المقدمة

أسماء لامعة في البحوث البيولوجية
والتعريف بالخلية، والكروموزوم، والجين، والجينوم

أسماء لامعة
في البحوث البيولوجية

تمهيد: شيء لافت للنظر:

على مدى قرون لاحظ العلماء توارث الخصائص في الحيوانات والنبات، وحاولوا أن يفهموا الثبات في هذا التوارث، كما حاولت عقولهم أيضاً أن تفهم التباين الذي يحدث في العائلات، والتغيرات التي تحدث أحياناً بين الجيل والجيل السابق، وبذلوا الجهود العلمية التي استهدفت التعرف على أي الخصائص التي يتم فعلاً توارثها، وأيها يكون نتيجة التأثير بعوامل البيئة، والتغذية، وغيرها من العوامل الخارجية، وكيفية انتقال الخصائص من الأصول إلى الفروع، سواء كان ذلك في عالم النبات أو عالم الحيوان.

فالزهرة مثلاً ترث لونها من أصلها ولكن السؤال كيف ترثه منه؟ وكيف تحدث الإصابة بأحد الأمراض الوراثية في البشر، فينتقل المرض من الوالدين أو من أحدهما إلى ذريتهما؟.

وفي سبيل الفهم العلمي للتوارث اعتمد البيولوجيون في أول الأمر على الملاحظات البسيطة لكل من التماثل والتباين الموجود في الحياة على الأرض، وساعدت أشجار أنساب العائلات في إظهار الأنماط المتكررة للصفات المتوارثة، فقام علماء البيولوجيا بالتسجيل البسيط لملاحظاتهم، وأجروا المقارنات بها، وتعزز هذا تدريجياً بالمزيد من الخبرات المتلاحقة.

ومع أن المحاولات العلمية الأولى التي أريد بها التوصل إلى فهم انتقال الصفات الوراثية كانت متسمة بالعشوائية بعض الشيء، إلا أنها أدت إلى استفادة الدروس منها، فقد استفاد العلماء بتربية الحيوانات الأليفة، وحيوانات التغذية، ونباتات المحاصيل التي تحمل صفات يرغب البيولوجيون فيها.

ثم قام العلماء خلال القرن التاسع عشر بدراسة طبيعة التوارث بدقة أكبر، فقاموا بإجراء التجارب على أجيال متعددة، وكانت ثمرة هذه التجارب والدراسات أنه تبين للعلماء الدقة البالغة التي يتم بها انتقال صفات معينة من الجيل إلى الجيل الذي يليه، كما كشفت التجارب والدراسات الأساس المادي لكل التغيرات التي تحدث بصورة مفاجئة، أو بصورة متدرجة[1].

أسماء لامعة في البحوث البيولوجية:

سنذكر هنا بعض العلماء الذين كان لهم دور مهم جداً في البحوث البيولوجية وأعمالهم التي تعد أساساً واللبنات الأولى لمن أتى بعدهم من العلماء في علم الوراثة.

وبكل تأكيد فإن الأسماء اللامعة في مجال البحوث البيولوجية ليست فقط هي هذه الأسماء، فقد وجد غيرهم كثير جداً، لكن استيعابها يحتاج إلى مؤلف خاص موسوعي كبير، يبرز ما قام به علماء كبار من بحوث ودراسات قدمت للإنسانية النفع العظيم، وليس هذا موضوع هذا الكتاب.

---

[1] مستقبلنا الوراثي، علم التكنولوجيا الوراثية وأخلاقياته، لمجموعة من العلماء والفلاسفة ورجال الدين البريطانيين، نشر الجمعية الطبية البريطانية، تعريب د. مصطفي إبراهيم فهمي ص٢٤.

ولا زال الكثير من العلماء المعاصرين في هـذا المجـال الخطيـر يواصلون المسيرة العلمية، وندعو الله عز وجل أن تؤدي بحـوث الجميـع ودراساتهم إلى نتائج تعود بالفائدة على كل البشر، بل والحيـوان والنبـات والبيئة، وإليك إشارات سريعة عن بعض الرادة في هذا المجال الخطير.

أرسطو: ولد في سنة ٣٨٤ قبل الميلاد:

كان شغف العلماء عظيماً بالبحث في المـادة الوراثيـة، وتعـددت جنسياتهم ومجالاتهم في البحث، وكان من أوائل من اشـتغلوا فـي مجـال البيولوجيا الفيلسوف الإغريقي[١] "أرسطو" الذي يعد إلى الآن أول شـخص معروف يحاول أن يجري تقسيماً تصنيفياً لكل أشكال الكائنات المختلفـة[٢] ولكن تجاربه لم تجد كل ما يجب أن يكون متاحاً لعالم مثله، لعدة أمور:

منها أن عدد الأنواع التي تصلح لتكون مجالاً لتجاربه كان محدوداً، ومن الواضح أنـه لـم يكـن بإمكانـه أن يـدرس مـا لا يـراه، كمـا أن الميكروسكوب لم يكن اخترع في عصره، ولا شك أن الميكروسكوب له التأثير الكبير الذي لا ينكر في إيضاح الكثير ممـا يخفـي علـى الباحـث في تجاربه في حالة عدم وجود هذا الاختراع المهم جداً، فالملايين والملايين من صور الحياة الحية كانت خفية عن "أرسطو" ولو استعان بالميكروسكوب – لو فرض اختراعه في أيامه – لكان من المتوقع أن يحصل علـى نتـائج مهمة لم يحصل عليها.

---

(١) الأغريق قدماء اليونان.

(٢) عصر الجينات والإليكترونيات، تأليف: والترتروت أندرسون، ترجمة د. أحمد مستجير ص٢٠.

كما أن "أرسطو" كان محكوماً في بحوثه وتجاربه بحدود العالم الذي يعرفه، وهو بالتقريب في الوقت الذي يعيش فيه لا يتعدى حدود البحر المتوسط، وكانت طريقة تسجيل المعلومات ونشرها بدائية بالقياس إلى عصر المعلومات الذي نعيش فيه الآن، وكان على "أرسطو" وتلاميذه أن يسجلوا ما وصلوا إليه من تجاربهم وبحوثهم على لفائف البردي الهشة.

وإلى الآن لم يظهر الكتاب الأول – مخطوطة من صفحات مجلدة باليد – وربما لا يتجاوز عدد من أتيح لهم فرصة قراءة هذا الكتاب بضع المئات، ثم ضاع إلى الأبد معظم ما قام به هذا الرائد من رادة هذا المجال من العلم المبهر[1].

يقول "أرسطو": إن مفهوم الدجاجة متضمن في البيضة، وأن جوزة البلوط تكون بالمعنى الحرفي "مزودة بالمعلومات" عن شجرة البلوط[2].

ويقول "مات ريدلي" في كتابه "الجينوم السيرة الذاتية للنوع البشري" ظل إدراك أرسطو الغائم لنظرية المعلومات مدفوناً تحت أجيال من الكيمياء والفيزياء، ولكنه ما لبث أن عاود الظهور وسط اكتشافات علم الوراثة الحديث، وعندها قال: "ماكس ديلبروك" مازحاً: إنه ينبغي أن يمنح هذا الحكيم الإغريقي جائزة نوبل للمتفوقين لاكتشاف الـ :DNA"[3].

---

[1] عصر الجينات والإليكترونيات: مصدر سابق ص٢٠.

[2] الجينوم السيرة الذاتية للنوع البشري، تأليف مات ريدلي، ترجمة د. مصطفي إبراهيم فهمي ص١٩.

[3] الجينوم السيرة الذاتية للنوع البشري المصدر السابق ص١٩.

لقد كان "أرسطو" – في بداية مدنية الإنسان – رائداً لفئة كبيرة من العلماء المقتنعين بأن العالم تحكمه قواعد ونظم، وأن الأشياء ليست وليدة المصادفة[1].

لينوس:

عندما بدأ البيلوجي السويدي "كارل فون لينوس" أبحاثه في القرن الثامن عشر كانت قد اتسعت دائرة المشاهدات، وزادت فرص التعرف على المعلومات التي لم تكن متاحة بشكل سهل قبل ذلك، فقد تحسنت وتقدمت صناعة السفن والخرائط وتكنولوجيا الملاحة، وأصبح في إمكان الإنسان أن يعبر المحيطات، ليقوم بدراسة ما في البلاد البعيدة، ويدون ملاحظاته على ما يراه.

وقام تلاميذ "لينوس" بالسفر يدفعهم إلى ذلك محاولة الحصول على الجديد في هذا المجال، وقد مات منهم عدد كبير بسبب الأمراض الغريبة، وكان أمراً عادياً أن تنشر الأعمال التي قام بها "لينوس" في كتب وتوزع على الباحثين بعد التقدم الذي حدث في عالم الطباعة، مما أدى إلى اتساع دائرة جمع البيانات، والسرعة في انتقال المعلومات[2].

---

[1] علماء علموا العالم، د. هاني حسن ص٣٤.

[2] عصر الجينات والإليكترونيات، تأليف: والترتروت أندرسون، ترجمة د. أحمد مستجير ص٢٠.

تشارلز دارون العالم الإنجليزي: (١٨٠٩ – ١٨٨٣) وكتابه: أصل الأنواع:

ولد "تشارلز روبرت دارون"، في "شرودبيري" بانجلترا في ١٢ فبراير سنة ١٨٠٩، وهو نفس العام الذي ولد فيه مجموعة من العباقرة، منهم "جريجور مندل" الذي سنتكلم عنه فيما سيأتي، و"إبراهام لنكولن" و"دارون".

ولد "دارون" من أب وجد كانا من الأطباء المشهورين، دخل المدرسة وسنه تسع سنوات وظل بها حتى بلغ ستة عشر عاماً، وبعدها تحول إلى دراسة الطب عام ١٨٢٥ في "إدنبرة" لكنه عزف عن الاستمرار في هذه الدراسة والتحق يدرس اللاهوت بجامعة "كمبريدج" عام ١٨٢٧ ومكث بها مدة ثلاث سنوات، انهمك أثناءها في جمع النباتات والحشرات والعينات الجيولوجية[١].

وتتوالى جهود علماء البيولوجيا، فيقوم "تشارلز دارون" بأبحاثه الميدانية خلال رحلة بحرية على إحدى السفن، تملكها هيئة المساحة البريطانية "بيجل" وتستمر هذه الرحلة خمس سنوات زارت فيها السفينة كثيراً من جزر المحيط الأطلنطي والمحيط الهادي، وساحل جنوب أمريكا، ونيوزيلنده، واستراليا، وقد أفادته هذه الرحلة في أن يجمع كماً هائلاً من المعلومات[٢] فقد كان قوي الملاحظة، ومدوناً دقيقاً، لا يكل من جمعه للأشياء، فكان يواظب على جمع ما يراه صالحاً لمده بالمعلومات،

---

[١] قراءة في كتابنا الوراثي، للدكتور أحمد مستجير ص١٦٥.

[٢] قراءة في كتابنا الوراثي، المصدر السابق ص١٦٥، ١٦٦، والثورة الجينية د. محمد عفيفي ص١٦٣.

من النباتات، والصخور، والحشرات، والحيوانات من الحفريات بصبر وأناة[1] وكان في إمكانه أن يوصل ما انتهت إليه دراسته إلى أكبر عدد من العلماء إلا أنه ظل طوال عشرين سنة يتأكد من البيانات التي وصل إليها، حتى إذا جاء عام ١٨٥٩ قام بنشر كتابه "أصل الأنواع"[2] وفي هذا الكتاب قدم "دارون" نظرية التطور والارتقاء، ويرى في نظريته أن جميع الأنواع التي تعيش على الأرض حالياً قد تسلسلت من كائنات انتهت وانقرضت من عصور سحيقة، وكانت هذه الكائنات المنقرضة مختلفة عن هذه الكائنات الموجودة الآن، وأن هذه الختلافات في رأيه ترجع إلى تراكم تغييرات بسيطة كانت تحدث في غاية البطء، وأن هذه التغييرات كان يتحكم فيها مبدأ "الاصطفاء الطبيعي" الذي يعتمد على اللياقة، فهو يعتقد أن الأفراد الذين يحملون الصفات الوراثية القوية سيكونون ممثلين بدرجة أكبر في الجيل الذي يليهم، فسيطرت على "دراون" فكرة أن الكائن الحي كلما كان أكثر في لياقته وقدرته على أن يتكيف بالنسبة لشروط البيئة التي يوجد بها كلما زاد النسل الذي ينجبه، ذلك النسل الذي تتوافر له القدرة على

---

[1] علماء علموا العالم، د. هاني حسن ص٩٦.

