الاشعاع والتطور

فاتحة تقدم خطير في علم الحياة

من الناحيتين العلمية والعملية

طماطم جبارة

في مستنبت خاص من مستنبتات جامعة ايوى الاميركية ، يقع الزائر المعنيُّ بشؤون النبات على نبتتين من نبات الطماطم ، تسترعيان النظر ، لان مجرّد وجودها ، اشارة الى انقلاب خطير في علم الزراعة العملية. ولو انهُ اتيح لداروين ان يرجع الى الحياة مدة اربع وعشرين ساعة فقط ، لكان في الراجح يطلب ان يرى هاتين النبتتين قبل اي شيء آخر . لانهما نوعان جديدان من الطماطم لم يشاهدا من قبل بين انواع الطماطم البرية او الالينة

نعم ، اننا نشاهد الى جنبهما ، النباتات التي نشأنا منها وهي مثل كل نبات الطماطم جذوراً وسوقاً وورقاً وثمراً . ولكن لو ان باحثاً آتى ، بهاتين النبتتين من مجاهل البرازيل ، ورآهما نباتيٌّ لما تردّد دقيقة واحدة ، بعد مقابلتهما بانواع الطماطم المعروفة ، في الحكم بانهما نوعان جديدان . وهما يختلفان في علو ساقيهما وفي ورقهما وفي ثمرهما عن نبات الطماطم المعروف . ثم انهما يتناسلان تناسلاً صريحاً ، أي ان النسل يأتي شبيهاً بالاصل في كل ما تقدم ، اي ان هذه الصفات تنتقل بالوراثة من جيل الى جيل . ومع ان الاستاذ لندستروم Lindstrom انشأهما بوسائله الخاصة من نبات الطماطم العادي ، الّا ان هذا لا يشير الى ان الطبيعة تجري على الوسائل نفسها في استحداث انواع جديدة من الانواع القديمة

وطريقة لندستروم تتلخّص في تعريض بزور الطماطم او انرخ الطماطم للأشعة المنطلقة من الراديوم او للأشعة السينية (اكس) كما يفعل علماء الطبيعة في درس الذرّة (راجع المقال الاول في هذا الجزء) . والتجربة الاولى من هذا القبيل جرّبها الدكتور مُلر (H. J. Muller) الاستاذ في جامعة تكساس سنة ١٩٢٦

***

لنرتدّ قليلاً الى ايام داروين . فانهُ اخرج في سنة ١٨٥٩ كتابهُ «اصل الانواع» فأحدث

انقلاباً خطيراً في علم الحياة . بل وفي التفكير الحديث . في هذا الكتاب اعترف داروين بجهله اذ قال « لقد اشرت حتى الآن الى التغاير كأنه وليد الصدفة . وهذا نظر خاطئ . ولكنهُ يكفي للاعتراف بجهلنا بكل تغاير خاص . . . . ان جهلنا بنواميس التغاير جهل عميق » . وكان داروين قد سلَّم بالتغاير على انهُ حقيقة لا تحتاج الى برهان ، ولكنها مجهولة الاسباب ثم حاول ان يبيّن اثر قوة طبيعية في هذا الميل الى تغاير النسل عن الاصل وكيف يحدث الانتخاب الطبيعي ، كما ينتخب مربي الحيوان والنبات الاصلح من نتاج الحيوان او النبات ، انتخاباً صناعيًّا

من مندل الى مندل

وظلَّ جهلنا بنواميس التغاير ، خلال سبعين وستين سنة ، عميقاً كجهل داروين بها . ولكن علماء الحياة اكتشفوا في خلال هذه السنين ما مكَّنهم من رؤية الصورة كاملة واضحة . ففي اثناء المدة التي كان فيها داروين مكبًّا على وضع « اصل الانواع » كان راهب نمسوي يدعى جريجور مندل يتسلّى بتضريب نبات البسلّة واحصاء التغايرات الجديدة التي يراها في النسل . فتوصل الى ناموس بسيط كلّ البساطة ، يبيّن ان الطبيعة لا تجري اعتباطاً في احداث وجوه التغيُّر في النبات والحيوان ، بل على قاعدة رياضية مضبوطة . ولكن احداً لم يُعِر مباحثهُ شأناً ما ، فطويت حتى كشفها احد الباحثين في سنة ١٩٠٠ بعد وفاة مندل

