«الهندسة الوراثية.. والمعادلة الصعبة» «١ ـ ٢»

أ.د. عبدالعزيز البيومي: الاستخدامات السلمية للهندسة الوراثية كثيرة.. ولكن!

لم يشهد علم من العلوم خلافا في الرأى حوله بين التأييد والرفض مثلما يحدث حاليا في مجال علم الهندسة الوراثية. في بداية السبعينات ظهرت مجموعة من الاكتشافات التى مهدت الطريق لارساء أسس هذا العلم.. الذى ساعد على كشف وعلاج اسباب العديد من الامراض.. وبعد ذلك ظهرت تطبيقات عديدة له في الزراعة والحيوان والادوية والصناعة.. بالاضافة الى الانسان ولعل هذا المجال الاخير هو محور «اللغط» والجدل الدائرين حول هذا العلم.

فهناك شعور بالخطر من استمرار التقدم المذهل في هذا المضمار مما قد يؤدى الى قيام بعض الدول باستخدام تكنولوجيا الهندسة الوراثية في الحروب. وهنا يثور التساؤل: كيف نضمن ان يسخر هذا العلم لصالح الانسان.. وليس لتدميره وابادته؟

حول هذه القضية العلمية التى باتت تؤرق الجنس البشرى دار الحوار التالى مع الاستاذ الدكتور عبدالعزيز السعيد البيومى استاذ الخلية والوراثة بكلية العلوم جامعة قطر.

○ في البداية سألته كيف تتم عملية انتقال الصفات من الآباء الى الابناء؟

○○ تتميز الكائنات بمواصفات معينة ومن خلال هذه المواصفات يتحدد نوعها وفى نفس الوقت فان الكائن له من وسائله للمحافظة على نوعه من خلال انتقال هذه المواصفات من الآباء الى الاجيال التالية وهذا التباين في الصفات ليس قاصرا على اختلافات بين الجنس او النوع بل يصل التباين والتشابه بين افراد النوع الواحد فالانسان على سبيل المثال يتميز بصفات عديدة من ناحية لون الشعر ـ لون العين ـ لون الجلد ـ درجة الذكاء ـ الطول وهذه كلها صفات ظاهرة ولكن ايضا يتمايز بالكثير من الصفات غير المرئية كانتاج انواع معينة من البروتينات التى تقوم بعمل الانزيمات اللازمة او انتاج هرمونات او غير ذلك من المواد التى تتكون داخل الجسم.

تنتقل هذه الصفات من الآباء الى الابناء طبقا لنظام معين وقوانين وراثية محددة فنلاحظ مثلا ظهور بعض الصفات في الاباء ولكنها تختفي في الابناء ـ او تظهر صفات اخرى في الابناء غير موجودة في الاباء. نتيجة لطبيعة المورث الذى يتحكم في هذه الصفة.

الخلية والجينات

○ الخلية ـ الكروموسومات ـ الجينات ماذا تعنى هذه المصطلحات العلمية؟

○○ تتكون اجسام الكائنات الحية الراقية منها والدنيئة من وحدات لاترى الا بالمجهر وهي الخلية، من بين محتويات الخلية وجود السيتوبلازم والنواة. وتعتبر النواة من اهم المكونات الحية للخلية فهي تضم المادة المسئولة عن نشاطها بالاضافة الى السيتوبلازم الذى يضم مجموعة من المكونات المطلوبة لاتمام جميع الانشطة الحيوية المختلفة التى تتطلبها الخلية.