[2] اسم الكتاب بالكامل هو "نشأة الأنواع عن طريق الانتخاب الطبيعي"، أو "حفظ السلالات المحبوّة في الصراع من أجل البقاء"، وهو كتاب يقول عنه الدكتور أحمد مستجير "لا يزال هو الأسهل قراءة بين كل الأعمال العلمية الضخمة التي ظهرت في التاريخ، فهو بسيط ممتع مفيد لكل من القارئ العام والعالم المتخصص.

والكتاب في طبعته الإنجليزية يقع في ٧٠٣ صفحة، وقام بترجمته إلى العربية الأديب الكبير الأستاذ إسماعيل مظهر عام ١٩٦٢ في مجلد بلغت عدد صفحاته ٧٨٤ وقامت بطبعه مكتبة النهضة "بيروت – بغداد ١٩٧٣" وبلغت المقدمة التي كتبها المترجم مائة صفحة، أنظر: قراءة في كتابنا الوراثي د. أحمد مستجير ص١٦٧، ١٦٨.

أن يحيا إلى عمر ينجب فيه هو الآخر نسلاً له، لكن "دارون" فشل في توضيح الكيفية التي كان يتم بها عملية الاصطفاء الطبيعي، وقد أوضح علم الوراثة أن كل كائن ينجب شبيهاً له بالضبط وهو ما اضطر "دارون" إلى التراجع عن أن التطور هو نتيجة لعملية الاصطفاء الطبيعي[1].

ومما يوجه من اللوم أيضاً إلى "دارون" أنه ضمن نظريته عن أصل الأنواع عاملاً غير علمي هو المصادفة، بينما أغفل الإشارة إلى أن الله عز وجل هو الذي كون وشكل كل المخلوقات من أكبرها إلى أصغرها.

كما أن من نقاط التفنيد التي وجهها العلماء إلى دارون هي أنه إن كان نجح في تفسير اشتقاق بعض أنواع الكائنات من بعضها الآخر، إلا أنه قد أخفق في أن يفسر نشأة الحياة نفسها من المواد غير الحية، ولقد أجرى "باستر" وعلماء آخرون أبحاثاً أثبتوا فيها أن من المستحيل حدوث تكون ذاتي، أي أن تتحول المادة التي ليست فيها حياة إلى كيان فيه حياة، وكانت هذه البحوث أقوى دليل على أن مجرد أن تتوافر أسباب الحياة في المادة الحية لا يحولها إلى كائن حي، بل إن من المحتم حتى يحدث ذلك، من وجود قوة أعلى من الطبيعة هو الخالق تبارك وتعالى.

وقد أحدث كتاب دارون ضجة كبرى في أوساط العلماء، ورجال الدين، بل وفي أوساط المثقفين من الناس الذين لا يعدون من العلماء ولا من رجال الدين.

ومن النقاش الطريف حول نظرية دارون، ما دار بين أحد رجال الدين المسيحيين، وهو الأسقف "صمويل ويلبرفورس" أحد المعارضين البارزين للداروينية، عندما سأل أحد زملاء دارون، هو "ت. هـ. هكسيلي" عما إذا كانت قرابته بالقردة قد جاءته عن جدته أم عن جده؟ فرد عليه بأنه يفضل أن يكون سليل قرد لا سليل الأسقف "ويلبرفورسي"[2].

---

[1] هندسة الأحياء د. سعيد محمد الحفار ص٣٣، ٣٤.

[2] عصر الجينات والإلكترونات، والترتروت أندرسون، ترجمة د. أحمد مستجير ص١٢٦. مكتبة الأسرة.

وبعد مرور عشرين عاماً على وفاة "دارون" كان كتابه قد تمت ترجمته ونشره، وفحص من العلماء، وهوجم هجوماً عنيفاً قلما تعرض لمثله كتاب آخر[1] حتى اتهمه بعض معارضيه، ومنهم "آدم سدجوك" بأنه بكتابه هذا يهدم القيم الأخلاقية[2]، لكن مع هذا فإن معظم البيلوجيين لم يقرأوا كتاب "أصل الأنواع"، كما يبين ذلك أحد العلماء[3].

مندل "Mendel" الأب لعلم الوراثة الحديث: (١٨٢٢ - ١٨٨٤):

في نفس القرن كان يوجد أحد الرهبان اسمه "جريجوريوهان مندل" وكان أسقف دير "برون" في مورافيا (برون تتبع الآن جمهورية التشيك، واسمها الآن برنو)[4] وكان شغوفاً بالبحث العلمي بجانب كونه راهباً، وهو يعد أحد عباقرة القرن التاسع عشر[5]، فلم تقتصر معلومات هذا الراهب على الثقافة الدينية، بل كان جامعاً بين الثقافتين: الدينية والدنيوية، درس الرياضيات، والفيزياء، والبيولوجيا في جامعة "فينا".

---

(١) عصر الجينات والإلكترونات، مصدر سابق ص٢٠، ٢١، ومقدمة في علم الوراثة، د. جمال الدين نصرت، د. عبد الرؤوف سليم ص١٠.

(٢) هذا هو علم البيلوجيا، تأليف أرنست ماير، ترجمة د. عفيفي محمود عفيفي ص٥٨.

(٣) لغة الجينات، تأليف ستيف جونز، ترجمة د. أحمد مستجير ص٢٦٧.

(٤) طعامنا المهندس وراثياً، تأليف ستيفن توتنجهام، ترجمة د. أحمد مستجير ص١٣، ومستقبلنا الوراثي، الجمعية الطبية البريطانية، تعريب د. مصطفي إبراهيم فهمي ص٣١ وهذا هو علم البيولوجيا تأليف: إرنست ماير، ترجمة د. عفيفي محمود عفيفي ص٤٣، ٢٠٠.

(٥) لغة الجينات، ستيف جونز، ترجمة د. أحمد مستجير ص٤٩.

ويبين قيمة هذا الراهب الباحث أن العلماء يعدونه الأب لعلم الوراثة الحديث، لأنه وضع القوانين التي تحكم توريث الصفات من خلال دراسته لنبات (الباسلاء)[1]، بل إن علم الوراثة في رأي أحد كبار علمائها[2] هو العلم الوحيد بين كل العلوم الذي نشأ على أكتاف رجل واحد هو "جريجور مندل" وإن كان من الممكن أن نستدرك على هذه العبارة ونقول: هناك علوم أخرى قام كل منها على أكتاف رجل واحد، مثل علم أصول الفقه الإسلامي، وهو العلم الذي ابتكره الإمام الشافعي رحمه الله، فإلى الآن لم يثبت أن أحداً سبقه في تدوين هذا العلم الذي يعد قانوناً لاستنباط الأحكام من أدلتها الشرعية، وأيضاً من الثابت إلى الآن أن ابن خلدون هو المؤسس لعلم الاجتماع.

وكانت بحوث "مندل" العلمية متسمة بالدقة المطلوبة في كل بحث علمي، فقد قام بتحليل عشرات الآلاف بل قد تكون مئات الآلاف من النبات في البحوث التي أجراها في تربية "الباسلاء، باسلاء الآكل"[3].

وقد أدت عدة أسباب إلى اختيار "مندل" نبات "الباسلاء" لإجراء تجاربه في الوراثة هي:

١- زهرة الباسلاء لها القدرة على التلقيح الذاتي.

٢- سهولة تلقيح أزهار هذا النبات باليد عن طريق استعمال فرشاة خاصة.

---

(١) العلاج بالجينات، د. منير على الجنزوري ص٢٣.

(٢) الدكتور. أحمد مستجير، في كتابه القرصنة الوراثية ص١٤٦.

(٣) عصر الجينات والإليكترونيات، مصدر سابق ص٢١.

٣- احتواء هذا النبات على عدة أزواج من الصفات المتضادة كل زوج منها خاص بعضو معين[1].

ويبدو أن "جريجور مندل" استفاد من كتاب "أصل الأنواع" الذي ألفه "دارون" فقد عثر على نسخة بالألمانية في مكتبته بعد موته في سنة ١٨٨٤ وعليها بعض التعليقات بخط يده، وهو ما يدل على أنه قرأه أكثر من مرة، وكان الراهب "مندل" يمارس تجاربه وبحوثه بدافع الهواية، ولم تكن له صلات مباشرة بينه وبين غيره من العلماء.

وكان هناك في "برون" جمعية التاريخ الطبيعي، قرأ مندل بحثاً عن عمله العلمي أمام هذه الجمعية المحلية، ولم يكن أعضاء هذه الجمعية مهتمين كثيراً بالمغامرات التي يقوم بها "مندل" في تربية "البسلة" ولعل الدافع في نشرهم لبحثه أنه هو المؤسس لهذه الجمعية، ومع ذلك فإن كثيراً من البيولوجيين يعتبرون أهمية بحث "مندل" مثل أهمية كتاب "أصل الأنواع" لدارون، ولو أن "دارون" قرأ أعمال جمعية التاريخ الطبيعي في "برون" لعام ١٨٦٦ وهي تشمل بحث "مندل" لأعجب به كثيراً جداً، لكنه أبداً لم يعرف هذا البحث، وكذا لو أنه نشر في إحدى المجلات العلمية التي يعترف بها العلماء في هذا الوقت لكان من المحتمل أن يطلع عليه، لكن لم تصل أخبار هذا البحث من "برون" إلى "دارون" لأن نظام المعلومات البيولوجية كان لا يزال بدائياً، ولم يكن "دارون" وحده هو الذي لم يبلغه بحث "مندل" وإنما لم يبلغ كذلك الكثير من العلماء، ولم يسمعوا به لسنوات طويلة، إلى أن وزعت جمعية "برون" ١٢٠ مائة وعشرين نسخة من أعمالها لعام

---

[1] أساسيات في علم الوراثة، عائدة وصفي عبد الهادي ص٨.

١٨٦٦، أشير إلى البحث الذي قام به "مندل" في البعض القليل من البحوث المجهولة، ثم اختفى حتى عام ١٩٠٠ وهو العام الذي اكتشفه فيه ثلاثة من العلماء مختلفي الجنسية، كل واحد كان يجري بحوثه مستقلاً عن الآخرين، أحدهم ألماني، والثاني نمساوي، والثالث هولندي، وكتبوا البحوث التي حولت "مندل" بعد وفاته من عالم مجهول مغمور إلى عالم من أكثر العلماء شهرة[١].

اكتشف هؤلاء الثلاثة وكانوا يعملون في استيلاد النباتات عن طريق التلقيح الصناعي الأعمال المنسية للراهب "مندل" وكان "مندل" قد اكتشف أن وراثة الصفات (وهي التي كانت في تجاربه هي لون وشكل حبات البسلة) تحددها مجموعة من العوامل وهي التي سميت فيما بعد بالمورثات (الجينات)[٢].

في هذا الوقت كان قد تم التواصل بين مجتمع العلماء بوسائل متعددة، منها وجود بضع مجلات علمية، وأيضاً ما حدث من تقدم في التكنولوجيا، وعلى وجه الخصوص اختراع الميكروسكوب، وكذلك المحاولات التي كانت تجري للوصول إلى الدقة العلمية الأكبر في العلوم الطبيعية، وساعدت الميكروسكوبات الجديدة ذات العدسات الأقوى العالم "فالترفليمنج" في ألمانيا على التمكن من دراسة الجسيمات الصغيرة داخل الخلايا الحيوانية، والتي أطلق العلماء عليها فيما بعد اسم الصبغيات

---

[١] عصر الجينات والإلكترونات، مصدر سابق ص٢١، ٢٢.

[٢] كسر شفرة الموروثات – الجينوم، كيفن ديفس، تعريب د. ياسر العيني ص١٩، وقصة الوراثة من الفطرة إلى الهندسة، د. أحمد شوقي ص٣٤ المكتبة الأكاديمية.

"الكروموزومات" أي الأجسام القابلة للصباغة، لأنها تمتص الصبغات، وقد بدأ بعض العلماء الذين جاءوا بعد "فليمنج" يشتبهون في أن "الكروموزومات" هي التي تحمل رسائل الوراثة[1].

