42

فرضية الملكة الحمراء

The Red Queen

يمكـن للتفاعـلات البيئية أن تكون إيجابية كما يحـدث في التلقيح، لكن في كثير من الأحيان تكون سلبية مثل العلاقة العدائية بين المفترس والفريسة، الطفيليات والعوائل. ولذلك، تعتبر فرضية الملكة الحمراء واحدة من أهم المفاهيـم المؤثرة في علم الأحياء التي تسـاعد في تفسـير لمـاذا يقود الصراع التطور المشترك بين نوعين.

دارت أحـداث قصة «مـن خلال الزجاج» للكاتـب لويـس كارول في مجموعة مغامرات أليـس في بـلاد العجائب، حيث تسـارع أليس للإمسـاك بالملكة الحمراء فقط، لتكتشـف عدم تحرك أي أحد في البلدة، فتفسر الملكة هذا الأمر قائلة: «الأمر يتطلب كل الركض الذي تستطيع أن تركضـه حتـى تبقى في نفس المـكان.» في العصر الحديث، تسـتخدم هذه العبارة كاسـتعارة مجازية عن لماذا يقود الانتخاب الطبيعي التطور المشترك العدائي، فالأنواع تتكيف دون انقطاع في استجابة لتكيفات معاديها.

الخط الزمني

1871م	1973م	1979م
ظهـر سباق الملكـة الحمـراء في قصـة لويـس كارول Lewis Carroll «مـن خلال الزجاج».	طرح فـان فالين Van Valen أن فرضيـة الملكـة الحمـراء يحركها الصراع الحيوي.	طرح كل من جانيكي Jaenike وهاميلتـون Hamilton أن صراع الطفيـلي والعائـل يفسر تطور الجنس.

الانقراض الثابت

في عام 1973، طرح عالم الأحياء التطوري الأمريكي لي فان فالين Leigh Van Valen فرضية الملكة الحمراء، كان هذا العالم موسوعيًّا غريب الأطوار حتى أنه كتب بعض الأغاني مثل «جينات القفز المكسيكي» و«الجنس بين الديناصورات». وجد فان فالين بعد دراسة الحفريات المختلفة، أن معدل الانقراض كان ثابتًا بغض النظر عن فترة العمر الجيولوجية. وبعد أن رفضت المجلات الأكاديمية ورقة بحثية له بعنوان «القانون التطوري الجديد»، قام بتأسيس مجلة النظرية التطورية ونشرها (كما أسس أيضًا مجلة Journal of Insignificant Research).

استخدم فان فالين فرضية الملكة الحمراء لتفسير قانونه «الانقراض الثابت» أي أن الأنواع تحافظ على تكيفها بغض النظر عن عمرها، وطرح أن الصراع بين الأنواع يخلق بيئة متغيرة تمامًا تحرك التطور من خلال الانتخاب الطبيعي. سماها فان فالين لعبة محصلتها صفر، أي لا يوجد فيها رابحون، وإنما خاسرون فقط وهم الذين ينقرضون. منذ ذلك الحين، استخدمت استعارته المجازية في وصف ظواهر متعددة، أشهرها، الجنس، كما ناقشه عالما الأحياء التطوريان جون جانكي John Jaenike وو.د. هاملتون W.D. Hamilton. يحتوي المفهوم الأصلي على أعضاء النوعين لكن، يمكن أن تُطبق الملكة الحمراء على الصراع بين الأبوين والنسل: معركة الأجناس وعناصر الجينات الأنانية.

«يعتبر كل نوع جزءًا من لعبة محصلتها صفر ضد الأنواع الأخرى. علاوة على ذلك، لا يوجد نوع يكسب دائمًا والأعداء الجدد يُستبدَلون بالخاسرين باستخاف».

لي فان فالين Leigh Van Valen

1980-78م	1987م	1999م
فسر دوكينز Dawkins وكريبس Krebs علاقة الفريسة بالمفترس كمبدأ عشاء الحياة.	طرح فيرميج Vermeij فرضية التصاعد لتفسير التكيفات في السجل الأحفوري.	ركزت فرضية مهرج البلاط الملكي Court Jester لبارنوسكي Barnosky على دور البيئة المادية.