وتضم النواة مادة تعرف باسم المادة الكروماتينية وهى المسئولة عن حمل مسببات ظهور الصفات. والتى تعرف باسم المورثات او الجينات تتحول هذه المادة الكروماتينية الى اجسام عصوية اثناء انقسام الخلية هى الكروموسومات ـ وهى التى تحمل الجينات ويتميز كل نوع من الكائنات بان خلاياه تحتوى على عدد ثابت من هذه الكروموسومات فالانسان تحتوى خلاياه على ٤٦ كروموسوما، زوج واحد من هذه الكروموسومات يحدد الجنس فان كان ذكرا كان هذا الكروموسوم مختلفين وهما XY. اما اذا كانا متماثلين والذى يطلق عليهما XX فانه يحدد الجنس ليصبح انثى. وتتباين اعداد الكروموسومات في الكائنات الحية من ٢ كروموسوم حتى يصل الى بعض المئات.

وتتميز هذه الكروموسومات بمواصفات شكلية ظاهرية ثابتة في جميع الكائنات ولكنها تختلف من ناحية الطول والحجم وبعض المظاهر الاخرى ورغم هذا التشابه العام في الكروموسومات في الكائنات المختلفة الا ان كل نوع يختلف عن الآخر نتيجة لاختلاف طبيعة وعدد الجينات الذى تحمله كروموسومات كل فرد.

وبرغم ثباتية النوع من خلال ثباتية اعداد وشكل ونوعية هذه الجينات التى يحملها فتنتقل هذه الكروموسومات بما تحمله من جينات دون اى تغيير من خلية الى اخرى ومن جيل الى آخر من خلال عملية انقسام الخلية. والتالى اذا حدث خلل اثناء عملية الانقسام فان ذلك يؤدى الى تغيير في اعداد الكروموسومات او في تركيب الكروموسومات مما ينشأ عنه تغيرات مظهرية في صفات الفرد، وتظهر الاطفال المشوهة، ويمكن ان يحدث ذلك من خلال تاثير المواد الكيميائية او العقاقير او الاشعاعات الذرية.

○ وماهو سلوك الجينات في نقل الصفات؟

حوار: خيرى نور الدين

○○ تدلنا الدراسات الوراثية التقليدية ان كل صفة يتحكم في اظهارها اما جين واحد او اكثر. فالطرق من الصفات يتحكم في اظهارها زوج واحد من الجينات. يتواجد هذا الجين في صورتين او الطبيعة احدهما يعرف بالجين السائد، واذا وجد فتظهر الصفة التى يتحكم بها، والآخر يعرف بالجين المتنحي، اذا وجد بمفرده ظهرت الصفة المتضادة، اما اذا وجد مع الجين السائد فان الجين السائد يمحق تاثير الجين المتنحي ويخفى تاثيره، ولكن لابلغيه وفى هذه الحالة يعرف بان الفرد حامل لهذه الصفة بالاضافة الى ان الكثير من صفات الفرد قد يتحكم فيها زوجان او اكثر من الجينات بتفاعلان مع بعضهما البعض ومع البيئة المحيطة، لتعطى الصورة النهائية لفعل الجين. ومن المعروف ان بداية تكوين الفرد جنسيا هي من خلال اتحاد خلية من الاب مع خلية من الام. ففي الانسان مثلا تحتوى البويضة على ٢٣ كروموسوما والحيوان المنوى يحتوى على ٢٣ كروموسوما وبعد الاخصاب فان البويضة الملقحة تحتوى على ٤٦ كروموسوما وهو العدد المميز للانسان.

معنى ذلك ان البويضة الملقحة تحتوى من المعلومات الوراثية التى تاتى من كل من الاب والام. وبالتالى فان مواصفات الابن هى خليط مما يساهم به الاب وما تساهم به الام. اى ان البرامج الوراثية موجودة منذ تكوين البويضة المخصبة، ثم تبدا هذه الجينات الموجودة في العمل لاظهار المواصفات الخاصة بالفرد طبقا للبرنامج الموجود مسبقا.

الوراثية مايلى: ان لكون لها القدرة على تكوين صورة طبق الاصل لنفسها اثناء الانقسام، ان تكون كميتها ثابتة في الفرد الواحد، ان يكون لها القدرة على حمل الكثير من المعلومات الوراثية.