ومع أنه بعد أن أعيد اكتشاف المندلية اندفع العلماء في حمية وحماس، محاولين أن يفسروا السلوك الوراثي للصفات في الكائنات الحية المختلفة، سواء كانت نباتات أو حيوانات، لكن مجال الوراثة في الإنسان لم يحظ بقدر من البحوث الجادة توازي البحوث التي كانت تجري في النبات والحيوان، وذلك يرجع إلى أن الإنسان ليس هو الكائن النموذجي لإجراء التجارب الوراثية عليه، فعلم الوراثة المندلي هو علم التهجين والعد، والتهجين الموجه ليس أمراً مقبولاً في عالم الإنسان فمن سيتزوج – سواء كان رجلاً أو امرأة – من أجل تجربة علمية ينتظر العلماء نتيجتها، ومن سيتزوج شخصاً معيناً لا دافع يدفعه إلى هذا الزواج إلا أن الشخص الذي سيتزوج به يحمل إحدى الصفات التي يود العلماء دراستها في النسل، كما أن عدد النسل الناتج من الزواج محدود، وفترة الجيل طويلة حقاً، ففي الوقت الذي تمكن العلماء في فترة بداية الثورة الوراثية في مطلع القرن العشرين، من دراسة المئات من الصفات الوراثية عند ذبابة الفاكهة، وغيرها، من الخنازير، والفئران، والأرانب، والخيل، وغير ذلك من الحيوانات، وفي الكثير من النباتات، فإن العلماء لم يتمكنوا في مجال وراثة الإنسان من أن يتعقبوا سجلات الإنسان إلا في القليل من الصفات الوراثية[2].

---

[1] عصر الجينات والإليكترونات، مصدر سابق ص٢٢، ٢٣.

[2] قراءة في كتابنا الوراثي، للدكتور أحمد مستجير ص٢٥.

إن "مندل" بذكائه قد نجح في اكتشاف قوانين طبيعية جعلت اسمه مشهوراً في العالم أجمع، وذلك بأن جمع بين التجارب الدقيقة المبينة على فهمه لما يريد، والقدرة على تحليله للنتائج بدقة، وأصبح الآن اسم "مندل" وقوانينه حديثاً عادياً لجميع البيولوجيين (علماء الحياة)[1].

وقد أدت تجارب هذا الراهب ونتائجها التي استغرقت ٧ سنوات من عام ١٨٥٦ إلى ١٨٦٣، والتي ألقاها في صورة محاضرة في اجتماع جمعية الطبيعيين عام ١٨٨٧ إلى قلب النظريات التي كانت تسود في هذا الوقت رأساً على عقب، لأن الاعتقاد قبل "مندل" كان هو أن الصفات الوراثية تنتقل بالامتزاج وليست منفردة[2].

مورجان وذبابة الفاكهة: (ولد سنة ١٨٦٦):

في خلال النصف الأول من القرن العشرين كانت تجري بحوث متعددة تشعر بأن علم الوراثة يمضي في طريقه، إلا أن هذا المضي كان بصورة بطيئة، فأجريت البحوث الكثيرة على التطور، وجمع الباحثون البيانات الكثيرة عن وراثة صفات معينة، وكان من أكثر من قام بالبحوث من العلماء المجدين هو الوراثي الأمريكي "توماس هنط مورجان" الذي كان عالم أجنة محترماً في جامعة كولومبيا، والذي ولد في سنة ١٨٦٦ وهي السنة التي نشر فيها الكاهن "مندل" أبحاثه التقليدية التي دارت حول نبات الباسلاء، وكان ميلاده في "ليكسينغتون" في ولاية "كينتاكي". وكان "مورجان" يجري دراسته على ذبابة الفاكهة[3].

---

[1] ما هي الوراثة، جولد شمدت، ترجمة الدكتور مصطفي طلبة ص٨٦.

[2] الوراثة البشرية الحاضر والمستقبل، د. سامية التمتامي ص٨.

[3] عصر الجينات والالكترونات، مصدر سابق، وكسر شيفرة المورثات الجينوم، مصدر سابق ص٢٢٧.

اختار "مورجان" ذبابة الفاكهة وكأن ذلك كان اختياراً ملهماً، واسم هذه الذبابة اللاتيني (دروسوفيلا ميلانوجستر) واسمها العلمي هذا معناه عاشقة العسل ذات البطن السوداء، اختارها مورجان لتكون مادة نموذجية لدراساته الوراثية.

ونموذجية هذه الذبابة في الأبحاث الوراثية أنها تظل حية على الغذاء البسيط في البيئة البسيطة، وكان "مورجان" عموماً يستخدم زجاجات اللبن، ولأن دورة حياة هذه الذبابة قصيرة، فإنها في ظرف عشرة أيام تفقس الذبابة، وتنضج، وتبدأ في إنتاج ذبابات أكثر، ومن الواضح أن بإمكان الباحث مع هذه الأجيال القصيرة أن يجمع قدراً كبيراً من المعلومات التي كانت تجمع في عشرة أعوام، كما أن من نموذجية البحث على هذه الذبابة أنه يمكن أن يتحكم الباحثون في تكاثرها عند التجارب عليها، بخلاف الإنسان الذي تتم فيه عملية التكاثر ببطء واستقلالية وخصوصية، ولكن العلماء لم يثنهم هذا عن إجراء البحوث على الإنسان، فبدأت جهودهم فور إعادة اكتشاف قوانين "مندل" في إجراء الاختبارات التي أريد بها معرفة مدى إمكانية تطبيق قوانين "مندل" على وراثة الإنسان، وقد أجرى "مورجان" دراساته على هذه الذبابة من سنة ١٩٠٧ حتى سنة ١٩١٧[١] ونواة الخلية الجسدية لذبابة الفاكهة تتضمن المادة الوراثية وفيها أربعة

---

[١] عصر الجينات والإليكترونات، مصدر سابق ص ٢٣، ٢٤، ومن تحت معطف البيوجينيا – السياسة التاريخية للطاقم الوراثي، لدانييل – ج كيفس ضمن كتاب "الجينوم البشري" – القضايا العلمية والاجتماعية، تحرير دانييل كيفنس وليروي هود، ترجمة د. أحمد مستجير ص١٣.

أزواج فقط من الكروموزومات[1]، كل زوج من هذه الأزواج الأربعة أحدهما يأتي من الأب عن طريق الحيوان المنوي، والآخر يأتي من الأم عن طريق البييضة، ومن بين هذه الأزواج الأربعة يوجد زوج من كروموزومات الجنس، XX في الأنثي، وXY في الذكر، وثلاثة أزواج من الأوتوزومات (وهذه تسمية للكروموزومات غير كروموزومي الجنس).

استمرت بحوث "مورجان" وتلامذته على هذه الحشرة طوال العقد الثاني من القرن العشرين، وأثبتت البحوث أن الكروموزومات هي الحاملة للجينات، وأن الجينات توجد مصطفة طولياً كحبات العقد على خيوط تسمى الكروموزومات، كان علماء الخلية قد اكتشفوا وجودها داخل أنوية الخلايا الحية[2].

فهذا العالم هو أول من أوضح أهمية الكروموزومات في حمل الصفات الوراثية[3].

---

[1] الكروموزومات – كما سيتبين فيما بعد – هي أجسام عصوية الشكل توجد في كل خلية من خلايا الكائنات الحية وتأخذ شكلاً محدداً، وعادة توجد الكروموزومات في أزواج متشابهة حيث يكون نصف عدد الكروموزومات يأخذها الجنين من الأم والنصف الآخر من الأب، ويتكون الكروموزوم من المادة الوراثية المسماة حمض DNA، نحن والعلوم البيولوجية د. منير الجنزوري ص٣٤، وسيأتي تفصيل ذلك عند الكلام الخاص بالجينوم.

[2] قراءة في كتابنا الوراثي، للدكتور أحمد مستجير ص٢٦، ٢٧، والقرصنة الوراثية، للدكتور أحمد مستجير ص١٤٦.

[3] أساسيات في علم الوراثة، عائدة وصفي عبد الهادي ص٣٢.

ويحكي العلماء عنه ما يدل على أنه كان مشغولاً جداً ببحوثه وتجاربه، فيذكر أنه بلغ به الإهتمام بتجاربه على ذبابة الفاكهة أنه وهو يزور زوجته التي أنجبت طفلها الثالث في المستشفي، لم يبادر بسؤالها عن صحة الطفل، ولكنه توجه بالسؤال عن الذبابة البيضاء، ودخل في التفاصيل قبل أن يتذكر ويسأل زوجته السؤال المنتظر، وكان زواج بين ذكر الذبابة ذي العيون البيضاء بأنثى ذات عين حمراء طبيعية، وكانت النتيجة أن الأولاد كلهم كانوا ذوي عيون حمراء، ولكن عندما زاوج الأولاد ظهرت العين البيضاء مرة أخرى في الذكور[1].

وهي حادثة تبين لأولادنا الذين يجب أن نحببهم في العلم مدى ما كان من انشغال أحد العلماء ببحوثه وتجاربه العلمية.

إن اكتشافات "مورجان" أهلته للحصول على جائزة نوبل، ففي شهر أكتوبر سنة ١٩٣٣ تلقى "مورجان" مكالمة هاتفية من "استوكهولم" العاصمة السويدية، هزته عاطفياً: "سرني أن أعلمك أنه قد تم اختيارك لنيل جائزة نوبل للفزيولوجيا والطب لسنة ١٩٣٣ لاكتشافاتك حول الوظيفة الوراثية للكروموزومات ومن ما جاء في الخطاب الذي سبق تقديم جائزة نوبل: "من الصعب أن تفرق بين عمل "مورجان" وعمل مساعديه، لكن لا أحد يشك أنه كان قائداً متميزاً، إن النتائج التي توصلت إليها مدرسة مورجان مذهلة إلى درجة أنها جعلت معظم الاكتشافات الأخرى في علوم الحياة تقبع في الظل"[2].

---

[1] كسر شيفرة المورثات – الجينوم، كيفن ديفس، ترجمة د. ياسر العيتي ص٢٢٨.

[2] كسر شيفرة المورثات – الجينوم، المصدر السابق ص٢٣١.

العالمان: واطسون وكريك وأعظم اكتشاف في القرن العشرين:

لم يعط علم الوراثة نتائجه المبهرة بسهولة، وإنما توصل العلماء إلى هذه النتائج بعد جهود علمية تتابعت جهداً بعد جهد، ولا زالت تتابع وتعطي كل يوم جديداً، وخلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر ظهر التقدم العلمي ظهوراً واضحاً في هذا العلم، في مراحل علمية متعددة، تميزت أولاها بقيام العلماء بالوصف الدقيق للظواهر العلمية، وكان البدء بالوصف الرائع لبنية الخلية الدقيقة، وقد تم ذلك بواسطة العالم (تيودورشوان) في عام ١٨٣٩، كما تم في هذه المرحلة أيضاً وصف الصفات الوراثية، وبيان كيف تنتقل من جيل إلى جيل آخر، وكان هذا على يد العالم (مندل) في عام ١٨٦٥.

وفي عام ١٨٧٧ تم للعالم (فليمنج) اكتشاف الصبغيات (الكروموزومات)، وتتوالى الدراسات، فيتم في مرحلة تالية دراسة المادة الحية على المستوى الجزيئي، وتجلى ذلك بالوصف الدقيق الرائع لذرات المادة الحية، وكيفية تفاعل هذه الذرات والجزيئيات بعضها مع بعض، حتى تعطي الصورة النهائية للمادة الحية، وبداية فهم آلية عملها، وكان الاعتقاد عند العلماء في أول الأمر أن المادة الوراثية التي يتم انتقالها من الآباء والأمهات إلى أولادهم هي من البروتينات وليس من الـ DNA، وظل هذا الاعتقاد سائداً بين العلماء حتى عام ١٩٤٤ حيث ثبت لأول مرة أن المادة الوراثية هي الحمض النووي الريبي المنقوص الأكسوجين، وتم ذلك على يد العالم (أوسوالد. ت. أفيري).

وفي عام ١٩٥٣ حدث تطور علمي على يد العالمين (واطسون) الأمريكي الجنسية و(كريك) البريطاني الجنسية بجامعة (كمبردج) البريطانية، وهو ما يعد في نظر العلماء أهم اكتشاف حدث في القرن العشرين، إذ قام هذان العالمان بتقديم الوصف الدقيق المتكامل للبنية التركيبية ثلاثية الأبعاد لجزئ الـ DNA، وبعد اكتشافهما المهم جداً لم يعد هناك مجال للشك في أن الـ DNA هو المادة الوراثية[1] وكان هذان الشابان (واطسون وكريك) أعلنا نموذجهما لتركيب جزيء الـ DNA وتقدما به إلى مجلة (تاتشر) لتنشره المجلة في عددها الصادر في ٢٥ أبريل ١٩٥٣.

وقد ولد "جيمس ديوي واطسون" في شيكاغو في ٦ من أبريل عام ١٩٢٨، وتم التحاقه بجامعة شيكاغو وعمره ١٥ عاماً، وحصل على البكالوريوس عام ١٩٤٧.

