كيف نتوارث صفاتنا ؟

ما الجينات ؟ وكيف تعمل ؟

تجارب وقوانين «ضدك» .

كيف يتحدد جنس المولود ؟

هل نحن أكثر شبهاً لأمهاتنا أم لآبائنا ؟

ما الجينات ؟ وكيف تعمل ؟

تنتقل الصفات الوراثية من جيل إلى آخر من خلال وحدات التوارث المعروفة باسم جينات [genes] ..

وتوجد هذه الجينات داخل نواة الخلايا ، محمولة على أجسام ذات تنظيم وتركيب خاص تسمى كروموسومات [chromosomes] .. وسلوك الجينات مشابه من نواحٍ عديدة لسلوك الكروموسومات التى تعتبر جزءاً منها.

وتحتوى خلايا الإنسان على عدد من الكروموسومات يساوى ٤٦ كروموسوماً. ونصف هذا العدد نتوارثه من الأب والنصف الآخر نتوارثه من الأم [هذا باستثناء الخلية الجنسية أى الحيوان المنوى أو البويضة حيث يحتوى كل منهما على عدد ٢٣ كروموسوماً فقط] .

وقد استطعنا أن نعرف بعض الأسس المهمة أو القواعد عن كيفية توريث الجينات أو كيفية انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى آخر من خلال النتائج التى توصل لها عالم النبات النمساوى «**جريجور مندل**» والذى يعتبر رائد علم الوراثة الحديث .

تجارب مندل :

لاحظ «مندل» من خلال دراسته لنبات البسلة أن توريث الصفات من جيل إلى آخر يتم وفق معدل أو نظام معين .. واستطاع بناء على ذلك أن يقدم لنا بعض أسس علم الوراثة التى تنطبق كذلك على الإنسان .. ونشر «مندل» نتائج هذة الدراسة الوراثية سنة ١٨٦٦م .

هذه الصفات المقصودة التى بدأنا نعرف بعض أسس انتقالها من جيل إلى آخر مثل صفات الطول ، والوزن ، ولون الشعر ، وفصيلة الدم ، ودرجة الذكاء، وغير ذلك .. وكل صفة من هذه الصفات المتوارثة يتحكم فى توارثها أحد الجينات من ضمن الأعداد الهائلة للجينات الموجودة بأجسامنا .

فى حديقة معمله ، قام مندل بإجراء تهجين لنبات بسلة له بذور صفراء مع نبات بسلة له بذور خضراء .. وجاء الناتج زوج من نبات البسلة له بذور صفراء.

واستنتج مندل من هذه التجربة أن بعض الجينات تتميز بصفة سائدة وبعضها الآخر يتميز بصفة متنحية .. وفى هذه التجربة تعتبر الجينات السائدة هى المسئولة عن توارث البذور ذات اللون الأصفر .

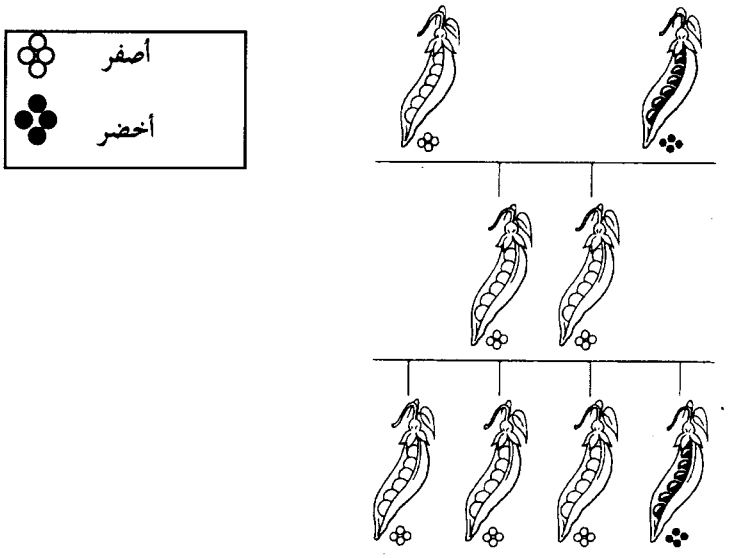
واستكمل مندل دراسته للجيل التالى ، حيث قام بإجراء تهجين لزوج نبات البسلة الناتج ذى البذور الصفراء .. وكانت نتيجة ذلك بمثابة دهشة لمندل حيث نتج عن ذلك التهجين ثلاثة نباتات ببذور صفراء ونبات واحد ببذور خضراء .!

