الفصل الثانى

# وأكمل الغرب المسيرة

# تصـــدير

لقد استفادت الحضارة الغربية كثيرًا من منجزات الحضارة الشرقية ومن مجهودات علماء الشرق فى وضعهم لأنوية العلوم المختلفة ، لتشيِّد حضارة باهرة ، تطوَّر فيها الفكر البشرى سريعًا ، ليصل إلى قمة عطائه فى تلك الثورات العلمية التى شهدها العالم من اكتشاف الذرة إلى الكمبيوتر ، والسوبر كمبيوتر ، وعلوم الفضاء والاتصالات ، وانتهاءً بالهندسة الوراثية ؛ التى ستغيِّر كثيرًا من وجه الحياة فى العالم فى المستقبل القريب ، وسوف نرى من خلال هذا الفصل مدى ما قدمته عقول علماء الحضارة الغربية من إنجازات فى تاريخ الحضارة البشرية .

# « منـدل »
# بيـن الفقـر والطمـوح والأمـل

ولد « مندل » سنة ١٨٢٢م ، فى أسرة فقيرة عُرفت بالتديُّن ، ومن ثمَّ كانت رهبانيته بالدير التابع للنظام الأوجستينى ببلدة برون[١] التابعة آنذاك للإمبراطورية النمساوية .

نشأ مندل فى ظروف صعبة قاسية ، وكان لهذا أثره البالغ فى أن ينزع إلى حياة العزلة والتأمل .. وكان متوقد الذهن ، وكان لحياته الصعبة التى عاشها انعكاس واضح فى دقته فيما أُسند إليه من أعمال أو ما كُلِّف به من مهامَّ بعد ذلك .

لاحظ صفاته تلك رؤساؤه بالدير ، فأوفدوه إلى جامعة « فيينا » لدراسة التاريخ الطبيعى حيث أبدى تفوقًا ملحوظًا فى دراسته ونال تقدير أساتذته فى تلك الجامعة العريقة التى كانت تُعَدُّ من أعرق جامعات وسط أوربا آنذاك ، ثم عاد مندل إلى «برون» مرة ثانية ليقوم بتدريس العلوم بها .

وكانت نزعته التأملية هى الدافع الرئيسى لملاحظته الشديدة لاختلاف ألوان أزهار نبات البسلة ، ومن ثمَّ كان بحثه عن سبب هذا الاختلاف ، وقد ساعد مندل فى التوصل إلى تفسير علمى لهذا الاختلاف عدم وجود ارتباط فى الصفات التى قام بدراستها.

تركزت دراسة مندل بدايةً على دراسة الفروق بين بذور نبات البسلة واستمر ذلك لمدة سبع سنوات .

كان فى أثناء ذلك يقوم بشراء بذور نبات البسلة من تجار البذور ، وزراعتها فى

(١) تسمى الآن « برنو » وهى فى جمهورية التشيك حالياً .

حديقة الدير ، ثم يلاحظ الاختلاف فى صفات النباتات الناضجة.. كان ثمة سؤال يلح عليه :

ماذا يحدث لهذه الصفات المتفارقة لو أُجرى تلقيح بين حامليها ( نباتات البسلة )؟ هل ستظهر صفات جديدة ؟ .. أم ستظهر صفات وتختفى صفات أخرى ؟

وليحكم على ذلك حكمًا علميًّا أجرى تجاربه بتلقيح نباتات بسلة طويلة بأخرى قصيرة ، وانتظر لحين نضج نباتات الجيل الأول ولاحظ ما حدث لها ..

اتضح لمندل أن الجيل الأول ظهر كله بصفة واحدة من صفات الأبوين ، هى صفة الطول .. إذن : فصفة الطول سائدة على صفة القصر ، وهذا هو الاستنتاج الأول الذى خرج به مندل من تجربته تلك .

لكن ماذا لو أجرينا التلقيح بين فردين من أفراد الجيل الأول، أو فرد واحد مع ذاته ؟

كان هذا هو السؤال الذى جعل مندل يقوم بتلقيح فردين من أفراد الجيل الأول ، ويلاحظ ما يجدّ فى صفات الأفراد الناتجة . لقد وجد مندل أن الأفراد الناتجة فى هذا الجيل ( الجيل الثانى ) تحمل الصفتين معًا ( الصفة السائدة ، والصفة المتنحية ) ولكن بنسبة محدودة هى :

٣ : ١

سائد متنحٍّ

وكان هذا هو الاستنتاج الذى خرج به مندل من تجربته ، وقد صاغ مندل ما توصَّل إليه فى الاستنتاجين السابقين فى قانون عُرف بعد ذلك باسمه هو « قانون مندل الأول » والذى ينص على أنه : « إذا أُجرى تزاوج بين فردين يختلفان فى زوج واحد من صفاتهما المتفارقة ، فإن الجيل الأول يحمل جميعه الصفة السائدة ، أما الجيل الثانى فيحمل الصفتين معًا ، ولكن بنسبة ٣ : ١ »[1].

(١) أجرى مندل هذا التلقيح بين نباتين يختلفان فقط فى زوج واحد من الصفات المتفارقة ( طويل ـ قصير ) و ( أحمر ـ أبيض ) ... إلخ .

لكن ماذا يحدث لو أُجرى التلقيح بين نباتين يحملان زوجين من الصفات المتفارقة، كنبات طويل أحمر ، وآخر قصير أبيض ، وبإجراء التلقيح وملاحظة صفات الأفراد الناتجة لاحظ مندل أن الجيل الأول يحمل صفة وسطية من صفات الأبوين (قرمزى) ، أما الجيل الثانى فتتدرج به الصفات من الفرد الذى يحمل الصفتين السائدتين، إلى الفرد الذى يحمل الصفتين المتنحيتين ، وتكون نسب ظهور تلك الصفات كما يلى :

**١ : ٣ : ٣ : ٩**

**فرد متنحٍ فرد يميل للمتنحى فرد يميل للسائد فرد سائد**

وقد صاغ مندل ذلك فى قانونه الذى عُرِف بعد ذلك « بقانون مندل الثانى » والذى ينص على أنه : « إذا حدث تزاوج بين فردين يحملان زوجين من الصفات المتفارقة ، فإنهما ينتجان أفراداً يحملون صفة وسطية بين صفاتهما المتفارقة ، أما الجيل الناتج من تزاوج الأفراد البنوية فتظهر به صفات متدرجة من السائد إلى المتنحى ، وتكون بنسبة :

**١ : ٣ : ٣ : ٩**

**فرد متنحٍ فرد يميل للمتنحى فرد يميل للسائد فرد سائد**

وقد صاغ مندل استنتاجاته من قانونيه فى التحليلين الوراثيين الآتيين :

ـ لفردين يحملان زوجًا واحدًا من الصفات المتفارقة :

التلقيح بين الآباء tt × TT الآباء

الجاميطات t T

الجيل الأول ( سائد ) T t

التلقيح بين الأفراد البنوية T t × T t الآباء

الجاميطات T t T t

الجيل الثانى TT Tt Tt tt

**( ١ متنحٍ : ٣ سائد )**

ـ لفردين يحملان زوجين من الصفات المتفارقة :

التلقيح بين الآباء rr tt × RR TT الآباء

t r t r الجاميطات

Tt Rr الجيل الأول ( صفة وسطية )

التلقيح بين الأفراد البنوية Rr Tt × Rr Tt الآباء

t R t r الجاميطات T R T r

| | TR | Tr | tR | tr |
|---|---|---|---|---|
| TR | TTRR | TTRr | TtRR | TtRr |
| Tr | TTRr | TTrr | TtRr | Ttrr |
| tR | TtRR | TtRr | ttRR | ttRr |
| tr | TtRr | Ttrr | ttRr | ttrr |

الجيل الثانى

وقد سمَّى « مندل » قانونيه هذين ( الأول ، والثانى ) بقانونى الانعزال ، والتوزيع الحر ـ على الترتيب .

قدَّم مندل خلاصة نتائجه تلك مع فرضه الذى توصَّل إليه ، والذى كان يفسر هذا التوارث من وجهة نظره آنذاك ، وقد ثبت بعد ذلك صحة هذا الفرض بعد اكتشاف الجين، وينص فرض «مندل» على أنه:

« يتوقف ظهور الصفات المتفارقة كلون الأزهار الأحمر والأبيض فى البسلة على وجود شىء ما ينتقل من الآباء إلى الأبناء عن طريق الخلايا التوالدية ، أو الجاميطات» . ويطلق على هذا الشىء حاليًا اسم «جين»[1] .

(١) سينوت وآخرون : أساسيات علم الوراثة ـ ترجمة الدكتور عبد العزيز مصطفى وآخرين ( القاهرة ـ المركز القومى للإعلام والتوثيق ـ ١٩٦٩م ) ص ٦٦ .

لكن الظروف التى كانت تحيط بمندل آنذاك كانت ظروفًا غير مواتية ؛ فعندما تقدَّم باستنتاجاته إلى رئيس جمعية التاريخ الطبيعى بفيينا رُفضت استنتاجاته تلك وأُلقيت فى وجهه .. لكنه لم ييأس وتقدَّم ثانية ، وقُبلت نتائجه على مضض فى عام ١٨٦٥م ، وربما كان ذلك بسبب أن مندل لم يكن معروفًا فى الأوساط العلمية آنذاك لعزلته التى أشرنا إليها من قبل .

ولقد نشرت جمعية التاريخ الطبيعى أبحاث مندل فى سجلها السنوى - الذى كان يوزع على كل مكتبات أوربا وأمريكا - فى عام ١٨٦٦م ، أى : بعد عام كامل من قبول أبحاثه ، لكنها بقيت فى طىّ النسيان ، حيث لم يلقَ مندل تشجيعًا علميًّا ، أو تحفيزًا إعلاميًّا ، ولم يعرض نفسه على جامعات وسط أوربا وبخاصة جامعة فيينا التى درس بها من قبل .

كان الدافع وراء ذلك هو الفقر المدقع الذى لازمه طوال حياته ؛ مما جعله بمنأى عن الناس لا يخالطهم ولا يخالطونه .. لقد كان مقتنعًا بأن حظه من الحياة قد ناله ، فلم يتعب نفسه لينال ما لم يكن مقسومًا له ، لكنها سنَّة الحياة لا تحرم مجتهدًا من نتائج جهده وتعبه ، فقد عكف ثلاثة من الباحثين ـ كلٌّ على حدة ـ لدراسة الصفات المتفارقة ، وقد حصلوا على نفس النتائج التى حصل عليها مندل من قبل ، وتقدَّموا بها إلى المراكز العلمية عام ١٩٠٠م ، كل يبغى السبق لنفسه ، لكن نشر جمعية التاريخ الطبيعى ببرون نتائج أبحاث «مندل» عام ١٨٦٦م أعطته السبق .

هؤلاء العلماء هم: دى فريز ( هولندا )، كورنيز ( ألمانيا )، تشيرماك ( النمسا ).

ومنذ ذلك الحين نُصِّبَ « مندل » مؤسساً لعلم الوراثة ، رغم أنه لم يكن حينئذٍ من جملة الأحياء .

* * *

# الباحثـون الثلاثـة

من الناس من ينظر إلى الحياة على أنها رسالة لا بد أن يؤديها بإتقان ، حتى يضيف شيئًا إلى الحياة قبل أن يغادرها .. هكذا كان أولئك الباحثون الشباب الثلاثة :

كورنيز ( ألمانيا ) ، تشيرماك ( النمسا ) ، دى فريز ( هولندا ) .

نشأ كلٌّ منهم فى بلد غير الآخر ، لكن السِّمات الشخصية كانت واحدة ، تميِّـز كلًّا منهم بطموح شديد وحب للبحث والمعرفة . لفت نظر كلٍّ منهم تلك الأبحاث التى أُهملت وأُلقيت فى وجه صاحبها ، إنها أبحاث مندل التى استمر يجريها طوال سبع سنوات فى حديقة الدير الأوجستينى ببلدة « برون » بالنمسا ، والتى تناولت تفسير توارث الصفات ، وأجابت عن أسئلة عديدة ، مثل :

لماذا تختلف ألوان الأزهار من حمراء إلى صفراء إلى بيضاء ؟

ولماذا يتشابه بعض الأبناء مع الآباء ويختلف البعض الآخر ؟

ولماذا يختلف توارث الصفات من جيل إلى جيل آخر ؟

ورغم أهمية أبحاث مندل إلا أنها أُهملت ، ودخلت فى طىّ النسيان ، وكان لا بد لهذه الأبحاث من محرك يبعثها من جديد ويبحث صوابها من خطأها ، وكان ذلك المحرك متمثلاً فى العلماء الشبان الثلاثة ( دى فريز ، وكورنيز ، وتشيرماك ) .

لقد بدأ كلٌّ منهم بحثه عن تلك الأبحاث المندلية مبكرًا ، وكان ذلك يمثل لكلٍّ منهم هدفًا أساسيًّا ، تنقلوا بين مختلف مكتبات أوربا ، وحرصوا على زيارة جمعية برون للتاريخ الطبيعى ، والحصول على نسخة كاملة من أبحاث مندل ، والقيام

بدراستها ، وتفنيدها وفحصها نظريًا وعلميًا ، وكان ذلك يستلزم من كل منهم إعادة تجارب مندل للحكم على مدى صحة التجارب المندلية .

وأظهرت نتائج تجارب كلٍّ من العلماء الثلاثة عام ١٩٠٠م أن أبحاث مندل كانت هادفة ، ولم تكن عشوائية ، وأن نسبة الخطأ فى التجارب التى أجراها مندل كانت قليلة رغم ضعف الإمكانات المتاحة له وقتئذٍ ، كما أثبتوا صحة النتائج والقوانين التى استخلصها مندل من أبحاثه التى أجراها على نبات بسلة الزهور ، وقد قام كلٌّ منهم على حدة بنشر نتائج أبحاثه ، والتى وُزِّعت على جميع مكتبات أوربا ، وعلى جميع الباحثين المهتمين بلغز التوارث كما كان يُسمَّى قبل مجىء العلماء الثلاثة .

لقد كانت أبحاث العلماء الثلاثة سببًا مباشرًا فى اعتراف الأوساط العلمية بـ «علم الوراثة » وبتنصيب مندل مؤسساً لعلم الوراثة ، ولولا مجىء أولئك العلماء الثلاثة لما أُعيد اكتشاف قوانين مندل التى تبلورت عام ١٨٦٨م ، ثم ظلت اثنين و ثلاثين عامًا مهملة، لم يُعرها أحد اهتمامًا ، واعتبرها البعض حينذاك هراءً من رجل لا علاقة له بعلم الحياة .

إن كلاً من العلماء الثلاثة نموذج للباحث الشاب فى طموحه وتحديد هدفه ، وتحلِّيه بالإرادة والإصرار والتصميم على بلوغ الهدف مهما كانت العقبات التى تواجهه .

لم يلتفت أىٌّ من ( كورنيز ، ودى فريز ، وتشيرماك ) إلى الرأى الذى كان قد ترسَّخ فى جميع الأوساط العلمية بعدم جدية أبحاث مندل ، فلم يكن ذلك مُثنيًا لهم عن هدفهم الذى حدَّدوه ، وهو كشف اللثام عن حقيقة أبحاث مندل .

منذ ذلك الوقت ( عام ١٩٠٠م ) تأسَّس علم الوراثة ، واستمرت الأبحاث التى كشفت اللثام عن المادة الوراثية ، وعن تركيبها ووظيفتها وكيفية التحكم فيها ، وتوظيفها لصالح البشرية للتخلص من الأمراض الخطيرة وتوفير الغذاء للأفواه الجائعة.

لقد هوجم العلماء الشباب الثلاثة فى بداية رحلة كلٍّ منهم البحثية ، واتهمهم

البعض بالعبث والبحث عن سراب لا وجود له إلا فى فكرهم الخاطئ ( من وجهة نظر الناقدين ) ، بل إنهم لاقوا صعوبات شديدة فى الحصول على أبحاث مندل من برون حيث أجرى مندل تجاربه ، لكن إصرارهم وإرادتهم القوية جعلتهم يتغلَّبون على تلك المشكلات ، من أجل بلوغ هدفهم ، وقد تحقق لهم ذلك ، وكشفوا عن الحقيقة التى ظلت مطوية اثنين وثلاثين عامًا ، حقيقة التوارث وانتقال الصفات الوراثية ، ومنذ ذلك الحين لم تعد الوراثة لغزًا ، بل أصبحت حقيقة تعاملنا معها واستفدنا منها .

* * *

# جـريفـث

كانت حدة الصراع بين رجال الكنيسة ورجال العلم قد هدأت إلى حدٍّ ما ، وكان العلماء قد تبوَّأوا مكانتهم على الساحة الدولية .

وكان لهذا الجو العلمى الذى نشأ فيه « جريفث » أثره فى اتجاهه للبحث العلمى. استهوته أبحاث مندل وقوانينه ، والتى شهدت الضجة العالمية عندما أُعيد اكتشافها عام ١٩٠٠م .

كان جريفث وقتئذٍ قد جاوز العشرين من عمره .. وكان مقتنعًا كما سجَّل هو ذلك بنفسه أن ما فعله مندل هو بداية لثورة علمية لها أهميتها وخطورتها .

كانت الظروف تساعده على أن يواصل ما بدأه مندل من أبحاث حول موضوع التوارث، كان دائمًا يفكر فى الفرض النظرى الذى وضعه مندل ، والذى أوضح فيه وجود شىء وراء توارث الصفات ، وهو ما أسماه مندل « العامل الوراثى » .

لكن مندل لم يثبت فرضه هذا عمليًّا .. أما جريفث فقد أصرَّ على إثبات صحة هذا الفرض، وكان موقعه البحثى كباحث فى علم البكتيريا يساعده على القيام بذلك .. لقد استثاره الالتهاب الرئوى ، وتلك البكتيريا التى تسبب موت حاملها . كان ثمة سؤال يلحّ عليه وهو :

ماذا يحدث لو خلطت بكتيريا مميتة غير حية ببكتيريا غير مميتة حية ؟

كان ذلك هو الخاطر الذى دار فى ذهن جريفث وهو يعمل فى بحث حول بكتيريا الالتهاب الرئوى ، وهو ما قام به فى معمله حيث قام بخلط السلالتين معًا ، ثم قام بحقن مخلوط البكتيريا فى أحد فئران التجارب فمات ، وأعاد التجربة مرات عديدة

على مجموعة من فئران التجارب فماتت ، وهذا ما قاد جريفث إلى وضع فرضه الخاص به ، والذى حوى استخلاصاته ونتائجه ، والذى ينص على أنه : « توجد مادةٌ ما تنتقل من البكتيريا المميتة غير الحية إلى البكتيريا غير المميتة الحية ، وهى مسئولة عن تحويلها لبكتيريا مميتة حية » .

لقد تقدم جريفث إلى الأكاديمية البريطانية عام ١٩٤٣م بكشفه هذا ، وقوبل بالترحيب والتشجيع والأمل فى أن يكشف ماهية هذا الشىء ويفصل هذه المادة المسئولة عن عملية التوارث ، وهذا ما كان قد عقد النية عليه ، لكن العمر لم يمتد به .

مات جريفث تاركًا المسيرة لمن بعده ليكمل الطريق الذى بدأه ، وتلك هى سُنَّة الحياة، فكلٌّ مِنَّا لبنة فى بنيانها المحدود .. غير الكامل .

* * *

# إفـــــرى

ولد « إفرى » فى عام ١٨٧٧م ، وكانت نشأته مليئة بالكفاح من أجل الحياة ، أحبَّ العلم ، وكان على يقين أن مكانه فى رحاب العلم وأنه لن يستطيع أن يعيش خارج هذا المحراب ( يقصد محراب العلم ) .

اتجه إفرى إلى دراسة علم البكتيريا فى بداية حياته ، لفت نظره أبحاث العالم مندل، ولا سيما بعد ما أُثيرت حولها الضجة فى عام ١٩٠٠م .

وجاءت فرصته التى كان يطمح إليها عندما أعلن العالم جريفث عن تجاربه فى التحول البكتيرى عام ١٩٤٤م وإرجاعه تلك العمليات إلى انتقال مادة ما ، لكن المنيَّة وافته قبل أن يتمكَّن من عزل هذه المادة .

كان إصرار إفرى على تحقيق حلم جريفث لا يوصف ، ولذلك قام بتكوين فريق بحثى لعزل المادة المسئولة عن التحول البكتيرى والقيام بتحليلها ، وكانت خلاصة أبحاثه التى أجراها تفيد تكوُّن العامل الوراثى ( الجين ) من مادتين هما : البروتين ، والدَّنا الوراثى .

لقد استغرق ذلك عامين كاملين من الدراسة والتجارب المتواصلة ، إلى أن كلل بالنجاح والتوصل إلى عزل مادة التحول البكتيرى ..

لكن طموح إفرى لم يقف عند ذلك ؛ إذ كان يأمل أن يثبت عمليًّا أيًّا من الدنا الوراثى أو البروتين هو المسئول عن عملية التوارث ، لكنه توفى قبل أن يحقق أمله هذا.

وكانت وفاته فى عام ١٩٥٥م بعد ثمانية وسبعين عامًا عاشها ، قضى معظمها فى محراب العلم ورحاب المادة الوراثية .

* * *

# هـرشـــى

ولد ألفريد د. هرشى فى عام ١٩٠٨م ، وكان حريصاً على متابعة اللغز البيولوجى المثير ، والذى كان يمثل محورًا أساسيًّا لجميع الأبحاث التى كانت تجرى فى ذلك الوقت.

كان هرشى مهتمًّا بقراءة كل ما كُتب عن العالم مندل عام ١٨٦٥م ، والذى أُعيد كشفه عام ١٩٠٠م بواسطة العلماء الثلاثة : « كورنيز ، وتشيرماك ، ودى فريز » .

يقول هرشى :

« كنت فى مرحلة مبكرة من عمرى مهتمًّا بما توصل إليه جريفث عام ١٩٤٣م ، وإفرى عام ١٩٤٥م ، حيث ساعدنى تخصصى كباحث فى علم البكتيريولوجى على استيعاب الكثير من هذه النتائج » .

كنت أطمح إلى تحقيق ما عجز عن تحقيقه إفرى ، وهو ما كان يتمناه .

كان الرفيق الباحث « تشيص » عونًا كبيرًا لى على بلوغ ما كنت أتمناه ، فلا أنسى كلمته لى عندما قلت له :

« أحس أننا سنبحث عن السراب يا تشيص » .

فقال لى :

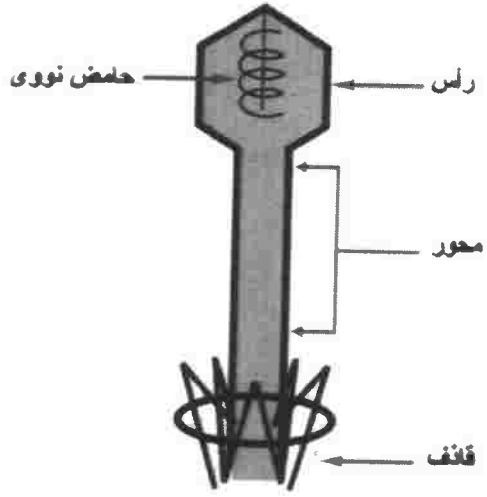
« كـل حقيقـة بدأت بحلم ، ولولا اجتهاد أهلها والمهتمين بها مـا تحول الحلم إلى حقيقة » .

ذهبنا إلى مكتبى بمعمل البكتيريولوجى حيث جلسنا أنا وتشيص قرابة الأربع

ساعات، تناقشنا خلالها حول الخطة البحثية التى يمكننا من خلالها الوصول إلى إثبات ماهية المادة الوراثية ، وهل هى مادة الدنا الوراثى « D.N.A » أم البروتين » ؟

اتفقنا أنا وتشيص على أن نلتقى بعد أسبوع ، على أن يحدد كل واحد منَّا خطته لإنجاز ما اتفقنا عليه .