ومما يذكر أنه كان تقدم إلى جامعة (هارفارد) وإلى معهد (كاليفورنيا للتكنولوجيا) لإجراء دراساته العليا لكن أوراقه رفضت، فتقدم إلى جامعة (إنديانا) وتم له الحصول على درجة الدكتوراه في علم الوراثة عام ١٩٥٠ وعمره لم يتجاوز ٢٢ عاماً.

---

[1] العصر الجينومي د. موسى الخلف ص٢٢، وكسر شفرة المورثات – الجينوم – كيفن ديفس، تعريب د. ياسر العيتي ص١٩.

وفي عام ١٩٥١ سافر (واطسون) إلى بريطانيا والتحق بجامعة (كمبريدج) البريطانية. وهناك التقى بالبريطاني (كريك) وكان (كريك) يحمل شهادة في الفيزياء عام ١٩٣٨، واتجه بعد ذلك إلى مجال الدراسات البيولوجية[١].

والاسم الكامل للعالم كريك هو "فرانسيس هاري كومبتون كريك" وهو عالم بيولوجي فيزيائي بريطاني الجنسية، ولد في ٨ يونيو عام ١٩١٦، وقد شارك أثناء الحرب العالمية الثانية في تطوير الألغام المغناطيسية لاستخدامها في البحر، وعمل بعد الحرب باحثاً في جامعة "كمبريدج"[٢].

واطسون وكريك استفادا بالصور العلمية التي حصل عليها عالمان آخران:

من الطبيعي أن يستفيد العلماء بعضهم من بعض، ولهذا فقد استفاد هذان العالمان (واطسون، وكريك) في أبحاثهما بالصور العلمية التي حصل عليها عالمان آخران، هما العالم (ولكنز) والعالمة (فرانكلين) التي لم تعمر طويلاً، وإنما وافتها المنية وعمرها لم يتجاوز ٣٧ عاماً، متأثرة بمرض سرطان المبيض، ويقرر بعض العلماء[٣] أن الفضل في اكتشاف جزيء الحامض النووي الذي يعرف باسم الـ DNA يرجع – إذن – إلى أربعة

---

(١) اللولب المزدوج، رواية شخصية لقصة اكتشاف تركيب الدنا، تأليف: جيمس د. واطسون، أحد العالمين الذين تم على يديهما أهم اكتشاف في القرن العشرين ترجمة د. أحمد مستجير، ود. محمود مستجير ص٧، العلاج بالجينات، د. منير على الجنزوري ص٢٧، ٢٨.

(٢) طبيعة الحياة، تأليف: فرانسيس كريك، أحد العالمين اللذين تم علة يديهما أهم اكتشاف في القرن العشرين، ترجمة د. أحمد مستجير، مراجعة د. عبد الحافظ حلمي ص٢٠٦.

(٣) الدكتور. منير على الجنزوري في كتابه: نحن والعلوم البيولوجية ج١ ص٥٣.

من العلماء هم (جيمس ديوي واطسون) الأمريكي الجنسية و(فرنسيس هاري كومبتون كريك) البريطاني الجنسية، وكانا مشتركين في العمل في جامعة (كمبردج) البريطانية، وكان كل منهما مكملاً للآخر، لأن (كريك) كان على إطلاع واسع على علم الفيزياء، وتصوير البلورات، في حين كان (واطسون) مولعاً بالبحث عن صفات المورثات وكان كل منهما يعتقد أن الحامض النووي الريبي منزوع الأكسجين أكثر أهمية من البروتين في نقل الصفات الوراثية[1].

وأما الثالث من هؤلاء العلماء الأربعة فهي العالمة (روزالند فرانكلين) والعالم الرابع هو (موريس ولكنز) وكان كل من (روزالين فرانكلين) و(موريس ولكنز) قام ببحث مادة الـ DNA على حدة مستخدماً أشعة (إكس) وكانت الصور التي حصلت عليها (روزالند فرانكلين) متفوقة على الصور التي حصل عليها موريس ولكنز، إلا أن الوفاة لما كانت وافت الباحثة (روزالند فرانكلين) فإن هذا أدى إلى أن لا تحصل على جائزة (نوبل) لأن هذه الجائزة لا تمنح لشخص متوفى، ومنحت الجائزة للعلماء الثلاثة الباقيين وهم (واطسون) و(كريك) و(ولكنز) وقد أعدت مجلة التايم الأمريكية في عددها الصادر في ٢٩ مارس ١٩٩٩ (واطسون) و(كريك) من ضمن علماء مائة صنعوا القرن العشرين[2].

---

(١) كسر شفرة المورثات – الجينوم، تأليف كيفن ديفس، تعريب د. ياسر العيتي ص٣٩، والاستنساخ قنبلة العصر د. صبري الدمرداش ص٣٨.

(٢) نحن والعلوم البيولوجية في مطلع القرن الواحد والعشرين، د. منير على الجنزوري ج١ ص٥٣.

ولكن مع كون بعض العلماء يقرر أن الكشف عن تركيب جزئ المادة الوراثية DNA يرجع إلى هؤلاء الأربعة المذكورين، فإن "واطسون" نفسه يضيف الفضل إلى خامس بجانب هؤلاء الأربعة، فيقول في كتابه "اللولب المزدوج"[1]: كان الدنا (DNA) في ذلك الوقت سراً يبحث عن من يكتشفه، ولم يكن أحد يدري من سيتمكن منه، وما إذا كان ذلك الشخص يستحق ذلك، إذا ما ثبت أن له تلك الأهمية التي كنا نتصورها، أما الآن فإن السباق قد انتهى، ولأني واحد من الفائزين فقد كنت أعرف أن القصة لم تكن سهلة، وأنها أبداً لم تكن كما نقلتها الجرائد، لقد كان الموضوع في واقع الأمر موضوع أشخاص خمسة: موريس ويلكنز، وروزالند فانكلين، ولينوس بولنج، وفرانسيس كريك، وأنا".

والعالم الخامس الذي أضافه واطسون إلى الأربعة هو "لينوس بولنج" عالم كيمياء من كاليفورونيا، يبين واطسون أن عمله كان مشجعاً له، فيقول[2]: "لقد كان من المستحيل أن أبعد عن ذهني مفتاحاً محتملاً لسر الحياة، لم يكن يضايقني أنني لا أستطيع أن أتفهمه، كان الأفضل حقاً أن أتخيل نفسي وقد غدوت مشهوراً من أن أتصور نفسي أكاديمياً مكتوماً لم يخاطر أبداً بفكر، وشجعتني أيضاً تلك الشائعات المثيرة بأن "لينوس بولينج" قد حل جزئياً تركيب البروتينات.

---

[1] اللولب المزدوج، رواية شخصية لقصة اكتشاف تركيب الدنا، تأليف جيمس د. واطسون، ترجمة د. أحمد مستجير – ود. محمود مستجير ص٢١.

[2] اللولب المزدوج، جيمس واطسون، المصدر السابق ص٥٣.

وبين واطسون أن هذه الأنباء قد وصلته في جنيف عندما توقف لبضعة أيام ليتحدث مع العالم السويسري "جين فايجل" الذي كان قد عاد لتوه بعد أن أمضى الشتاء في "كال تيك" فقد استمع قبل عودته إلى محاضرة أعلن فيها لينوس ذلك.

لقد كافح "لينوس بولينج" ليحصل على جائزة نوبل في الكيمياء والسلام، لكن لم يتحقق أمله في ذلك، ومما يدعو إلى الدهشة أن نموذج "بولينج" كان مشابهاً إلى حد كبير للنموذج الفاشل الذي صنعه واطسون وكريك اللذان ذهباً مباشرة إلى حانة قريبة ليشربا نخب فشل بولينج، وقد كتب واطسون "مع أن الرياح لم تزل تجري بما لا نشتهيه فإن لينوس لم يربح جائزة نوبل"[1].

وقد ارتبط اسما واطسون وكريك ارتباطاً وثيقاً، فلا يكاد يذكر أحدهما حتى يذكر الآخر، ويشبههما الدكتور عبد الحافظ حلمي بخيط حلزونهما المزدوج المشهور باسم واطسون – كريك، ويذكر أن كريك: كان يروي في مناسبات متعددة طرائف عن هذا الازدواج الذائع حتى إن "كريك" عندما قدم صديقه "واطسون" الأمريكي الجنسية الجديد للقسم الذي يعمل فيه "كريك" في جامعة "كمبريدج" دهش رئيسه وقال: عجباً كنت أظن اسمك "واطسون كريك"[2].

---

[1] كسر شفرة المورثات – الجينوم. كيفن ديفس ص٣٩.

[2] طبيعة الحياة، تأليف فرانسيس كريك، ترجمة د. أحمد مستجير، مراجعة د. عبد الحافظ حلمي ص٧.

اكتشاف تركيب جزيء المادة الوراثية فتح أبواباً واسعة أمام كثير من الإنجازات العلمية:

أدى اكتشاف تركيب الحمض النووي الـ DNA إلى فتح الأبواب واسعة أمام كثير من البحوث والإنجازات في مجال العلوم البيولوجية، مثل نشأة دراسات الهندسة الوراثية، والعلاج بالجينات، والبيولوجيا الجزئية، كما خصصت مجلات علمية متعددة للمادة الوراثية، حتى إن بعض العلماء يرى أن الأثر العلمي الكبير لهذا الاكتشاف في علوم البيولوجيا يتساوى مع الأثر العلمي الكبير الذي أحدثه توصل العلماء إلى اكتشاف تحطيم الذرة وإطلاق الطاقة الذرية[1].

وقد اتضح أن جزيء الـ DNA عبارة عن جديلة من شريطين متعانقين يلتفان حول بعضهما، فيأخذان شكل اللولب المزدوج أشبه بالسلم الحلزوني، وأوضح العالمان (واطسون) و(كريك) الكيفية التي يقوم بها الـ DNA داخل الكروموزومات بالانقسام، استعداداً لانقسام الخلية، فإن الذي يحدث هو انفصال الجزيئين المتكاملين في اللولب المزدوج، ويعطي كل منهما ما يكمل الآخر[2].

---

[1] نحن والعلوم البيولوجية ص٥٣، د. منير على الجنزوري ونفس المؤلف كتابه س، ج حول ثورة العلوم البيولوجية ص١٢.

[2] القرصنة الوراثية، د. أحمد مستجير ص١٤٧، وهندسة الأحياء د. سعيد محمد الحفار ص٣٩.

وكل شريط من هذين الشريطين يحمل على طوله تتابعاً من أربع مواد أو قواعد كيماوية، يسميها العلماء: نوتيدات[1]، وهذه المواد أو القواعد هي (أدنين، ثايمين، سيتوزين، جوانين) ويرمز العلماء لكل منها بحرف، فالقاعدة (أدنين) يرمز لها بالحرف (أ) والقاعدة (ثايمين) يرمز لها بالحرف (ث) والقاعدة (سيتوزين) يرمز لها بالحرف (س) والقاعدة (جوانين) يرمز لها بالحرف (جـ)، وتبين أن كل قاعدة من هذه القواعد على أحد الشريطين ترتبط بقاعدة على الشريط المواجه في نفس الجديلة برباط كيميائي ضعيف فيتشكل من القاعدتين سلمة بالسلم الحلزوني، وهذا الارتباط محكوم بمبدأ أن القاعدة (أ) الموجودة على شريط تواجه وترتبط بالقاعدة (ث) ولا ترتبط بغيرها على الشريط الآخر، والقاعدة (جـ) على شريط تواجه وترتبط بالقاعدة (س) ولا ترتبط بغيرها على الشريط الآخر في الجديلة، وهذا معناه أن الحرف (ث) على أحد الشريطين لابد أن يواجهه ويرتبط به الحرف (أ) وكذلك الأمر في الحرفين (جـ) و(س) فإذا عرف العلماء تتابع الحروف أي (القواعد) على أحد الشريطين فإنهم يعرفون فوراً تتابع الحروف على الشريط المقابل بنفس الجديلة، وسنوضح ذلك ببيان المقابلة في الشريطين بين القاعدة في أحدهما والقاعدة التي ترتبط بها في الشريط الآخر.

القاعدة	ما يقابلها
أ	ث
جـ	س

[1] من يخاف استنساخ الإنسان، جريجوري إي بنس، ترجمة د. أحمد مستجير، د. فاطمة نصر ص٧٩.

