر للسرطان . وهناك إتجاه آخر للبحث العلمي وهو دراسة مئات الآلاف من البروتينات وشكلها وتكوينها وتفاعلاتها وما هي البروتينات التي تؤثر بالعقل في الخلايا .. وتتجه معظم المؤسسات في أمريكا واليابان وأوروبا لهذا

النوع من الأبحاث للتوصل إلى عقاير جديدة تعمل علي أهداف جديدة ومحددة ولكن المستثمرين الذين يمولون هذه الأبحاث أدركوا اليوم أن نتائج هذا الجهد لن تظهر في الأسواق قبل ١٠ أو ٢٠ أو ٣٠ عاماً.

- ووصل الأمر إلي أنه توجد عيادات تسمح بالتلاعب في الجينات في بعض البلاد مثل بريطانيا وتعمل علي فحص الأجنة في بداية الحمل ومحاولة التغيير والتعديل في محتواهم الجينومي وذكرت مجلة العلم في عددها الصادر في مارس سنة ٢٠٠٠ أنه عندما تم عقد مؤتمر صحفي يسأل الصحفيون أم وهي تحمل طفلها بين يديها أليس أخلاقياً أن تغيري جينات طفلك ؟

أجابت الأم أنه ليس أخلاقياً إلا أقدم لطفلي فرصة الحياة الصحيحة .

لماذا لا أقدم لطفلي جينات الحماية من الأمراض !! .

ونختم هذا الجزء وهذه الجولة الشيقة بمقولة للعالم لويس C.S. Lewis يقول فيها «إن كل قوة جديدة تُكسب بواسطة الإنسان هي أيضاً قوة علي الإنسان» .