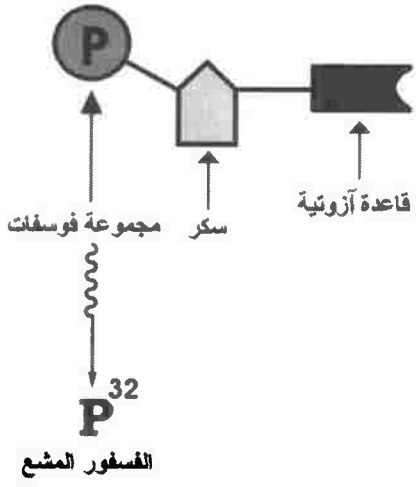
التقينا بعد مضى أسبوع كامل ، كان لقاؤنا ليلاً ، حيث استمر لقاؤنا فى هذه المرة ثلاث ساعات ، تناقشنا فيها حول استخدام الفاجات فى إثبات ماهية المادة الوراثية.. والفاجات تلك عبارة عن فيروسات معقدة مدمرة وقاتلة للبكتيريا ونوضح تركيبها




فأجاب تشيص :

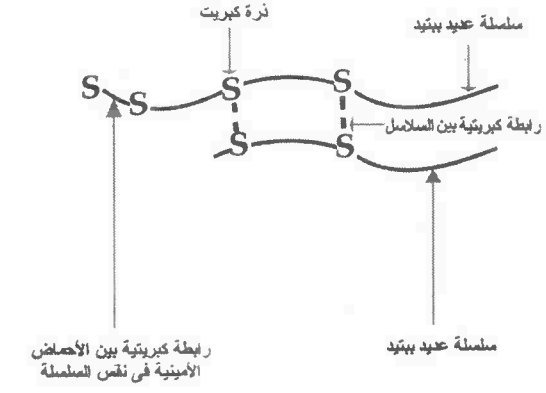
« غدًا يا رفيقى سيصبح الحلم حقيقة » .

عملنا معًا على الفاج ، وكان الأساس الذى استندنا إليه هو تميز التركيب الدناوى [تركيب الـ « D.N.A » ] بالفوسفات الداخل فى تركيب النيوتيدة ، ويتضح ذلك فيما يلى:

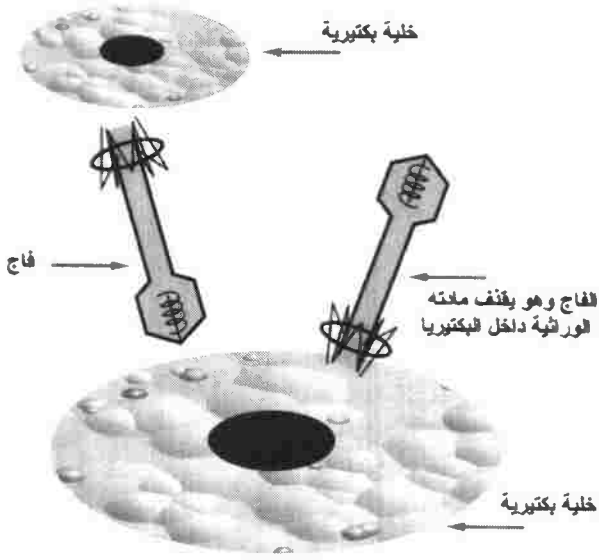



تتم عملية التعليم للتسلسل النيوتيدى على طول شريط الدنا الوراثى من خلال استبدال الفوسفور العادى بفوسفور مشع « النظير 32 » ،ومن ثمَّ يسهل لنا التعرف عليـه.

أما عملية تعليم البروتين فقد تغلبنا عليها من خلال تعليم الكبريت الذى يميز تركيب البروتين ، واستبدال الكبريت العادى بكبريت مشع ، كما يلى :

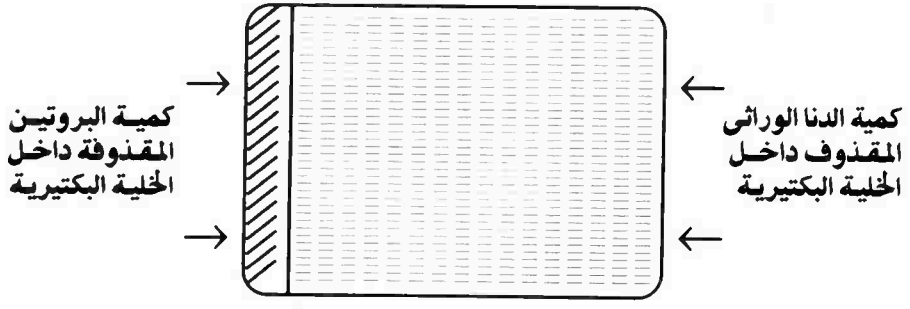



قام ( هرشى وتشيص ) بعد ذلك بالسماح للفاج بأن يهاجم البكتيريا كما يتضح من هذا الشكل :




بعد عملية القذف داخل الخلية البكتيرية ، قمنا بالكشف عن المقذوف داخل الخلية البكتيرية ، حيث يتم تمييز المكون الموجود من خلال التعرف على العنصر المشع.

كانت المفاجأة التى تأكدنا منها أنا ورفيقى « تشيص » أن ٩٧٪ من المادة المقذوفة داخل البكتيريا عبارة عن مادة الدنا الوراثى « D.N.A » ، وأن ٣٪ فقط تمثل البروتين، كما يتضح من هذا الشكل :




نخلص من ذلك إلى أن الإنجاز الذى قدَّمه هرشى يتمثل فى تقديمه لدليل جديد يثبت ماهية المادة الوراثية ، وأنها مادة الـ « D.N.A » .

* * *

# واطسن
# « عاشق الدنا الوراثى »

ولد جيمس دوى واطسن فى عام ١٩٢٨م فى شيكاغو بالولايات المتحدة الأمريكية ، وتلقى تعليمه بها . وكان واطسن واسع الاطلاع منذ طفولته محبًّا للمعرفة نهمًا للحصول عليها ، وشهد بذلك زملاؤه بالجامعة ، حيث كان يتجاوز ما يلقى عليه من محاضرات إلى آفاق أوسع وأرحب ، وحين التحق بجامعة إنديانا بدأت رحلته العلمية مع المادة الوراثية .

عشق واطسن دراسة المادة الوراثية ، وكان عشقه لما كان يثار حول الدنا الوراثى أشد .

كان واطسن على يقين من أنه يستطيع أن يفعل شيئًا ، ورغم أنه استقر أخيرًا فى كمبريدج إلا أن طموحه وأحلامه العلمية كانت تسبقه ، فقد وجد فى نفسه همةً كبيرة لتحقيق سبق علمى لم يصل إليه أحد من قبل ، لا سيما وأن طموحه يكفى لتحقيق ذلك ، لكن الحياة خطوة إن وجدها الإنسان انطلق ، ولا سيما إذا كان يمتلك القدرة على الإبداع والعطاء .

وهكذا كانت الأحداث مع ذلك الشاب الأمريكى عاشق الدنا الوراثى ، قرأ كل ما كُتب عنه ، وكان حريصًا على متابعة كل جديد عنه ، بل ودراسته وإبداء الرأى فيه، لكن هذا لا يمثل مستواه العقلى ، ولا طموحه وأحلامه .

ماذا فى عقلك يا واطسن ؟

كان هذا السؤال يلحُّ عليه كثيرًا ، وكان يجد فى عقله الكثير من الأفكار والطموحات، وكان لا بد من رفيق يعينه ، وصاحب يشدّ من أزره ، وصديق يتفق

معه علمًا وفكرًا وطموحًا وإرادة ، وفوق كل هذا إخلاصًا لهذا الطريق الوعر الذى قرر أن يسلكه.

ولم تبخل عليه الحياة بهذه الهدية ، فالتقى بذلك الرفيق فى جامعة كمبريدج ، إنه الإنجليزى « كريك » .

لقد شعر كلٌّ منهما أنه وجد ذاته فى الآخر ، وكأننا بهما يمثلان نصفين متكاملين .. وتناقشا كثيرًا ، وكان كلٌّ منهما يحمل فى نفسه حكمة العَالِم وإرادة الشاب وتحدِّى ذلك الإنسان منذ أن نزل إلى الأرض ليعمِّرها ، وكان كلٌّ منهما عاشقًا لهذا الدَّنا العجيب.. « الدَّنا الوراثى » .

إذن: ماذا يمنع هذه الرفقة أن تبدع ؟

وماذا يعوقها عن تحديد تكوين ما عشقته ( الدنا الوراثى ) ؟

لقد قرر واطسن وكريك أن يعكفا على دراسة كل ما يتعلَّق بالدنا الوراثى ، وكان كلٌّ أملهما أن يتوصَّلا إلى تركيب « الدَّنا الوراثى » وكشف اللثام عنه .

وقد أجريا العديد من التجارب معًا ، لكن الطريق كان صعبًا وطويلاً ، فكان لابد لعاشقى « الدَّنا الوراثى » من التوقف للبحث عن سبيل جديد .. وفى تلك الأثناء نشرت الباحثة القديرة فرانكلين بحثها الذى احتوى نموذجًا للدنا الوراثى كتوزيع نقطى، والذى حصلت عليه من خلال استخدام تقنية الأشعة السينية . وكانت فرحتهما كبيرة بهذا النموذج الذى أوجد لهما كل الحلول لما كان يعترضهما من عقبات لنموذجهما عن تركيب « الدَّنا الوراثى » .

وبعد تلافى ما وقعا فيه من أخطاء ، قاما بوضع الصيغة النهائية لنموذجهما ، والذى يوضِّح معلومات كافية عن « الدَّنا الوراثى » ، فقد أوضحا فيه أن شكله لولبى مزدوج سُلَّمى حيث يمثل فيه هيكل ( السكر ـ فوسفات ) جانبى هذا السُّلَّم الحلزونى ، بينما تمثل القواعد النيتروجينية درجاته ، كما أوضحا طريقة الترابط بين القواعد النيتروجينية، وأفادا بأن عرض درجات هذا السُّلَّم متساوٍ .

وقد أثبتت الدراسات العملية بعد ذلك ـ باستخدام العديد من التقنيات التصويرية والبيوكيميائية الدقيقة ـ صحة ما توصَّل إليه واطسن وكريك ، وكان حقيقًا بهما أن يُكرَّما على مجهودهما الكبير فمُنحا جائزة « نوبل » ، كما كانا جديرين بأن يكتبا للبشرية قصة رحلتهما مع « الدَّنا الوراثى»، وهذا ما فعله كلٌّ منهما حيث ضمَّنه كلاهما فى كتاب له يشرح كل صغيرة وكبيرة خلال هذه الفترة التى صحبا فيها « الدَّنا الوراثى » ، أو لنقل : صحبهما «الدَّنا الوراثى» .

وقد قُدِّر لأحد الرفيقين أن يعيش ليرى نتائج ما حققاه ، ونعنى بذلك : ثورة التقنية الجينومية ، أو « تقنية الجينوم » .. إنه الدكتور جيمس دوى واطسن ، الذى ساهم فى وضع خطة أكبر مشروع علمى شهدته البشرية ، إنه مشروع مادته الحياة ، ونعنى به مشروع « الجينوم البشرى » الذى يهدف لخرطنة الجينوم البشرى ، وتسخيره لخدمة الإنسان ( وربما ضد مصلحة الإنسان ) .

ومع هذا التقدم الهائل فى هندسة الجينات ، ومع إنشاء العديد من شركات الجينوميا بالعديد من الدول المتقدمة ، والتصريحات المقلقة من جانب بعض الباحثين حول مستقبل البشرية فى ظل ثورة الجينوميا كان لزامًا على واطسن أن يبدى رأيه وأن يقول كلمته عندما سُئل عن هذا ، فكانت إجابته :

« إن الجينات تمثل القاموس البشرى ، وحتمًا سينعكس التقدم المذهل فيها على الأبحاث الطبية ، أمَّا ما يثار حول استخدامها لتشويه الجينوم البشرى ، فهذا شأن أىّ علم جديد ، قد يُستخدم لصالح الإنسان ، وقد يُستخدم ضد مصالح الإنسان ، والذى يحدِّد ذلك هو ضمير هذا الإنسان وحكمته » .

* * *

# العملاق الذى نبغ فوق أكتاف العمالقة
# « إسحاق نيوتن »

إنه عالم فذ ، يعرفه الجميع ، حتى ذوى الثقافة العلمية القليلة ، فقد أحدث ثورة هائلة بأبحاثه ، كان لها تأثيرها القوى فى عصره وما تلا عصره .. حتى الآن .

لا بد أنك عرفته .. إنه إسحاق نيوتن ، العالم الكبير والشهير ، صاحب قانون الجاذبية الأرضية ، وقوانين الحركة ، والذى كان له خلاصاته فى البصريات والضوء .

فكيف نشأ ودرس ونبغ ؟

ولد إسحاق نيوتن عام ١٦٤٢م فى ولزثورب بمقاطعة لينكولنشاير ، ونشأ يتيمًا، فقد توفى والده قبل أن يجىء هو إلى الدنيا ، وتزوجت والدته وتركته مع والدتها بعد أن بلغ عامين من عمره .

وقد أضاف ذلك لنيوتن وحدة على وحدة ، لم يخرجه منها إلا تلك الأخشاب الموجودة فى الحديقة ، والتى عشقها ، فكان يشكّل منها نماذج خشبية عديدة ، وقد كان ذلك بداية النبوغ الحقيقى لنيوتن ، حيث اكتشف فى نفسه قدرة غير عادية على صناعة النماذج التجريبية .

التحق نيوتن بمدرسة جرانتهام ثم بجامعة كمبريدج عام ١٦٦١م ، وذلك لامتلاكه قدرة غير عادية فى دراسة الرياضيات .

ظل نيوتن بعد انتهاء دراسته وعودته إلى ولزثورب منعزلاً عن الناس مما ساعده كثيرًا على صياغة نظرياته ، والتى شملت نظرية ذات الحدَّين فى الرياضيات ، وتطوير

حساب التفاضل والتكامل ، والتحليل الطبقى للضوء ، كما طوَّر فكره عن قانون الجذب العام.

لنناقش ـ إذن ـ من يقول إن نيوتن اكتشف قانون الجاذبية الأرضية بمحض الصدفة، فلولا سقوط التفاحة ما استطاع أن يكتشف هذا القانون !!

وإننى أتساءل :

كم يبلغ عدد من سقطت أمامهم ثمار أو أحجار ... إلخ ؟

لماذا لم يكتشفوا قانون الجاذبية الأرضية ؟

لأنهم غير مؤهلين لهذا ؛ فليس كلٌّ مِنَّا نابغًا ، وليس كلٌّ مِنَّا لديه مَلَكَةُ القدرة على ربط الأحداث والمتغيرات ، وليس كلٌّ مِنَّا لديه مَلَكَةُ الاستفادة مما يحدث حوله .

فالتفاحة عندما سقطت أمام نيوتن بدأ يسأل نفسه :

لماذا سقطت التفاحة ؟

لا بد أن قوة ما قد جذبتها إلى أسفل، فهوت إلى الأرض.. ولكنْ أىُّ قوة تلك؟.. ويكتشف نيوتن بعد ذلك أنها قوة الجاذبية الأرضية .

كان نيوتن يمتلك ملكة القدرة على الاستفادة ممن سبقه ، وكانت مقولته الشهيرة فى ذلك :

« إننى أرى بعيدًا ؛ لأننى أقف على أكتاف العمالقة » .

وكان يقصد بذلك أنه يرتكز على فهم شديد ـ أصَّله هو بفكره الشخصى ـ لكبار العلماء السابقين له ، من أمثال أرسطو ، وكوبرنيكوس ، وجاليليو .

لقد أثبت نيوتن أن المسار الذى تدور فيه الكواكب حول الشمس مسار بيضاوىّ الشكل ، وليس دائريًّا كما كان يُعتقد ، وقد كان لذلك أثره فى الأبحاث الفلكية بعد ذلك.

ومن المؤلفات الشهيرة لنيوتن كتابه الضخم « المبادئ الرياضية لفلسفة الطبيعة »، حيث قدَّم نيوتن من خلال كتابه هذا كثيرًا من المصطلحات والتعريفات ، كما أوضح فيه قوانينه عن الحركة ، كما تحدث فيه عن الجاذبية ، وتفسيره للمسار البيضاوى الذى يسير فيه الكوكب ، ونفيه للمسار الدائرى .

كان نيوتن يرى أنه يجب أن نفصل بين الوزن والكتلة ، فكلاهما كمية فيزيائية ، لكن كل واحدة مستقلة عن الأخرى ، ومن الأمثلة الواضحة الآن على الفارق بين الاثنين أن رائد الفضاء ـ وهو فى الفضاء ـ له كتلة ، ولكن ليس له وزن .

تعرَّض نيوتن للكميات الفيزيائية الأساسية كالطول والكتلة والزمن ، وأشار إلى إمكانية اشتقاق بعض الكميات الأخرى غير الأساسية منها .

كما عالج نيوتن بقوانينه كمية الحركة ، وذكر صراحة أنه فى حالة اصطدام جسمين ببعضهما فإن كمية الحركة قبل التصادم تساوى كمية الحركة بعد التصادم ، أى أن مجموع كميتى الحركة قبل وبعد التصادم يساى صفرًا .

وقد تميز نيوتن بتشجيعه غير العادى لإدخال الخيال العلمى فى التقنيات العلمية ، حيث كان مقتنعًا بأنه لا يوجد باحث ناجح بدون خيال واسع ، وإلا فسوف يكون مقلدًا ، ولن يقدم جديدًا .

وكان يقول : « فلنطوِّف بخيالنا فى ذلك الكون ، نتخيَّل ما لا نستطيع أن ندرك ، فربما قادنا خيالنا فيما بعد إلى إدراكه » .

وهذا يثبت أهمية قدرة الباحث على التخيل والافتراض ، ثم التحقق من صحة ذلك.

فقد ساعد الخيال نيوتن كثيرًا فى إثبات أن الضوء عبارة عن خليط من الألوان وليس لونًا واحدًا ، كما ساعدته قدرته على صنع النماذج الخشبية فى طفولته بحديقة جدته على أن يبتكر التلسكوب العاكس من خلال استبدال العدسة بمرآة .

كما تحدث نيوتن عن الطبيعة الجسمية للضوء ، والتى عُدِّلت فيما بعد .

وكان مبدأ نيوتن فى تجاربه تحقيق النجاح على المستوى الفردى للتجربة ، ثم الوصول إلى التعميم بعد ذلك ، ويمثل ذلك قمة النضج الفكرى العلمى ، والذى يؤدى فى النهاية إلى تحقيق الأهداف المحددة .

لم يكن نيوتن منقطعًا للعلم فقط ، فقد كان أيضاً عضواً فى البرلمان الإنجليزى ، وظلَّ أستاذًا للفلك بجامعة كمبريدج حتى توفى عام ١٧٠٥م .

* * *

# باربارا ماكلينتوك

نشأت باربارا ماكلينتوك فى أسرة متوسطة الحال مهتمة بالعلم ، وقد أثر هذا فى اتجاهاتها العلمية ، وكانت متفوقة فى دراستها نظرًا لذكائها وللتشجيع الذى كانت تلقاه من أسرتها ، مما كان يمثل حافزًا لها على إكمال المسيرة التى بدأتها لتصل إلى غايتها كباحثة قديرة لها ثقلها العلمى .

عشقت ماكلينتوك النباتات ، وعشقت اختلاف صفاتها ، ولا سيما ذلك الاختلاف الجميل الظاهر فى أهم عضو بالنبات الزهرى وهو الزهرة ، وقرأت كثيرًا عن توارث الصفات وأبحاث مندل حول أزهار نبات البسلة ، وعن رحلة العلماء لكشف أسرار المادة الوراثية من واطسن وكريك إلى تشارجاف وهرشى وتشيص .

عشقت ماكلينتوك ذلك المحتوى العجيب الذى يبلور شخصية الكائن الحى ، إنه أهم وأخطر طاقم فى الحياة ، إنه « الطاقم الوراثى » ، معه عاشت ، وملك عليها كل تفكيرها ، وكان لا بد أن تكشف عنه ما لم يستطع غيرها أن يفعله .

كان علماء الوراثة متفقين على ثبات الطاقم الوراثى فى الكائن الحى ، وكان هذا اتفاقًا لا يستند على أساس معملى ..

« إن طبيعة الحياة التغيُّر ، والطاقم الوراثى يمثل الموجِّه لهذه البنية الحيوية ، فماذا يمنعه من التغيُّر ؟ » .. كان هذا هو رأى ماكلينتوك ، وكانت واثقة بهذا الرأى ومتأكدة من خطأ فكرة ثبات الطاقم الوراثى ، لكن لا بد من إثبات ذلك عمليًّا ، وقد وجدت ماكلينتوك بغيتها فى نبات الذرة لوفرته ولسهولة دراسة صفاته .

وقد أثبتت ماكلينتوك فى دراستها للطاقم الوراثى لنبات الذرة أن ثمة عناصر

وراثية تتصف بالقدرة على الحركة بحرية داخل الطاقم الوراثى ، ومن ثم إحداث خلل فى الأداء الوظيفى لهذا الطاقم الوراثى ، وقد أسمت ماكلينتوك هذا الطاقم الوراثى « الطاقم الكامن » ، ونشرت بحثها عن الأطقم الوراثية الكامنة فى نفس العام ١٩٦٠م .

ورغم هذا الكشف المهم فى دراسة الأطقم الوراثية ، إلا أن ماكلينتوك حاولت مرارًا الكشف عن سبب كمون هذا الطاقم الوراثى ، وعن سبب حركته التى قد تكون أحيانًا فجائية مدمِّرة للجهاز الوراثى ، لكنها لم تنجح فى الوصول إلى هذا السبب ، ورغم ذلك فقد قدَّمت لغيرها من الباحثين اللاحقين مجالاً بحثيًّا ناضجًا ومغريًا للبحث فيه ، وقد سجَّلت بنفسها فى وصيتها وأكّدت على ضرورة البحث عن عمومية الأطقم الوراثية الكامنة فى الكائنات الحية .

وقد استطاع الباحثون من بعدها إثبات وجود الأطقم الوراثية الكامنة فى كائنات حية غير نبات الذرة ، فقد لاحظوا وجود هذه الأطقم الوراثية فى أنواع من البكتيريا ، بل واستطاعوا إثبات قدرة هذه الأطقم على الحركة من الدَّنا الخطِّى للبكتيريا إلى الدَّنا الدائرى ( البلازميد ) ، ومن ثمَّ الانتقال إلى الجهاز الوراثى للكائنات الأخرى من خلال نقل الأطقم الوراثية بواسطة البلازميد ، ومن ثم الدخول فى صراع مع الطاقم الوراثى الأساسى للكائن الحى ، وقد يؤدى هذا الصراع إلى تدميره ، أو تدمير الطاقم الوراثى للكائن الحى . كما سُجِّلت نفس الظاهرة مع الأطقم الوراثية الفيروسية ، ومن ثمَّ استطاع العلماء تفسير تحكُّم الطاقم الوراثى الفيروسى فى الطاقم الوراثى للكائن الحى الذى هاجمه الفيروس .

لقد كان الاحتلال الوراثى الفيروسى للكائن الحى محلَّ دهشة الباحثين ، وكان كل من تناولوا هذا الموضوع فى أبحاثهم يذكر أنه : « لسبب غير معروف يحدث تحكُّم وراثى فيروسى للكائن الحى » .

ولكن كيف يحدث هذا ؟

لم يستطع أحد أن يجيب عن هذا السؤال !! .. إلى أن جاءت ماكلينتوك وقدمت ببحثها عن الأطقم الوراثية الكامنة الخطوة الأولى لوضع تفسير لميكانيكية هذا الاحتلال الوراثى الفيروسى للكائن الحى ، فالطاقم الوراثى الفيروسى المقذوف داخل الجهاز الوراثى للكائن الحى يستطيع الحركة بحرية داخل هذا الجهاز الوراثى ، بل والسيطرة عليه فى مواقع ضعفه ، وتسخيره لإنتاج أطقم وراثية جديدة له ، وفى النهاية تدميره والقضاء عليه ، وخروج أفراد فيروسية جديدة ذات أطقم فيروسية مستنسخة على أطقم غير فيروسية .

ولا شك أن بما قدمته ماكلينتوك الفتاة البسيطة النشأة الدقيقة فى اختيارها لأبحاثها قد وضعها القدر فى مصافّ العلماء الأجلاَّء الذين قدَّموا خدمات عظيمة للإنسانية ، وحقيق لهم أن نعترف بفضلهم وأن نذكرهم بعظيم الوفاء والتقدير .