وفي اثناء ذلك كان العالم الهولندي هوغو ده فريز يراقب طائفة من نبات زهر الربيع في منطقة من الارض في هولندا ، فلاحظ ، انهُ في الفينة بعد الفينة ، تظهر نبتة تختلف عن النباتات الاخرى التي نبتت من طائفة واحدة من البزور . وعند التدقيق في البحث وجد ان هذه النبتة المختلفة عن اخواتها ، هي في الواقع نوع جديد فدعا هذا الفعل بالتحوُّل الفجائي Mutation واثبت ان انواعاً جديدة كانت تظهر ظهوراً منتظماً بفعل التحوُّل الفجائي من الاصل الذي ترجع اليهِ . ثم ثبت ان هذه الانواع الجديدة صريحة التناسل بحسب قواعد مندل اي ان صفاتها الجديدة ، تنتقل بالوراثة الى الخلف الاول فالى الخلف الثاني الخ

فكان هذا الاكتشاف نقضاً لقول داروين ان الاحياء في تطوّرها « لا تقفز قفزاً » وان الانواع الجديدة انما تنشأ من تجمع تغايرات صغيرة متوالية لا تلبث ان تصبح صفة جديدة يختلف بها الخلف عن السلف

وفي سنة ١٩٠٠ كشفت حقيقة ثالثة من متمم الحقيقتين اللتين مرَّ ذكرهما ، كشفها برفيري Bovery لدى فحصهِ خلايا الاحياء بالمكرسكوب ، اذ وجد ان في نواة كلّ خلية ، اجساماً دقيقة يسهل صبغها — فدعاها بالكروموسومات اي الاجسام التي تتلوَّن — وتتصرَّف تصرُّفاً خاصًّا . فقال في نفسهِ لا بدَّ ان يكون لها شأن في الوراثة والتغاير . ثم اثبت الباحثون

الذين تلوا مرقيري ، ان هذه الاجسام هي المسيطرة على الوراثة المندلية ، ولا بدّ ان تحتوي على اسرار الوراثة والتغاير بل وخفايا التطوّر نفسه

***

وجاء بعد ذلك توماس هنت مورغن الاميركي ، فاكبّ هو واعوانه على درس الكروموسومات في ذبان خاص يعرف بذبان الفاكهة Drosophila فأثبتوا بعد بحث قليل ان التحولات الفجائية اكثر مما يظنّ وانما اكثرها دقيق لا يشاهد بالعين المجردة . فقد وجدوا في ذبان الدوروسوفيلا تحوّلات فجائية كثيرة ، تتناول لون العيون وشكل الاجنحة وغير ذلك ، ووجدوا كذلك ان كل تحوّل منها يورّث . وقد تناول بحثهم نحو عشرين مليون ذبابة فوجدوا نحو ٤٠٠ تحوّل فجائي كلّها تورّث توريثاً صريحاً اي تنتقل الى الاجيال التالية . وتمكنوا بعد ذلك من تعيين موقع كل تحوّل في الكروموسوم نفسه فما اقبلت سنة ١٩١٥ حتى كان مورغن قد عين مواقع ثلاثين او اكثر من هذه العوامل — التي تسند اليها التحولات الفجائية — في كروموسوم واحد . فقد عرفوا مثلاً ان في نقطة معيّنة من كروموسوم معيّن ، العامل الذي يجعل عيون الذبابة من لون خاص

ولكن البحث في الدروسوفيلا كان بطيئاً ، لانهُ كان مرهوناً بسرعة تناسلها ، وظهور التحوّلات الفجائية في النسل . وما كان احدٌ يعلم ، لماذا يظهر تحوّل فجائي جديد . ولا متى يظهر . فحاولوا ان يستنبطوا طريقة لاسراع حدوث التحوّلات الفجائية ، فعرّضوا عوامل الوراثة في الكروموسومات للفواعل الطبيعية من برد وحرارة ، وتجفيف وبلّ ، وتغذية وتجويع ، وحرق وسمّ ، فباؤا بالاخفاق ، لانهم وجدوا ان هذه الفواعل لا تؤثر مطلقاً في عوامل الوراثة

وفي سنة ١٩٢٦ (راجع مقتطف ابريل ١٩٢٨ صفحة ٣٩٨) خطر للاستاذ مر ان يستعمل وسيلة جديدة . ذلك انهُ رأى العلماء يستعملون الاشعة السينية والمقذوفات المنطلقة من الراديوم في محاولتهم تحطيم الذرّة فقال في نفسه ولماذا لا نطلق الاشعة السينية على عوامل الوراثة

التحول والاشعة السينية

فاخذ الوفاً من ذبان الدروسوفيلا وعرّضها للاشعة السينية . واختار الذبان الذي درست عوامله الوراثية ومواقعها من الكروموسومات ، حتى اذا ظهرت صفات تختلف عن الصفات المعهودة فيها ، اسند ذلك الى اثر الاشعة السينية . وقال في نفسه ، اذا كان توفيقنا في تجربتنا من نوع توفيق علماء الطبيعة ، صدمت بعض الاشعة السينية عوامل الوراثة ، فتطايرُ منها ذرّة او تضيف اليها ذرّة ، فيتغيّر بناؤها الكيماوي . فاذا كانت عوامل الوراثة ، هي المسيطرة