وتتحقق هذه الخصائص على المستوى «الكروموسومي» المميز للفرد فالكروموسومات تنقسم اثناء الانقسام غير المباشر الى مجموعتين متساويتين لضمان

التركيب الوراثي الذى يحث جينات معينة ان تعمل في وقت معين وان تمنع جينات اخرى عن العمل.

○ صانعو التركيب الكيميائي للكروموسومات؟

○○ تتركب الكروموسومات كيميائيا من الاحماض النووية، وتضم الاخيرة نوعين هما: حامض ديوكسى ريبونوكليك «د ن أ» وريبونيوكليك «ر ن أ» وقد دلت الدراسات ان الجينات تتكون كيميائيا في الغالبية العظمى للكائنات من مقاطع من حامض «د ن أ» فيما عدا بعض انواع الفيروسات التى تكون مادتها الوراثية مكونة من حامض «ر ن أ» وليس «د ن أ».

التركيب الكيميائي لحامض «د ن أ»

يتكون حامض د ن أ من شريطين ملتصقين او حلزون مزدوج طبقا للنموذج الذى اقترحه كل واطسون وكريك عام ١٩٥٣، ويتكون كل شريط من وحدات منفصلة مع بعضها البعض هي النيوكليوتيدات وكل واحد منها يتكون من سكر خماسي وقاعدة نيتروجينية وفوسفات، وتوجد اربعة انواع من القواعد النيتروجينية في جزىء د ن أهى الادنين والجوانين والسيتوسين والثيمين، ويرتبط الشريطان المقابلان مع بعضهما البعض من خلال اتحاد القواعد النيتروجينية الموجودة في احدى السلاسل مع نظيراتها في السلسلة المقابلة بواسطة روابط ايدروجينية وترتبط كل قاعدة في احدى السلاسل مع القاعدة المكملة لها في السلسلة المقابلة بنظام معين، فقاعدة الادنين في احدى السلاسل ترتبط مع الثيمين في السلسلة المقابلة، وقاعدة الجوانين تتحد مع السيتوسين في السلسلة المقابلة، وبالرغم من وجود هذا التجانب النوعي بين القواعد المقابلة فان القواعد المتواجدة على طول السلسلة تنتظم بطريقة عشوائية محددة تبعا لنوع حامض د ن أ

الشفرة الوراثية

○ كيف يمكن لهذا الجزىء البسيط ان يحمل طبيعة جميع المواصفات والخصائص اللازمة كمادة وراثية.

○○ وحول الشفرة الوراثية قال أ.د. عبدالعزيز البيومي: من خصائص المادة

وبالتالي تتغير الرسالة، واذا حدث ذلك تكوين صورة طبق الاصل لنفسها اثناء الانقسام. وخلاصة القول ان الجين يعمل من خلال تحكمه في تخليق البروتين وتحديد نوعه.

الهندسة الوراثية

○ سالته ماهو المقصود بالهندسة الوراثية؟

○○ أ.د. عبدالعزيز البيومي: تعتبر الهندسة الوراثية من العلوم التى ادخلت حديثا على عالم الحياة، والتى اعتمدت على ثبات عدد الكروموسومات للفرد وتحمل المعروف ان البروتينات تعتبر من اهم المكونات للخلية وللفرد كله فقد تكون انزيمات تساعد في اتمام التفاعلات الكيميائية او تدخل في تركيب المكونات داخل الخلية وتتم عملية التخليق بان يقوم حامض «د.ن.أ» بتخليق ثلاثة انواع من حامض «ر.ن.أ» بواسطة عملية النسخ وهذه الانواع هي حامض «ر.ن.أ» الرسول وهو الحامض الذى يحمل الرسالة الوراثية. والنوع الثاني هو حامض «ر.ن.أ» الناقل وهو مسئول عن حمل الاحماض الامينية الى مكان تخليق البروتينات وحامض «ر.ن.أ» الريبوسومي وهو الذى يدخل في تركيب الريبوسومات والتى تعتبر المقر الذى يتم فيه عملية تخليق البروتينات.