* * *

# فـارادى والكهربيــة

إذا هيَّأت الظروف لإنسانٍ ما أن يكون نابغة ، فهذا شىء ليس غريبًا ، لكن أنْ يتحدى الإنسان الظروف ، كل الظروف الصعبة المحيطة به ، ويصبح نابغة ، حينئذٍ لابد أن يقدِّره الجميع ، ويعترف الجميع له بالسبق .

إن هذه الكلمات البسيطة ، التى بدأت بها حديثى عن فارادى تعبِّـر عمَّـا أود أن أتحدث عنه ، ففارادى ـ الذى لم يتلقَّ من التعليم إلا قليلاً من الكتابة والقراءة وبعضاً من قواعد الحساب، والذى عمل صبيًّا لمجلِّد للكُتب، ثم مجلِّدًا للكتب، والذى ذاق مرارة الجوع فى طفولته ـ أصبح علمًا من أعلام العلم،يعترف له الجميع بالفضل والسبق.

إننا لسنا أمام شخصية عادية ، بل أمام شخصية لها أبعادها ذات الأهمية البالغة ، فهى تقبل التحدى بشكل منقطع النظير ، وترى أن الإنسان القوىّ يُقاس بمدى تحمُّله للأحداث الصعبة .

لا بد أنك فى شوق لتعرف المزيد عنه ، وماذا قدَّم للبشرية ، وما تأثير ذلك ؟

ولد ميشيل فارادى فى عام١٧٩١م لأب فقير يعمل حدّادًا ، يُسمَّى جيمس ، وكانت أسرته فى بداية الأمر بسيطة الحال ، يوفر لها جيمس من خلال عمله فى مهنة الحدادة ما يكفى لسد رمقها، ولكن حدث أن تدهورت مهنة الحدادة، وتدهورت معها أحوال أسرة جيمس ، فتركت الأسرة شمال انجلترا حيث كانت تعيش إلى جنوبها ، بحثًا عن فرص عمل أفضل ، لكن ما انتظرته الأسرة لم يتحقق ، ومات عائلها الوحيد جيمس ، وأصبح ميشيل هو العائل الوحيد للأسرة وعمره فى ذلك الوقت تسع سنوات فقط.

لم يكن أمام ميشيل فارادى إلا طريق واحد ، حيث لا توجد فى هذه الحالة اختيارات ، فلجأ إلى العمل كصبىٍّ فى ورشة لتجليد الكتب وبيعها . وعمل عند أحد المتخصِّصين فى هذه المهنة حتى تعلَّم المهنة وأتقنها ، وبعد فترة بدأ يعمل بنفسه فى تجليد وبيع الكتب ، وقد ساعده ذلك على تنمية مَلَكَة القراءة عنده ، حيث أصبحت حياته كلها مع الكتب ، وهو الذى قال :

« ما أروعك وأنت تحضن الكتاب ، وتنفض من فوقه الغبار ، وما أروعك وأنت تجلِّد كتابًا ، وأنت تُبحر فيه » .

لقد وفَّرت تجارة الكتب لفارادى طريقًا آخر لإشباع ميوله إلى الثقافة والعلوم ، وكأن نهرًا أمامه قد ظهر ، وهو فى غاية الظمأ .. ولكنه مع ذلك لم يرتوِ من العلم يومًا، لأن طالب العلم لا يحس أبدًا بالشبع والارتواء ، وكل يوم يبحث عن جديد يقدِّمه أو جديد يتعلَّمه .

لم يكن فارادى قارئًا جيدًا فحسب ، وإنما كان ماهرًا فى تطبيق ما يقرأه من تجارب فى صورة عملية ، ومن ثم يتأكد من صحة التجربة أو عدم صحتها .

لم يكتفِ فارادى بالقراءة ، وتطبيق التجارب فقط ، بل حرص على الانضمام إلى مدينة المجتمع الفلسفى ، حيث تُلقى محاضرات فى مختلف العلوم ، وكان أول احتكاك له فى هذه المدينة بالكهرباء .

كان فارادى يريد أن ينطلق ، وأن يتقن لغة العلم والعلماء ، وقد تحققت أمنيته هذه عندما أعطاه أحد زبائنه تذكرة لحضور محاضرة مهمة للعالم الشهير همفرى ديفى ، الذى كان يجمع بين عمق المعنى العلمى والقدرة غير العادية على تبسيط العلم .

كان ديفى مديرًا للمعهد الملكى ، وقد حوَّله إلى منارة علمية تشع ثقافة وعلماً لكل الطبقات ولكل من يبحث عن العلم .

حضر فارادى محاضرة العالم ديفى ، فشُغف بها وأحب ديفى حبًّا جمًّا ، وأدرك

ديفى حب فرادى الشديد للعلم ، فأيقن أن هذا هو الذى يبحث عنه ، فقد كان يبحث عن رجل يحب العلم من أجل العلم ذاته ، فعيَّنه سكرتيرًا للمعهد الملكى ، ثم مساعدًا له فى المعمل.

وذهب فارادى فى رحلة علمية مع ديفى وطافا أوربا طوال ثمانية عشر شهرًا ، وخلال هذه الرحلة التقى فارادى بمعظم علماء أوربا ، وتعلَّم منهم الكثير ثم عاد إلى المعهد، لترتفع مكانته العلمية ويرتفع راتبه ، وتتم استشارته فى أمور علمية معقدة .

وقد أحدث هذا الأمر فجوة بينه وبين ديفى ، الذى رفض قبوله عضوًا فى المعهد الملكى عندما رُشِّح لذلك، وعلى الرغم من ذلك فقد قُبل عضوًا، وأثبت كفاءة عالية.

وكان مما قدَّمه فارادى من فكر فى العلوم أنه أثبت خطأ تعدُّد أنواع الكهرباء ، ومن ثم صار العالم كله بعد فارادى يعرف الكهرباء على أنها « كهرباء واحدة » ، لكن قبله كان العالم يعتقد فى تعدُّد أنواع الكهرباء ، وكانوا يصنفونها إلى الكهرباء الاحتكاكية ، والكهرباء المغناطيسية ، والكهرباء الحيوية ، والكهرباء الحرارية ... إلخ.

كما استطاع فارادى أن يثبت ذاته بالقوانين التى توصَّل إليها فى الكهربية ، والتى تعالج عملية التحليل الكهربى للمواد ، حيث صاغ قانونين هما « قانون فارادى الأول» والذى ينص على أن كمية المادة المترسبة عند الآنود أو المتحلِّلة عند الكاثود تتناسب تناسبًا طرديًّا مع كمية الكهربية للمادة .

أما « القانون الثانى » فهو خاص بالكميات المترسبة أو المتحلِّلة والتى تعتمد على كمية المكافئ الجرامى للمادة ، وقد مثَّلت تجارب فارادى وقوانينه هذه فتحاً جديدًا أمام العلماء ، ليكتشفوا كيفية انتقال الكهرباء عبر الأسلاك .

تمكَّن فارادى عن طريق تجاربه من الحصول على قوة مغناطيسية من خلال قوة حركية ، كما تمكَّن من تحويل القوة الحركية إلى قوة كهربية ، ومن ثمَّ فقد استطاع أن

يخترع المحوِّل الكهربى والدينامو الكهربى ، كما اكتشف الحث الإلكترومغناطيسى ، وأثبت إمكانية تحوُّل القوة الكهرومغناطيسية إلى قوة كهربية ، والعكس . كما قادته تجاربه على العلاقة بين المغناطيسية والكهربية إلى تصنيفه للعناصر إلى عناصر غير مغناطيسية ، وعناصر مغناطيسية أى : العناصر التى تتجه مع اتجاه المجال المغناطيسى.

كان فارادى موقنًا بأن الذَّرَّة ليست نهاية المطاف لوحدة تكوين المادة ، حيث يمكن لها أن تتحلَّل ، وقد أثبت سبير صحة ذلك فيما بعد ، كما كان يؤمن بالتداخل الشديد بين الظواهر الكونية ، فالمغناطيسية تتداخل مع الكهربية ، وتتداخل مع الطبيعة الضوئية ، وكلٌّ منها له تداخله مع المكوِّنات البيولوجية فى الكون .

ومن ثم فيجب ألاَّ ننظر إلى الكون على أنه مجموعة جزيئات ، بل هو جزء واحد تعدَّدت أشكاله ، لكن أصله واحد ، وهو عبارة عن « الطاقة » ، وهو ما ثبت أيضاً بعد ذلك .

وكما عاش فارادى فقيرًا مات فقيرًا ، لأن ما كسبه من ثروة نتجت عن عمله وأبحاثه كان يوزعها على أفراد أسرته وأقاربه ليعيش هو وهم فى مستوى واحد ، فلا غنىّ ولا فقير ، ورغم أنه عاش فقيرًا فقد كان بحقٍّ عالمًا فَذًّا له قدره الكبير بين العلماء.

* * *

# مع العبقرية فى مهدها
## « روزلايند فرانكلين »

ولدت روزلايند فرانكلين فى عام ١٩٢٠م ، ودرست العلوم فى جامعة كمبريدج .. وكانت تميل إلى التعمق فى البحث العلمى والبعد عن السطحية ، وكانت ترتكز على قاعدة فى سلوكها مؤداها أن الباحث يعيش لغيره ، لا لنفسه .

وقد حصلت روزلايند فرانكلين على منحة من كلية توتنهام لإجراء أبحاثها فى علم الكيمياء ، لكنها تركت الدراسة بالكلية وعملت فى شركة مناجم الفحم البريطانية ، ربما كان ذلك بسبب عدم رضاها عن الوضع البحثى فى معامل توتنهام ، وربما كان لظروف مادية متعثرة مرت بها واستدعت أن تترك الدراسة للعمل ، وهذا ما ترجِّحه وتؤكده طبيعة شخصيتها العصامية والتى ظهرت فى تحمُّلها لكل نفقات دراستها ورحلتها البحثية .

كانت روزلايند فرانكلين لديها إرادة صلبة جعلتها تتخذ قرارها بفكر وعقلانية قلَّ أن يوجدا ، وكانت تهتم بما تراه صائبًا بعد دراسة متأنية بغض النظر عن رأى الغير فى هذا الأمر ، وقد ساعدها هذا على اتخاذ قرارها المفاجئ لمن حولها بترك بريطانيا واتجاهها للعمل البحثى فى باريس حيث عملت باحثةً فى المعامل الكيميائية المركزية ، ومحاضِرةً للطاقم البحثى بتلك المعامل عن المادة الوراثية .

كانت روزلايند فرانكلين متابعة تمامًا لكل ما جرى ويجرى من أبحاث حول ماهية المادة الوراثية .. درست كل الأبحاث فى صمت ، ثم كانت خطوتها التالية وهى دخولها فى مجال البحث عن ماهية تلك المادة العجيبة ( المادة الوراثية ) ، وقد ساعدها على ذلك إتقانها لاستخدام تقنية حيود الأشعة السينية فى الحصول على توزيع نقطى

(من نقاط) للدنا الوراثى ، لكنها انهمكت بعد ذلك فى أبحاث أخرى وأهملت تسجيل ما توصلت إليه حول تركيب الدنا الوراثى .

ربما كانت تود أن تؤكِّد أبحاثها مرة أخرى لخطورة ما يترتب على الإعلان عنها ثم ثبات خطأها ، وما يمكن أن يترتب على ذلك بالنسبة لمركزها العلمى ، أو ربما كانت تود أن تتيقَّن من نتائج أبحاثها بمقارنتها بما يمكن أن يجدَّ فى هذا العلم المهم من أبحاث، ولم تكن تعلم أن هناك باحثين يجريان أبحاثهما فى نفس الوقت التى أجرت فيه أبحاثها ، وقد توصَّلا إلى نفس النتائج التى توصَّلت إليها ، وكانا هما على دراية باهتمامها بموضوع الدنا الوراثى وتركيبه ، خاصة وأنها نشرت من قبل أبحاثًا للتوزيع النقطى الذى حصلت عليه للدنا الوراثى باستخدام تقنية الأشعة السينية .

وقد قام هذان الباحثان القديران وهما : الأمريكى جيمس دوى واطسن والإنجليزى كريك بتوثيق نتائجهما وتسجيلها ونشرها عام ١٩٥٣م ، وقد حصلا نتيجة لذلك على جائزة نوبل فى العام نفسه .

لقد استطاعت روزلايند فرانكلين أن تحقق حلمها كعالمة لها ثقلها وأثرها منذ أن كانت طالبة بمدرسة سانت بول للبنات بلندن ، كانت تأمل فى أن تقدم الكثير ، وكانت تمتلك عقلية تؤهلها لهذا الأمر ؛ لكن ليس كلُّ ما يتمناه الإنسان يكون ، فما نحن إلا بوتقة من الطموحات والأحلام ، ومحال أن تُخرج البوتقة كل ما فيها .. هكذا حكم القدر وهكذا كان مصير روزلايند فرانكلين حيث هاجمها مرض السرطان وهى فى زهرة شبابها وكامل نضجها العلمى ، وهى فى السابعة والثلاثين من عمرها حيث وافتها المنية فى لندن عام ١٩٥٧م بعد رحلة شاقة مع المرض ، وممتعة ومثمرة مع العلم .

* * *

# ولكـــنز

ولد ( موريس هـ . ف . ولكنز ) فى عام ١٩١٦م ، وكانت البيئة من حوله تساعده على إظهار مواهبه العلمية مبكرًا ، كان يعشق الفيزياء ويعشق ـ فى الوقت ذاته ـ علوم الحياة ، وكان لا بد من قنطرة تصل بينهما ليصب فيها ولكنز من عبقريته .

وكان عشق ولكنز للفيزياء له أثره فى تحديد دراسته حيث درس الفيزياء بالأكاديمية الفرنسية للعلوم ، ثم درس علوم الحياة ، وكان لدراساته هذه أثرها فى بحثه عن كيفية الربط بين الفيزياء وعلوم الحياة ، ليجد نفسه فى ذلك ، وقد تزامن هذا مع تلك الثورة التى أُثيرت حول ماهية المادة الوراثية : هل هى الدَّنا الوراثى أم البروتين ؟

كان كلُّ مَنْ أفتى فى هذا الأمر عاجزًا عن تقديم تفسير علمى لتصوُّره .

إنه أخطر وأحدث علم ظهر حتى الآن على الساحة .. فماذا تراك فاعلاً يا ولكنز ؟ .. إنها الفرصة التى كنت تنتظرها وتبحث عنها ، ولا بد أن تغتنمها قبل أن تهرب منك، لكن كيف السبيل والقاعدة الوراثية الموجودة لديك لا تكفى لكى تقحم نفسك فى هذا المجال .. لا بد من دراسة كل ما قُدِّم من أوراق حول الطاقم الوراثى .

درس ولكنز كل الأبحاث التى سبقته منذ عام ١٩٠٠ حتى عام ١٩٥٠م ، ودرس كل التصوُّرات التى قُدِّمت عن الدنا الوراثى ، وكان لا بد من وضع نموذج تركيبى لهذا الدنا .

إن التصور هنا مهم لكن لا بد من وجود دليل علمى يقوِّيه ويقيِّمه، ومن ثمَّ فلا بد من الاستفادة بما درسه ولكنز فى علم الفيزياء والأشعة فى تصور تركيبى للدنا الوراثى .

لقد درس ولكنز استخدام هذه التقنية للحصول على صورة لبلُّورات الدنا

الوراثى ، لكن المشكلة تكمن فى أن التصوير بالأشعة السينية يعطى توزيعاً نقطياً للشىء المراد تصويره، كما ينبغى استخدام بلورات نقية من المادة محل الدراسة ( الدنا الوراثى ) ، وإلاَّ حدث تداخل فى التوزيع الناتج لجزيئات المادة ، وقد نجح ولكنز فى التغلُّب على هذه الصعوبات ، وحصل على صورة تمثل توزيع نقطى للدنا الوراثى ، واستطاع أن يُحلِّل هذا التوزيع ، وأن يعلن عن الشروط الواجب توافرها فى أىّ نموذج يُقدَّم للدنا الوراثى، والتى نوردها فيما يلى :

أولاً ـ اللولب حلزونى يشبه السُّلَّم .

ثانيًا ـ يلتف حول نفسه على مسافات متساوية بشكل منتظم .

ثالثًا ـ توجد قنطرة ( رابطة ) تصل بين شريطى اللولب .

رابعًا ـ اللولب متناسق تمامًا ولا يوجد به أدنى شذوذ فى شكله التركيبى .

نشر ولكنز ورقته تلك فى نفس الوقت الذى نشرت فيه عاشقة الدنا الوراثى الباحثة «روزلايند فرانكلين» ورقتها ، وقد أفادت الورقتان العالمين ( واطسن ، وكريك ) فى وضع نموذجهما عن الدنا الوراثى ، ولا بد أن نذكر أن ثمة اختلافات كانت موجودة بين ورقة فرانكلين وورقة ولكنز ، لكنهما كانتا متكاملتين وتؤديان إلى هدف واحد .

ماتت روزلايند فرانكلين فى ريعان شبابها متأثرة بمرض السرطان ، وكانت تأمل فى أن تقدم الكثير ، إلا أن القدر أتاح لولكنز حياة ليست بالقصيرة ، فأكمل مشواره البحثى وحقق الكثير من آماله وأمانيه حول استخدام الأشعة فى حقل الجينات والأحماض النووية من تصوير إلى إحداث الطفرات المصطنعة بالأشعة ... إلخ .

إن أبحاث ولكنز كانت ذات أهمية بالغة فى حقل الطب الوراثى ، ورغم أن هناك العديد من أبحاثه لم يستطع أن يثبتها علميًا إلا أن هناك الكثير منها قد نجح كتقنيات عُرفت باسمه ، واستخدمت بعد ذلك فى مراكز بحثية عديدة ، ليظل اسم « ولكنز » بارزًا فى خريطة علماء الجينوميا .. وقد حصل ولكنز على جائزة نوبل مشاركة مع العالمين واطسن وكريك .

# « مارى كـــورى »
# ورحلتها مع الإشـــعاع

إنها تلك السيدة التى حصلت على جائزة نوبل مرتين ، مرة مع رفيق عمرها (زوجها بيير كورى ) بالاشتراك مع بيكريل، ومرة أخرى منفردة . كانت المرة الأولى فى الفيزياء، والثانية فى الكيمياء .

كانت مارى كورى تحب العلم بلا حدود ، وتحسّ وهى خارج المعمل باللاوجود، فكل إنسان يشعر بذاته بطريقته التى يراها ، فمِنَّا من يشعر بوجوده وهو فى رحاب العلم ، ومِنَّا من يشعر بوجوده وهو يمتلك المال ، ومِنَّا من يشعر بوجوده وهو يمتلك السلطة ، وهكذا ... إلخ .

ولدت مارى كورى عام ١٨٦٧م فى بولونيا ، وهى فرنسية الأصل ، كان والدها مدرساً للعلوم فى مدرسة ثانوية ، أما أمها فقد كانت تحب التعليم جدًا .

كان لمارى خمس أخوات ، وكانت الأسرة تعيش فى سعادة ، لكن قلَّ أنْ يدوم الهناء، فقد احتل الروس بولونيا ، واعتُقل الأب ثم مات ، وماتت الأخت الكبرى لمارى ، ثم أُصيبت الأم بمرض خطير توفيت بسببه ، وهكذا قست الحياة على مارى ، فلم تستطع أن تواصل دراستها لقلة المال من ناحية ، ولعدم تقبُّل المجتمع فى بولونيا لتعليم الفتيات ، لكن عشقها للعلم جعلها تواصل دراستها بحذر فى المجموعات الدراسية الطائرة ، والتى كانت تمثل السبيل الوحيد المتاح أمامها للتعليم.

ملَّت مارى الحياة فى بولونيا ، وأرادت أن تبحث عن حياة أخرى فى مكان آخر ، فاختارت باريس ، وكانت موفَّقة فى اختيارها ، حيث كانت أختها الأكبر منها تعمل طبيبة هناك .

فى البداية عملت مارى مربية للأطفال فى باريس طيلة ست سنوات ، لكن هذا العمل عرَّضها لكثير من المصاعب والمشاكل من سوء المعاملة إلى النظرة التى كانت سائدة فى المجتمع للمربيات على أنهن خادمات ، كما أنها ندمت كثيرًا على ما أضاعته من وقت فى هذا العمل ، وابتعادها عن مجال العلم .

لذلك سارعت مارى بالالتحاق بجامعة السوربون ، حيث تفرغت للدراسة ، وحصلت على الدرجة الجامعية الأولى فى الفيزياء ، ثم فى الرياضيات فى العام التالى .

قامت مارى بعمل بحث عن المغناطيسية ، وكان هذا البحث يمثل بداية مرحلة جديدة فى حياة مارى ، حيث التقت فى أثنائه بالباحث الشاب بيير كورى ، وكان لقاؤها بكورى نقطة تحول هائلة فى حياة مارى ، فقد كانت تنوى العودة لبولونيا ، لكن لقاءها ببيير كورى جعلها تهيم بحبه ويهيم هو بحبها ، وتأصل الحب بينهما عن طريق عشق كل منهما للعلم ، وقد تُوِّج هذا الحب بالزواج .

تقدَّمت مارى كورى بعد الزواج ، لنيل درجة الدكتوراه ، وكان أمامها خياران ، إما أن تختار موضوع رسالتها فى المغناطيسية حيث تخصَّص زوجها بيير كورى ، وإما أن تختار مجالاً آخر أكثر خطورة وأهمية ..

كان اختيارها للمغناطيسية سيجعل الأمر يسيرًا عليها ، فخبرة بيير كورى ستكون معاونة لها على أمرها ، لكنها خشيت أن يقول الجميع فى النهاية إن مارى صنيعة بيير ؛ ولذلك فقد تعمدت أن يكون لها ذاتها العلمية الخاصة ، فاختارت لنفسها موضوعًا لم يتخصَّص فيه زوجها ، وهو « الإشعاع » ، والذى كان اختياره يمثل مجازفة ـ على حد تعبير بيير كورى ـ حيث قلة التمويل ، وعدم وجود خبرة سابقة فى هذا المجال ، والخطورة المتوقعة من الإضرار الإشعاعى بالجسم ..

لكنها مارى ـ والكلام ما زال لبيير كورى ـ إذا أصرَّت على شىء فلا بد أن تنفِّذه .

كانت مارى لديها إرادة حديدية ، وعزيمة قوية جدًا .. عملت مع بيكريل ،

واستطاعا أن يثبتا مع بيير كورى وجود عناصر إشعاعية أخرى غير اليورانيوم ، وقد أسمت مارى كورى العنصر الجديد « عنصر البولنيوم » نسبة إلى مسقط رأسها «بولونيا»، وقد تم منح الثلاثة ( بيير كورى ومارى كورى وبيكريل ) جائزة نوبل فى الفيزياء على هذا الإنجاز الكبير ، ثم أثبتت مارى وجود عنصر مشعّ آخر ، وحاولت أن تحصل منه على كميات تكفى لإثبات وجوده ، لكنها فشلت ، فأعادت التجربة مرارًا حتى نجحت ، وأسمت هذا العنصر « الراديوم » .

كانت مارى كورى تعيش فى قمة سعادتها مع زوجها الرفيق الحبيب بيير كورى ، لكن السعادة لا تدوم طويلاً ، فقد شاءت الأقدار أن تأخذ منها أغلى شىء فى حياتها، زوجها الحبيب ، الذى يمثل لها الشمعة التى تضىء حياتها وسط الظلام ، حيث مات فى حادث سيارة عام ١٩٠٦م ، مات وكأن كل شىء قد مات معه .. ما أقسى الحياة عندما تحب إنسانًا أكثر من نفسك ، ثم لا تجده بجوارك ، بل تبحث عنه بين البشر جميعهم فلا تجده ، لكن الإنسان لا بد أن يكمل مسيرته فى الحياة .. وبيير كورى كان يعشق العلم ، وكان العلم كيانه ، وكان العلم هو كيان مارى كورى أيضاً ، ولهذا أكملت المسيرة ، وشغلت درجة الأستاذية فى الجامعة ، وهى نفس الدرجة التى كان يشغلها بيير .