ومن هنا توصل مندل إلى هذه النتائج أو الأسس الوراثية :

- تأتى الجينات فى صورة أزواج ، واحد من الأب والآخر من الأم .

- كل جين يبقى فى حالة نقية تامة من جيل لآخر ويمكن أن يظهر فجأة فى أى وقت .

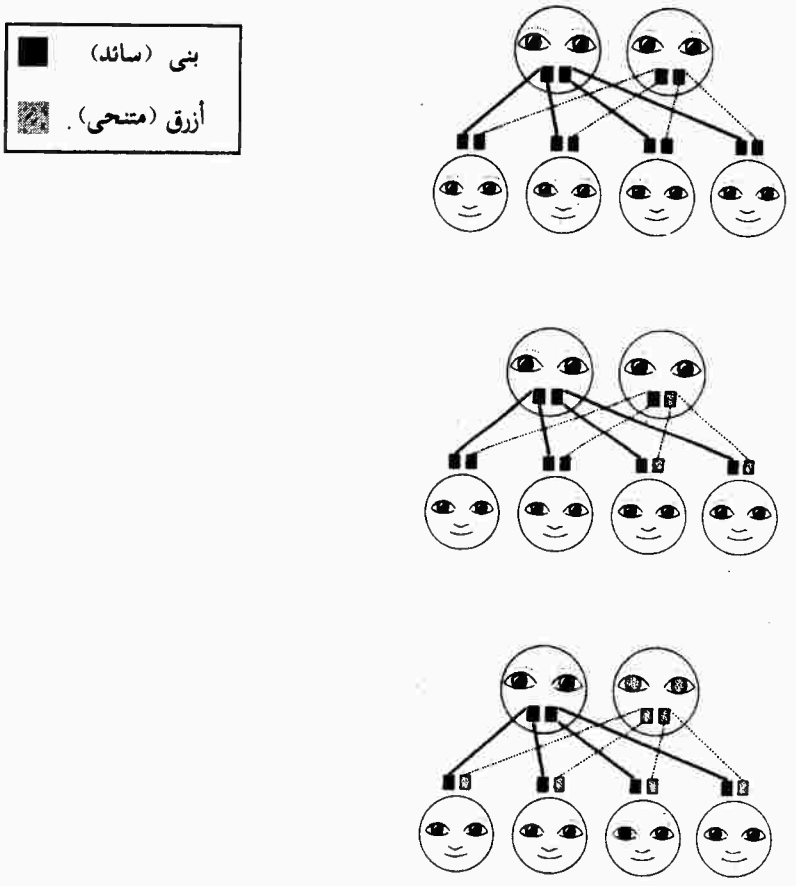
- بعض الجينات تكون سائدة وتخفى صفة الجينات الأخرى المتنحية .. وهذا يفسر سبب عدم ظهور نبات بسلة ببذور خضراء من خلال أول عملية تهجين .



تجربة مندل على نبات البسلة

ويمكن تطبيق ما توصل إليه مندل عن التوارث فى الإنسان .. فلنأخذ مثالاً لذلك : توارث لون العين .

والجينات التى تتحكم فى لون العين تشتمل أساساً على لونين .. لون بنى وهو اللون السائد ولون أزرق وهو اللون المتنحى . وبناء على ذلك فإننا نحتاج إلى صفتين من اللون الأزرق حتى يكتسب الناتج [الوليد] صفة اللون الأزرق للعين .. بينما لانحتاج سوى صفة واحدة للون البنى لتكون صفة العين الناتجة بنية اللون وهذا كما يتضح من الشكل التالى :



توارث صفة لون العين

كيف يتحدد جنس وصفات الأبناء ؟

إن عملية التناسل هى عبارة عن تزاوج بين خليتين تناسليتين هما الحيوان المنوى (عند الذكر) والبويضة (عند الأنثى) .. ويسفر هذا التزاوج أو الاتحاد أو الاندماج بين هاتين الخليتين عن تكوين بويضة ملقحة أو جرثومة [zygote] تبدأ فى النمو والانقسام لتكون فرداً جديداً .

يحمل هذا الفرد الجديد بدوره هذه الخلايا التناسلية ، وبذلك تكون له القدرة على تكوين فرد آخر ، وهكذا يمثل كل فرد منا مصدراً للنمو والتكاثر والمحافظة على النوع .

إذن فنحن نكرر أنفسنا من خلال عملية الإنجاب ، ويحمل أطفالنا هذه الخلايا التناسلية لحين القدرة على الإنجاب من جديد ، وهكذا يستمر نقل الخلايا التناسلية إلى ما لا نهاية .