وعلى هذا فلو كان تتابع القواعد على شـريط هـو (أ س ث جـــ) فإن التتابع على الشريط الآخر بنفس الجدلية يكون على الوجه الآتي:

القاعدة	ما يقابلها
أ	ث
س	جـــ
ث	أ
جـــ	س

فيكفي أن يتعرف العلماء على تتابع شريط ليتعرفـوا علـى تتـابع الشريط الآخر، والعلماء يقولون إن هذه القواعد في ترتيبها وطريقة اقترانها بعضها ببعض هي سر الحياة[1].

فتبين أن الشريطين يلتصقان معاً عن طريق هذه القواعـد، بحيـث يتقابل دائماً (أ) مع (ث) وكذلك (ج) مع (س) وذلك يتم عن طريق رابطين أو ثلاثة أربطة، فهناك ألفة بينهما تؤدي إلى نزوعهما إلى أن يلتصقا معاً[2].

كما يبين العلماء أنه اتضح أن جديلتي هـذا اللولـب المـزدوج إذا انفصلتا أثناء الانقسام مثلاً، فإن بإمكان كل جديلة منهمـا أن تبنـي جديلـة رقيقة مكملة، تكون مطابقة تماماً للجديلة الرقيقة التـي انفصـلت، فينـتج من هذا لولبان مزدوجان متطابقان، وفي نفس الوقت هما مطابقـان للولـب المزدوج الأصل، كل منهما مكون من جديلة قديمة وأخرى جديدة[3].

---

(١) الدكتور أحمد مستجير، القرصنة الوراثية ص١٤٧.

(٢) الإنسان وخريطة الجينات، د. حسين عبد الحي قاعود ص٣٤.

(٣) قراءة في كتابنا الوراثي، للدكتور أحمد مستجير ص٢٨، ٢٩.

وفي عام ١٩٥٦ تم إثبات أن كل خلية من خلايا الجسم الإنساني تحتوي على ٤٦ كروموزوما، والمرحلة الحالية هي مرحلة الاكتشافات المتزايده لعدد كبير من المورثات، أي الجينات، وخاصة الجينات التي تتسبب في حدوث الأمراض الوراثية، وقد نشأ فرع جديد في العلوم الطبية يسمى الآن طب الموروثات[1].

---

[1] العصر الجينومي، للدكتور موسى الخلف ص٢٢، ٣٠.

الخلية، والكروموزوم، والجين، والجينوم

متى وكيف اكتشفت الخلية؟:

يحتوي الجسم الإنساني على أجهزة متعددة، كل منها يختص بالقيام بعمل معين، ففيه الجهاز الهضمي، والجهاز التنفسي، والجهاز التناسلي، وغير ذلك من أجهزة داخل جسم الإنسان، ويتكون كل جهاز من مجموعة من الأعضاء، وكل عضو بدوره مكون من مجموعة من الأنسجة المخصصة للقيان بمهمة واحدة، وكل نسيج هو أيضاً يتشكل من مجموعة من الخلايا المخصصة للقيام بعمل معين[1].

وقبل اختراع المجهر (الميكروسكوب) لم يكن أحد يتخيل أن أجسام الكائنات الحية، سواء كانت نباتات أو حيوانات مشتملة على الخلايا، وكان المعروف للناس أن النبات أو الحيوان أو الإنسان مكون من الأجزاء التشريحية التي نراها بالعين، فالنبات يتكون من الجذر والساق والأوراق، والحيوان – والإنسان نوع منه – يتكون من الأعضاء التي ألف الناس رؤيتها، مثل الجلد، والعظم، والمعدة، والأمعاء، والقلب، والكبد، إلى آخر الأعضاء التي يتكون منها الجسم، ولم يكن في تصور أحد أن يكون كل عضو من هذه الأعضاء عالماً قائماً بذاته، مليئاً بالأسرار والغرائب.

واستمرت الحال على هذا إلى أن حدث في عام ١٥٩١ اختراع أو تصميم المجهر (الميكروسكوب) على يد العالم الهولندي (ليفونهويك) من عدد من العدسات المكبرة، وكانت هذه المجاهر تستخدم في هذا الوقت

---

[1] الاستنساخ برمجة الجنس البشري والحيواني والنباتي بين العلم والدين د. خليل البدوي ص٢٣٢.

في مصانع النسيج لفحصها أنسجة الأقمشة حتى يتم التعرف على خصائصها ومتانة الخيوط المكونة منها، وما إذا كانت مشتملة على أي عيب فيها.

وفي عام ١٦٦٥ – وهو العام الذي يعتبر بداية لعلم الخلية[١] – خطرت للعالم الإنجليزي (روبرت هوك) فكرة أن يفحص بالميكروسكوب قطعة من الفلين[٢] ليرى كيف تبدو تحت هذه الميكروسكوبات، وكانت المفاجأة أن هذه المادة التي تبدو في الظاهر بالعين المجردة أنها متجانسة لا يوجد بها شيء من التفاصيل، ظهرت تحت الميكروسكوب أنها مكونة من حجرات كثيرة جداً، بعضها يجاور البعض الآخر، مرتبة على نسق هندسي رائع، يشبه إلى حد كبير الخلايا التي يقوم نحل العسل بصنعها ليفرز العسل فيها، فاستعار لفظ "الخلية" للدلالة على كل حجرة من هذه الحجرات[٣]، ونشر "روبرت هوك" أول بحث في علم الخلية في عام ١٦٦٧م حيث استعملت كلمة "خلية" بمعناها البيولوجي لأول مرة[٤].

---

[١] مقدمة في علم الوراثة، د. جمال الدين نصرت، ود. عبد الرؤوف سليم ص١٢.

[٢] الفلين مادة لينة مطاطة كتوم لا تتعفن، تستخرج من لحاء (قشرة) نوع من أشجار البلوط، ومنها يصنع سدادات القوارير وغيرها، المعجم الوجيز – مجمع اللغة العربية بالقاهرة.

[٣] وهناك رأي غير مقنع يقول أن البيولوجيين عندما فحصوا قلف الأشجار وجدوه مقسماً إلى وحدات دقيقة لها جدر خشبية تشبه خلايا الرهبان الهندسة الوراثية، وليام سربينز، ترجمة د. أحمد مستجير ص٣٣.

[٤] هذا هو علم البيولوجيا، دراسة في ما هية الحياة والأحياء، تأليف: إرنست مايير، ترجمة د. عفيفي محمود عفيفي ص١٠١.

وقد دفع كشف "هوك" كثيراً من الباحثين إلى القيام بفحص أجزاء نباتية أو حيوانية، مستعينين في هذا باستعمال هذه المجاهر (الميكروسكوبات) ثم حدث في عام ١٨٣٨ أن أعلن عالم النبات الألماني (ميتاس شيلدن) أن أي نبات أو قطعة منه إنما يحتوي على أعداد لا تحصى من الخلايا، ثم أعلن عالم الحيوان العالم الألماني أيضاً (تيودور شوان) في العام التالي أن أي حيوان أو قطعة منه يتكون من أعداد كثيرة جداً من الخلايا.

وفي نفس العام التقي العالمان (شيلدن) و(شوان) في حفل عشاء، تبادلا في أثنائه الرأي، واتفقا على إصدار ما عرف في تاريخ الخلية باسم (النظرية الخلوية) وتقول هذه النظرية إن كل الكائنات الحية، سواء كانت نباتات أو حيوانات موجودة على سطح الأرض أو في أعماق البحار مهما كانت معقدة التركيب ما هي إلا أعداد كبيرة جداً من الخلايا، مختلفة في أشكالها، وأحجامها حسب موقعها من الجسم[1].

رغبة العلماء في التعرف على ما بداخل الخلايا:

كان من الطبيعي بعد أن استقر عند العلماء أن كل الكائنات الحية مشتملة على خلايا أن ينتقلوا ببحوثهم ودراستهم خطوة أخرى، تحركها رغبتهم في التعرف على ما بداخل هذه الخلايا، هل هي مجرد حجرات خاوية لا تحوي شيئاً بداخلها، أم أن بداخلها شيئاً لابد أن يعرفوه؟، فاتجهت

---

[1] الرئيسيات والتطور – القردة، والنسانيس، والإنسان، للدكتور/ محمود البنهاوي، والدكتور/ جمال مذكور ص١٠٦، ١٠٧، وهندسة الأحياء.

بحوثهم إلى هذه الناحية، حتى إذا جاء عام ١٨٤٨ أعلن العالم الألماني (بركينج) أنه لاحظ مادة معينة تتحرك بصورة مستمرة داخل الخلايا النباتية، وفي العام التالي ١٨٤٩ أعلن أحد العلماء الألمان أيضاً، أنه لاحظ نفس هذه الملاحظة على الخلايا الحيوانية، ففي هذا العام أعلن العالم (فول مول) أن جميع الخلايا الحيوانية تحتوي على مادة متشابهة، واجتهد العلماء في اختيار اسم لهذه المادة التي اكتشف أن كل الخلايا النباتية والحيوانية تحتوي عليها، وتحيروا في اختيار اسم خاص بها، فأسموها (المادة المخاطية) أو (المادة الرغوية) أو (المادة الجيلاتينية) وغيرها.

ثم حدثت إضافة علمية عن هذه المادة التي تحتويها خلايا الكائنات الحية، فقد اكتشف العلماء أهميتها البالغة عندما تم تعرفهم على محتوى الخلية الذكرية (الحيوان المنوي) والخلية الأنثوية (البييضة)[1] وتبين أن كلا من هاتين الخليتين تتكون من كتلة من هذه المادة، وثبت أنه عندما يتم التقاء الحيوان المنوي بالبييضة فإنهما يندمجان وينشأ منهما خلية واحدة، هي البييضة المخصبة بالحيوان المنوي، وهي ما يسميها العلماء (الزيجوت) التي تنمو وتستمر في النمو حتى تصير إنساناً جديداً كاملاً، ويكبر إلى أن يصير قادراً بدوره على إفراز الحيوانات المنوية إذا كان ذكراً، أو إفراز البييضات إذا كان أنثى، ويتكرر الخلق إن تم اللقاء بين الذكر والأنثى وتستمر دورة الحياة إلى ما شاء الله تعالى، وبهذا تأكد العلماء أن هذه المادة

---

(١) الرئيسيات والتطور – القردة – والنسانيس، والإنسان، للدكتور محمود البنهاوي، والدكتور جمال سرور ص١٠٦، ١٠٧، وهندسة الأحياء وبيئة المستقبل، للدكتور سعيد محمد الحفار ص٣٤، وهذا هو علم البيولوجيا تأليف إرنست ماير، ترجمة د. عفيف محمود عفيفي ص١٠١.

هي الوسيلة الوحيدة التي يحصل بواسطتها أن تتواصل الحياة إلى أن تنتهي الدنيا، ولهذا أطلق العلماء على هذه المادة اسم (البروتوبلازم) وهي كلمة لاتينية معناها: المادة القديمة، أو الأساسية، أو الأزلية، وأصبح أمراً من الأمور الثابتة علمياً – بعد التعرف على هذه الحقيقة – أنه لا حياة دون البروتوبلازم، وأنه متى وجد البروتوبلازم فإنه توجد الحياة.

القضاء على فكرة خاطئة:

أدى تعرف العلماء على محتوى الخلية الذكرية والأنثوية إلى القضاء على فكرة خاطئة عن عملية التكوين، فقد كان هناك اعتقاد عند البعض بوجود مخلوق مصغر جداً (مسخوط) إما في الحيوان المنوي وإما في البييضة، وقد هوجمت هذه الفكرة، وسفهت تسفيهاً شديداً لا رحمة فيه من قبل العلماء[1].

فكان من الأفكار السائدة في العصور الوسطى أن تنامي الجنين هو مجرد تكشف شيء موجود منذ البداية في البذرة، فكان من المعتقد أن الإنسان يتشكل في اللحظة التي يتم بها الحمل، وأن نمو الجنين في الرحم ليس إلا تكبيراً لمخلوق بشري بالغ الصغر، وطبقاً لهذه النظرية فإن السائل المنوي ينقل إلى رحم المرأة إنساناً بالغ الصغر، وهكذا كانت الدعوى التي أدعاها "دالينيا تيوس" عام ١٦٩٩ أنه قد رأى إنساناً صغيراً في المنى البشري[2].

---

(١) الرئيسيات والتطور – مصدر سابق ص١٠٦، ١٠٧، وهذا هو علم البيولوجيا، مصدر سابق ص١٠٤، ١٠٥، وعالم جديد شجاع – عصر الجينوم وأعصاره، د. أحمد شوقي.