أكملت مارى أبحاثها حول « الراديوم » ، ونالت عن ذلك جائزة نوبل منفردة هذه المرة دون شريك ، لكن الحقيقة أن حبيبها الذى مات كان لا يزال معها ، وقد عبَّرت مارى كورى عن ذلك - عند استلامها الجائزة - عندما سُئلت :

ما إحساسك وأنت تتسلمين الجائزة بمفردك هذه المرة ؟

فقالت : لم أحصل عليها بمفردى ، بل كان معى بيير ، وبكت ، وفاضت دموعها حزنًا على فراق زوجها الراحل ، وهى لا تعلم أن رحيلها هى أيضاً عن الدنيا قد اقترب.

كانت مارى كورى تعشق العلم ، وتقضى فى المعمل معظم وقتها ، وأىّ معمل ، معمل الإشعاع ، فلم يكن مستغربًا أن يحطم الإشعاع بيولوجية جسمها ؛ بسبب تعرُّضها الطويل للمواد المشعة .. وتُصاب مارى بمرض سرطان الدم ، لترحل عن الدنيا بعد أن قدَّمت الكثير للبشرية .

* * *

# « سانجر »
# ورحلة الأنسولين

اكتشف سانجر البنية الكاملة للبروتين ، ووضع أساس مشروع الجينوم البشرى .

لم يكن سانجر فى بداية حياته متفوقًا فى دراسته للطب ، وكان أبوه يحثه دائمًا على دراسة الكيمياء الحيوية ، ربما كان أبوه يدرك من خلال ثقافته العلمية التى تميَّزت بالدقة أن علم الكيمياء الحيوية هو مدخل ثورة علمية قادمة لا شك (تقنية صناعة البروتين).

كانت صفات سانجر تؤهله للنبوغ فى علم الكيمياء الحيوية ، حيث كان يتميَّز بنفس هادئة الطباع ذات قدرة على استيعاب ما يقابلها من أحداث ، وكان بعض زملائه يصفونه بالبطء فى اتخاذ القرار ، وكان هو يؤمن بأحقيته فى التفكير .

وكان سانجر دائمًا يؤكِّد لهم أن الإنسان المتأنِّى ، وإن اتسم بالبطء ، يتقدم كل يوم خطوة إلى الأمام ، أما الإنسان المتعجِّل فقد يتقدَّم فى يوم خطوات ، ويتخلَّف فى اليوم التالى خطوات أكثر .

كان سانجر يؤمن بالتدرُّج وأن الإنسان الناجح فى حياته هو الذى يبدأ بخطوة ثم يسير بمعدَّل ثابت ويحافظ على هذا المعدل ، وكان يكره الشهرة ويحب الصمت ويعشق العمل المرتَّب الهادف ، كما كان محبًّا للغير متعاونًا وكارهًا للعدوانية والتسلُّط والسيطرة.

عمل سانجر فى معمل الأستاذ فشينيال فى جامعة كمبريدج بانجلترا حيث طلب منه أستاذه هذا دراسة جزىء الأنسولين ، فعكف على دراسته عشر سنوات ثم عمل

فى معمل الأستاذ تسيسليوس أوبسالا السويدى حيث عرض عليه سانجر بحثًا متميزًا عن الأنسولين ، فكان ردّ أوبسالا أنه بحث متميِّز وسوف ننشره سويًّا (أى : باسمينا) وكانت هذه صدمة كبيرة لسانجر ، أن يجد فى الوسط العلمى مثل هذا السلوك اللامقبول، لكنه كان مجبرًا على القبول .

يتميز سانجر بعقلية مبدعة يمكنها أن تصنع الكثير ، وكانت صفات سانجر الشخصية تساعده على التغلُّب على صعوبات الأحداث والأمور ، وليس أدلَّ على ذلك من موقفه مع أوبسالا من أجل أن يعمل فى معمل البيولوجيا الجزيئية بمجلس البحث الطبى فى كمبريدج بانجلترا .

حصل سانجر على جائزة نوبل مرتين ، كانت إحداهما عام ١٩٥٩م ، والأخرى عام ١٩٨٠م، وشاركه فى المرة الأخيرة العالمان « كلبرت ، وبيرك » من جامعة كمبريدج.

ارتبط اسم سانجر بما قام به من أبحاث عن الأنسولين حيث استطاع أن يكشف التتابع الأمينى له ، ومن ثم إمكانية تصنيعه ، مما ساعد على إنقاذ الكثير من مرضى السكر من عذاب الحصول على الأنسولين المستخلص من بنكرياس الماشية ، وذلك لارتفاع ثمنه ، ولوجود بعض الفروق بين الأنسولين البشرى والأنسولين الحيوانى .

وهكذا عرفت الإنسانية هذا العالم الكبير العاشق للعلم الكاره للشهرة ، بينما تطارده الشهرة .. إنه سانجر صاحب ثورة الأنسولين ، والذى سيظل العديد من مرضى السكر مدينين له بالشكر العميق .

* * *

# « لويس باستير »
# ورحلته من الكيمياء إلى البيولوجيا

إنه ذلك الرجل الذى نتذكره عندما نشرب كوبًا مغليًّا من اللبن ، أو عندما نُجرى تعقيمًا لأدوات الجراحة قبل القيام بالعمليات الجراحية ، وقد عرفه الناس جميعًا بسبب عملية البسترة ، والتى عُرفت باسمه، ومن ثم فقد كان ارتباطه بعلم الحياة (البيولوجى) ذائع الصيت .

وهكذا عرفه الكثيرون ، لكن قليلاً من الناس من يعرف أن مكتشف عملية البسترة العالم الشهير « لويس باستير » هو فى الأصل كيميائى ، لكن الأقدار شاءت له أن يقترن اسمه بالعلوم البيولوجية .

لا بد أن حياته تحوى أسرارًا كثيرة ، فالنبوغ ليس وليد الصدفة ، كما أن الوصول إليه ليس سهلاً ، بل إن طريق الوصول كثيرًا ما يكون مليئًا بالأشواك والعقبات ، والتى تضع من وهبه الله ملكة النبوغ أمام اختيارين كلاهما صعب ، فهو إما أن يستسلم ، ويوافق على أن يدفن ما تميَّز به من نبوغ ، ليعيش كغيره من البشر ؛ وإما أن يتحدَّى الأحداث الصعبة ويقاوم العقبات ، ويزيل الأشواك التى تعترض طريقه ، وما أكثرها، ليصل بعد جهد شديد إلى هدفه ، معلنًا للبشرية جميعها نجاحه ، تاركًا بذلك أثرًا كبيرًا فى تاريخ البشرية .

لذلك لا بد أن نعرف كفاح باستير من أجل أن يثبت ذاته العلمية .. فقد ولد باستير فى الثامن والعشرين من ديسمبر فى عام ١٨٢٢م بمنطقة جورا الفرنسية .

كان أبوه يعمل صَبَّاغًا للأقمشة ، وكان يمتلك مصبغة فى بلده آربوا ، حيث

حرص على تعليم ابنه باستير ، فأدخله كلية آربوا ، وقد أظهر باستير فيها تفوقًا ملحوظًا، قاده إلى إظهار نبوغه العلمى .

تقدَّم باستير للالتحاق بكلية الطبيعة بباريس عام ١٨٤٢م ، حيث عُقد له امتحان مع بقية المتقدمين ، وكان ترتيبه فى هذا الامتحان الرابع عشر ، ولذلك أصرَّ باستير على أن يعيد امتحانه مرة أخرى حيث تحسَّن ترتيبه إلى الرابع .

أثبتت دراسة باستير فى كلية الطبيعة مقدرته غير العادية على التحصيل ، وصبره الشديد من أجل الوصول إلى المعلومة .

أُتيحت الفرصة لباستير أن يدرس على أيدى قادة العلم آنذاك ، مما كان له أبعد الأثر فى حياته كلها ، فقد تتلمذ على أيدى علماء كبار من أمثال « دوماس » والذى كان يُدرِّس الكيمياء والفسيولوجيا ، وقد كان له أثر كبير فى حياة باستير بعد ذلك .

انتقل باستير بعد ذلك إلى مرحلة أخرى ، حيث شُغل كثيرًا بعملية تدوير الضوء المستقطب جهة اليمين أو جهة اليسار من خلال البلُّورات ، وكان هذا موضوع رسالته لنيل الدكتوراه ، والتى أثبت فيها أن الأساس فى عملية تدوير الضوء المستقطب هو عدم تماثل التركيب الذرى للمركَّب ، فالمركَّب المتماثل لا يمكنه تدوير الضوء المستقطب، لكن المركَّب غير المتماثل يمكنه تدوير الضوء المستقطب إما إلى جهة اليمين ويُسمَّى فى هذه الحالة « مركَّب يمينى » ، وإما إلى جهة اليسار ويُسمَّى فى هذه الحالة « مركَّب يسارى » .

لكن كيف تحوَّل باستير من الكيمياء إلى البيولوجيا ؟

كان باستير مغرمًا بدراسة الكيمياء الفراغية ، وهو فرع الكيمياء الذى يدرس التوزيع الفراغى للذرات داخل الجزىء ، وتأثيرها على الخواص الطبيعية والكيميائية المتعلّقة بالجزىء .

لكن العديد من المركَّبات الكيميائية غير المتماثلة ( أى : التى لها القدرة على تحويل

الضوء المستقطب إلى جهة اليمين أو جهة اليسار ) موجودة فى النباتات الطبيعية ، فحامض الطرطريك ـ والذى تركزت عليه تجارب باستير ـ موجود فى بذور العنب . كما أن الحامض النووى (DNA) الحامل للمعلومات الوراثية داخل الخلية هو أيضاً يحوِّل الضوء المستقطب ، لكن إلى جهة اليمين .

إذن : فالمركَّبات غير المتماثلة - والتى جذبت انتباه باستير - توجد فى مكونات بيولوجية، ومن هذا المنطلق كان اتجاه باستير إلى البيولوجيا ، فقد شُغف كثيرًا بدراسة المركبات الكيميائية الموجودة فى أجزاء بيولوجية ، والتى لها القدرة على تحويل الضوء المستقطب .. وهكذا تحوَّل باستير من دراسة الكيمياء الفراغية إلى دراسة البيولوجيا .

درس باستير بعد ذلك البكتيريا ، حيث تركزت أبحاثه عليها ليستنتج - فى النهاية - وجود بعض البكتيريا التى تنمو فى وجود الأكسجين ، وأنواع أخرى لا تستطيع النمو فى وجود الأكسجين ، ومن ثم فقد قسَّم البكتيريا إلى بكتيريا هوائية ، وأخرى لا هوائية، ثم درس التأثير المرضى للبكتيريا ، وأثبت أن المواد تتعفن لوجود كائنات حية دقيقة فى داخلها مسئولة عن عمليات التعفن ، وبالتالى : فالأمراض تنتقل من خلال العدوى بهذه الكائنات الحية .

ومن ثمَّ كان السؤال المنطقى الذى فرض نفسه على باستير ، وهو :

كيف نتَّقى شرَّ هذه الميكروبات ؟

استطاع باستير أن يثبت أن غليان السوائل يقضى على معظم البكتيريا غير المتجرثمة، حيث تكون درجة الغليان ( من ٥٥ ـ ٦٥مْ ) لمدة نصف ساعة ، ثم التبريد المفاجئ إلى ١٥مْ ، وتُعرف هذه العملية « بعملية البسترة » ، نسبة إلى مكتشفها «لويس باستير» .

وكان باستير مرتبطًا بالمجتمع غير منعزل عنه ولا عن مشاكله ، فكثيرًا ما كُلِّف بدراسة العديد من الطفيليات داخل الحرير ( ديدان الحرير ) والتى كانت تسبب

خسائر فادحة لصناعة الحرير فى فرنسا ، وكذلك عمل على التغلب على معوقات الإنتاج فى النبيذ الفرنسى ، لينافس النبيذ الألمانى .

كان باستير عاشقًا لوطنه فرنسا ، وكان كثيرًا ما يقوده هذا إلى مواقف غير طيبة مع علماء كليات ألمانيا ، بسبب العداء بين الدولتين آنذاك ، ولذلك رفض باستير إحدى المنح الشرفية من جامعات ألمانيا .

وكان باستير يتسم بشىء من الأنانية ويميل إلى حب الذات والتسلُّط وإظهار قوته، لكن فى النهاية لا بد أن نشهد له بأنه أضاف كثيرًا إلى العلم ، والبشرية تشهد له بذلك وتدين له بالكثير ، فقد ابتكر « الأمصال » ، والتى كانت وسيلة ممتازة لمكافحة مرض « الجمرة الخبيثة » فى الحيوانات ، وكوليرا الدجاج والطاعون ، ونجح باستير أيضاً فى الحصول على الميكروبات المضعَّفة ، والتى لا تسبب موت العوائل عند إصابتها لها ، ولكن تعطيها حصانة ضد الميكروب النشط ، والذى قد يسبب موتها .

اعتلَّ جسم باستير فى أواخر عمره ، حيث أُصيب بمرض الذبحة الصدرية ، ثم أُصيب بنزيف فى المخ أودى بحياته فى عام ١٨٩٥م .

* * *

# فولجيـــن

ولد فولجين فى العقد السابع من القرن الماضى حيث درس علوم الحياة ، واهتم كثيرًا بتلك الضجة التى أثيرت حول أبحاث مندل عام ١٩٠٠م ، وأبحاث العلماء كورنيز وتشيرماك ودى فريز .

كان الموضوع يفرض نفسه ويجرى حوله نقاش واسع فى المحافل العلمية آنذاك، وبعد الاستقرار العلمى بشأن علم الوراثة وإثبات ما كشفه مندل كان لزامًا على العلماء البحث عن ذلك العامل الذى أشار إليه مندل ، لكنه لم يكشف اللثام عنه .

وقد استطاع العلماء إثبات وجود الدنا الوراثى على الكروموسومات فى الخلية ، وكان لفولجين باعٌ طويلٌ فى إثبات ذلك بتجربته الشهيرة التى أجراها عام ١٩١٢م حيث قام بإحداث هدرجة الدنا الوراثى من خلال معاملته بحامض ثم إضافة كاشف شيف فيظهر لون أحمر قرمزى كنتيجة للتفاعل الصبغى (الذى حدث على سطح الكروموسوم ) .

وعملية الهدرجة التى أجراها فولجين تعنى إضافة جزيئاتٍ ما فى أماكن محددة على الدنا الوراثى مما يعمل على إحداث كسر للروابط غير المشبعة به ، كما يتفاعل الكاشف مع مجموعة الألدهيد الموجودة على سكر الديوكسى ريبوزى معطيًا اللون الأحمر القرمزى .

وهذا التفاعل لا ينجح مع أىّ مادة أخرى موجودة على الكروموسوم سواء كانت البروتين أو حتى الرنا الوراثى ، فهذا التفاعل مـميِّز للدنا الوراثى فقط ، كما تتناسب كثافة اللون الناتج ( الأحمر القرمزى ) مع كمية الدنا الوراثى الموجود على الكروموسوم .

وقد أعاد فولجين تفاعله ذلك على كل البنية الخلوية ( مكوّنات الخلية ) وتسجيل الجزء الذى تلوّن من الخلية ، واتضح أن الكروموسومات داخل النواة ، وبالتحديد «الدنا الوراثى» هو فقط الذى حدث به ظهور اللون الأحمر القرمزى .

وقد ساعدت دراسات فولجين على إثراء العديد من الدراسات الكيموضوئية الكمية والتى تهدف إلى قياس كمية الضوء القابلة للامتصاص على الدنا الوراثى ، والمحدثة للتفاعل الكيميائى الصبغى ، بل وتحديد الطول الموجى للأشعة الممتصة ، وقد أُسميت هذه الدراسات ـ فيما بعد ـ « بالدراسات الضوئية الخلوية » .

وقد أفادت تلك الأبحاث فى إثبات « الثبات الكمى » للدنا الوراثى فى الخلايا فى الكائنات القريبة فى الوضع التصنيفى من بعضها .

كما ثبت أن الخلايا التناسلية عند تعرضها للأشعة تمتص كمية تعادل نصف ما تمتصه الخلايا الجسدية ، وهذا ما يؤكد اختلاف الاثنين فى التركيب الوراثى ، بل ويعطى دليلاً على أن المحتوى الوراثى للخلايا التناسلية يساوى نصف المحتوى الوراثى للخلايا الجسدية ، وهذا ما كان يبدو منطقيًا قبل تلك الفترة ، لكنه كان يفتقد الدليل على ذلك.

كما أثبتت دراسات فولجين باستخدام التأثيرات الضوئية على الدنا الوراثى أن المحتوى الوراثى فى طور الراحة الخلوية يتضاعف استعدادًا لعملية الانقسام الخلوى والتى ترث فيها كل خلية نصف المحتوى الوراثى للخلية الأم ، من ثم يثبت المحتوى الوراثى فى الكائنات الحية .

ورغم أهمية أبحاث فولجين المباشرة ، إلا أن آثارها غير المباشرة كان لها أهمية كبيرة أيضاً ؛ فقد حفزت كثيرًا من الباحثين الشبان لمواصلة ما بدأه فولجين من دراسات كيموضوئية على المادة الوراثية ، هذا ما فعله « كاسبرسون » فيما بعد .

* * *

# ألبـــرت أينشـتين
# ونظـريـة « النســبية »

إنه ذلك العالم الذى يعرفه الجميع ، سواء المتخصص منهم فى مجال العلوم أو غير المتخصص ، المثقف وغير المثقف ، من يعرف قسطًا من الثقافة العلمية ، ومن هو متبحر فى هذا المجال .. الجميع - تقريباً - يعرفونه أو سمعوا عنه .

يعرفه الجميع بنظريته « النسبية » ، لكن هذا لا ينفى وجود إبداعات علمية أخرى له، فرغم اشتهاره « بالنسبية » إلا أن حصوله على جائزة نوبل لم يكن عن « النسبية » بل كان عن أبحاثه فى مجال الكهروضوئيات .

لم تكن الإبداعات العلمية لأينشتين تجريبية أى : لم تتم داخل معمل ، لكنها تمت جميعها نظريًا ، كان أينشتين ذا عقلية جبَّارة لها القدرة على استيعاب أدق الأمور والربط الذكى بين المتغيرات المختلفة للوصول إلى نتيجة واحدة سليمة .

ومهمة صياغة قاعدة تجمع بين متغيرات نظرية عديدة صعبة جدًا وتحتاج إلى مجهود كبير وعقلية غير عادية .

إن شخصية أينشتين لجديرة بالدراسة للوصول إلى أبعادها ومختلف جوانبها ، تلك الشخصية العبقرية التى صنعت لنفسها مجدًا قلَّ أن يجود الزمان بمثله .

قال عنه أستاذه فى المدرسة فى بداية تعليمه المبكر إنه تلميذ فاشل ، ولن يصلح لأى شىء ، فترك أينشتين المدرسة واهتم بدراسة الهندسة التقليدية فى المنزل ، وكان فى ذلك الوقت مهتمًا بدراسة الكتاب المقدس « التوراة » ، لكنه وجد تناقضاً بين نصوص «التوراة» وبين ما يدرسه من علوم ، فأثار ذلك فى نفسه نوعًا من التردد والتذبذب ، لكنه بدأ تدريجيًا يستعيد توازنه النفسى ليكمل دراساته المنزلية .

كانت الأوضاع المادية الجيدة لوالده ( التاجر ) توفر له نوعًا من الاستقرار ، لكن عندما تعرَّض والده لهزات مالية اضطرت الأسرة أن تنتقل إلى إيطاليا ما عدا ألبرت .

استقرت الأسرة فى ميلانو بإيطاليا ، وبعد ستة أشهر لحق بهم ألبرت دون الحصول على أى شهادات دراسية وكان عليه أن يواصل الدراسة لكى يستطيع أن يجد عملاً يوفر له احتياجاته المالية ، لكن هذا لم يكن سهلاً وذلك لعدم قدرته على أن يلائم بين قدراته العقلية الفائقة والمستوى التعليمى وأسلوبه الشائع آنذاك ، وكذلك لم يكن معه شهادة دراسية أو ما يفيد بالسنة الدراسية التى وصل إليها فى دراسته .. ولكن لا بد من حل.

تقدَّم أينشتين إلى معهد البوليتكنيك الفيدرالى السويسرى فى زيورخ ولكنه رسب ، ثم تقدم فى العام التالى بعد أن درس طوال عام كامل فى سويسرا ، مما مكَّنه من النجاح هذه المرة والالتحاق بالمعهد .

اهتم ألبرت أينشتين كثيرًا فى هذه المرحلة بالفيزياء والهندسة الكهربية ، لكن حبه للفيزياء كان شديدًا ، وقد تخرَّج فى المعهد عام ١٩٠٠م ، وكان يأمل أن يُعيَّن أستاذًا فى الجامعة ، لكنه فشل فى ذلك ، لانعزاله وميله إلى الانطوائية ، لكنه حصل على وظيفة مهمة فى مكتب براءات الاختراع السويسرى فى برن ، كخبير فنى من الدرجة الثالثة .

كان عمل ألبرت أينشتين فى مكتب براءات الاختراع السويسرى فرصة غير عادية بالنسبة له ، فقد ساعده ذلك على تنمية فكره الابتكارى والاطلاع على معظم الابتكارات الموجودة به ، مما بلور فى ذهنه فكرًا جديدًا .

كان أينشتين من ذلك النوع الذى يخطط لنفسه كثيرًا ، وينظر إلى المستقبل وهو ما زال يعيش الحاضر ، لكنَّ هناك فارقًا كبيرًا بين رجل يفكر ورجل لا يفكر ، بين رجل لا ينظر إلى الغد ورجل يرى المستقبل بوضوح .. هكذا قال ألبرت عن نفسه وهو فى سن مبكرة : « إن المستقبل يبدأ من الأمس » .

وكأنه كان يعتقد أنه لا مستقبل بدون ماضٍ ، فالذى يريد أن يطور نفسه لا بد أن يدرس الماضى أولاً ، ويستفيد من الماضى والحاضر ، ليتلافى أخطاء الماضى والحاضر، ويبنى المستقبل الناجح القوى .

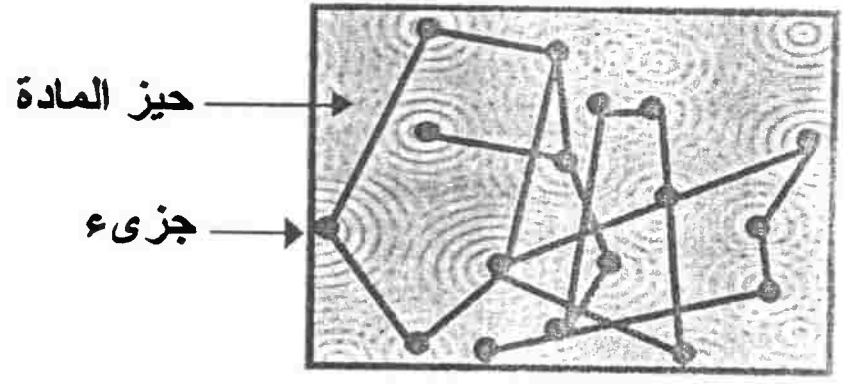
كان أينشتين صاحب السبق فى الإشارة إلى القياس المطلق ـ وليس النسبىّ ـ لطبقة الأثير فى الجو ، وذلك لأىّ جسم متحرك ، كما أشار أينشتين إلى نسبيَّة الأشياء ، وهو ما يعنى أن كل شىء هو نسبة لشىء آخر ، فالسيارة بالنسبة للإنسان أكبر حجمًا ، لكن هى بالنسبة للديناصور تُعتبر كائنًا صغيرًا جدًّا ، وكذلك المبنى الشاهق أقف أمامه فيبدو كعملاق وأنا كقزم ، لكن لو وقف أمامه ديناصور ، فسوف يبدو هو العملاق ، وقد سُمِّى ذلك بـ « نظرية النسبية » .

توصَّل أينشتين فى أبحاثه عن الفيزياء النسبية إلى العلاقة الشهيرة : [ ط = ك ع$^{٢}$ ].

حيث ترمز ( ط ) إلى كمية الطاقة ، وترمز ( ك ) إلى الكتلة ، وترمز ( ع ) إلى سرعة الضوء ، والواضح من العلاقة أنها طردية بين متغيراتها ، وفيزياء الطاقة تزيد الكتلة .

ثم كان تطوير ذلك المفهوم لنصل إلى كون الكتلة إحدى صور الطاقة .