في الوراثة فعلاً كما يقال ، وجب عندئذٍ ، ان تتغير الصفات التي تولّدها هذه العوامل بعد تأثير بنائها بفعل الاشعة السينية . وكان علماء الوراثة يعلمون ، ما يجب ان يكون عليه لون العيون في نسل هذا الذبان وشكل الاجنحة وغيرها من الصفات الوراثية بعد عمل الحساب لحدوث ٤٠٠ تحوُّل فجائي في كل ٢٠ مليون ذبابة

وبعد ما عرّض هذا الذبان للاشعة ، ترك لكي يتناسل . فكانت النتيجة ان نسلهُ بعد التعرض للاشعة كان اقل منهُ قبل التعرُّض لها . واذاً فلا بدَّ ان تكون الاشعة قد اتلفت في بعض الذبان الجراثيم التناسلية . ثم ظهرت صفات تدلُّ على ان الاشعة قسمت بعض الكروموسومات . ولكن الظاهرة التي استرعت انتباه هذا الباحث وغيره من بعده ، ان عدد التحولات الفجائية زاد من نسبة ٤٠٠ تحوُّل في ٢٠ مليون ذبابة الى ٦٠٠٠٠ تحول في العدد نفسهِ . فكان هذا دليلاً على ان الاشعة اصابت العوامل الوراثية وغيرتْ في بنائها ، فزاد عدد التحولات الفجائية واذاً فعملية التطوُّر يمكن ان يزيد الانسان سرعتها بوسيلة يسيطر عليها

كشف خطير

فهذا الاكتشاف يجب ان يحسب من اخطر المكتشفات في علوم الحياة الحديثة ، لانهُ اثبت في الناحية الواحدة وجود عوامل الوراثة (genes) وعددها في الكروموسومات . ففي ذبان الدروسوفيلا اكثر من ١٤ الف عامل من هذه العوامل ، لا تدخل منها لحياة الذبابة وصحتها . وازاحة احد هذه العوامل من محله او اتلافهُ يكفي لكي تولد الذبابة بلا خلفٍ او بلا عينٍ او بلا رأس ، او غير قادرة على الحياة مدى حياة الذبابة المعهود . ولما كان حجم الكروموسوم معروفاً ، وعدد العوامل الوراثية في الكروموسوم الواحد معروفاً ففي الامكان تقدير حجم العامل الواحد من عوامل الوراثة . فهو نحو ١ × ١ — ١٨ من السنتمتر المكعَّب وكل عامل يحتوي على ١٨ جزيئاً من البروتين ، وكل جزيء يحتوي على نحو ٨ آلاف ذرَّة . وعلى ذلك فسر الوراثة ، اصبح شيئاً يكاد يكون ملموساً ، بعد ما تمكن العلماء من تعيين عدد العوامل التي تحدثها ، ومكانها وحجمها

هذا في الناحية الواحدة . ولكن النتيجة في الناحية الأخرى اهم مما تقدَّم . ذلك ان هذا الاكتشاف اثبت ان قوَّة قد كشفت تستطيع ان تؤثر في الاجسام الحية فتحدث فيها تغايرات تنتقل بالوراثة من جيل الى جيل

الحذر من التهور

ولكن يجب ان تتخذ الحذر رائدنا في الوصول الى النتائج المبنية على هذا الاكتشاف الخطير . فنسأل : هل اطلاق الاشعة يتلف العوامل الوراثية او يضعفها فقط ؟ لانهُ اذا كان هذا

هو الاثر الوحيد فيها ، فالنسل الذي انتفت بعض عوامله او اضعفت لابد ان ينشأ مريضاً ضعيفاً . واذاً فالاشعاع لا يمكن ان يكون سبب التطور . لان التحولات الفجائية التي يقوم عليها التطور ، انما هي تحولات تمنح النسل صفات جديدة تمكنه من التفوق على غيره في ناحية او اكثر من النواحي . فالتحولات التي يقوم عليها التطور يجب ان تضيف شيئاً الى صفات النسل لا ان تكتفي بسلبه اشياء