(٢) من يخاف استنساخ الإنسان؟ جريجوري أي بنس، ترجمة د. أحمد مستجير، ود. فاطمة نصر ص٨٦.

وأكد "مالبرانش" في أواخر القرن السابع عشر أن عنده دليلاً على أن كل مسخوط من هذه المساخيط الصغيرة يحمل في داخله مسخوطاً أصغر وهذا الأخير يحمل بدوره ما هو أصغر وأصغر إلى ما لا نهاية[1].

وأما القرآن الكريم وهو كلام الله عز وجل فيبين كيف يتم خلق الإنسان، فيقول تبارك وتعالى: **﴿فلينظر الإنسان مم خلق * خلق من ماء دافق * يخرج من بين الصلب والترائب﴾**[2].

ويتضح الإعجاز العلمي الرائع في معاني هذه الآيات بعد ما بين العلم أن هذا الماء الدافق مشترك بين الرجل والمرأة، فمن الرجل ماء دافق يحمل الحيوانات المنوية، ومن المرأة أيضاً ماء دافق هو الماء الذي يتدفق فيخرج مرة واحدة كل شهر من حويصلة جراف بالمبيض عند تمام نموها وكماله، فتتدلق المياه، ويتلقف البوق – وهو نهاية قناة فالوب – البييضة، فيدفعها دفعاً رقيقاً حتى تلتقي بالحيوان المنوي فيلقحها، ويبدأ الخلق.

يقول الدكتور محمد على البار الطبيب ذو الخلفية الفقهية بعد أن بين ما ذكرناه: وكلاهما – يعني ماء الرجل وماء المرأة – يخرج من بين الصلب والترائب، من الغدة التناسلية – الخصية أو المبيض – التي تتكون بين الصلب والترائب، كما أن تغذيتها وترويتها بالدماء والأعصاب تأتي من بين الصلب والترائب[3].

---

(1) عالم جديد شجاع، عصر الجينوم وإعصاره، د. أحمد شوقي ص٢٣.

(2) صورة الطارق، الآيات: ٥، ٦، ٧.

(3) خلق الإنسان بين الطب والإنسان، د. محمد علي البار ص١٢١، ١٢٢.

معظم المخلوقات تحتضن كل خلية فيها نواة:

معظم المخلوقات تحتضن كل خلية فيها جسماً كروي الشكل تقريباً يسمى (نواة الخلية) ويحيط بالنواة مادة هلامية تسمى (سيتوبلازم) وأول من أطلق هذا الاسم هو "كوليكر Kollicker" وتحاط الخلية كلها بغشاء رقيق يسميه العلماء (الغشاء الخلوي) أو (غشاء البلازما)[1] وتحتوي النواة على الحامض النووي الـ DNA مرتبطاً بمواد بروتينية[2].

تعريف الخلية:

عرفت الخلية في البداية بأنها (كتلة من البروتوبلازم تحتوي على نواة، ويحيط بها جدار خلوي) لكن هذا التعريف لم يكن جامعاً لكل أنواع الخلايا، وذلك لأنه توجد خلايا تحتوي كل منها على نواتين، ويوجد أيضاً خلايا ليس بها أنوية وهي خلايا الدم الحمراء، وإن كانت تحتوي على أنوية في أطوارها المبكرة.

وأيضاً فإنه إذا كان يوجد للخلايا جدار (ومعناها مادة غير حية) فإنه لا يوجد جدار في الخلايا الحيوانية، وإنما الذي يوجد في النوعين غشاء خلوي من مادة حية، ولهذا عدل العلماء عن التعريف السابق إلى تعريف جديد للخلية هو كتلة من البروتوبلازم، تحتوي على نواة أو أكثر على الأقل في مرحلة معينة من مراحل تكوينها، ويحيط بها غشاء خلوي[3].

---

(1) س، ج حول ثورة العلوم البيولوجية، للدكتور منير على الجنزوري ص٩، العلاج بالجينات لنفس المؤلف ص٢٠ وهذا هو علم البيولوجيا، تأليف إرنست ماير، ترجمة، د. عفيفي محمود ص٣٠.

(2) العلاج بالجينات، د. منير علي الجنزوري ص١٥.

(3) الرئيسيات والتطور، للدكتور محمود البنهاوي والدكتور جمال مذكور ص١٠٨، ١٠٩.

باستطاعة العلماء عزل بعض الخلايا من أنسجة الجسم:

يستطيع العلماء أن يعزلوا بعض الخلايا من أنسجة الجسم، وأن يعملوا من الوسائل العلمية ما يؤدي إلى حفظها لشهور طويلة خارج الجسم، وأن يتخذوا من الوسائل ما يؤدي إلى تنميتها وإكثارها في المعامل في أطباق بلاستيكية ذات أشكال مختلفة، وقد تبين من الأدلة أنها حية، كما تعطي الكائنات الدقيقة الدليل على حياتها بالسباحة في المياه الراكدة.

الخلية أصغر كائن حي:

الخلية فيها حياة حقيقية، والتقسيم ينتهي عند مستوى الخلية، فلو قسمت إلى شظايا لم تبق فيها حياة، فلا تستطيع أن تؤدي العمل المميز للخلايا الحية وهو التكاثر، وهذا معناه أن الحياة لا توجد في ما هو أدنى من الخيلة، فهي أصغر ما يسمى كائناً حياً، فليست مؤلفة من وحدات أصغر تستطيع أن تضاعف نفسها، مع أنها هي ذاتها تضم أجزاء أخرى أصغر.

ويشبهها (وليام بينز) أحد البيولوجيين – في كونها وحدة واحدة عاملة – بالسيارة، فليست تجميعاً كالجيش، فلو أزال الإنسان عجلات سيارته فلن يجد في هذه الحال سيارة أصغر، وإنما سيجد حطاماً.

الأحياء تختلف في عدد الخلايا:

إن جسم الإنسان يحوي ترليونات من الخلايا يقدرها العلماء بنحو مائة تريليون خلية، وتختلف الأحياء في عدد الخلايا التي يحتويها جسمها، فمثلاً جسم الفأر يحوي خلايا أقل من خلايا الإنسان، وجسم البرغوث أقل كثيراً من الفأر، وأقل عدد من الخلايا يحمله كائن حي هو خلية واحدة،

والكائن الحي الذي يحمل خلية واحدة فقط هو كائن كامل، إلا أنه لا يمكن رؤيته في العادة إلا بواسطة الميكروسكوب، وإن كان من الممكن رؤية بعض هذه الكائنات وحيدة الخلية بالعين المجردة بصعوبة كالأميبا مثلاً[1].

ولهذا يقسم البيولوجيون الكائنات الحية إلى نوعين:

- كائنات أوليات النواة.
- كائنات حقيقيات النواة.

فأما الكائنات أوليات النواة فهي كائنات حية لا توجد في خلاياها نواة، فالمادة الوراثية فيها تأخذ شكل جزيء من حامض الـ DNA ولا تتشكل على هيئة جسم محدد، وتعد هذه الكائنات بدائية، ومن هذه المجموعة البكتيريا وبعض الأنواع من الطحالب.

وأما الكائنات حقيقية النواة فإن الخلية فيها تحتضن نواة لها شكلها المحدد، والنواة لها غلاف من غشائين، وتحتوي على حامض DNA مرتبطاً بمواد بروتينية[2].

والبكتريا نوع رئيس من الكائنات ذات الخلية الواحدة، وبهذه الكائنات يمكن أن تتحول النفايات إلى (سباخ) يصلح لتسميد النباتات، كما أنها يمكن أن تفسد الطعام، وقد تسبب الأمراض في بعض الأحيان، وهي موجودة في كل مكان، في الهواء وفي الماء، وقد تعيش مسالمة داخل بعض الكائنات الأخرى أكبر حجماً، وكلها على وجه التقريب لا تسبب أذى للإنسان والحيوان، بل إن بعضها مفيد فعلاً.

---

(1) الهندسة الوراثية، تأليف: وليام بينز، ترجمة د. أحمد مستجير ص٣٣، ٣٤، والخلية الجذعية، خالد أحمد الزعيري ص٢٠.

(2) العلاج بالجينات، للدكتور منير علي الجنزوري ص١٥.

والبكتريا – كما بينا – مختلفة عن ما هو مألوف لنا من الكائنات، فهي من الكائنات ذات الخلية الواحدة في حين أن الفرد من النباتات أو الحيوانات يحوي عدداً أكثر من خلية، يتراوح ما بين بضع عشرات من الخلايا في النباتات الدقيقة إلى الترليونات في الإنسان.

وإذا تجمع عدد من الخلايا من نفس النمط أدى هذا إلى وجود نسيج، أي جزء من الجسم متناسق في مظهره ووظيفته، وقد يتصور البعض أن العظم ليس نسيجاً، ولكن العظم نسيج أيضاً، لأنه يحوي عدداً محدوداً من أنواع الخلايا يعمل لهدف واحد، وكذلك العضلات مثله، كما أن النباتات أيضاً لها أنسجة[1].

وقد وضع الله عز وجل معلومات وأسراراً في المادة الوراثية، التي أوجدها الله تبارك وتعالى في داخل نواة كل خلية من خلايا الجسم، التي لا يمكن أن ترى إلا بواسطة تكبيرها آلاف المرات بواسطة المجهر (الميكروسكوب).

الكروموزومات:

توجد المادة الوراثية على شكل الخيوط الرفيعة المتطاولة المتناثرة ضمن النواة، وهذه الخيوط تسمى كروموزومات يبلغ عددها ٤٦ كروموزوما في الإنسان، وكلمة "كروموزوم" مشتقة من كلمتين لاتينيتين هما "كروموس" (تقبل الصباغة) والسوما (أجسام)، فهي أجسام تقبل الصباغة[2]، ويسمى العلماء هذه الخيوط بالحمض النووي الريبي، منزوع الأوكسجين، أو يسمى بطريق الاختصار DNA.

---

(1) الهندسة الوراثية، تأليف: وليان بينز، ترجمة د. أحمد مستجير ص٣٣، ٣٥.

(2) ما هي الوراثة، تأليف جولد شمدت، ترجمة د. مصطفي طلبة ص٥٠.

وتبين أن هذه الخيوط الطويلة تلتف حول نفسها فتأخذ شكلاً لولبياً أو حلزونياً مضاعفاً، وهذا الخيط الـ DNA يتكون من مجموعة هائلة من المورثات (الجينات) وهي أجسام صغيرة جداً لها مواقع محددة على طول الخيط كحبات المسبحة، ويتحكم الجين في الصفات الوراثية المختلفة.

وقد تأخذ المادة الوراثية أشكالاً متعددة، تبعاً للمرحلة الوظيفية للخلية التي توجد بها الخلية في أثناء حياتها (مراحل الانقسام الخلوي) فلا تثبت على شكل واحد، ولهذا تختلف تسميات العلماء لها تبعاً لمراحلها المختلفة، ففي مرحلة يسميها العلماء (الحمض النووي DNA)، وتسمى في مرحلة أخرى (كروماتين) وأحياناً أخرى يسمونها الصبغيات (الكروموزومات)[1].

وأول من أدخل اسم "كروموزوم" لأول مرة هو "والدبر" عام ١٩٨٨[2]، ومن الثابت علمياً أن الكروموزومات وهي الحاملة للجينات تكون الأساس المادي للوراثة[3].

وبصفة عامة فإن الصفة الواحدة لها جينان، أحدهما من الأم، والآخر من الأب، وعلى سبيل المثال فإنه وجد أن صفة الاستطالة في نبات الباسلاء لها جينان، أحدهما للطول ويرمز له برمز (L) والآخر للقصر، ويرمز له بالرمز (l)، وثبت أن نبات الباسلاء يسود فيه جين الطول على جين

---

[1] العصر الجينومي، للدكتور موسى الخلف ص٦٣، ٦٤، وآفاق استخدام الجينات، بحث للدكتورة نجوى عبد المجيد ضمن أبحاث المؤتمر الدولي لأخلاقيات الإعلام العلمي في مجال البحوث البيولوجية ص٥٤٩.

[2] مقدمة في علم الوراثة د. جلال الدين صفوت، د. عبد الرؤوف سليم ص١٣.

[3] مقدمة في علم الوراثة، المصدر السابق ص٣٢٧.

القصر، فإذا ورث النبات الجينين (LL) من الأبوين كان النبات طويلاً، ويوصف بأنه نقي في هذه الصفة، وإذا ورث النبات الجينين (LI) كان النبات طويلاً ويوصف بأنه خليط في هذه الصفة، وإذا ورث النبات الجينين (II) من الأبوين كان النبات قصيراً، وفي جميع الحالات يوصف الجينان المسئولان عن الصفة بأن كلاً منهما مقابل الآخر[1].