لقد أعطى أينشتين تفسيراً منطقيًّا للحركة البراونية ، وهى الحركة العشوائية للجزيئات كالتالى :



وقد فسر أينشتين ذلك باختلاف مقدار القوة المؤثرة على وجه الحُبيبة من القوة المؤثرة على الوجه الآخر ، ومن ثم تحدث الحركة فى اتجاه ما .

ولاحظ أينشتين التأثير الكهروضوئى ، والذى نراه فى الألوان الناتجة عن الإشعاعات المنبعثة من المادة عند تسخينها ، ثم تمكَّن من دراسة ذلك كناحية كمية للوصول إلى تفسير منطقى لذلك ، وهو الذى أطلق على كمّ الضوء المنبعث أو الممتصّ اسم «فوتون»، كما فسر العديد من تجارب التأثير الكهروضوئى ، وقد حصل نتيجة ذلك على جائزة نوبل فى عام ١٩٢١م .

عُيِّن أينشتين عام ١٩٠٩م أستاذاً فى جامعة زيورخ ، ثم انتقل إلى براغ فى ألمانيا ثم عاد إلى زيورخ ، ثم انتقل إلى برلين حيث استقر هناك .

قام أينشتين فى عام ١٩١٥م بنشر نظريته المعروفة « بالنظرية العامة للنسبية » ، وقد شرح فيها تصوُّره للجاذبية ، وهو ما يخالف تصوُّر إسحاق نيوتن لها ، فقد كان رأى نيوتن أن دفع الجاذبية يكون داخل الأجسام ، بينما رأى أينشتين أن الجاذبية تكون فى الفضاء المحيط بالأجسام .

كان لأينشتين أفكاره حول انحناء أشعة الضوء ، وقياس الإزاحة الظاهرية ، وكان لذلك أثر كبير فى تفسير العديد من الظواهر .

تفوَّقت نظريات أينشتين على نظريات نيوتن مما حقَّق له شهرة بلغت الآفاق ، وصار معروفًا لدى الفيزيائيين وغير الفيزيائيين .

سافر أينشتين بعد ذلك إلى أمريكا بقصد جمع الأموال اللازمة لإنشاء الجامعة العبرية ، والتى أُقيمت بعد ذلك فى القدس ، ثم قرر أن يجعل من أمريكا موطنه بعد وصول هتلر لمركز القوة فى ألمانيا وسيطرته على الأمور هناك .

اهتم أينشتين فى أواخر حياته بإيجاد نظرية تشمل الجاذبية وميكانيكا الكمّ ، لكنه لم يصل إلى النتائج النهائية فى ذلك .

وقد عُرض عليه أن يتولى رئاسة دولة إسرائيل عند قيامها ، لكنه رفض ذلك المنصب.. وقدم أينشتين توصية للرئيس روزفلت بصنع القنابل الذرية ولكنه ندم بعد ذلك قائلاً:

« لقد ارتكبت خطأً عظيماً فى حياتى عندما وقَّعت للرئيس روزفلت على وصية أُوصى فيها بضرورة صُنع القنابل الذرية ، لكن كان مبرِّرى هو تحاشى خطورة سبق الألمان إلى صنعها » .

* * *

# كالـــــون

ولد « كالون » فى توقيت مقارب لميلاد فولجين ، وقد جمعتهما دراسة علوم الحياة واهتمامهما بعلم الوراثة ، إلا أن « كالون » أكمل دراسته فى كيمياء الإنزيمات ، وأكمل فولجين دراساته فى الكيمياء الضوئية ، وقد استفاد كلٌّ منهما من دراسته فى ذلك المجال الذى أحبَّاه وأخلصا له « علم الوراثة » ، فكما استخدم فولجين ما درسه فى الكيمياء الضوئية فى إحداث تفاعل الهدرجة للكروموسوم لإثبات وجود الدنا الوراثى عليه ، استطاع كالون أن يستخدم التأثير الإنزيمى فى إثبات نفس الفرض ، فعند معاملة كالون للكروموسومات بالإنزيمات الهاضمة للبروتين أو الإنزيمات الهاضمة للرنا الوراثى اتضح عدم تأثر التركيب الكروموسومى بهذه الإنزيمات ، لكن عند معاملة الكروموسومات بإنزيمات الداناز ( الإنزيمات المحلِّلة للدنا الوراثى ) ظهر تأثر التركيب الكروموسومى بفعل هذه الإنزيمات المحلِّلة لمادة الحياة ( الدنا الوراثى ) ، وعملية التحلُّل لم تكن على طول شريط الدنا الوراثى وإنما كانت فى أماكن محددة على الشريط، وهى التى تمثل مناطق ضعف على شريط الدنا الوراثى يستطيع من خلالها إنزيم الداناز التأثير على التركيب الكيميائى للدنا الوراثى .

كما أن تعدُّد مناطق التحلُّل على شريط الدنا الوراثى يثبت طول هذا الشريط ، وهذا ما ثبت بالدراسات التى أُجريت بعد ذلك على الدنا الوراثى .

كما أن حدوث عمليات التحلُّل بانتظام على طول الشريط يثبت وجود تركيب هندسى دقيق ومتكرر لهذا الشريط ، وهذا ما ثبت فيما بعد باستخدام الأشعة السينية والتى أجراها العالم ولكنز والباحثة فرانكلين .

وهذا ما يثبت عبقرية كالون وقدرته على سبق عصره ، بل والقدرة الفائقة على الربط بين المجالات المختلفة لإيجاد نوع من التكامل بين هذه الأشياء للوصول إلى هدف نبيل.

لقد كان الدليل الذى قدَّمه كالون من خلال دراسته لعلم الإنزيمات حافزًا جديدًا للعلماء للوصول إلى تركيب الدنا الوراثى وتوظيفه لصالح البشرية قدر الاستطاعة .. وكأن كالون كان يستقرئ كتاب الزمن ليروى له ما سيحدث ، وليته كان حيًّا ليشهد ما يحدث الآن من ثورة الاستنساخ الحيوى والتوظيف الجينومى وعمليات الخرطنة الوراثية .

لكن سيبقى اسم « كالون » كرائد وعالم كبير له إسهاماته ، وباحث عظيم له إضافاته القيِّمة والتى أتاحت لغيره من الباحثين الذين جاءوا من بعده أن يكملوا ما بدأه لتستمر السفينة فى رحلتها دون توقف ، سفينة علم الوراثة وطاقمها العجيب «الطاقم الوراثى» .

* * *

# ســـــترن

إنه كيورت سترن ، ذلك الشاب الأنيق منحسر شعر الرأس ، والذى كانت تعلو وجهه دومًا ابتسامة وديعة وزملاؤه بالجامعة يخاطبونه مازحين :

نود أن نرى قانون سترن فى البيولوجيا الجزيئية ؟

لكن سترن كان واثقًا من أنه بإمكانه أن يفعل شيئًا ، وأن يصبح مزاح زملائه حقيقة واقعة .. ولمَ لا ؟

لقد كان سترن كريم الخُلُق لطيف المعاملة ، لبق الحديث ، وكان يتصف فضلاً عن هذا بصبر وجَلَد نادرين ، وقد أفاده هذا فى رحلته العلمية مع الطاقم الوراثى ، ذلك الطاقم الذى يحتاج إلى شخصية خاصة حتى تتعامل معه ، شخصية تفنى ذاتها فيه لتكتشف أسراره ، أو لنقل : ليبوح لها بأسراره ، وهكذا كان سترن .

لقد استوقف سترن مثلما استوقف ماكلينتوك ذلك الاعتقاد الذى كان سائدًا بين العلماء وهو ثبات الطاقم الوراثى على طول الزمن ، وكان سترن موقنًا فى قرارة نفسه من خطأ هذا الاعتقاد الذى لم يكن يوجد ما يبرره من الناحية العلمية .

وقد أتيحت له الفرصة للتأكد من رأيه هذا عند دراسته لعملية العبور الوراثى ، حيث استطاع أن يثبت أن ثمة تبادلات مادية فجائية تحدث فى أثناء عملية العبور الوراثى ، كما أن هذه العناصر قد تكمن لفترة طويلة ثم يبدأ ظهور أثرها المفاجئ على الطاقم الوراثى محدثًا اختلالاً فى الخريطة الجينية للكائن الحى .

وقد اتفق سترن فى خلاصة أوراقه التى قدَّمها عن الجينات الكامنة والعبور

الوراثى مع نفس الخلاصات التى استخلصتها الباحثة ماكلينتوك فى بحثها حول الجينات الكامنة فى نبات الذرة ، وكانت أوراقها هذه هى البداية لدراسة أثر هذه الحركة الجينومية المباغتة على الأداء الوظيفى للعضيَّات الخلوية ، ومدى ارتباط هذا بتحطيم الأيض الخلوى من عدمه، وعلاقة هذه الحركة الجينومية على الكائنات المرضية الغازية للجسم .

كان ما قدَّمه سترن وماكلينتوك فى حقل الجينوميا مجهودًا كبيرًا ، ويصعب أن تضع نظرية لم تُسبق إليها ، لكن الأصعب أن تستطيع إلغاء حقيقة وتثبت خطأها وتأتى بالحقيقة الصحيحة ..

هنا تكمن العبقرية وتظهر إرادة الإنسان القوى الذى يعيش لهدفٍ سامٍ ..

وما أرى أسمى من غاية كشف اللثام عن الحقيقة العلمية التى ما زالت خلف مسرح الأحداث فى حاجة لمن يكتشفها ويقدِّمها .

* * *

# كاسبرسون

حين نشأ « كاسبرسون » كان الوسط العلمى يعيش حالة أشبه بالصراع من أجل الوصول إلى حل هذا اللغز القابع وراء موضوع التوارث ، وكان لابد لكاسبرسون أن يتعايش مع هذه المنظومة العلمية فى فترة شبابه ، بل وأن يقحم نفسه فى هذا المجال بالدراسة المستفيضة المعملية آملاً أن يضيف شيئًا جديدًا فى هذا المجال العلمى القائم على تحديد كُنْه المادة الوراثية .

وما إن حل عام ١٩٤١م حتى كانت شخصية كاسبرسون قد نضجت تمامًا ، وأصبحت مؤهلة لأن تعطى الكثير ، وكانت القضية المثارة آنذاك هى إثبات وجود الدنا الوراثى على الكروموسومات من عدمه .

ونظرًا لدراسة كاسبرسون للأشعة فقد استخدم دراسته هذه فى الوصول إلى حل حاسم لهذا الأمر . فالحمض النووى يمكنه امتصاص الضوء فى المنطقة البنفسجية عند طول موجى (٢٦٠٠) أنجستروم أى : ٢٦٠ نانوميتر ، وقد استخدم كاسبرسون فى تجربته تلك أحد الميكروسكوبات ذات الأشعة فوق البنفسجية التى تستطيع إعطاء هذه الموجة .

أوضحت الدراسات التى قام بها كاسبرسون مدى الاستجابة بين امتصاص الأشعة فوق البنفسجية فى الكروموسومات والدنا الوراثى ، ففى كروموسومات الغدد اللعابية وجد كاسبرسون أن الامتصاص الأساسى للأشعة فوق البنفسجية يحدث فى الشرائط القابلة للتصنيع ، بينما كان الامتصاص ضئيلاً جدًّا فى الأماكن غير القابلة للتصنيع ، وهذا ما طابقته الصور الملتقطة بواسطة الأشعة السينية ، وما أثبته العالم فولجين .

وقد كان لهذا أثره الكبير على سير الأبحاث بعد ذلك ، فقد ثبت أن الحمض النووى (الدنا الوراثى) يوجد على الكروموسومات ، ومن ثمَّ اتجه العلماء إلى دراسة الكروموسومات وما عليها من جينات .

وهنا تكمن أهمية البحث القائم على أسس علمية سليمة ومتينة ؛ فهى تعمل على تقليص الزمن اللازم لإنجاز الأبحاث العلمية ، والوصول إلى الحقيقة مبكرًا ، بما يوفر الفرصة التطبيقية لهذا الكشف فى وقت مبكر أيضاً وإظهار إيجابياته من سلبياته ، وهذا ما فعله كاسبرسون ؛ فقد استطاع أن يقدِّم دليلاً جادًا على وجود الدنا الوراثى على الكروموسومات ، ومن ثم أصبحت المهمة على الباحثين من بعده محددة تمامًا وموجهة إلى وضع نموذج لتركيب الدنا الوراثى وعلاقة الجينات ببعضها على الكروموسوم الواحد، أو على الكروموسومات الشقيقة أو غير الشقيقة مما يُنبئ بتداخل فى هذا الطاقم الوراثى .

لقد كانت تجربة كاسبرسون رائدة فى وقتها وفى وضعها ، فى رحلة العلماء مع المادة الوراثية ، وهذا ما أعطاه حقه من التكريم لمساهمته العلمية فى كشف أسرار المادة الوراثية.

* * *

# صاحب أكبر ثورة فى تاريخ البيولوجيا
# « آيـان ويلمـــــوت »

لم يكن أحد يسمع عن آيان ويلموت قبل عام ١٩٩٦م ، فقد كان بعيدًا عن الشهرة والأضواء والإعـلام ، عاشقًا لعمله ومعمله ، أحبَّ الأجنَّـة ، وكانت تمثل له ذاته التى كان يبحث عنها .

فجأة سمع الجميع اسم « ويلموت » وردَّده الجميع ، بل وحفظه الجميع ، كان ذلك منذ وُلدت النعجة « دولّى » ؛ لأنها كانت أغرب ولادة لحيوان ثديىّ فى تاريخ البشرية ، ولذلك تناقلت خبر ولادتها جميع وكالات الأنباء فى العالم ، وكان اسم «آيان ويلموت » فى كل جريدة .

حقق آيان ويلموت ثورة هائلة فى الهندسة الإنجابية ، حيث نجح فى أن يحدث التكاثر من خلال خلية جسمية وليس من خلية مشيجية ، فمن هو « آيان ويلموت » .. وما هو الإنجاز الذى حققه ؟ .. وما هى الصعوبات التى واجهته فى طريقه نحو تحقيق هدفه ؟ .. وهل استطاع التغلب عليها ؟ .. وما علاقة تجربته بالإنسان ؟ .. وما هى الانعكاسات الاجتماعية لتجربته ، وكيف نستفيد منها ؟

والأهم من هذا كله : ما هى المواصفات الشخصية التى أهَّلت ويلموت لتحقيق هذا الإنجاز الكبير ؟

كل هذه الأسئلة والاستفسارات سنجد الإجابة عنها من خلال استعراضنا لحياة ذلك العالم الكبير الذى حقق ما عجز عنه الكثيرون .

فمنذ استطاع علماء الهندسة الوراثية فى عام ١٩٧٩م التوصل إلى تقنية الدنا

المطعَّم[1]، وهم يحاولون الوصول إلى ذلك السر البيولوجى الذى يتيح لهم توجيه الجينوم[2] للحصول على نسخ من الكائنات الحية .

وقد واجه العلماء ـ فى بحثهم هذا ـ مشكلات عديدة ، استطاعوا أن يتغلبوا على الكثير منها ، لكن ما زال هناك الكثير من المشكلات العلمية والتقنوية صعبة الحلّ ، والتى يأمل العلماء فى إيجاد حلول لها مع تقدم الأبحاث .

**ومن المشكلات الأوليّة التى واجهها العلماء ما يلى :**

١ ـ صعوبة إجراء عملية الاستنساخ على الخلايا الناضجة لكون هذه الخلايا قد تخصَّصت جينوميًّا[3] ، وأصبحت نشطة فى أداء وظيفتها التخصصية الجديدة ، أما بقية المحتوى الوراثى لها ، والذى لا يمت للوظيفة التخصصية بصلة فقد دخل فى مرحلة كمون، لم يستطع العلماء ـ فى البداية ـ التوصُّل إلى سبب هذا الكمون ، ولا إلى إمكانية استثارة هذا المحتوى ليستعيد نشاطه من جديد .

وقد تغلَّب العلماء على تلك المشكلة بإجراء عمليات الاستنساخ على المراحل الجنينية المبكرة ، حيث يتم تقسيم الخلايا الجنينية الثمانية إلى خلايا مفردة ، ثم تُنزع نواة إحدى الخلايا ، ويتم نقلها إلى حافظة مناسبة تسمح للأطقم الوراثية المخزونة بنواة الخلية الجنينية بالاستمرار فى توجيه عمليات التكوين الجنينى .

٢ ـ صعوبة الحصول على الوسط الحيوى المتوافق وراثيًّا مع الأطقم الوراثية المخزَّنة فى النواة ، وقد تم التغلُّب على هذه المشكلة بتفريغ البويضة من نواتها عن طريق جراحة نووية دقيقة ، ثم يتم زرع النواة الجديدة فى الموقع النووى بالبويضة ، إلا أن تلك التقنية لا توفِّر الأمان الوراثى للنواة الجديدة بنسبة (١٠٠٪) ؛ وذلك

---

(١) الدنا المطعَّم هو الدنا الوراثى لكائن حى والمضاف إليه جينات من كائن قريب منه وراثيًا حتى لا يحدث طرد للجينات المضافة .

(٢) الجينوم هو محتوى الجهاز الوراثى للكائن الحى من الجينات .

(٣) التخصص الجينومى هو تخصص بعض الجينات لأداء وظيفة معينة ومحددة وفقًا لبرنامج وراثى سابق تكون عند اتحاد الحيوان المنوى بالبويضة ( المادة المذكرة والمادة المؤنثة ) .

بسبب وجود الطاقم الوراثى السيتوبلازمى لخلية البويضة ، والذى يمثل (١٠٪) من المحتوى الوراثى للخلية، والموزَّع بنسبة (٥٪) للميتوكوندريا[١] و (٥٪) موزَّعة على عضيَّات الخلية الأخرى ، وهذا يُحدث حالة من عدم التوافق الوراثى[٢] قد تؤدى إلى تدمير الأطقم الوراثية المزروعة فى نواة البويضة ، وإن كان هذا الاحتمال ضعيفًا للنسبة القليلة الموجود بها المحتوى الوراثى السيتوبلازمى ، ولم يستطع العلماء ـ حتى الآن ـ التوصل إلى وسيلة لإحداث توافق وراثى تام يضمن الاستقرار الوراثى للطاقم الجديد بما يمكِّنه من القيام بوظائفه .

٣ ـ إيجاد وسط يمكن لخلية البويضة أن تستقر فيه ، وقد استعان العلماء للتغلب على ذلك بالأرحام البديلة ، وإن كان هناك الآن اتجاه إلى الأرحام الصناعية المبرمجة وراثيًا بما يكفل الحماية للبويضة المزروعة فيها .

**الاستنساخ الحيوى ( البداية والتطور ) :**

عندما كان كل الباحثين العاملين فى حقل الوراثة عاكفين على وضع نموذج صحيح للدنا الوراثى ، نجح فريق بحثى بالولايات المتحدة الأمريكية فى إجراء عملية تجميد لأجنَّة الأبقار فى درجة (٧٩ تحت االصفر المئوى ) ، ورغم إجراء هذه العملية ونجاحها إلا أن الأساس الوراثى لذلك لم يكن مفهومًا ، وقد ظل ذلك لفترة طويلة لجدَّة الأبحاث الوراثية آنذاك .

لقد استطاع العالم الأمريكى « جون جوردن » فى عام ١٩٦٢م أن يستنسخ أجنَّة الضفادع ، لكن الأجنَّة ماتت فى أطوارها الجنينية ، ولم تصل إلى الطور البالغ .

وفى عام ١٩٧٨م ولد أول طفل بتقنية الإخصاب خارج الرحم ( أو ما يعرف مجازًا بأطفال الأنابيب ) ، وقد عُدَّ هذا حدثًا طبيًّا له انعكاساته الطبية والخُلُقية ، وقد

(١) الميتوكوندريا : إحدى عضيات الخلية المسئولة عن إنتاج الطاقة والتى تحتوى على (٥٪) من المحتوى الوراثى الموجود بالخلية .

(٢) التوافق الوراثى هو تطابق أو تقارب المحتويات الوراثية مع بعضها .

أظهرت هذه التقنية حالة من الأمل فى تخطِّى عقبة الانسدادات المستعصية بالجهازين التناسليين الذكرى والأنثوى مما يمنع عملية الإخصاب .

وفى عام ١٩٧٩م استطاع عالِم الأجنَّة « كارل منسى » نزع نواة بويضة أنثى الفأر ، ووضعها فى بويضة أخرى بعد تفريغ البويضة الثانية من مادتها النووية ، كما تم فى نفس العام إجراء عمليات التطعيم الوراثى للأطقم الوراثية ، حيث تم إدخال جينات محددة بعد نزعها من أطقمها الوراثية فى أطقم جديدة لإكسابها صفات محددة.

وفى عام ١٩٨١م استطاع فريق بحثى بجامعة ( جنيف ) إنتاج فئران بالغة بنفس التقنية التى استخدمها « كارل منسى » .

وفى عام ١٩٨٣م استطاع الباحث ( برنستار ) أن يزرع جينات آدمية يمكنها أن تتحكم فى هرمونات[١] النمو للفئران ، لتنتج فئران عملاقة ( ذات حجم كبير ) .

وفى عام ١٩٩٣م استطاع عالم الوراثة الأمريكى « جيرى هول » وزميله «استيلمان» أن يجريا استنساخًا للأجنَّة البشرية وذلك بنزع نواة خلية جنينية فى مراحلها المبكرة ، ثم زرعها فى خلية بويضة تم تفريغها من نواتها ، لتعاد بعد ذلك إلى الرحم لتنمو نموًّا طبيعيًّا حتى تكوين جنين .

لقد استطاع « جيرى هول » بهذه التقنية تحميل العديد من البويضات بالطاقم الوراثى للعديد من الخلايا الجنينية ، ثم تزرع كل بويضة فى رحم بديل ، لتنمو البويضة حتى تكوين جنين يكون صورة طبق الأصل من الأجنَّة الأخرى .

وفى عام ١٩٩٥م تمكَّن الباحث « آيان ويلموت » وفريقه البحثى بمعهد «روزلين» بأدنبرة باسكتلندا من استنساخ أحد الخراف من خلال تقنية الخلايا الجنينية المبكرة ، وقد أعلن ويلموت قبل ذلك عن أمله فى إجراء عمليات الاستنساخ الحيوى على خلايا بالغة متخصصة ، وعزمه على محاولة تحقيق ذلك ، وقد قوبل آنذاك أمله هذا بالنقد من العديد من الجهات البحثية المتخصصة .

---

(١) الهرمون هو مركّب بروتينى وظيفته توجيه العمليات الحيوية بالجسم .

كانت الجهات البحثية ترى استحالة نسخ الأطقم الوراثية لتعطى فردًا كاملاً ، وذلك لكمون معظم الطاقم الوراثى الذى كان نشيطًا فى المرحلة الجنينية ، ولم يبق من الجينات النشطة إلا الجينات المتخصصة فى أداء الوظيفة الجديدة للخلايا .

وفى عام ١٩٩٦م أعلن معهد « روزلين » عن إنتاج أحد الخراف بتكنولوجيا النقل النووى الجينى (السابق شرحها ) والمحملة بالعديد من الأطقم الوراثية المعدَّة لإنتاج مركَّبات دوائية .

وفى عام ١٩٩٧م أعلن « د. آيان ويلموت » وفريقه البحثى عن إنتاج نوع جديد من الخراف « النعجة دولّى » ، وبتقنية بيولوجية جديدة تمامًا ومختلفة عن كل ما سبقها من تقنيات ، فكما سبق أن أوضحنا أن جميع التقنيات التى انصبَّت على عمليات الاستنساخ كانت تجرى على خلايا جنينية لم تتخصص بعد ، وقد أجرى ويلموت نفسه هذه التقنية فى العديد من التجارب السابقة لإنتاج « دولّى » .

ساعدت شخصية « ويلموت » ـ والتى تتميز بعمق علمى وصبر وحب للبحث العلمى قل توافره ـ على إدراك نقاط الضعف فى عملية الاستنساخ من خلايا بالغة ، وكان السؤال المنطقى الذى يفرض نفسه على ويلموت :

ـ كيف يمكن تحطيم حاجز التخصص الخلوى ؟

ـ وهل يمكن إخراج الخلية من طور تخصصها لتعود إلى حالة وراثية تشبه حالتها الجنينية ؟

كانت الوسيلة الوحيدة أمام ويلموت هى إجراء عمليات تنشيط للأطقم الوراثية الكامنة ، أملاً فى تحريكها من سباتها الدائم منذ تخصَّصت الخلية .