ففي ذبان الدروسوفيلا نحو ١٤٠٠٠ عامل من عوامل الوراثة يجب ان تعمل عملاً منسجماً متسقاً لكي تتمكن الذبابة من الحياة حياة سوية . واقل تحول في هذا الاتزان الدقيق يفضي الى الموت . وقد ثبت انهُ اذا اخذنا مائة من التحولات الفجائية في الذبان المعرض للاشعة السينية ، وجدنا ٨٧ تحولاً منها مما يميت . و١٣ تحولاً فقط تمكن النسل ونسله من بعده ، من الحياة حياة سويّة . فهل في هذه التحولات الثلاثة عشر ، ايُّ صفات جديدة تمنح هذا النسل تفوقاً على سلفه ؟

من المتعذر الجواب عن هذا الآن

فلنعد قليلاً الى نبات الطحلب من مستنبت الاستاذ لندستروم . فالبحث فيها يرينا ان كل الصفات الجديدة في الانواع الجديدة هي صفات تأخر لا صفات تقدم . فستٌ من النباتات الجديدة نشأت خالية من الكلوروفل (المادة الخضراء) فهي لا تستطيع ان تعيش في الطبيعة . واثنتان ضعيفتان مريضتان ، وليس فيها اي صفات اخرى لتعوضها من هذا الضعف وتاسعة عقيمٌ . وما يصدق على الطحلب يصدق على نبات الشعير ، والتبغ ، وغيرها من النبات والحيوان الذي جربت فيه هذه التجربة . ولكن الحال في ذبان الدروسوفيلا ، يختلف قليلاً عما تقدم . لانه اذا تحولت ذبابة شكل جناحها كالرقم ٨ الى ذبابة شكل جناحها كالرقم ٤ — بعد تعريضها للاشعة — وكان هذا التحول تأخراً ، فالذبابة التي شكل جناحها كالرقم ٤ اذ تتحول الى ذبابة شكل جناحها كالرقم ٨ يكون هذا التحول فيها تقدماً . وهذا واقع فعلاً . واذن فالراجح ان بعض التحولات التي يحدثها التعرض للاشعة السينية ، يمنح النسل الذي تحدث فيه صفات جديدة من قبيل الصفات التي يقوم بها التطور الى الامام

الاشعاع والتغاير الطبيعي

فاذا كان الاشعاع في معمل البحث يحدث تحولات فجائية في الاحياء ، ألا نستطيع ان نبحث عن سرّ التغاير الطبيعي ، في هذه الناحية من نواحي القوى الطبيعية ؟ فالاشعة التي تصيب الارض مختلفة ، وبعضها قوي النفوذ كالاشعة الكونية افلا نجد في هذه الاشعة الجواب عن السؤال الذي وجّههُ داروين الى نفسه وتركه من دون جواب ؟ ألا يمكن ان تصيب

الاشعة الكونية وغيرها من الاشعة التي تقع على الاحياء ، عوامل الوراثة فيها فتحدث التغايرات متنوّعة ، ثم تفعل قوى الانتخاب الطبيعي بهذه التغايرات فتنشأ الانواع الجديدة؟

ولكي نستطيع الاجابة عن هذه الاسئلة يجب ان نعرف مقدار الاشعة السينية اللازمة لاحداث عدد معيّن من التحوّلات في الدروسوفيلا ، وقوتها وعلى هذا القياس ، يجب ان تكون الاشعة التي تقع على الارض اقوى الف مرة منها الآن ، لتحدث في الاحياء تحولات فجائية من رتبة ما يحدث في الذبان المعرّض للاشعة السينية . ولذلك لا نستطيع ان نسند التغاير الطبيعي الى سبب واحد هو الاشعاع . بل نقول ان الاشعاع احد اسباب التغاير . وقد اثبتت التجارب الحديثة في ايطاليا ان الاشعة الكونية لها اثر فعّال لاجدال فيه . وانما يجب ان نبحث عن اسباب اخرى . ثم لا ريب في ان المادة الحية تضمها — البروتوبلازم — مادة مشعة ، لانها تحتوي على البوتاسيوم وهو عنصر مشع الى حدٍّ ما . والمباحث دائرة الآن لمعرفة هل الاحياء الناجحة في ميدان التطوّر تميل الى خزن هذا العنصر المشع اكثر من غيرها

يرى القارىء ان خطر مباحث ملر ولندستروم من الوجهة النظرية هو انهما كشفا سبب التغيّر ، فاضاءا ناحية من اهم النواحي في مباحث النشوء والتطور . ولكن ذلك لا يغضّ لا من قيمة النتائج العملية . لانها تمكن الفلاح والبستاني من استعمال هذه الطريقة لاحداث بعض التحوّلات المرغوب فيها في عمل الانتخاب الصناعي ، في الحيوان والنبات ، بعد ما يتقدّم البحث العلمي والعملي في هذه الناحية تقدماً كافياً