انقسام الخلايا وانتقال الصفات بواسطة الجينات :

وهكذا يمثل كل فرد منا فى النهاية جرثومة أو بويضة ملقحة ، وتأخذ هذه البويضة فى النمو والانقسام إلى (اثنين ، أربعة ، ثمانية) وهكذا .. حتى تنتج ملايين الخلايا .

والانقسام يعنى تحول الخلية إلى جزئين متساويين . وتعتبر نواة الخلية هى الجزء المهم أثناء حدوث عملية الانقسام ، والذى يجب إلقاء الضوء عليه .

والنواة هى عبارة عن جزء كروى رمادى اللون ، يظهر داخله مجموعة من الخيوط الدقيقة المتشابكة والتى تلعب دوراً مهما للغاية فى تكوين كل منا وتحتوى كل خلية فى الجسم على عدد ٤٦ كروموسوماً مرتبة فى صورة أزواج، أى أن هناك ٢٣ زوجاً من الكروموسومات داخل كل خلية .

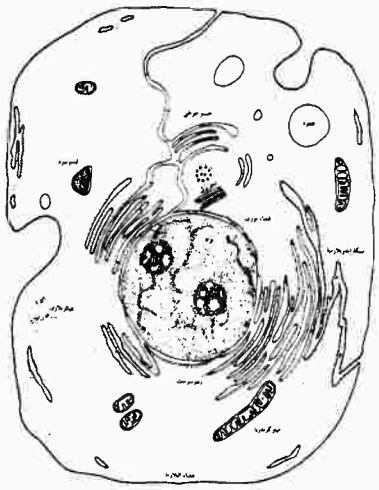
وتحمل هذه الكروموسومات الجينات التى تحدد الصفات المختلفة فى كل منا [كما سبق التوضيح] .

ويتحكم فى كل صفة كصفة طول الجسم أو صفة لون العينين إلى آخره.. اثنان من الجينات ، يقع كل منهما فى مكان مناظر للآخر من كل كروموسوم (زوج) فإذا حدث وتشابهت هذه الجينات فى الصفة ، تم توارث هذه الصفة ، أما إذا اختلفت هذه الجينات فى الصفة ، تم توارث إحدى الصفتين ، بينما

حُجبَ تأثير الصفة الأخرى . ويسمى النوع الأول من الجينات بالجين السائد [dominant gene] ويسمى النوع الثانى من الجينات بالجين المتنحى [Recessive Gene] وهذه تعتبر أهم أسس الوراثة التى شرحها «مندل» .

وكما تتحكم هذه الجينات فى ظهور الصفات المختلفة ، فإنها قد تتحكم أيضاً فى توارث بعض الأمراض وانتقالها من الآباء إلى الأبناء [وفق قوانين مندل] نذكر منها على سبيل المثال :

بعض أمراض الدم ، وأمراض العضلات ، وبعض الأمراض العصبية الأخرى، ويأخذ بعض هذه الأمراض الصفة السائدة خلال عملية التوارث بينما يأخذ بعضها الصفة المتنحية .



صورة مكبرة لشكل الخلية ونواتها

توزيع الكروموسومات :

يحدث أثناء انقسام الخلية انشقاق رقيق لهذه الكروموسومات عبر أطوالها، ويذهب كل نصف ينتج من هذا الانشقاق إلى خلية ، لتصبح أنصاف هذه الكروموسومات هى نواة كل من الخليتين الجديدتين ، وبذلك يكون لكل خلية جديدة تنتج نفس العدد من الكروموسومات الموجودة فى الخلية الأصلية . وتحدث نفس هذه الطريقة فى الانقسام فى كل أجزاء الجسم كما فى التحام الجروح ، أو نمو العضلات عند الرياضيين ، وكذلك مع نمو الجين من خلية البويضة الملقحة . وفى كل مرة تنقسم فيها الخلية ، تكون هناك مساواة فى

عدد الكروموسومات فى الخلايا الناتجة . ويمثل عدد الكروموسومات فى الخلية شيئا مهما للغاية ، ولكل خلية فى الجسم عدد ثابت من الكروموسومات ، ويدل هذا العدد على النوعية ، فمثلاً تحتوى الخلية فى الإنسان على عدد ٤٦ كروموسوماً ، وفى الفأر على عدد ٤٠ كروموسوماً وهكذا ..