الكائنات الحية لا تتساوى في عدد الكروموزومات:

لا تتساوى الكائنات الحية في عدد الخيوط التي تحتويها خلاياها، ففي كل خلية من خلايا الإنسان – ما عدا الخلايا التناسلية وهي الحيوانات المنوية والبييضات – ٤٦ كروموزوما، أو ثلاثة وعشرون زوجاً، والشمبانزي تحتوي خلاياه على ٤٨ كروموزوما، والحصان على ٦٤، والقط على ٣٨، والأغنام على ٥٤، والكلب على ٧٨، والذبابة المنزلية على ١٢، والأرنب على ٤٤، والضفدع على ٢٢، وخلية ذبابة الخل ثمانية كروموزومات، وخلية الخميرة التي نستعين بها في عمل الخبز محتوية على اثنين وثلاثين كروموزوماً، ويجب أن يلاحظ أن عدد الكروموزومات ثابت في كل نوع[2].

---

[1] العلاج بالجينات، د. منير على الجنزوري ص١٧.

[2] الإنسان والهندسة الروائية، د. علي محمد علي عبد الله ص١٤٢، ١٤٣، والوراثة والإنسان، د.محمد الربيعي ص١٣ – ١٧.

الكروموزمات على شكل أزواج:

الكروموزومات مرتبة في كل خلية من خلايانا على شكل أزواج متماثلة، أحد هذه الأزواج يرثه الفرد منا من الأب، ويرث الآخر من الأم، ويوجد زوج واحد من الكروموزومات في كل خلية يعرف بكروموزوم الجنس، فقد جعله الله وسيلة إلى جنس الجنين، فهذا الزوج من الكروموزومات متماثلة عند الأنثى، ويسميه العلماء (XX) وأما في الذكر فيختلف الفردان ويطلق العلماء عليهما (XY)، وبينما نجد أن الخلايا الجسمية تحتوي على الفردين من هذا الزوج، فإننا نجد أن الخلايا الجنسية لا تحتوي إلا على فرد واحد فقط، بسبب أن الخلايا الجنسية تحتوي على نصف المجموعة الكروموزومية، أي على ثلاثة وعشرين فرداً فقط، ومعنى هذا أن كل بييضة تحتوي على الكروموزوم الجنسي (X) بالإضافة إلى الاثنين والعشرين كروموزوما الجسمية، بينما الحيوانات المنوية تحتوي على نوعين، فهي إما أن تكون محتوية على الكروموزوم الجنسي (X) بالإضافة إلى الاثنين والعشرين كروموزوما الجسمية، أو محتوية على الكروموزوم الجنسي (Y) بالإضافة إلى الاثنين والعشرين كروموزوما الجسمية.

انقسام الخلايا ينقسم إلى نوعين:

أحدهما : انقسام عادي، ويسمى أيضاً انقسام خيطي، أي فتيلي وهو يؤدي إلى إيجاد خلية تماثل الخلية السابقة أي الخلية الأم، وتحتوي على نفس عدد الكروموزومات، أي ٤٦ كروموزوما.

وهذا النوع من الانقسام الخلوي يحدث في كل خلايا الجسم الإنساني عدا الخلايا الجنسية (البييضة والحيوان المنوي) أثناء النمو والتئام الجروح، وتعويض الفاقد.

والنوع الثاني: من الانقسام الخلوي هو الانقسام الاختزالي[1] وفيه تنقسم الخلية، فيذهب نصف الكروموزومات الموجودة فيها إلى خلية، ويذهب نصفها الآخر إلى خلية أخرى، وتحتوي كل خلية جديدة من هاتين الخليتين على ٢٣ كروموزوما بدلاً من ٤٦ كروموزوما، فهذا الانقسام يؤدي إلى إنتاج خلايا مختلفة عن الخلايا الأم، وبه يتم اختزال الكروموزومات الـ ٤٦ إلى نصفها وهو ٢٣ كروموزوما، وهذا النوع من الانقسام يحدث أثناء تكوين الأمشاج[2]، في كل من خصية الرجل ومبيض الأنثى فتتحول خلايا الخصية إلى حيوانات منوية، وتتحول خلايا المبيض إلى بييضات، فهذا الانقسام سمي انقساماً اختزالياً، لأن النواة تحتوي على ٤٦ كروموزوما في البداية، وعند تكوين الحيوانات المنوية والبييضات من الخلايا الأولية منهما تختزل عدد

---

(١) معنى الاختزال: الاختصار، فبدلاً من أن تكون الخلية ٤٦ كروموزوما في الإنسان فإنها بعد انقسامها إلى خليتين تصير كل خلية منهما محتوية على ٢٣ كروموزوماً فقط.

(٢) الأمشاج جمع مشيج، والمشيج يعبر بها العلماء عن الخلية التناسلية وقد وضع "جوهانسن" عام ١٩٠٩ تعريفاً للخلية التناسلية "جاميط" "Gammete" والبعض يترجم هذا المصطلح أحياناً إلى اللغة العربية بلفظ "مشيج" الاستنساخ والإنجاب بين تجريب العلماء وتشريع السماء، د. كارم السيد غنيم ص١٩، دار الفكر العربي.

الكروموزومات الستة والأربعين إلى نصفها في كل من الحيوان المنوي الناضج والبييضة الناضجة، ولأن النواة في كل من البييضة والحيوان المنوي تحتوي العدد النصفي من الكروموزومات، فإذا تم تلقيح البييضة بالحيوان المنوي فإنهما يتحدان في خلية واحدة، وهذه الخلية الناتجة أي الخلية الملقحة تكون النواة فيها محتوية للعدد الكامل للكروموزومات وهو ٢٣ زوجاً أي ٤٦ كروموزوما[١] كما هو موجود في خلايا الأب والأم فتبارك الله أحسن الخالقين، وكان أول من أطلق اسم "كروموزوم" هو العالم "والداير" عام ١٨٨٨[٢].

نوع الجنين تابع لنوع الحيوان المنوي:

نوع الجنين من حيث الذكورة والأنوثة يرجع بتقدير الله تبارك وتعالى وإرادته وقوانينه في خلقه إلى نوع الحيوان المنوي المخصب للبييضة، فإذا كان الحيوان المنوي الذي حدث منه التخصيب يحتوي على كروموزوم (X) والبييضة دائماً محتوية على كروموزوم (X) فإن المولود يكون أنثى (XX) بعد تخصيب البييضة، وأما إذا كان الحيوان المنوي

---

[١] الاستنساخ والإنجاب بين تجريب العلماء وتشريع السماء د. كارم السيد غنيم ص٢١ والتشوهات الوراثية في الجنين د. خالد عبد الله العلي ص٢ بحث مقدم إلى ندوة الانعكاسات الأخلاقية للأبحاث المتقدمة في نظم الوراثة المنعقدة بالدوحة ١٣ – ١٥ فبراير ١٩٩٣، وخلق الإنسان بين الطب والقرآن د. محمد علي البار ص١٣١.

[٢] مقدمة في علم الوراثة د. جمال الدين نصرت، ود. عبد الرؤوف سليم ص١٣، وزراعة الأعضاء التناسلية والغدد التناسلية للمرأة والرجل، للدكتورة صديقة العوضي، والدكتور كمال محمد نجيب، بحث منشور في مجلة مجمع الفقه الإسلامي، الدورة السادسة، العدد السادس، الجزء الثالث.

محتوياً على كروموزوم (Y) فإن جنس المولود يكون ذكراً (XY) حسب القانون الذي جعله الله عز وجل في خلقه.

ووجود هذه الكروموزومات بالصورة التي خلقها الله بها من ما يبين خطأ الدعوى التي يدعيها المنادون بالمساواة المطلقة بين الأنثى والذكر، فهذه الكروموزومات الموجودة في الإنسان وعددها ستة وأربعون، والمكونة على صورة ثلاثة وعشرين زوجاً، والذي جعل الله عز وجل اثنين وعشرين زوجاً منها مسئولة عن بنيان الجسم الإنساني والصفات التي سيكون عليها، وجعل واحداً منها فقط سبباً في الذكورة أو الأنوثة، وهو الكروموزوم الثالث والعشرون في خلية الذكر، وهذا النظام الذي أبدعه الخالق عز وجل في الفرق بين الذكر والأنثى يوضح الحقيقة التي تفصل بين النوعين، تفصل في خلايا النوعين، في خلايا الجلد، وخلايا الشعر، وخلايا الفم، وخلايا الدم، حتى خلايا المخ والعظام تبين بالعلم القاطع الحقيقة التي يتجاهلها الرافعون لراية المساواة المطلقة بين الرجل والمرأة، وهم بدعواهم مصادمون للفطرة التي فطر الله الناس عليها، الفطرة الموجودة في كل خلايا الجسم الإنساني، بل في كل ذرة من ذرات تكوينه، وفي الهرومونات التي تختلف بين الذكر والأنثى، ومصادمون لحقيقة اختلاف التشريح الجسماني بينهما، لا لحقيقة اختلاف كل منهما عن الآخر في جهازه التناسلي فحسب، بل إن الاختلاف تحقق حتى في تكوين العظام وهيآتها، وتكوين العضلات، والأوتار، وشدتها، بل إن الفروق بين النوعين لا تقتصر على الاختلاف في الجسم، بل هي أيضاً موجودة في النفس، والسلوك، والفكر، والمنزع والتوجه[1].

---

[1] خلق الإنسان بين الطب والقرآن، د. محمد علي البار ص١٢٥.

مصطلح الجين:

يطلق العلماء لفظ "الجين" على وحدة الوراثة التي تنقل بواسطتها إمكانية الصفات الخاصة من الآباء إلى الأولاد[1]، وهو جزء يسير من الحامض النووي الذي يسميه العلماء (DNA) أي الحامض منزوع الأوكسجين، فالجينات هي العوامل التي تحدد صفات الفرد، والتي تقع على الكروموزومات داخل النواة التي توجد في كل الخلايا الحية، فهي أجزاء من الكروموزومات، وهي تصطف على الكروموزومات في ترتيب خطي كحبات العقد، وكان أول من أطلق مصطلح "جين" على العامل الوراثي هو العالم "جوهانسن" في سنة ١٩٠٩[2]، وكلمة "الجينات" كلمة يونانية معناها "المنتجة"[3].

فالجين جزء من الحامض النووي (DNA) والجينات موجودة طولياً على الكروموزومات، وكل جين له موقع خاص محدد على كروموزوم بعينه، وتتحكم الجينات – بقدرة الله عز وجل وإرادته – في كثير من الصفات التي يتصف بها الإنسان كالطول والقصر والشكل، ولون الجسم، ولون العين، والصوت، والشم، وغيرها الكثير[4].

---

(١) الاستنساخ والإنجاب بين تجريب العلماء وتشريع السماء مصدر سابق ص٢١، والتشوهات الوراثية في الجنين د. خالد عبد الله العلي ص٢ بحث مقدم إلى ندوة الانعكاسات الأخلاقية للأبحاث المتقدمة في عالم الوراثة المنعقدة بالدولة ٣ – ١٥ فبراير ١٩٩٣م.

(٢) الاستنساخ والإنجاب للدكتور كارم السعيد ص١٩ وهذا هو علم البيولوجيا، تأليف: إرنست ماير، ترجمة د. عفيفي محمود عفيفي ص٧٦ ومستقبلنا الوراثي الجمعية الطبية البريطانية، ترجمة د.مصطفي إبراهيم فهمي ص٢٥.

(٣) عصر الجينات والإليكترونيات تأليف: والتر تروت إندرسون، ترجمة د. أحمد مستجير ص٢٣.

(٤) العلاج الجيني والانعكاسات الأخلاقية، د. صديقة العوضي، بحث مقدم إلى ندوة الانعكاسات الأخلاقية للعلاج الجيني بجامعة قطر في الفترة من ٢٠ – ٢٢ أكتوبر ٢٠٠١م.

ومن الثابت علمياً أن الكروموزومات وهي الحاملة للجينات تكون الأساس المادي للوراثة[1].

ويوضح الدكتور حسان حتحوت فيقول: "والمعلوم أن الكروموزومات تقبع في النواة، وقد اختصر طولها بأخذ شكل لولبي محكم، إذا فردناه وجدنا سلسلة من مركبات أدق تعرف بالجينات، وهي وحدات الوراثة، كما أنها تقرر أداء الخلية لوظائفها الحيوية، فإن استطعنا ربط مرض بعينه بمنطقة من الكروموزومات فإن هذه المنطقة على قصرها تشتمل على ألوف الجينات، ولا يزال علينا أن نعرف أي واحد هو المسئول أي هو المعيب، وذلك إذا أردنا أن نحدد التشخيص الدقيق الذي هو أساس العلاج المجدي[2].