تتمثل الرسالة الوراثية في تتابع القواعد النيتروجينية في جزىء «د.ن.أ» والتى تنتقل الى حامض «ر.ن.أ» الرسول لكي ترجم الى بروتينات وتترك البروتينات من احماض امينية وتعتمد نوعية البروتين على عدد وترتيب وتعاقب هذه الاحماض الامينية، وتقرأ الرسالة الوراثية على هيئة كلمات شفرية «كودون» كل كلمة مكونة من ثلاثة حروف لتحدد نوعا واحدا معينا من الاحماض الامينية وبالتالي يتكون البروتين طبقا لهذه الرسالة واذا تغير تتابع القواعد النيتروجينية في الرسالة الوراثية من خلال اما حذف او اضافة قاعدة نيتروجينية او من خلال ادخال قاعدة محل اخرى فان ذلك يؤدى الى احداث تغير في مفهوم الرسالة الوراثية وتغير في الصفة. وقد امكن خلال الشفرة الوراثية تماما في نهاية السبعينات. ومثال على ذلك مرض الانيميا المنجلية وهو مرض وراثي تظهر فيه كرات الدم الحمراء منجلية الشكل لانؤدي وظيفتها بصورة طبيعية ويتحكم الجين في تحديد نوعية الهيموجلوبين وهو مادة بروتينية وهيموجلوبين الانيميا المنجلية يختلف عن هيموجلوبين الشكل العادي بان احد الاحماض الامينية تغيرت من نوع الى اخر والتى تظهر نتيجة احلال قاعدة نيتروجينية في تتابع جزىء «د.ن.أ» مما يؤدي الى تغير في طبيعة البروتين المتكون. وخلاصة القول ان الجين يعمل من خلال تحكمه في تخليق البروتين وتحديد نوعه.

الهندسة الوراثية

○ سالته ماهو المقصود بالهندسة الوراثية؟

○○ أ.د. عبدالعزيز البيومي: تعتبر الهندسة الوراثية من العلوم التى ادخلت حديثا على عالم الحياة، والتى اعتمدت على تحكمه في تخليق البروتينات ومن المعروف ان البروتينات تعتبر من اهم المكونات للخلية وللفرد كله فقد تكون انزيمات تساعد في اتمام التفاعلات الكيميائية او تدخل في تركيب المكونات داخل الخلية وتتم عملية التخليق بان يقوم حامض «د.ن.أ» بتخليق ثلاثة انواع من حامض «ر.ن.أ» بواسطة عملية النسخ وهذه الانواع هي حامض «ر.ن.أ» الرسول وهو الحامض الذى يحمل الرسالة الوراثية. والنوع الثاني هو حامض «ر.ن.أ» الناقل وهو مسئول عن حمل الاحماض الامينية الى مكان تخليق البروتينات وحامض «ر.ن.أ» الريبوسومي وهو الذى يدخل في تركيب الريبوسومات والتى تعتبر المقر الذى يتم فيه عملية تخليق البروتينات.