إلا أنه يوجد استثناء واحد لهذه الطريقة فى الانقسام عند تكوين الحيوانات المنوية والبويضات حيث يكون سلوك الكروموسومات مختلفاً ، فلا يحدث لها انشقاق ، ولكن يأتى نصف عددها فى خلية من الخلايا الجديدة، ويذهب النصف الآخر إلى الخلية الأخرى ، لذلك تحتوى الخلايا التناسلية أو الخلايا المتزاوجة على نصف عدد الكروموسومات الموجود فى البويضة الملقحة وهكذا يحتوى كل من الحيوان المنوى والبويضة على عدد ٢٣ كروموسوماً فقط فى حين تحتوى باقى خلايا الجسم على عدد ٤٦ كروموسوماً .

ويرجع السبب فى هذا إلى اتحاد الحيوان المنوى مع البويضة وتكوين خلية كاملة ، فإذا كان العدد فى كل منهما قبل اتحادهما عدداً كاملاً فستنتج الخلية بضعف عدد الكروموسومات اللازم .

هل نحن أكثر شبهاً بأمهاتنا أم بآبائنا ؟

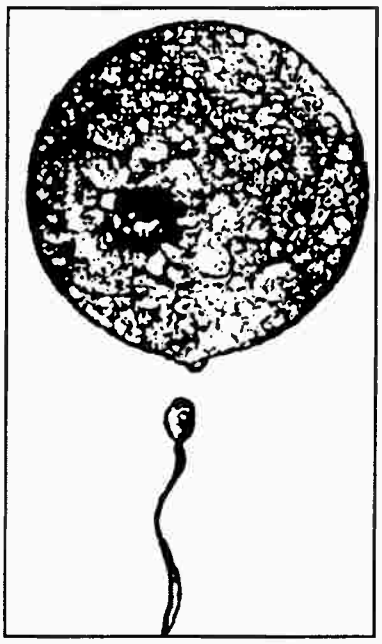
تعتقد بعض الأمهات أن دورها فى عملية الإنجاب يجعل ابنها أو بنتها أكثر شبهاً بها وأكثر تشبعاً بخصائصها عن أبيه الذى يؤدى الدور الأصغر فى هذه العملية والذى يتمثل فحسب فى وجود الحيوان المنوى ، فى حين أنها تحمله داخل أحشائها منذ بداية تكونه حتى ولادته .. ثم لاتزال ملاصقة له بعد ذلك أثناء فترة رضاعته التى تغذيه خلالها من لبنها ، إلا أن هذا الاعتقاد يغيره تماماً الدور الذى تلعبه الكروموسومات فى عملية نقل الصفات الوراثية ، كما أنه من الواضح من خلال الملاحظات اليومية أن جميع الأبناء قد يشبهون آباءهم فى صفات معينة إلا أنهم يشبهون أيضاً أمهاتهم فى صفات أخرى ، فهم مزيج من الاثنين ، كذلك قد يعتقد البعض أن حجم البويضة والذى يكبر حجم الحيوان المنوى بكثير قد يكون له تأثير فى هذا الموضوع . وهذا غير صحيح تماماً ، إذا تذكرنا أن الجزء الأساسى من الخلية هو النواة وأن كل خلية تسهم فقط بنصف النواة ، ومن ثم بنصف عدد الكروموسومات الموجود فى المولود الجديد .

وفى الحقيقة أن الحجم الكبير للبويضة إلى جانب حجم الحيوان المنوى هو

نتيجة لوجود عناصر غذائية بها والتى سوف تكون مادة اللاقحة [Zygote] بعد حدوث التلقيح .

فأساس عملية الوراثة تقوم به الكروموسومات الموجودة داخل اللاقحة والتى يشارك فيها كل من الأب والأم بقدر متساوٍ ، والتى تنقسم بعد ذلك إلى خليتين يحتوى كل منهما على اللاقحة ، ثم تنقسم بعد ذلك هاتان الخليتان إلى خلايا جديدة إلى أن تتكون ملايين ملايين الخلايا التى تحتوى كل منها على نفس عدد الكروموسومات .

وبذلك يشبه الدور الذى تلعبه الكروموسات كأساس لعملية الوراثة ، الدور الذى يلعبه «الإلكترون» كأساس للتيار الكهربى .. كذلك يشبه دور «الذرة» كأساس لبناء المواد .



صورة توضح المقارنة فى الحجم بين البويضة والحيوان المنوى .

كيف يأتى المولود ذكراً وكيف يأتى أنثى ؟

إن جنس الوليد [ذكر أم أنثى] أمر تحدده الكروموسومات .