ـ لكن كيف تتم عملية التنشيط هذه ؟

ركَّز « ويلموت » وفريقه البحثى فى تلك الفترة على دراسة الحد الأدنى من الطاقة الحيوية الكافى لحفظ الوظائف التخصصية للخلية ، وقد اتضح لهم من خلال تلك

الدراسات أن الوصول إلى نقطة أقل من الحد الأدنى كفيل بإحداث حركة جزئية بالمحتوى الوراثى الكامن ، ومن ثم فقد ظهرت بادرة أمل فى إمكانية الوصول إلى الحد اللازم لإجبار الجينات على الحركة ، وهو ما يمكن أن نسميه بالحدِّ الحرج من الطاقة الوراثية .

فى تلك المرحلة استخدم « ويلموت » ـ للوصول إلى الحد الحرج من الطاقة الوراثية ـ عمليات تفريغ للخلية من المواد المغذِّية المخزَّنة بالسيتوبلازم ، مع حرمان الخلية من المغذِّيات الخارجية ، وقد استمر ذلك لفترة وصلت أحياناً إلى خمسة أيام بما يسمح للأطقم الوراثية الكامنة بالنشاط والارتداد إلى الحالة التى تشبه الحالة الجنينية وراثيًا ، مع بقاء التغيرات التراكمية التى أضافها وضع التخصص فارقًا بين الاثنين .

أجرى ويلموت تلك التجربة مرات عديدة للتأكد من النشاط الكلّى للمحتوى الوراثى، وكان لا بد من إجراء اختبارات وراثية عديدة لاختبار نشاط هذه الجينات واحتفاظها الكامل بحيويتها عن طريق اختبار النشاط الوظيفى لهذه الجينات .

بعد تأكد ويلموت من نشاط المحتوى الوراثى ، كان لا بد من وسيلة لنزع نواة الخلية الجسمية تمهيدًا لنقلها إلى بويضة تم تفريغها من نواتها .

كانت الوسيلة الوحيدة التى يمكن من خلالها استئصال النواة هى إجراء جراحة نووية بواسطة أشعة الليزر ، وقد كانت تلك المحاولة تحمل الكثير من المخاطر لاحتمال تأثير أشعة الليزر على المحتوى الوراثى ، ومن ثم إحداث تغييرات فى التركيب الوراثى للنواة ، وكان لا بد من إجراء اختبارات للتأكد من ضمان عدم تأثير الجراحة النووية على المحتوى الوراثى للنواة .

يتم تفريغ البويضة من نواتها بنفس التقنية السابق شرحها ، ثم يتم قذف نواة الخلية الجسمية إلى داخل البويضة ، لتحتل المكان النووى للخلية البيضية ( البويضة ) ، وعملية القذف النووى هذه تتم بتقنيات وطرق مختلفة ، هى :

**١ـ طريقة الحقن المجهرى :**

فى هذه التقنية يتم وخز البويضة بإبرة ميكروية ( دقيقة جدًا ) لدفع النواة إلى داخلها، ويعيب هذه التقنية عدم دقتها والحاجة إلى إجراء التجربة على عدة آلاف من الخلايا للحصول على بويضة تم دمج النواة الجسدية بها .

**٢ـ طريقة القذف السريع النفَّاث :**

فى هذه التقنية يتم وضع النواة ( الدنا الوراثى ) فوق قذيفة معدنية من معدن التنجستين ، ثم توضع هذه القذيفة أمام رصاصة ميكروية ( دقيقة جدًا ) ، وعندما تنطلق الرصاصة فإنها تُحدث قوة دفع كبيرة للنواة بما يسمح بوضعها فى المكان المحدد بالبويضة ، ويعيب هذه التقنية احتمالية إحداث الرصاصة تأثيرًا ميكانيكيًا للنواة الجسمية؛ مما قد يتلف بعضاً من المادة النووية .

**٣ـ القذف السريع البخارى :**

تتم هذه التقنية بوضع النواة أمام تيار شديد من البخار ، حيث يسبب البخار دفعًا للنواة الجسمية بما يسمح بوضعها فى التجويف النووى للبويضة ، ويعيب هذه التقنية احتمالية التأثير الكيميائى لبخار السائل على المادة النووية .

**٤ـ استخدام النبضات الكهربائية :**

يتم فى هذه التقنية إحداث بعض النبضات الكهربائية ذات المجال المحدد والآمن من الناحية الوراثية ، حيث يتم اندماج نواة الخلية الجسمية بالبويضة ، وتُعَدُّ هذه التقنية أفضل التقنيات النووية المستخدمة لقلة تأثيرها على المحتوى الوراثى .

وقد استخدم ويلموت وفريقه العلمى تقنية النبضات الكهربائية ؛ وذلك لمعدل الأمان الوراثى الذى يمكن أن تحققه هذه التقنية مقارنةً بالتقنيات الأخرى .

بعد إتمام عملية النقل والاندماج النووى قام ويلموت بزراعة هذه البويضة

المطعَّمة بالنواة الجسمية فى رحم بديل ، لتنمو وتبدأ مراحل تكوينها الجنينى العادى ، وقد كانت مرحلة النمو والتكوين الجنينى تمثل أعقد مرحلة فى التجربة بالنسبة لويلموت وفريقه البحثى ، وذلك لضرورة حساب أىّ تغيُّر ـ ولو طفيفًا للغاية ـ فى عمليات النمو والتكوين الجنينى ، ومن ثم يمكن تلافى أخطاء التجارب السابقة والتى أجراها ويلموت بنفسه مع فريقه العلمى والتى بلغت (٢٧٦) تجربة ، وكلها قد فشلت ، وكُتب النجاح للتجربة رقم (٢٧٧) ، وهذا يوضح لنا جانبًا من عبقرية هذا الباحث الكبير ، والتى أهَّلته لأن يقود فريقه العلمى لإنجاز بيولوجى لم يسبقه إليه أحد .

## الجديد فى تجربة دولّى :

أحدثت تجربة دولّى ( الاسم الذى أطلقه معهد روزلين على نوع الخراف الذى أنتجته ) ثورة فى علم التكاثر ، ولكى يستوعب القارئ مدى أهمية هذه الثورة العلمية لابد لنا أولاً من إطلالة على كيفية تكاثر الكائنات الحية .

تمارس الكائنات الحية التكاثر للحفاظ على نوعها من الانقراض ، وعملية التكاثر هذه تختلف طرق حدوثها باختلاف الوضع التصنيفى للكائن الحى ، فالكائنات الأولية والتى لا تتميز فيها النواة إلى غشاء نووى ونواة ، بل توجد المادة النووية سابحة فى السيتوبلازم ، تمارس عملية التكاثر من التكاثر اللاجنسى ، حيث يعمل الكائن الحى على نسخ مادته النووية ، ثم تكوين غلاف سيتوبلازمى وغشاء بلازمى حول النواة الجديدة لينتج فردًا جديدًا كاملاً ، لينفصل عن الفرد الأصلى ليمارس حياته الطبيعية ، وقد يبقى متصلاً بالفرد الأصلى كنوع من الحماية الحيوية بالنسبة له .

وفى الكائنات مميَّزة النواة وبخاصة القبائل التصنيفية الراقية فى السُّلَّم التصنيفى ، يتم التكاثر عن طريق التقاء الأمشاج المذكرة والأمشاج المؤنثة ، لينتج عن اتحادهما الجنين ذو الخلية الواحدة ، والذى يُتابع تمايزه وانقسامه بعد ذلك .

هذا النوع من التكاثر يُسمَّى « التكاثر الجنسى » ، أما النوع السابق من التكاثر

فيُسمَّى « التكاثر اللاجنسى » ، والفارق الأساسى بينهما أن التكاثر اللاجنسى يتم عن طريق خلايا جسمية ، بينما التكاثر الجنسى يحدث عن طريق خلايا مشيجية (تناسلية).

والتكاثر الجنسى من الصفات الأساسية لطائفة الثدييات والتى ينتمى إليها الإنسان من الناحية التصنيفية ، فلإنتاج فرد كامل خيوان ثديىّ لا بد من إتمام العملية عن طريق التقاء الأمشاج المذكرة والمؤنثة ، أو عن طريق الخلايا الجنينية ( والتى تكونت بعد الالتقاء المشيجى ) ، وهذا كله يُعَدُّ نوعًا من التكاثر الجنسى .

كانت جميع المراكز البحثية قبل تجربة « دولّى » تُجمع على استحالة إحداث التكاثر اللاجنسى فى طائفة الثدييات ، لكن «الدكتور ويلموت» حطم حاجز المستحيل هذا، واستطاع عن طريق انطاقم الوراثى لنواة خلية جسمية إنتاج كائن حىّ ثديىّ ، مما جعله صاحب أخطر نظرية فى علم التكاثر ، وإنها لحقيقة كفيلة بالدراسة المستفيضة لسد ثغراتها والاستفادة منها وتوظيفها التوظيف السليم .

## نقاط الضعف فى تجربة دولّى :

إن ما حقَّقه « د. ويلموت » وفريقه العلمى يُعَدُّ إنجازًا كبيرًا سيذكره له تاريخ العلم؟ لكن هذا لا ينفى وجود نقاط ضعف فى التجربة قد تؤثر سلبًا على حياة دولّى مستقبلاً ، وهى كما يلى :

### ١ـ إجراء التجربة على كائن ثديىّ واحد :

لم يجرِّب ويلموت فى محاولاته الـ (٢٧٧) تجربة على حيوان ثديىّ آخر ، بل أجراها كلها على نفس الحيوان ( الخراف ) ، رغم وجود كائنات أعقد منها وراثيًّا وربما تفشل التجربة معها ، وكان لا بد من إجراء التجربة على تلك الحيوانات كالفئران ؛ للحكم القاطع على نجاحها من عدمه ، ولا سيما أن التقنيات الوراثية الجنينية السابق إجراؤها على أجنَّة الفئران قد فشلت جميعها فى إنتاج فئران بالغة قادرة على الحياة .

لقد اختار « د. ويلموت » الخلية الجسمية للغنم فى تجربته لأن المادة الوراثية فى أجنة الغنم لا تبدأ فى أداء وظائفها إلا بعد الانقسام الثالث أو الرابع ، أما فى حالة الفئران فإن المادة الوراثية تبدأ فى أداء وظائفها بعد الانقسام الثانى للخلية مما يحتّم إعادة برمجتها وراثيًا قبل توجيهها لإنتاج كائن حىّ .

**٢ ـ نجاح التجربة مرة واحدة :**

لقد أجرى « د. ويلموت » وفريقه العلمى تجربته (٢٧٧) مرة ، ولم تنجح التجربة إلا فى مرة واحدة ، ولا يمكن تعميم ذلك من وجهة النظر العلمية ، إذ لا بد من نجاح التجربة بنسبة أكثر من (٥٠٪) لتعميمها ، ومن ثم الحكم على قبولها كحقيقة علمية من عدمه.

**٣ ـ إجراء التجربة على خلية من الضرع فقط :**

اختار « د. ويلموت » خلية من ضرع أنثى الغنم لتجربته ، ولم يؤكد نتائج تجاربه على خلايا من مناطق أخرى بجسم أنثى الغنم ، لأن السلوك الوراثى للخلايا يختلف من خلية لأخرى ، فليست كل الخلايا يمكن إجبار طاقمها الوراثى للارتداد إلى الحالة الجنينية ، كما تختلف الخلايا فى الفترة الزمنية ( القصيرة جدًا ) ـ إذا ما ارتدت لحالتها الجنينية ـ فى بدء الطاقم الوراثى فى أداء وظائفه .

فإذا كانت تجربة « دولّى » قد نجحت مع خلايا الضرع :

فهل تنجح مع الخلايا العصبية ؟ ..

وهل تنجح مع خلايا المخ ؟ ..

وهل تنجح مع خلايا من القلب ؟ .

**٤ ـ عدم التوافق الوراثى المحتمل :**

خلية البويضة التى تحتوى على نواة خلية جسمية فى تجربة « دولّى » ، ما زال بها (١٠٪) من المادة الوراثية لخلية البويضة ..

فهل سيحدث توافق وراثى بين المادة الوراثية المضافة والنسبة القليلة للمادة الوراثية الأصلية ؟ ..

إن الوحيدة التى تمتلك الإجابة عن هذا السؤال هى « دولّى » من خلال حياتها :

فهل ستعيش بصورة عادية ؟ ..

وهل ستُصاب بأمراض وراثية ؟ .

**٥ ـ تأثير التغيُّر التراكمى للمادة الوراثية للخلية الجسمية :**

تتعرض المادة الوراثية بالخلايا الجسمية للعديد من التغيُّرات الإيجابية والسلبية فى رحلتها مع الزمن أثناء نومها وتجدُّدها وانقسامها ، وهذه التغيُّرات تراكمية ، وتتوالى إنزيمات الصيانة والإصلاح بالخلية والبالغ عددها عشرين إنزيماً لإصلاح تلك التغيُّرات، لكن تبقى نسبة ليست بالقليلة من تلك التغيُّرات كل عام .

وعند ارتداد الخلية فى تجربة « دولّى » للحالة الجنينية فهو ارتداد وراثى ناقص لوجود جينات تغير تركيبها الكيميائى ، ومن ثم لابد لهذا الجينوم الجديد ( الجينات الجديدة ) أن تعبِّر عن نفسها وتظهر وظيفتها ، مما ينبئ بحدوث تغيُّرات فى الصفات الوراثية للكائن الحىّ مستقبلاً ، لتصل إلى مرحلة التكوين الجنينى الكامل .

ومن ثم فإنتاج إنسان بمثل تلك التقنية هو أمر غير وارد .. هذا من وجهة النظر العلمية ، أما لو تعرَّضنا للموضوع من وجهة النظر الدينية وعلاقته بقضية الخَلْق ، فلابد أن نذكر أن قضية الخَلْق هى أعظم من أن تُنسب إلى الاستنساخ أو غيره ، فالخَلْق هو خلق الشىء من العدم ، أما الاستنساخ فهو عمل نسخة من شىء موجود فعلاً .

وهكذا قدَّمت « تجربة دولّى » فكرًا بيولوجيًّا جديدًا فى علم وتقنيات التكاثر والهندسة الإنجابية ، ولذلك فإن أمامنا أسئلة عديدة أفرزتها « تجربة دولّى » ، مثل :

ما هو مصير الفكر البيولوجى بعد تجربة دولّى ؟ ..

وهل نحن مقبلون على عصر النسخة الواحدة ؟ ..

وكيف نحدِّد درجات القرابة من الناحية البيولوجية بعد تجربة دولِّى ؟ .

وفى النهاية يبقى السؤال الملحّ :

« البيولوجيا » إلى أين بعد دولِّى ؟؟؟ ..

وهو استفسار يحوى ضمنيًّا مستقبل جميع الأنظمة البيولوجية الموجودة فى الكون فى ظل عصر الكائنات المكلونة ( المستنسخة ) ، والمهندَسة وراثيًّا .

أثارت تجربة دولّى العديد من الأسئلة والتى هى فى حاجة إلى إجابات قاطعة :

هل تنجح تقنية تجربة دولِّى مع الإنسان ؟ ..

وهل يعنى ذلك أننا مقدمون على عصر إنسان حسب الطلب ؟ ..

وهل يتعارض ذلك مع قضية الخَلْق ؟ .

إن الجينوم البشرى ( محتوى الخلية من الجينات ) يبدأ فى إظهار خصائصه ووظائفه بعد الانقسام الثانى لخلية البويضة ، بينما لا يبدأ الجينوم الخاص بأجنَّة الغنم فى التعبير عن نفسه إلا بعد الانقسام الرابع للبويضة ، ومن ثم فلكى تنجح هذه التقنية مع الإنسان لا بد من إيجاد برمجة وراثية للجينوم البشرى قبل مرحلة القذف النووى لنواة الخلية الجسمية داخل التجويف النووى الفارغ للبويضة ، وهذا أمر صعب للغاية لأن الزمن القصير جدًّا قبل القذف النووى لا يكفى لعمل ذلك إطلاقًا .

لقد فشلت كل التجارب التى أجريت على الخلايا الجنينية وليس الخلايا الجسمية للفئران ، والفئران هى الأقرب وراثيًّا للإنسان ، من حيوانات التجارب الأخرى ، كما يعتقد الكثير من علماء الوراثة أن ثمة حماية خاصة للجينوم البشرى قد تمنع ارتداد كل المحتوى الوراثى إلى الحالة الجنينية ، ومن ثم فإجراء التقنية حينئذٍ يعطى أطوارًا جنينية مشوَّهة لن يُكتب لها الحياة ، ولن تكمل أطوارها الجنينية لتصل إلى الجنين الكامل .

## الهندسة الوراثية وعلاقتها بتجربة دولّى :

تمت تجربة دولّى بالنقل النووى للطاقم الوراثى لخلية جسمية إلى التجويف النووى الفارغ لخلية البويضة ، ثم لتزرع فى رحم أنثى الغنم لتنمو لتكوين فرد عادى، وهى بهذه الطريقة لا علاقة لها بالهندسة الوراثية ، وما حدث من تقنيات خلال إنتاجها يمكن أن نُسمِّيه « الهندسة الإنجابية » وليس « الهندسة الوراثية » .

إن مفهوم « الهندسة الوراثية » يعنى هندسة المحتوى الوراثى لأغراض قد تكون إيجابية أو سلبية ..

فأين ذلك التوجيه الوراثى فى تجربة دولّى ؟

إن ما حدث فى تجربة دولّى هو نقل لمحتوى وراثى دون تدخُّل فيه ، ومن ثم فلو كانت الأم المنقول منها نواة الخلية الجسمية مصابة بمرض وراثى ، فسيظهر هذا المرض وبنفس الصورة فى الفرد الناتج .

«الهندسة الوراثية» تعنى إدخال جينات جديدة أو حذف جينات، وهذا غير متوافر فى تجربة دولّى ، وقد يعتقد البعض أن عمليات تنشيط الطاقم الوراثى لنواة الخلية الجسمية لكى تستعيد حالتها الجنينية هى تقنية وراثية ، والحقيقة أنها ليست كذلك، فهى عملية فسيولوجية (حيوية) بحتة تحدث للخلية إذا أُفرغت من المغذِّيات..

- لكن هل يمكن أن يكون للهندسة الوراثية دور فعَّال وحقيقى فى مثل تلك التجارب؟..

لا شك أن « الهندسة الوراثية » ستضيف الجديد إذا طُبِّقت فى مثل تلك التجارب، وذلك عن طريق عمليات الحقن لجينات ذات صفات مرغوبة ومحدَّدة ..

وعملية الحقن الجينى هذه تتم على مراحل مختلفة :

١ ـ قد تتم بعد نزع الخلية الجسمية وقبل تجويعها ، وذلك بحقن الجينوم المرغوب فى نواة الخلية.

٢ ـ قد تتم بعد نزع نواة الخلية الجسمية والاستعداد لقذفها إلى داخل التجويف الفارغ للبويضة .

٣ ـ قد تتم بعد استقرار نواة الخلية الجسمية فى التجويف النووى الفارغ للبويضة .

٤ ـ قد تتم فى المراحل الجنينية المبكرة .

٥ ـ قد تحدث عملية الحقن للكائن بعد ولادته ، أو نضجه ، لكنها ستكون أعقد من سابقاتها .

ومن ثم يمكن توجيه الجينوم الوراثى لأغراض محددة ، وهو ما تهدف إليه «الهندسة الوراثية » .

## تجربة دولّلى والصناعة الحيوية للأعضاء البشرية :

فتحت تجربة دولّلى آفاقًا رحبة للبحث العلمى ، ولا بد للباحثين من ارتياد هذه الآفاق للوصول إلى نتائج مرغوبة ومفيدة للإنسان .

من تلك الآفاق الرحبة التى أحدثتها تجربة دولّلى : موضوع الصناعة الحيوية للأعضاء البشرية ، وأعنى بالصناعة الحيوية : صناعة الأعضاء الحية عن طريق الخلية الحية، وذلك يتم بنفس التقنية التى تمت بها تجربة دولّلى ، مع وجود فروق طفيفة بين الاثنتين يمكن أن نوردها فيما يلى :

١ ـ فى تقنية صناعة الأعضاء الحية تتم هندسة الجينوم (المحتوى الوراثى لنواة الخلية) لينمو لتكوين عضو كامل .

٢ ـ لا يتم فى تقنية صناعة الأعضاء الحية إفراغ نواة الخلية من المواد الغذائية ، إذ ليس مهمًا إجبارها على الارتداد إلى الحالة الجنينية .

٣ ـ لا يتم زراعة البويضة المطعَّمة بنواة الخلية الجسمية فى الرحم ، بل تُزرع فى وسط نمو مناسب ومشابه لوسط النمو النسيجى[1] أى : للعضو المزروعة خليته .

(١) النمو النسيجى الحى : هو وسط يتكون من نفس تركيب النسيج الحى المحيط بالعضو فى الحالة العادية .

٤ ـ يمكن إدخال جينات ذات فعل أفضل فى نواة الخلية للعضو المطلوب ، ومن ثم إنتاج عضو متميِّز وظيفيًّا .

**ما بعد دولّى :**

أثارت تجربة دولّى الكثير من الجدل ، وهى لا شك تُعَدُّ إنجازًا علميًّا كبيرًا ، وقد كان لتجربة دولّى انعكاسات عديدة وواضحة فى نواحٍ مختلفة .

من تلك الانعكاسات : إعلان الكثير من الباحثين الوراثيين عن نتائج تجارب لهم، لا ندرى أين كانت قبل دولّى؟ ولذلك فإننا نعزو ذلك إلى الحماس الزائد لدى الباحثين، أو لاعتقاد بعض الباحثين أن هذا هو التوقيت المناسب للإعلان عن نتائج تجاربهم ، وإن لم تتحقق نتيجتها النهائية بعد ، ومن تلك التجارب ما يلى :

١ ـ أعلن الباحث « روبرت ماكفيل » من جامعة « مينوسوتا» الأمريكية عن نجاحه فى استنساخ أبو زنيبة[١] من خلال عملية دمج لخلية من دم ضفدعة فى التجويف النووى الفارغ لبويضة ضفدعة ، لكن الأطوار الناتجة لم تصل إلى مرحلة البلوغ .

٢ ـ أعلنت بريطانيا عن إنتاج (٨٠) ألف حيوان جديد محوَّر وراثيًّا[٢] ، كالأسماك والخنازير والكائنات الدقيقة .

٣ ـ الإعلان عن استنساخ حيوان « العنم » ( نصفه ماعز ونصفه الآخر غنم ) .

٤ ـ إعلان «الدكتور آلان كولمان» الباحث بمعهد روزلين ورفيقه «الدكتور ويلموت» عن إنتاج أنثى غنم أخرى محمَّلة بجينات بشرية لإنتاج بروتين مفيد فى علاج التليُّف الحوصلى.

٥ ـ إعلان « الدكتور سفانت بابوه » الباحث بجامعة « أوبسالا » السويدية عن نجاحه فى استنساخ الدنا الفرعونى لإحدى المومياوات المصرية .

٦ ـ إعلان فريق بحثى آخر بجامعة أوبسالا السويدية عن استنساخ جينات طفل مصرى فرعونى عمره (٢٤٠٠) سنة .

---

(١) أبو زنيبة : هو أحد أطوار الضفدعة .

(٢) الكائنات المحوَّرة وراثيًّا : هى كائنات مطعَّمة بجينات إضافية لأداء وظائف محددة .

٧ ـ إعلان علماء جامعة « مينوش » بأستراليا عن استنساخ (٤٧٠) بقرة بتقنية النقل النووى الجينى .

## تجربة دولّلى والمجتمع الدولى :

أوجدت تجربة دولّلى العديد من الآراء حول أخلاقيات الاستنساخ الحيوى ، بل واتخذت بعض المؤسسات السياسية قرارات بمنع تمويل أبحاث الهندسة الوراثية ، ونادى الكثيرون بضرورة تحجيم أبحاث الاستنساخ والهندسة الوراثية .