تتمثل الرسالة الوراثية في تتابع القواعد النيتروجينية في جزىء «د.ن.أ» والتى تنتقل الى حامض «ر.ن.أ» الرسول لكي ترجم الى بروتينات وتترك البروتينات من احماض امينية وتعتمد نوعية البروتين على عدد وترتيب وتعاقب هذه الاحماض الامينية، وتقرأ الرسالة الوراثية على هيئة كلمات شفرية «كودون» كل كلمة مكونة من ثلاثة حروف لتحدد نوعا واحدا معينا من الاحماض الامينية وبالتالي يتكون البروتين طبقا لهذه الرسالة واذا تغير تتابع القواعد النيتروجينية في الرسالة الوراثية من خلال اما حذف او اضافة قاعدة نيتروجينية او من خلال ادخال قاعدة محل اخرى فان ذلك يؤدى الى احداث تغير في مفهوم الرسالة الوراثية وتغير في الصفة. وقد امكن خلال الشفرة الوراثية تماما في نهاية السبعينات. ومثال على ذلك مرض الانيميا المنجلية وهو مرض وراثي تظهر فيه كرات الدم الحمراء منجلية الشكل لانؤدي وظيفتها بصورة طبيعية ويتحكم الجين في تحديد نوعية الهيموجلوبين وهو مادة بروتينية وهيموجلوبين الانيميا المنجلية يختلف عن هيموجلوبين الشكل العادي بان احد الاحماض الامينية تغيرت من نوع الى اخر والتى تظهر نتيجة احلال قاعدة نيتروجينية في تتابع جزىء «د.ن.أ» مما يؤدي الى تغير في طبيعة البروتين المتكون. وخلاصة القول ان الجين يعمل من خلال تحكمه في تخليق البروتين وتحديد نوعه.

الهندسة الوراثية

○ سالته ماهو المقصود بالهندسة الوراثية؟

○○ أ.د. عبدالعزيز البيومي: تعتبر الهندسة الوراثية من العلوم التى ادخلت حديثا على عالم الحياة، والتى اعتمدت على

● أ.د. عبدالعزيز البيومى

كثير من العلوم الاساسية مثل الخلية والوراثة ـ الكيمياء الحيوية ـ والفيزياء وغيرها. ويرجع الفضل في تقدم هذا العلم الى الزيادة المطردة في استخدامات تقنيات جديدة قدمتها هذه العلوم مجتمعة. وخلقت مفهوما جديدا لمعنى الوراثة.

وفي بداية السبعينات ظهرت مجموعة كبيرة من الابحاث التى ادت الى تغير مفاهيم كثيرة للوراثة فاصبح بالامكان: التحكم في انتقال الجينات من خلال عزل جين معين ثم تحريكه وغرسه في خلية اخرى، ويبدا الكائن المستقبل لهذا الجين في الاستجابة وظهور علامات نقل الجين المنقول وهذا ما نقصد به في ايجاز معنى الهندسة الوراثية.

ومضمون الهندسة الوراثية هو قدرة الانسان في التحكم في البنات نقل الجين من خلية الى اخرى والتعبير عن مفعوله في داخل الخلية المستقبلة ولكي يتم نجاح عملية نقل الجينات لابد من تصميم تجارب بطريقة تضمن سلامة عمل الجين المنقول وانتاج ناتج هذا الجين وهو البروتين الذى يتحكم في تكوين هذا الجين ولتحقيق هذا الغرض لابد من اجراء مايلى:

ـ عزل حامض «د.ن.أ» للكائن المراد زرع مادته الوراثية ثم تنقيته.

ـ قطع هذا الحامض الى قطع كل قطعة تحتوى على جين وراثي معين.

ـ التعرف على الجين المطلوب من بين هذه القطع.

ـ وجود ناقل مناسب وحشر الجين المطلوب نقله داخله لكي ينقل من الكائن المتبرع الى المضيف.

ـ جعل الجين المنقول ليعمل بصورة طبيعية داخل الكائن المضيف للحصول على ناتج الجين.

بداية الطريق

○ ماهي الاكتشافات التى مهدت الطريق لفكرة الهندسة الوراثية؟

○○ في بداية السبعينات بدات الاكتشافات التى مهدت الطريق الى بداية فكرة الهندسة الوراثية ومن بين هذه الاكتشافات مايلى:

○○ في بداية السبعينات بدات الاكتشافات التى مهدت الطريق الى بداية فكرة الهندسة الوراثية ومن بين هذه الاكتشافات مايلى:

أولا: الناقل ـ تم التعرف على وجود انواع من البكتيريا تحتوى خلاياها على كروموسوم صغير اضافة الى الكروموسوم الاصلي الكبير في البكتيريا. وقد عرف هذا الكروموسوم الصغير باسم البلازميد. والبلازميد عبارة عن جزىء واحد من «د.ن.أ» موجود على هيئة حلقة مغلقة ويحمل بعض الجينات من بينها انه يعطي للبكتيريا مقاومة لبعض المضادات الحيوية وقد تمكن العلماء من عزل هذه البلازميدات وادخالها الى خلية بكتيرية جديدة كانت حساسة للمضاد الحيوى ولاتحتوى على هذا البلازميد مما جعلها تتحول الى خلية مقاومة لهذا المضاد الحيوي. ونسمى هذه العملية باسم التحول الوراثي وتتكاثر هذه البلازميدات ذاتيا داخل الخلايا المضيفة وتنتقل من جيل الى آخر. وبالتالي بدا التفكير في استخدام هذه البلازميدات كوسيلة لنقل الجينات من خلية الى اخرى اذا تم بنجاح حشر الجين المطلوب نقله داخلها.

ثانيا: انزيمات القطع «انزيمات التحديد»:

تمكن العلماء من اكتشاف انواع معينة من الانزيمات التى تقوم بقطع حامض «د.ن.أ» عند مناطق محددة تعرف باسم انزيمات القطع المحدد الاندونيوكليز المحدد وتتميز هذه المناطق باحتوائها على عدد محدود من القواعد النيتروجينية موجودة بطريقة عكسية في سلسلتي جزىء «د.ن.أ» اي تقرا من اليمين او من اليسار. وتعمل بعض هذه الانزيمات بقطع سلسلتي جزىء «د.ن.أ» عند مناطق غير متناظرة مما يؤدى الى تكوين اطراف وحيدة السلسلة وتعرف باسم الاطراف اللزجة يسهل التصاقها باطراف لزجة اخرى. ويتم قطع الحامض النووي من الخلايا المتبرعة والبلازميد بنفس انزيم القطع المحدد لاجل استحداث اطراف لزجة لها نهايات متممة كل من «د.ن.أ» المتبرع والبلازميد وعند اضافة الانزيم المقطوعة من «د.ن.أ» المتبرع من البلازميدات المقطوعة يمكن حشر الجزء الجديد من حامض «د.ن.أ» في داخل البلازميد مكونا ما يعرف باسم حامض «د.ن» مهجن او مطعم وقد تم التعرف على مواقع عمل انزيمات القطع على البلازميدات. وقد ساعد ذلك على اختيار مواقع قطع معينة دون اتلاف موقع جيني مهم على البلازميدة.

ثالثا: انزيمات اللصق ـ تم اكتشاف انزيمات اخرى تعرف باسم انزيمات اللصق تقوم بلصق اجزاء «د.ن.أ» المكسورة مع بعضها البعض.. تعرف باسم انزيمات اللصق والتى تقوم بغلق الفتحة التى احدثها انزيم القطع وبالتالي يمكن اعادة البلازميدة الى شكلها الحلقي مرة اخرى. وقد تمكن العلماء من قطع اجزاء صغيرة من حامض «د.ن.أ» متبرع وحشره داخل جزئيات البلازميد الناقل ثم ارجاع الحلقات البلازميدية المركبة والتى تحتوى على الجين الغريب مع بلازميد ناقل والتى تعرف باسم «د.ن.أ» المطعم أو داخل خلية بكتيرية جديدة وبالتالي سوف تضم الجين او الجينات التى نقلت من الخلية المتبرعة. واذا ما زرعت هذه الخلايا فانها ستولد مستعمرة تتضمن ملايين من الخلايا المتشابهة التى تحتوى على نفس النسخ من الحلقات البلازميدية ذات «د.ن.أ» المطعم وتعرف عملية الاستنساخ واكثار الجين بهذه الصورة باسم الكلونة.