فكما سبق أن ذكرنا أن كل خلايا الجسم تحتوى على عدد ٤٦ كروموسوماً باستثناء الخلايا التناسلية .. فأثناء تكوين الحيوانات المنوية والبويضات لايحدث انشقاق للكروموسومات ولكنها تنقسم إلى مجموعتين وتأتى كل مجموعة إلى خلية من الخليتين ، ولذلك يحتوى كل حيوان منوى وكل بويضة على عدد ٢٣ كروموسوماً ، وبذلك عند اتحاد الحيوان المنوى مع البويضة أثناء حدوث التلقيح تحتوى الخلية الجديدة الناتجة على عدد ٤٦ كروموسوماً ، كما هو العدد فى باقى خلايا الجسم .

ويختص أحد هذه الأزواج من الكروموسومات بتحديد الجنس ويسمى بالكروموسومات الجنسية أو (X) كروموسومات .

وفى الخلية البدائية التى تنتج عنها البويضة يتشابه هذا الزوج من الكروموسومات أى يمثل طرفاه (X) كروموسوم و(X) كروموسوم ، ولهذا عند انقسام هذه الخلية تحتوى كل البويضات الناتجة على نفس النوع من الكروموسومات .

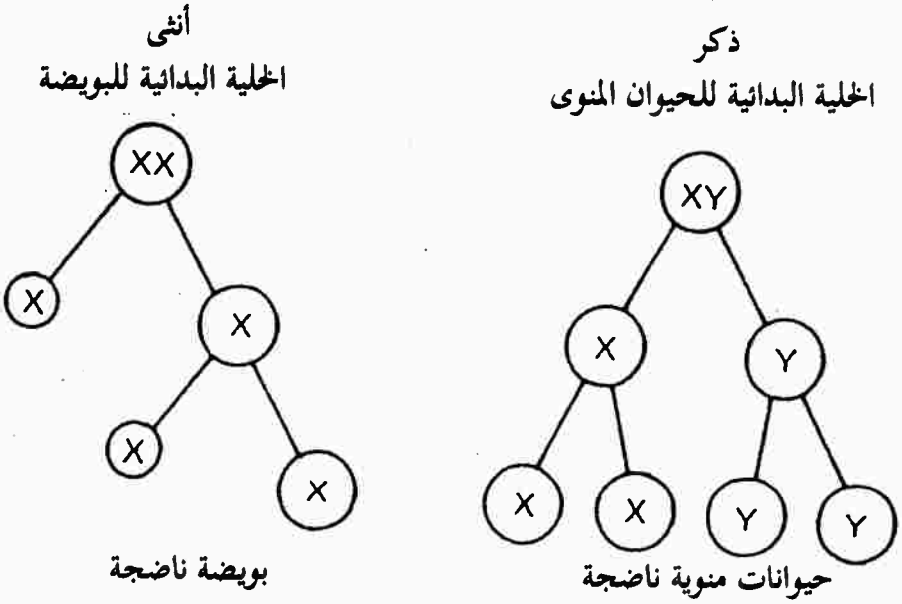
أما فى الخلية البدائية التى ينتج عنها الحيوانات المنوية ، فيختلف طرفا هذا الزوج ، حيث يحتوى على كروموسوم أصغر من الآخر يسمى (Y) كروموسوم، أما الآخر فهو (X) كروموسوم .

هكذا تحتوى الخلية على عدد ٢٢ زوجاً من الكروموسومات بجانب زوج آخر من الكروموسومات هو(X) كروموسوم و(Y) كروموسوم .

فعندما يحدث انقسام لهذه الخلية إلى خليتين ينتج نوعان من الخلايا (أو الحيوانات المنوية) يحتوى أحدهما على (X) كروموسوم بينما يحتوى الآخر على (Y) كروموسوم ، وتكون النسبة بين النوعين متساوية .

هكذا يتضح لنا أن هناك نوعين من الحيوانات المنوية : ٥٠٪ يحتوى على (X) كروموسوم (أنثى) و ٥٠٪ يحتوى على(Y) كروموسوم (ذكر) ، فى حين تحتوى كل البويضات على (X) كروموسومات [كما يتضح من الشكل التالى] .

وبناء على ذلك ، فإنه إذا تم تلقيح للبويضة بحيوان منوى يحمل (X) كروموسوم تتحدد صفة الأنثى ، أما إذا تم تلقيحها بحيوان منوى يحتوى على (Y) كروموسوم فتتحدد صفة الذكر .



إذن فإن نوع الجنس يتحدد أثناء التلقيح كما أن المسئول عنه تماماً هو الحيوان المنوى ، وليس للبويضة دور فى هذا الموضوع ، فكل الكروموسومات الجنسية متشابهة تماماً عند الأنثى ، لكنها من نوعين عند الذكر ، أحدهما ينتج عنه ذكر والآخر ينتج عنه أنثى ، كما تنطبق هذه النظرية على معظم الحيوانات