كان جميع من أدلوا بآرائهم حول الاستنساخ الحيوى متخوفين من إمكانية إنتاج إنسان بنفس تقنية دولّلى ، وقد اتضح هذا من قول « د. مرجريت برازير »[١] :

« إن الاستنساخ مسألة لا إنسانية من جميع النواحى ، فإذا كان القصد إنتاج إنسان طبيعى ليعيش بيننا ؛ فمن سيكون أبواه أو أقرباؤه .. هذه هى الأشياء التى تميِّز الكائن البشرى الاجتماعى » .

كما نادى « الدكتور أرون كليج »[٢] بضرورة تعديل التشريع الصادر فى عام ١٩٩٠م ببريطانيا والخاص بالإخصاب خارج الرحم ، ليضاف إليه بند يُحرِّم عمليات النقل النووى الجنينى والنقل النووى من الخلايا البالغة .

وقام عضو مجلس الشيوخ الأمريكى «بيل فرست» - وعضو لجنة الصحة بالمجلس - بدعوة « د. ويلموت » للحديث عن تجربته أمام اللجنة ، وعبَّر عن عدم رضاه عن تجربة دولّلى بقوله :

« إننى أعارض استنساخ البشر ، بل وأرحِّب بأى مجهود دولى لحظر الاستنساخ ، لكننى أود أن نتيح الفرصة لتجربة ويلموت ، للحصول على ما يمكن أن يفيد البشرية، حتى لا نطرح هذا المولود العلمى مع مياه الصرف الصحى ، ويموت الوليد لحظة ميلاده » .

---

(١) أستاذة القانون فى جامعة مانشستر ـ بريطانيا .

(٢) عضو المختبر البيولوجى بجامعة كمبريدج .

وفى حديث لرئيسة لجنة العلوم والتكنولوجيا بمجلس العموم البريطانى عقب الإعلان عن تجربة دولّى قالت :

« إننى أرى أنه لا بد من منع أىّ محاولة للاستنساخ البشرى ، وتوقيع أقصى عقوبة على الباحثين المخالفين لهذا » .

واستدعت لجنة العلوم والتكنولوجيا « د. ويلموت » لبيان موقفه من تجربته وموقفه من الاستنساخ البشرى .

كما كان للضجة التى أُثيرت حول تجربة دولّى أثرها فى إعلان الإدارة الأمريكية قرارها بمنع المؤسسات الفيدرالية الأمريكية من تمويل أبحاث الاستنساخ والهندسة الوراثية وتحريم أبحاث الاستنساخ البشرى .

كما كان للإدارة الفرنسية موقف مشابه للموقف الأمريكى تجاه أبحاث الاستنساخ البشرى، وإن كان أقل حزمًا منه .

وفى الدول الإسلامية نوقش الموضوع بإسهاب من وجهتى النظر العلمية والدينية، فقد طالب البعض بتحريم تجارب الاستنساخ الحيوى والهندسة الوراثية ، وطالب البعض بتقنين التجارب حتى لا تُحرَم البشرية من فوائد تجارب الهندسة الوراثية والاستنساخ الحيوى .

* * *

والآن : لا بد أن كلًّا منا يسأل نفسه عن الصفات النفسية التى أهَّلت « الدكتور ويلموت » لتحقيق ذلك ، فإن شخصاً حقق ما حققه « ويلموت » من إنجاز يؤكد أنه إنسان غير عادى وسوف يتضح لنا ذلك من خلال استعراضنا لهذه الصفات .

كان ويلموت لديه منذ صغره قدرة فائقة على أن يربط بين العديد من الأشياء ، لكى يصل فى النهاية إلى تصور نهائى يمكِّنه من تكوين نتيجة كلية ، فقد استطاع أن يربط بين علم الأجنة وتقنيات الهندسة الوراثية ، وأن يربط بين الخلية الجسمية والخلية الجنينية ، وأن يربط بين البروتينات الحاجبة فى كل من الخلية الجنينية والخلية

الجسمية . والبروتينات الحاجبة هى نوع من البروتينات التى تعمل على إجبار (٩٠٪) من جينات الخلية المتخصصة على الكمون لعدم الحاجة إليها ، فالجينات العاملة فقط فى هذه الحالة هى الجينات المسئولة عن أداء العمليات الحيوية الخاصة بالخلايا المتخصصة .

لكن أيعنى ذلك أن البروتينات الحاجبة لا توجد فى الخلايا الجنينية ؟

لا ، بل توجد بروتينات حاجبة فى الخلايا الجنينية ، لكن وظيفة البروتينات فى هذه الحالة ليس حجب معظم الجينات عن العمل ، بل تعمل كدعامة تقوى شريط الدنا الوراثى وتدعمه .

لا بد أن نسأل : ما هو الأساس العلمى الذى بنى عليه « ويلموت » تجاربه ؟

لقد كانت المشكلة التى تواجه أى باحث فى إجراء الاستنساخ من خلية جسمية هو تخصص الطاقم الوراثى لتلك الخلية ، ومن ثمَّ فقده القدرة على توجيه عمليات النمو والتكوين الجنينى، وهذا ما لم يواجهه العلماء فى التعامل مع الخلايا الجنينية ، حيث إن الطاقم الوراثى غير متخصص، ومن ثم يمكنه توجيه جميع عمليات النمو والتكوين الجنينى.

لذلك اتجه فكر «ويلموت» إلى كسر حالة التخصص الجينى للطاقم الوراثى الخاص بالخلية الجسمية ، ومن ثمَّ كان السؤال الذى فرض نفسه على ويلموت فى هذه الفترة:

- كيف يمكن كسر حاجز التخصص الجينى لهذا النوع من الخلايا ؟

ولأوضح ذلك سأضرب مثالاً بالجسم البشرى ؛ فنحن فى الحالة الطبيعية نتغذى على العديد من الأغذية ، والتى يتم هضمها بتحويلها من مركبات معقدة إلى مركبات بسيطة ليسهل هضمها ، ومن أمثلة ذلك :

**ـ تحوُّل الدهون إلى أحماض دهنية .**

**ـ تحوُّل الكربوهيدرات إلى سكريات أحادية .**

**ـ تحوُّل البروتينات إلى أحماض أمينية .**

ثم تحدث عملية امتصاص لهذه المركبات حتى تتم عملية التمثيل الغذائى ، فيؤدى ذلك لانطلاق طاقة تستفيد منها الخلية ؛ مما يؤدى إلى استمرار العمليات الحيوية لهذه الخلية .

لا تحدث عملية التمثيل لجميع المواد الغذائيـة ، بل يخزن بعضها للاستفادة منها وقت الحاجـة ، فعند نقص الدهـون فإن الجسم يحوِّل ما خزَّنه من دهـون إلى أحماض دهنية كى يتم حرقه فتنطلق طاقة يمكن أن يستفيد منها الجسم ، وعند نقص السكريات فإن الجسم يحوِّل المخزون من الجليكوجين إلى سكر، أما البروتينات فهى غير قابلة للتخزين.

إذن : فعملية التجويع تؤدى إلى البحث عن المخزون الكامن من المواد الغذائية لكى تستخدمه الخلية فى الحصول على الطاقة اللازمة لحياتها .

لكن ما هو وجه العلاقة بين ذلك وبين كسر حاجز التخصص الجينى للخلية الجسمية ؟

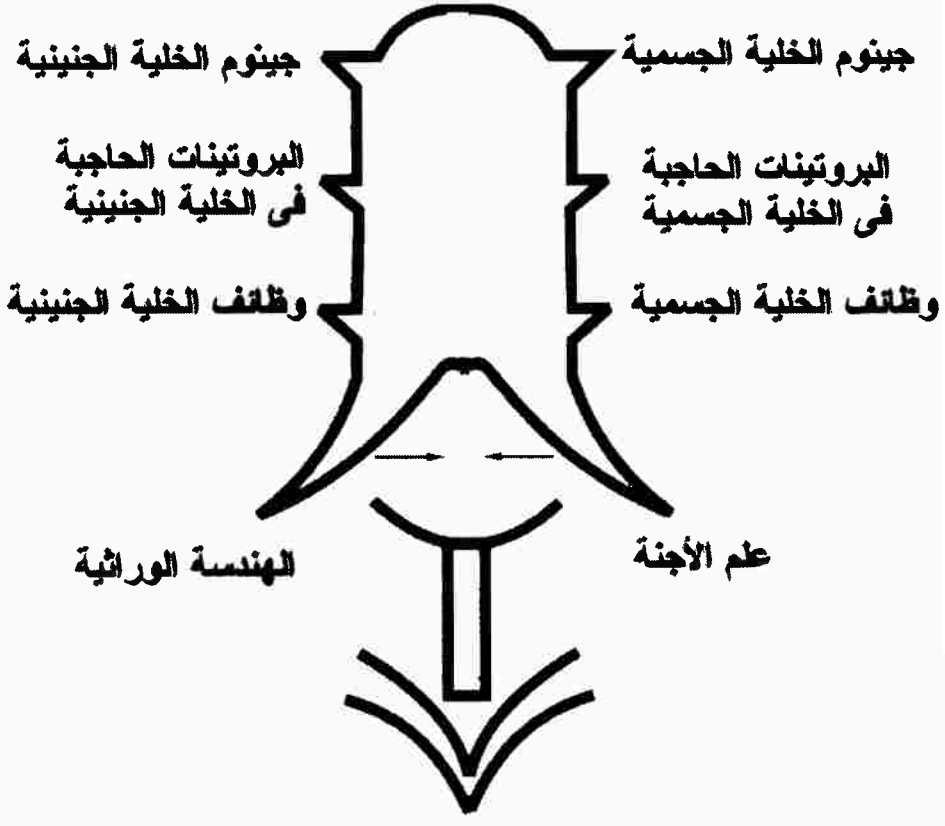
لقد استفاد « ويلموت » من ذلك حيث عمل على سحب المواد الغذائية من سيتوبلازم الخلية ، مما يؤدى إلى مرور الخلية بعملية تجويع ؛ فتحدث ثورة داخل الخلية، لأنها تعرضت لأزمة خطيرة تهدِّد حياتها ، ويؤدى ذلك إلى اللجوء لحالة التأهب القصوى داخل الخلية .

ولكى تصل الخلية إلى المستوى المطلوب ـ لمواجهة الأزمة التى تواجهها ـ لا بد أن يوجِّه ذلك برنامج وراثى متكامل ، مما يجبر الجينات الكامنة - التى تعرضت لحالة كمون لعدم عملها - على الحركة ؛ مما يوجد حالة من الصحوة الجينية المتمثلة فى النشاط الجينى الكامل لجميع الجينات الممثلة لجينوم الخلية .

وتتم عمليات السحب عن طريق أجهزة ووسائل تقنية (تكنولوجية) خاصة ودقيقة جدًّا ، لكن لا بد من احتفاظ الجينات المنشَّطة - التى خـرجت من عملية الكمون - بحيويتها ؛ إذ إن فقدها لحيويتها يعنى عدم قدرتها على الحركة وعلى توجيه العمليات الحيوية المختلفة ؛ مما يؤدى فى هذه الحالة إلى فشل عملية الاستنساخ بالكامل.

إذن : فالهدف النهائى من هذه العملية (عملية التجويع الخلوى ) هو الحصول على طاقم وراثى غيـر متخصص ، أى : يمكنه توجيه جميع عمليات التكوين الجنينى.

بقى أن نحصل على هذا الطاقم الوراثى غير المتخصص، ولقد استطاع «ويلموت» أن يصل لذلك عن طريق ربطه للحقائق التى أصبحت تمثل مكونات دالة صعبة للغاية لم يستطع أن يفك لغزها إلا « ويلموت » . ويمكننى إيضاح مدى قدرة «ويلموت » على الربط بين المتغيرات العديدة فى الشكل التالى :

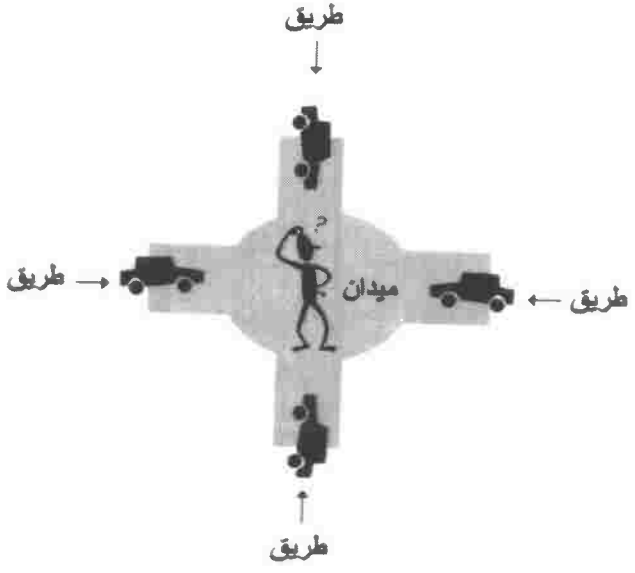



**تحويل الخلية الجسمية إلى خلية جنينية**
**( تحويل خلية متخصصة إلى خلية غير متخصصة )**

توضح الأسهم المتقابلة فى الشكل السابق مقارنة شيئين متقابلين فى الخلية الجسمية والخلية الجنينية ، ثم يوضح الشكل الربط بين علم الأجنة والهندسة الوراثية. لنستفدْ من كل ذلك فى تحويل الخلية الجسمية إلى خلية جنينية .

- أهذا الحد تبلغ أهمية القدرة على الربط بين الأشياء ؟!

هى كذلك ويمكنك أن تتأكد من ذلك إذا ما شاهدت رجلاً يعبر تقاطع طرق يتصل به أربعة مسارات مختلفة الاتجاهات كما يلى :




إذا لم يستطع هذا الشخص العابر أن يربط بين ما أمامه من متغيرات ، فلا بد أنه سيتعرض للاصطدام بإحدى السيارات ، أما إذا استطاع أن يربط بين المتغيرات العديدة الممثلة فى السيارات المتجهة إلى مختلف الاتجاهات ؛ فلا بد أن فى هذا تفاديًا لاحتمالية اصطدامه بإحدى السيارات ، وتحقيق الأمان بالنسبة له .

وبما أن « ويلموت » قد استطاع أن يربط بين العديد من المتغيرات للوصول إلى النتيجة المنطقية ، فقد حقق ما هدف إليه .

أما الملكة الثانية من جوانب النبوغ فى شخصية « ويلموت » فهى ملكة القدرة على استنتاج الأشياء ؛ وهذا شىء منطقى وإلا فإن ذلك سيعرضه لعدم الاستفادة من ملكة قدرته على ربط الأشياء ببعضها .

ولنبسِّط الأمر أكثر فلنفترض أن لدينا صفيحة معدنية تغطى مساحة معينة ولتكن غرفة ، وسنوصِّل بهذه الغرفة تيارًا كهربيًّا ، ثم نمرر عليها أرنب ، فالمتوقع بالطبع موت الأرنب لأن الكهرباء ستصعقه ..

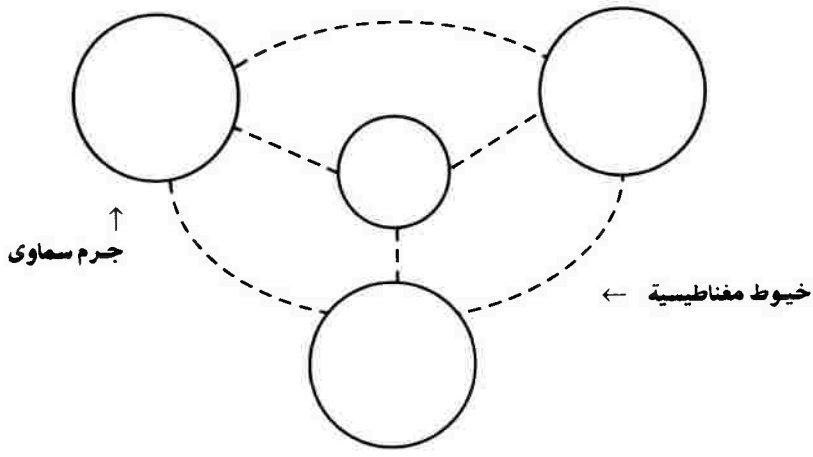
فما رأيك ـ إذن ـ إذا ما وضعنا على الصفيحة طبقة عازلة ، ثم مر عليها أرنب آخر، فلن يحدث شىء له ؛ وذلك لوجود الطبقة العازلة .

إذن : فنحن نستنتج من ذلك أن الكهرباء تسبب صعق المادة الحية ، ومن ثم ينبغى الحذر منها ، وعدم ملامسة الأسلاك التى تمر فيها الكهرباء وهى عارية .

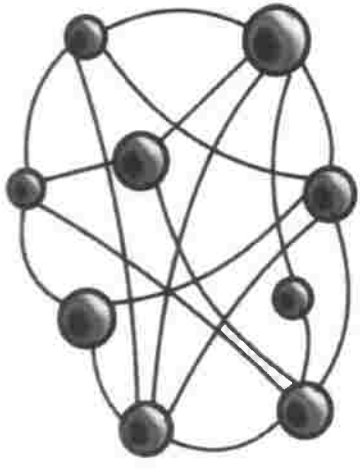
ولو طبقنا ذلك على « ويلموت » ، فكيف ستتضح لنا ملكة الاستنتاج لديه ؟..

لقد لاحظ « ويلموت » أن البروتينات الحاجبة تحجب عمل الجينات فى الخلية الجسمية ، بينما لا يحدث ذلك فى الخلية الجنينية ، ومن ثم فقد استنتج أن تثبيط عمل الجينات الحاجبة أو إتلافها يؤدى إلى إعادة عمل الجينات المكوِّنة لجينوم الخلية الجسمية، ومن ثم تتحول الخلية الجسمية إلى خلية جنينية .

والملكة الثالثة لويلموت هى ملكة القدرة على الخيال ، فلا بد أن يتسم العالم بقدرته على التخيل الواسع ، فالوصول إلى الحقيقة العلمية يبدأ بخيال ، ومع مضىّ الأيام يتحول هذا الخيال إلى حقيقة علمية واقعة ، والأمثلة على ذلك كثيرة وعديدة ، فقد تخيَّل العالم « كبلر » أن خيوطًا ما تربط بين النجوم ، ومن ثمَّ فالنجوم ممسوكة معًا بواسطة قوى خفية يرمز لها بالخيوط ، ثم يثبت بعد ذلك وجود قوى كهرومغناطيسية تربط بين هذه النجوم ، وأن الخيوط الوهمية التى تخيَّلها كبلر عبارة عن خيوط القوة المغناطيسية التى تربط بين هذه النجوم ، والتى يمكن إيضاحها فى الشكل التالى :

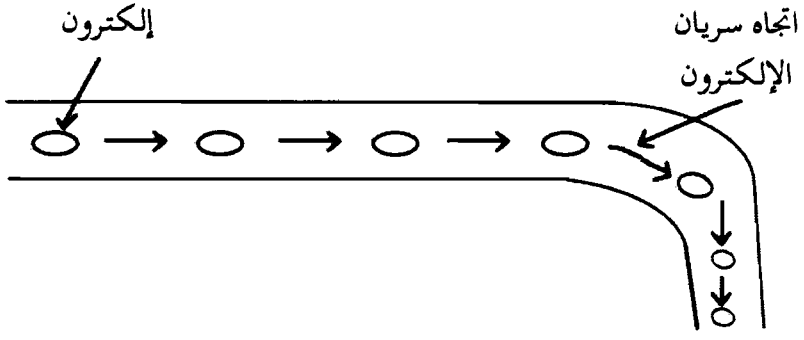



ومن ثمَّ فالكون ملىء بهذه الخيوط التى تنتشر فى كل مكان فى الفضاء ، ومن ثمَّ فإذا نظرنا إلى الفضاء فسوف نشاهد ( فرضاً ) بلايين البلايين من التقاطعات المغناطيسية فى شكل خيوط ، كما يتضح من الشكل التالى :



**تقاطعات الخيوط المغناطيسية بين الأجرام السماوية ( بلايين البلايين من التقاطعات )**

والتيار الكهربى الذى نستخدمه فى كل شىء فى حياتنا ، فى المصانع والمعامل والمنازل وغيرها .. ما زلنا نتعامل مع ماهية فرضية له أى أن العلماء لم يستطيعوا تحديد ما هو التيار الكهربى ، لذا افترضوا أن التيار الكهربى عبارة عن سيَّال ، أى : فيض من الإلكترونات التى تسير من قطب إلى قطب ـ كما يتضح مما يلى ـ إذا تخيلنا أننا كبَّرنا السلك الذى تسير فيه الكهرباء :




والإلكترون هو أحد الجسيمات الذرية ، أى : الجسيمات المكونة للذرة ، والذرة هى : وحدة تكوين المادة الجامدة ، فكما أن المادة الحية تتكون من وحدات بنائية تسمى «الخلايا» فالمادة غير الحية تتكون من وحدات بنائية تسمى « الذرات » ، ومفردها «ذرة»، فقد كان توصُّل العلماء للذرة وتركيبها نوعًا من الخيال فى البداية ، فقد شبهها العلماء بثمرة البرتقال ، من حيث قشرتها الخارجية ، والبذور التى فى الداخل .

ومن ثمَّ فقد شبهوا الذرة بمجموعة من الجسيمات الموزَّعة داخل وخارج الذرة ، وهكذا أصبح هذا يمثل التصور المبدئى للتركيب الذرى .

ومن السمات الشخصية الأخرى لويلموت قدرته على التحمُّل ، والتى ظهرت فى العدد الكبير من التجارب التى أجراها ، والتى بلغت مائتين وسبعة وسبعين تجربة لم تنجح منها إلا تجربة واحدة ، وهذا يوضح مدى الصبر الذى يتحلى به «ويلموت»، والذى أهَّله لتحقيق هذا الإنجاز .. لقد قال البروفيسور رونالد ديرشكه الأستاذ بجامعة « وسكنسن » :

«إن رجلاً تحمَّل من الجهد والصبر ما تحمَّله ويلموت لهو جدير بتقدير العالم أجمع».

كانت ملامح « ويلموت » ولا تزال تنمُّ عن مدى القدرة على التحمُّل والصبر الذى تتحلى به هذه الشخصية .. ذلك الرجل القصير ذو اللحية الكثيفة ، منحسر شعر الرأس ، كثير الصمت قليل الكلام ، قال عنه زميله : « كان ويلموت يفكر مائة مرة ويتكلم مرة واحدة » .

لذا استطاع ويلموت أن ينجز وأن يحقق شيئًا له قدره فى تاريخ العلم والعلماء .

لا بد أن « ويلموت » كان يتنبَّأ ببعض نتائج تجارب أبحاثه ، وهذا ما أميل إليه ، فقد كان « ويلموت » من ذوى القدرة على التنبؤ العلمى ، ومما تنبأ به « ويلموت » ما يلى :

**١ ـ نجاح التجربة فى النهاية .**

**٢ ـ قدرة دولِّى على التكاثر والإنجاب .**

**٣ ـ تسارع العمليات الحيوية داخل خلايا النعجة المستنسخة .**

ففى أحد الأحاديث الإذاعية قال « كامبل » رفيق « ويلموت » : « ربما استطعنا أن نستنسخ نعجة من ضرع نعجة ، لكن لا نستطيع أن نؤخِّر شيخوختها المبكِّرة » .

وذلك يؤكد على أن « دولِّى » نعجة شابة تحمل فى داخلها كهولة أيًّا كهولة ، فعند ولادتها كان عمرها الظاهرى صفرًا ، أما عمرها الحقيقى فهو ست سنوات ، لأنها أُخذت من ضرع خلية لغدة لبنية ( ضرع ) لنعجة عمرها ست سنوات .

تميَّز « ويلموت » بالقدرة على التحكم فى حديثه مع الآخرين ، وقد ساعده ذلك على تحقيق الكتمان المطلوب للتجربة ، حيث اعتكف فى معمله بمعهد « روزلين » فى أدنبرة باسكتلندا ، مغلقًا بابه ، غير آبه بتلك الضجة العالمية التى أُثيرت حول هذا الموضوع ، وإصرار الصحفيين والمصورين على تغطية الخبر مهما كلَّفهم ذلك .