وكان العلماء يظنون أن الجينوم الخاص بالإنسان يحمل مائة ألف من الجينات، إلا أن النتائج التي أسفر عنها مشروع الجينوم البشري تقول إن العدد يتراوح ما بين ٣٠ – ٣٥ ألف جين، والجينات تبلغ نحو ٥% من مجمل الجينوم، أما الباقي وهو ٩٥% فيقال عنه: "سقط الـ DNA" والعلماء لا يعرفون إلى الآن وظيفة له واضحة[3] لكن لابد له من وظيفة، لأن الله عز وجل لا يخلق شيئاً عبثاً، ولعل الله تبارك وتعالى يعطي العلماء علماً يتبينون بواسطته هذه الوظيفة، قال تبارك وتعالى: **﴿وما أوتيتم من العلم إلا قليلاً﴾**[4].

---

[1] مقدمة في علم الوراثة، للدكتور جمال الدين نصرت، والدكتور عبد الرؤوف سليم ص٣٢٧.

[2] بهذا ألقى الله، للدكتور حسان حتحوت ص١١٦.

[3] الثورة البيولوجية، للدكتور أحمد مستجير ص٩٤.

[4] سورة الإسراء، من الآية ٨٥.

متى عرف عدد أزواج الكروموزومات:

لم يعرف العلماء العدد الحقيقي لأزواج الكروموزومات في الإنسان إلا مؤخراً جداً، ففي عام ١٩١٢ أعلن أحد العلماء البلجيك "هانسن فون فينيفارتر" أن عدد الكروموزومات عند الرجل ٤٧ وعند المرأة ٤٨ (أي ٢٤ زوجاً) وقال: إن السبب في هذا راجع إلى أن المرأة تحمل كروموزومي جنس، بينما الرجل يحمل كروموزوما واحداً، وحدث أنه في عام ١٩٢١ أن أخذ رجل من تكساس اسمه "ثيوفيلوس بينتر" شرائح رقيقة من خصية ثلاثة رجال، اثنين أسودين والثالث أبيض، كانوا قد أجريت لهم عملية اخصاء لكونهم مجانين، وقام هذا الرجل بتثبيت الشرائح بالكيماويات، وفحصها تحت الميكروسكوب، وحاول أن يحصي الكتلة المتشابكة من الكروموزومات، التي أمكن له أن يراها في الخلايا المنوية لهؤلاء الثلاثاء التعساء، وتوصل إلى أن أفضل عدد الكروموزومات هو ٤٨ (أي ٢٤ زوجاً) وقال: "أشعر بأن هذا صواب" ونشر في عام ١٩٢٤ تقريراً عن ذلك.

ومع أن آخرين قاموا بتجربة هذا الرجل بطرائق أخرى فإنهم اتفقوا جميعاً على أن عدد الكروموزومات أربعة وعشرون زوجاً، وظل هذا كأنه حقيقة علمية لا ينازع فيها أحد لمدة تربو على ثلاثين عاماً، بل بلغ الأمر أن مجموعة من العلماء كانوا يجرون تجاربهم على خلايا كبد الإنسان، فكفوا عن تجاربهم لأنهم لم يستطيعوا أن يجدوا إلا ثلاثة وعشرين زوجاً من الكروموزومات في كل خلية.

وقام باحث آخر بابتكار طريقة لفصل الكروموزومات إلا أنه ظل يظن أنه رأى أربعة وعشرين زوجاً من الكروموزومات، واستمرت الحال على هذا التصور حتى عام ١٩٥٥ عندما غادر رجل أندونيسي اسمه "جو – هين تجيو" أسبانيا إلى السويد، ليعمل مع "ألبيرت ليفان" السويدي الجنسية، واستخدما تقنيات أفضل فرأيا بوضوح أن العدد الصحيح للكروموزومات التي يحملها الجينوم البشري هو ٤٦ كروموزوما أي ٢٣ زوجاً، ولم يكتفيا بهذا، بل رجعا إلى الوراء، فأحصيا ثلاثة وعشرين زوجاً في الصور الفوتوغرافية الموجودة بالكتب التي يذكر التعليق فيها أن عدد الكروموزومات أربعة وعشرون زوجاً.

وبعد أن تأكد العلماء من صحة هذا العدد للكروموزومات تم عقد مؤتمر للوراثة في "دنفر – كلورادو" اتفق فيه العلماء على ترقيم الأوتوزومات (أي الكروموزومات غير كروموزومي الجنس Y، X) حسب تدرج أحجامها بحيث يعطي الرقم ١ للكروموزوم الأكبر.

وبعض العلماء يعلل لكون الكروموزومات عند الإنسان ثلاثة وعشرين زوجاً وعند الشمبانزي وأفراد الغوريلا أربعة وعشرين زوجاً، أن اثنين من كروموزومات القردة العليا قد اندمجا معاً فينا نحن البشر، وأن الكروموزوم رقم ٢ ثاني أكبر كروموزومات الإنسان قد تكون من اندماج كروموزومين متوسطي الحجم من كروموزومات القردة العليا، الأمر الذي يمكن إدراكه من نمط الشرائط السوداء على الكروموزومات الخاصة بكل كروموزوم مقابل[1].

---

[1] الجينوم، السيرة الذاتية للنوع البشري مصدر سابق ص٣٢.

رأينا في هذا التعليل:

وهذا الرأي لا يتفق وما نؤمن به يقينا وهو أن الإنسان لم يجئ نتيجة تطور الأنواع كما هي نظرية دارون في النشوء والارتقاء التي قدمها في كتابه "أصل الأنواع" وهاجمه العلماء هجوماً شديداً، وإنما خلق الله عز وجل الإنسان مستقلاً عن سائر الأجناس، كما بين القرآن الكريم في قول الله عز وجل: **﴿إذ قال ربك للملائكة إني خالق بشراً من طين * فإذا سويته ونفخت فيه من روحي فقعوا له ساجدين﴾**[1].

فلم يكن آدم مرحلة من مراحل تطور الأنواع، ويقول الله عز وجل: **﴿الذي أحسن كل شيء خلقه وبدأ خلق الإنسان من طين * ثم جعل نسله من سلالة من ماء مهين * ثم سواه ونفخ فيه من روحه وجعل لكم السمع والأبصار والأفئدة قليلاً ما تشكرون﴾**[2].

الجسم الإنساني يحتوي على نحو مائة تريليون من الخلايا:

يحتوي الجسم الإنساني – كما يقدر العلماء – على نحو مائة تريليون خلية، وهذه الخلايا مختلفة في تركيبها ووظائفها، فالوظيفة المنوطة بخلايا المخ مثلاً هي الذاكرة والذكاء، ووظيفة خلايا القلب الانقباض المتزامن، ووظيفة خلايا بطانة الأمعاء هي تكوين المواد المخاطية.

---

[1] سورة ص، الآيات ٧١، ٧٢.

[2] سورة السجدة، الآيات ٧، ٨، ٩.

وتختلف فترات حياة الخلايا، فالحيوان المنوي خلية وهو لا يعيش في خصية الرجل أكثر من أشهر معدودة، بينما مكن الله عز وجل البييضات – وهي أيضاً خلايا – من أن تعيش في مبيض المرأة نحوا من خمسين سنة، ويبدأ تكوينها بداخل المبيض قبل ميلاد الأنثى، وتبقى في أحد أدوار نضوجها إلى الوقت الذي تبلغ فيه البنت سن النضج، ويستمر إنتاج البييضات إلى أن تبلغ المرأة سن اليأس، وتنطلق البييضة من المبيض إلى الرحم عن طريق قناتي فالوب، فإذا تم لقاء الحيوان المنوي بالبييضة وهي في طريقها إلى الرحم يبدأ نمو الجنين بهذه البييضة التي لقحت بالحيوان المنوي، فيكونان خلية واحدة تبدأ في الانقسام إلى خليتين، والخليتان إلى أربع ثم ثمانية وهكذا يستمر النمو إلى كمال الإنسان[1].

ومن حيث وظيفة الخلية فإن أي نشاط حيوي يتم في الجسم كعملية الهضم، والتنفس، والإفراز، والإحساس، والتكاثر، وغير ذلك لكي يكون مكتملاً محققاً لغايته فإنه لا سبيل إلى هذا إلا أن يبدأ أو ينتهي داخل الخلية.

فإذا قامت الخلايا بوظائفها قياماً سوياً صلح حال الجسم بأكمله، وأصبح الكائن الحي يمارس أنشطته على الوجه الأمثل، وكان سليماً معافى، وأما إذا أصيبت خلايا أي عضو من أعضاء جسم الكائن الحي بالوهن أو بالعطب فإن ذلك ينعكس على نشاط هذا العضو، بل قد يؤثر في حياة الكائن نفسه[2].

---

[1] الرئيسيات والتطور – القردة والنسانيس والإنسان، للدكتور محمود البنهاوي، والدكتور جمال مدكور ص١٠.

[2] الوراثة والإنسان – أساسيات الوراثة البشرية والطبية، للدكتور محمد الربيعي ص١٢.

معنى الجينوم البشري:

كلمة جينوم مركب مزجي مكون من كلمتين هما كلمة "جين" وكلمة "كروموزوم" مع اختصار في بعض حروف الكلمة الثانية تسهيلاً للمركب، كما يعبر – مثلاً – عن المنظمة العالمية التي تشمل المدن الأوربية ومدن الشرق الأوسط، يعبر عن ذلك بكلمة واحدة بدلاً من كلمتي "أوروبية" و"متوسطية" فيقولون: منظمة المدن "الأورومتوسطية" فأدمجت الكلمتان في كلمة واحدة، وحذفت بعض الحروف تسهيلاً للنطق، وهكذا في كلمة "الجينوم" فإنها مركب مزجي من كلمة "جين" وكلمة "كروموزوم"، ويقصد بهذا المركب التعبير عن كتلة المادة الوراثية جميعها[1].

تعريف الجينوم:

تدور التعريفات التي بينها العلماء للجينوم على أنه المادة الوراثية، فيعرفه، "مات ريدلي" بأنه المجموعة الكاملة من الجينات البشرية[2]، ويبين "ستيفن نوتنجهام" أن الجينوم هو مجموع الـ DNA بالكائن الحي[3].

وعرفه الدكتور أحمد مستجير بأنه مجمل المادة الوراثية (المسماة DNA) التي يحملها الحيوان المنوي أو البييضة، والموجودة بنواة كل خلية من خلايا أجسادنا[4].

---

(1) أنظر: قراءة الجينوم البشري، للدكتور حسان حتحوت، بحث مقدم إلى ندوة الوراثة والهندسة، المنعقدة بالكويت في ١٣ – ١٥ أكتوبر ١٩٩٨.

(2) الجينوم، تأليف مات ريدلي، ترجمة د. مصطفي إبراهيم فهمي.

(3) طعامنا المهندس وراثياً، ستيفن نوتنجهام، ترجمة د. أحمد مستجير ص٢٧.

(4) الثورة البيولوجية د. أحمد مستجير ص٩٣.

وعرفه الدكتور موسى الخلف بأنه مجموع المادة الوراثية التي تحتويها الخلية، وهي تتضمن كل المورثات يضاف إليها جميع المادة الوراثية المحيطة بمنطقة المورثات[1].

وقد أطلق "والتر جيلبرت" الحائز على جائزة نوبل على الجينوم اسم "الكأس المقدسة لوراثة الإنسان"[2] والكأس المقدسة هي التي يعتقد المسيحيون أنها التي شرب منها المسيح عليه السلام في ما يسميه المسيحيون العشاء المقدس، والتي راح المسيحيون فيما بعد يجدون في البحث عنها[3].

والتسمية للجينوم البشري بالكأس المقدسة لوراثة الإنسان يشير إلى أن البيولوجيين سيواصلون البحث بصفة مستمرة هدفاً إلى الوصول إلى أسرار الطاقم الوراثي البشري كما يبحث المسيحيون عن ما يسمونه الكأس المقدسة.

---

(1) العصر الجينومي د. موسى الخلف ص٢١٣.

(2) الشفرة الوراثية للإنسان، تحرير دانييل كيفلس، وليروي هود، ترجمة د. أحمد مستجير ص٧.

(3) كسر شفرة المورثات – الجينوم –، تأليف كيفن ديفس، تعريب د. ياسر العيتي هامش ص٢٦.