لقد كان « ويلموت » يتميز بالقدرة على تحديد مساره بثقة ووضوح وعدم وجود أى لبس فى ذلك ، فهو لم يبدِ لأية جريدة أو مجلة كلمة واحدة عن تجربته ، لكنه لم يفعل ذلك مع الجميع ، بل استثنى من هذه الصحف والمجلات أشهرها وأصدقها فى نقل الكلمة العلمية ، حيث لا إفراط ولا تفريط ، والتى نعنى بها مجلة « Nature » العالمية ، والتى لا تنشر الموضوع إلا بعد دراسة كبيرة له .. وإيجابياته وسلبياته .

لقد كان « الدكتور ويلموت » يمتلك قدرة على التحليل كبيرة للغاية ، فقد كان منذ طفولته لا يتعامل مع المواقف كغيره من الناس ، بل كان يفكر فى كل ما يقابله من مواقف بتأمل شديد ، وكأن الموقف مادة يحللها ليستنتج منها ما يريد .

قال عنه أحد زملائه فى العمل : « إن ويلموت يضحك وهو يفكر ، ويفكر وهو يضحك » .

وذكر أحد رفقاء طفولته أن « ويلموت » كان يمشى وهو يتأمل الكون ، فقد كان مغرمًا بالطبيعة ، يمسك بالكرة الأرضية المصنوعة من المعدن أو بأى شكل للكرة الأرضية ويقول : « كرة تبدو لمن يراها على بعد كالخلية » .

وكان إذا أُخبر من أحد أصدقائه برأى فى أمر ما يسأل : من قال ذلك ؟ .. ولماذا قال ؟ .. ومتى قال ؟ .. وما هى ظروفه النفسية حينما قال ذلك ؟ .. وهل كان معه أحد ؟ .. وبأى أسلوب تحدث ؟ .. هل كان هادئًا أم ثائرًا فى كلامه ؟ .. وماذا فعل بعدما قال ؟ .. وهل تراجع عن قوله ؟ .. أم أصرَّ عليه ؟ ..

وإذا سئل عن بعض من يتبرم بذلك من أصدقائه يقول لهم : « إن تحليلنا الصحيح لكل ظاهرة يخفض مستوى الخطأ من ناحيتنا إلى أقل ما يمكن » .

لكن لماذا اختار تعبير « تحليلنا الصحيح » ولم يختر تعبير « تحليلنا الكامل » ؟.. إن الشىء الكامل هو الشىء الذى لا يعتريه نقص ، ولا يتعرض لأى اختلال ، لكن الشىء الصحيح هو الشىء الذى يسمو على الخطأ ، لكنه عرضة للوقوع فيه ، ومن ثمَّ

فهو أنسب، لأننا نتحدث عن مخلوق ، أما الكمال فلا يجب للمخلوق ، لأنه صفة فريدة للخالق سبحانه وتعالى ؛ لذا كان تعبير ويلموت صادقًا تمامًا وفى موضعه .

لقد كان «ويلموت» يمتلك القدرة على اقتراح الأشياء، والجرأة على تنفيذ ما يقول؛ لذلك استطاع أن يقترح مع فريقه العلمى التقنيات المحتملة لتنفيذ تجربة الاستنساخ الحيوى ، وقد ساعدته جرأته فى التنفيذ على تقليل المعدل الزمنى لإنجاز التجربة ، فكثيرًا ما كان التردد سببًا فى فشل تجارب عديدة أو تأخير إنجازها .

إننى أرى أن إنجاز شىء يحتاج إلى رفيق ، حتى يعين الإنسان ويعاونه ويستشيره ، ولا بد أن يكون هذا الصديق عالمًا بالشىء ، صادقًا فى قوله ، مخلصاً فى عمله، أمينًا فى مشورته .. ولابد أنك سألت نفسك : من كان رفيق ويلموت فى تجربته ؟

لقد كان رفيق « ويلموت » فى تجربته تلك هو رفيقه « كيث كامبل » ، والذى كانت صفاته قريبة إلى حد ما من صفات ويلموت ، لذا كان تعاونهما معًا تعاونًا مثمرًا .. لم يكن أىٌّ منهما يميل إلى الشهرة والبحث عن ضجة إعلامية تحيط به ، كان كل منهما يعمل فى صمت .. لم يكونا مشهورين بين علماء البيولوجيا ، وبخاصة التكاثر الحيوانى، ورغم عدم حبهما للشهرة ، إلا أن إخلاصهما فى عملهما قد جعل الشهرة تبحث عنهما ، بدلاً من أن يبحثا هما عنها ، فقد حاصرتهما أمواج إعلامية هائلة ، وأصبح اللقاء معهما أو مع أحدهما لأحد الصحفيين كنزًا كبيرًا ومكسبًا هائلاً .

ولنترك « كامبل » لنذهب إلى « معهد روزلين » حيث نلقى عليه نظرة .. فهو يمثل الآن ـ من وجهة نظرى ـ متحفًا علميًا له قيمته ، ولا بد أن يكون أحد المزارات المهمة ليس فى أدنبرة وحدها ، لكن فى اسكتلندا وأوربا كلها ، وإننى أعتقد أن « معهد روزلين» منذ عام ١٩٩٦م وحتى الآن يختلف تمامًا عنه فيما قبل ١٩٩٦م، فقد تحول من معهد مغمور إلى قمة المعاهد العاملة فى مجال أبحاث التكاثر ، إنه مكان متواضع ، ذو جدران قديمة .. ولا بد أن فيه مزرعة للأغنام ؛ والعاملون فيه قليلون ، ولا يرتاده مشاهير العلماء ، بل يمكن القول بأنه موطن المغمورين من علماء التكاثر فى أوربا ، أو

من غير طالبى الشهرة ، لكن من يريد الشهرة ويبحث عنها ، فعليه بالبحث عن مركز أبحاث غير هذا المعهد الذى لم يكن يعرفه صحفى قبل ذلك الحدث الكبير ، إن لم يكن مقيماً بالقرب منه ، وربما أقام قريبًا منه ولا يعرفه أو لم يهتم بمعرفته، إذ لم يكن أحد يتخيل أن تخرج من هذا المكان المتواضع تلك الثورة العلمية .

فى هذا المعهد الواقع فى مدينة أدنبرة باسكتلندا ، على طريق متواضع ، والذى كان محطة للأبحاث الزراعية من قبل ، كان « ويلموت » وزميله « كيث كامبل » يعملان فى صمت ، خلف تلك الجدران القديمة للمعهد ، وكان عشقهما لعلم الأجنة كبيرًا ، بل عظيمًا ، ويمكننا القول بأنه قد وصل بهما إلى درجة الإدمان ، إدمان علم الأجنة ، وإدمان العلم هو أسمى درجات العلم .

إنها قمة لحظات التأمل والتفكر والتدبر ، أن تلاحظ الحياة منذ أن تبدأ ، من خلية جنينية واحدة ، ها هى أمامك ؛ انظر كيف تنقسم لتعطى خليتين ، ثم أربع خلايا، ثم ثمانى خلايا ، ثم ست عشرة خلية ... وهكذا حتى يكتمل تكوين الكائن الحى .. ما هذا الإعجاز ، وما هذا الإبداع !!

نعم إن للعلم قيمة لا يعرفها حق المعرفة إلا أهل العلم ، فمن خلال العلم يمكنك أن تسبح فى هذا الكون الفسيح الممتد ، وقد تسبح فيه كله ، وقد تسبح فى جزئية من جزئياته ، تسبح فى عوالم اللاحياة لترى الإلكترونات وهى تتحرك داخل الذرة .. وتسبح فى عوالم الحياة لترى هذه الحياة فى أدق تفاصيلها ، فيما نحمله من جينات مشفّرة لمختلف ما يحدث بداخلنا من عمليات حيوية وسلوكية ... إلخ ، نضحك ، نبكى، نكتب ، نمرح ، نحزن ، نتكلم بصوت عالٍ أو بصوت منخفض ، نثور لأقل شىء، أو نكون هادئين حتى عند الكوارث ... كل هذا ينبع من داخل ذواتنا ، أعنى: من جيناتنا .

ما أسعد اللحظات التى نعيشها ونحن نتابع أحداثًا تتعلق بخط سير الحياة من خلية واحدة لتصبح كتلة من الخلايا ، ثم أعضاء ، ثم كائنًا حيًا كاملاً .

لقد كان ويلموت وكامبل محقين فى عشقهما لعلم الأجنة ، فقد عشقا التأمل فى نمو الأجنة ، وتحولها من مرحلة إلى مرحلة أخرى ، حيث ظهر ذلك جليًّا فى قول ويلموت: « كنت أحسُّ بذاتى ، بل بالذات الحية فى تلك الخلية الوحيدة ، والتى ستتحول إلى كائن حى كامل إن شاء لها القدر ذلك » .

ونفس المعنى نلاحظه فى قول كامبل :

« إننى أقف منبهرًا أمام هذا الإبداع غير العادى ، أقف مع نفسى أمام محراب الخلية الجنينية الوحيدة، أتأملها، وأسبح بخيالى مع مستقبلها، وكأن نفسى تساءلنى قائلة:

هل ستنتج هذه الخلية كائنًا قويًّا ؟ .. أم كائنًا مريضاً ؟ .. أم أن القدر شاء لها ألاَّ يكتمل نموها ؟ ..

لقد كان للاتجاه المشترك بين ويلموت وكامبل أثر كبير فى رحلتهما العلمية داخل «معهد روزلين » .

وكانت زوجة الدكتور ويلموت تشجعه على البحث العلمى ، فلم تشغل ذهنه بأشياء خارج نطاق البحث العلمى ، مما ساعد على استغراقه التام فى أبحاث الأجنة وتجاربها التى عشقها .. أما زوجة الدكتور كامبل فقد كانت أقل منها تحملاً ، لدرجة أنها كانت ترفض أن يبيت كامبل خارج البيت ، مما كان أحيانًا يشعره بالتبرم والضيق نتيجة لسلوك زوجته ، والتى كانت تقول دائمًا : « لو كان البحث العلمى رجلاً لقتلته»؛ معبِّرةً بذلك عن غيرتها على زوجها من قضائه لمعظم وقته فى رحاب معمله.

ولقد انخفض الحافز التشجيعى للعديد من العلماء والباحثين فى أواخر الثمانينات وأوائل التسعينات للمضى فى تجاربهم الخاصة بالاستنساخ ، مما جعل معظم الباحثين ينصرفون عن هذه التجارب إلى مجالات أخرى .

وساعد ذلك ويلموت وكامبل على تطوير تجاربهما وتحديثها وإضافة الجديد

إليها، وهما فى صمت شديد ، بعيدًا عن الأضواء والإعلام ، كان مبدؤهما الذى ارتكزا عليه هو : « الكتمان طريق لإنجاز كل عمل جاد » .

لكن لِـمَ كان حرص ويلموت وكامبل على الكتمان ؟

لأنه لا بد من التأكد من نجاح التجارب الأولية الخاصة بموضوع البحث ، والتجارب النهائية ، وحتى تتاح الفرصة الكاملة لتسجيل هذه الأبحاث فى هيئات تسجيل الأبحاث والابتكار والاختراع ، مما يحفظ حق الشركة المموِّلة لتنفيذ التقنية فى احتكار استخدامها بعد ذلك .

لا بد أننا الآن شغوفون بمعرفة الشركة التى موَّلت أبحاث ويلموت وكامبل ؟

إنها شركة (P.P.L) الطبية ذات المسئولية المحدودة ، والتى كانت تهدف إلى تحوير الأطقم الوراثية للماشية لإنتاج مواد دوائية كمادة [ ألفا ـ ١ ـ أنتى تربسين ] التى تستخدم فى علاج التليف الكيسى ، وقد كان مجلس إدارة الشركة قانعًا بهذا المستوى ، عازفًا عن الدخول فى أى مغامرة علمية غير مضمونة ، وقد شكَّل ذلك صعوبة كبيرة لويلموت فى إقناع مجلس إدارة الشركة بتمويل أبحاث الاستنساخ الحيوى .

كانت وجهة نظر ويلموت هى أن عمليات التطعيم الدناوى مكلِّفة ومكرَّرة ، ولم تعد تحقق الطموحات الاقتصادية لشركة (P.P.L) ، كما أن عمليات كلونة كائن حى كامل سيجعل هذه الشركة تمتلك العديد من مصانع الأدوية الممثلة فى الكائنات الحية المكلونة .

كان السؤال الذى وجَّهه مجلس إدارة الشركة إلى « ويلموت » عندما عرض عليهم ورقته الخاصة بتمويل أبحاثه حول الاستنساخ الحيوى هو :

ما هى الضمانات التى تؤكد نجاح التجربة ؟

وكأنهم بهذا السؤال كانوا يقولون له : « كثيرون قبلك حاولوا ولكنهم فشلوا » ..

لذلك طلبوا منه إيضاحًا أكثر حول مشروعه ، لإعداد دراسة جدوى اقتصادية من قِبَل الشركة، وذلك لاتخاذ قرار بالموافقة على التمويل أو الامتناع عنه .

ومرت أيام الانتظار ـ كما أسماها ويلموت ـ صعبة للغاية ، حيث إن رفض الشركة للتمويل كان يعنى إصابة ويلموت بأزمة نفسية ، لكنه بذل أقصى ما فى وسعه ، وقد ذيَّل ورقته التى قدَّمها للشركة بقوله : « أتمنى ألاَّ يموت الوليد لحظة الميلاد » .

لكنه مع ذلك كان ذا إصرار عجيب وطموح كبير فى أنه سيحصل على التمويل المطلوب من هذه الشركة أو غيرها ، وقد ظهر ذلك عندما سأله كامبل :

« ماذا ستفعل إذا رفضت الشركة التمويل ؟ » .

فأجاب ويلموت عن ذلك بقوله : « عندئذ ستعرف كلمتى » .

لكن ويلموت استبقى هذه الكلمة فى نفسه، ولم يبح بها لأحد، لأن الشركة وافقت على التمويل ، وبدأ ويلموت وكامبل مشوارهما الصعب لإنجاز ما وعدا به الشركة .

إن أمامنا سؤالاً لا بد أن نجيب عنه :

ـ لماذا ترددت الشركة فى منح التمويل اللازم لكل من ويلموت وكامبل ؟

ولكى نجيب عن ذلك لا بد أن نعلم أن مجلس إدارة أى شركة تعمل فى اقتصاديات البحث العلمى والتكنولوجيا يعتمد على دراسة جميع ما يتعلق بالتجربة من ظروف تشمل ماضى التجربة وحاضرها ومستقبلها .

فدراسة ماضى التجربة العلمية يوضح مَنْ عمل فى نفس موضوع هذه التجربة؟.. وهل فشل أم نجح ؟ .. وإن كان قد فشل فلماذا ؟ .. وما هى أسباب فشله ؟ .. وهل يمكن تلافى هذه الأسباب أم لا ؟

كما تشتمل هذه الدراسة على تحديد الزمن الذى كان مخصصاً لإنجاز التجربة ،

وهل كان كافيًا أم لا ؟ .. وهل إذا أمكن إطالته يمكن للتجربة أن تنجح أم لا ؟ .. وهل التمويل الخاص بالتجربة كان كافيًا أم لا ؟ وما حجم التمويل الذى كان مرصودًا لها؟ وهل قابل الطاقم البحثى القائم على تنفيذ التجربة عوائق منعتهم من إكمال إنجاز مشروعهم البحثى ؟ وما هى هذه العوائق ؟ وهل يمكن التغلب عليها أم لا ؟ ..

إن الذى يهم الشركة فى ماضى التجربة العلمية هو معرفة كيفية إدارة هذه التجربة، ومن المسئول عن القرارات المصيرية فى مسار التجربة ، وما هى اتجاهاته ، ومذهبه ، وفكره ، ومعتقداته ، ومدى تحمسه للتجربة ، وعلاقته بأفراد الطاقم البحثى فردًا فردًا، وهل كان يوجد خلاف بينه وبين أحد أفراد الطاقم البحثى ، وما هو نوع هذا الخلاف ، وما هى جذوره ، ومن كان السبب فيه ، وما هى مظاهره ومستواه ؟ .. وهل كانت إدارة التجربة وطاقمها البحثى ملتزمين بأدوارهم أم كانوا متسيبين ، وما هى أسباب عدم الانضباط ، إن لم يوجد انضباط ، ومن كان سببًا فيها؟.. هل هو إهمال من الإدارة ؟ أم قلة الأجور الممنوحة لأفراد الطاقم البحثى ، أم لانعدام الحوافز الخاصة بتشجيع الطاقم البحثى ؟.. وهل يفيد ذلك فى تعديل نظام المرتبات والحوافز بما يحقق الإنجاز المأمول ؟ .. هذا هو ما يهم الشركة من ماضى التجربة ، لكن ما الذى يهمها من حاضرها ؟

إن حاضر التجربة مهم جدًّا للشركة المموِّلة ، حيث تحرص الشركة على معرفة مدى طموح الفريق البحثى الجديد ، ومم يتكون ، ومَنْ رئيسه ، وعدد أفراده ، والتاريخ العلمى لكل منهم ، والخطة العامة للفريق البحثى ، وأهدافه الواضحة ، ومدى الثقة فى هذا الفريق ، واستعداده للإنجاز ؟ ..

أما دور المستقبل فهو عظيم الأهمية بالنسبة لتقييم التجربة من قِبَل الشركة ، التى ستقبل تمويل التجربة العلمية ، فلا بد أن تعرف الشركة من مستقبل التجربة العلمية: الهدف الأساسى من التجربة .. ومن ستهمهم التجربة ؟ .. والخط الواضح للاستغلال المستقبلى لنتائج التجربة ..

إذن : مادامت شركة (P.P.L) قد وافقت على تمويل تجارب ويلموت وكامبل ، فلابد أن ويلموت قد أجاب فى ورقته عن كل الأسئلة التى تهم الشركة .

إن هذا ما حدث بالفعل ؟ فقد تضمنت ورقة ويلموت الموجهة إلى شركة (P.P.L) إجابات محددة على ما يهم الشركة من استفسارات .

لقد استطاع ويلموت أن يتنبأ بمصير تجربة التزم أمام الشركة بإنجازها ؛ فلقد استطاع ويلموت أن يسافر بعقله إلى المستقبل حاملاً فى نفسه إصرارًا كبيرًا ، وعزيمة قوية ، وإرادة كبيرة ، وعشقًا للعمل ، وقدرة نادرة على التحدى .

لقد تمنى ويلموت أن يكون بحَّارًا فى صباه ، عندما كان عمره عشرة أعوام ، لكن إصابته بعمى الألوان جعلته يصرف نظره عن هذا المجال إلى مجال آخر ، هو مجال الزراعة ، ولكى يحقق هذا الهدف التحق بكلية الزراعة ، وعمل فى بعض المزارع خلال العطلات الأسبوعية والإجازات ، لكنه لم يتقن هذه المهنة ، فقد كانت شاقة عليه وتحتاج لمجهود عضلى كبير لم يقدر عليه .

كان « ويلموت » متوقد الذهن ذا فكر واسع ، وكانت ممارسته للزراعة لن تتيح لهذا الفكر أن ينطلق ، لذا اتجه إلى البحث العلمى كى يعبِّر من خلاله عن مواهبه .

لكن كيف التقى كامبل بويلموت ؟

لقد شبَّ كيث كامبل فى مدينة برمنجهام الصناعية ، وأصبح بعد ذلك إخصائيًا طبيًا ، عمل فى مجال مختبرات البكتيريا والفيروسات واستخدام الأمصال فى ذلك ، لكن هذا العمل لم يعجبه ، فقد كان عملاً تقليديًا على حد تعبيره ، لذا ترك هذا العمل ليلتحق بجامعة لندن ، ليحصل منها على درجة البكالوريوس فى علم دراسة البكتيريا « البكتيريولوجى » .

سافر بعد ذلك كامبل إلى اليمن ، حيث عمل فى أحد معامل الأمراض (الباثولوجى)، لكنه كعادته ضجر من العمل بعد فترة ، حيث لا جديد .

وعمل مؤقتًا فى مقاومة مرض يُعرف بالدوار الهندى ، ثم عاد إلى الجامعة دارسًا بها كطالب دكتوراه ، وفى أثناء دراسته كان يعمل مساعد باحث لكى يستطيع أن ينفق على نفسه.

وكان عمله مركَّزاً على دراسة دورة الخلية فى الضفادع ، وكانت هناك أفكار عديدة تدور برأس كامبل أثناء دراسته لعمل دورة الخلية فى الضفادع . وكان معجبًا بالعالم «جون جوردن » وأفكاره حول عمليات الكلونة للضفادع .

كانت عمليات الكلونة تسيطر بدرجة كبيرة على فكره ، وكان لعشقه لهذا العمل أثره الكبير فى إنجاز تجاربه . ركز فى تجاربه على ما يمكن أن نسميه بالخداع الحيوى ، وهو خداع المادة الحية من خلال عمليات الإيلاج الجينى ، حيث أدخل دنا بشرى داخل دنا نواة خلية ضفدعة ، فوجد أن نواة خلية الضفدعة قد حولت البروتين المغلف للدنا البشرى إلى بروتين دناوى للضفدعة .

وكان كامبل يريد فى هذه الفترة أن يطور أبحاثه ، لكن التمويل وقف حائلاً دون ذلك ، فقد كانت التجارب على الثدييات مكلفة ، وتحتاج إلى مبالغ كبيرة للحصول على هذه الحيوانات ، وإجراء عمليات الكلونة عليها ، بينما فى حفنة الضفادع التى يشتريها كامبل غنًى عن المصاعب والعوائق الموجودة فى كلونة الثدييات .

لكن عشق كامبل للكلونة قد جعله يضيق ذرعًا بالضفادع .. وقد سجل هو ذلك بقوله : « كانت كلونة الضفادع هى رضاً بالواقع ، لكن عالم الثدييات كان يجذبنى إليه.. كان هو حلمى وطموحى .. كنت أحلم باليوم الذى أكلون فيه كائنًا ثدييًا » .

فى ذلكِ الوقت الذى كان فيه كامبل قد ملَّ كلونة الضفادع ، واتته فرصة عمره ، تلك الفرصة التى كان يحلم بها كثيرًا ، حيث طلب معهد روزلين باحثًا ذا خبرة فى دورات انقسام الخلايا ، فسارع كامبل بتقديم طلبه ، ممنيًا نفسه بقبوله ، لكنه كان خائفًا من عدم قبول الطلب ، إلاَّ أن تواضع سمعة « معهد روزلين » بين المعاهد

البحثية قد جعله فى ثقة إلى حدٍّ ما من قبول طلبه ؛ فهو معهد مغمور ، ولن يذهب إليه أحد من المشاهير .

لقد قُبل طلب كامبل ، وعُـيِّـن خبيرًا فى عمليات انقسام الخلية بمعهد روزلين ، حيث عمل مع آيان ويلموت على كلونة الماشية ثم تحول بعد ذلك إلى كلونة الأغنام .

عمل كامبل مع ويلموت فى تجاربه على عمليات الكلونة فى الأغنام ، وقد نجحا تمامًا فى استنساخ النعجة « دولِّى » من خلية ناضجة من ضرع نعجة عمرها ست سنوات ، وقد حققا بذلك إنجازًا لم يسبقهما إليه أحد ، حيث استحدثا طريقة جديدة للتكاثر فى عالم الثدييات ، والتى نعنى بها حدوث التكاثر من خلية جسمية ناضجة متخصصة .

لقد أثيرت أسئلة واستفسارات عديدة حول تجربة ويلموت ، وحول أخلاقيات تلك التجربة ، وآثارها وتطبيقاتها المحتملة والمتوقعة على المستوى العلمى والتقنوى ، وقد تعرضنا لذلك عند حديثنا عن « دولِّى » فى كتابنا هذا ، لكننا فى هذا الجزء من الكتاب بصدد تحليل لجوانب النبوغ فى شخصية ويلموت ، وحجم الإنجاز الذى قدَّمه للبشرية .

إن خلاصة القول فيما قدَّمه « ويلموت » بتجربته فى مجال الاستنساخ الحيوى أن ذلك هو البداية لثورة علمية هائلة فى علم التكاثر والهندسة الإنجابية ، وهو طفرة حقيقية فى حقل الطب ، حيث سيمكِّننا استنساخ الأعضاء من علاج العديد من الأمراض المزمنة ، والتى كانت فى الماضى أمرًا محيرًا ، لكنها اليوم أصبحت طيِّعة لنا بواسطة تكنولوجيا الاستنساخ العضوى .

* * *