تخلق الملكة الحمراء أعداء طبيعيين. وتكون نهاية الصراعات تناحرًا على موارد النظام البيئي خاصة الغذاء، مما يؤدي إلى تفاعلات عدائية بين «المستغِل» الذي يسرق الموارد من «الضحية». وتضم علاقات «المستغِل ـ الضحية» كلًّا من الطفيلي والعائل ـ الفريسة والمفترس وتفاعل النباتات أكلة الأعشاب. لكن، يعتبر الصراع المباشر بين النباتات والأعشاب غير واضح بسبب وجود أكثر من خصمين حيث أن العديد من الأنواع يأكل الخضراوات. وفي الوقت نفسه، عادة ما تتكيف الطفيليات مع عائل أحادي. تظهر الروابط بين أسلحة الطفيليات ودفاعات العائل جلية كسباق التسلح بينهما، وذلك في سماتها المادية ومتغيراتها الوراثية.

سباق التسلح التطوري

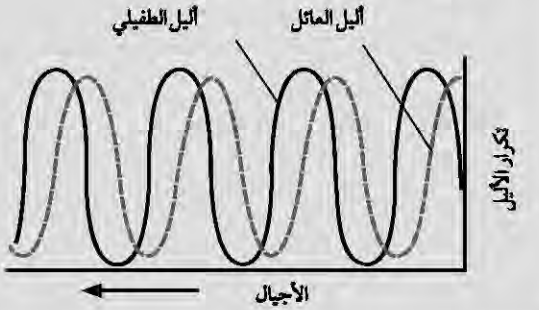
تعتبر علاقات الطفيلي والعائل من الحالات الواضحة أثناء عمل الملكة الحمراء. كما يتضح في المتفطِرة السُّلِّيّة أو عصية كوخ Mycobacterium tuberculosis التي تسبب للإنسان مرض السل. في عام 2014، قام علماء الأحياء الدقيقة بحساب تسلسل 259 جينومًا لإعادة بناء التاريخ البكتيري التطوري وأثبتوا أنه انبعث منذ 70.000 سنة بعد انبعاث جينوم الإنسان من أفريقيا. أصبح هناك تنوع وراثي مثل كثافة السكان التي ازدادت أثناء العصر الحجري المتأخر. في عام 2005، أثبتت المقارنة مع DNA الشمبانزي وجود جين granulysin الذي يهاجم المريض بالسل الذي يتطور بشكل سريع في الإنسان ويشير إلى سباق التسلح. إن الأسلحة التي نسلبها من الأنواع الأخرى مثل البنسلين من العفن الذي اكتشفه ألكسندر فلمينج في عام 1928، تساعد في محاربة الطفيليات، لكن يركض أعداؤنا أيضًا مع الملكة الحمراء، خالقين مقاومة ميكروبية للأدوية والجراثيم الخارقة مثل عدوى المكورات العنقودية الذهبية المقاومة للميثيسيلين (MRSA).

تعتبر علاقات الفريسة والمفترس سباق التسلح، لكن عادة ما يكون الصراع معرقلًا بسبب تطبيقات الانتخاب الطبيعي غير متساوية القوى على كل من المتنافسين. كما فسر ريتشارد دوكينز Richard Dawkins

وجون كريبس John Krebs في عام 1979 «أن الأرنب يجري أسرع من الثعلب لأن الأرنب يجري من أجل حياته بينما يجري الثعلب من أجل الحصول على عشائه فقط». أثبت «مبدأ عشاء الحياة» هذا، أن جزاء الفشل ولماذا تستبعد الطفرات التي تسبب خسارة الأرانب أن تنتشر من خلال تجمعات الجينات «حيث لا يوجد أرنب قد تكاثر بعد خسارة السباق ضد الثعلب. أما الثعالب التي تفشل في الإيقاع بالفريسة، في الواقع تتضور جوعًا حتى الموت، لكنها قد تكون تتكاثر في البدء.»

التقلبات الجينية

يمكن لصراعات الملكة الحمراء أن تحرك التغيرات في تكرار تركيبات الجينات «الأنماط الجينية» التي يحملها الطفيلي والعائل. للعوائل نمط جيني نادر (ينتج عنه بروتينات سطح الخلية التي لا يستطيع أن يتعرف عليها الفيروس) يجعلها أقل عُرضةً لإصابة الطفيلي، لذلك فهم أكثر عرضة للنجاة وانتقال جيناته للجيل القادم. أصبحت الآن الأنماط الجينية الشائعة قابلة للاستهداف بعد تكيف الطفيليات للتعرف عليها، ويفضل الانتخاب الطبيعي نوعًا آخر من الأنماط الجينية النادرة. حيث يستمر «الانتخاب المعتمد على التكرار السلبي» عبر الوقت.



يؤثر الانتخاب على تطور الأعداء الطبيعيين في ثلاث طرق رئيسية؛ أولًا: يمكن أن يزداد سباق التسلح وأحيانًا يؤدي إلى المبالغة في الأسلحة والدفاعات مثل طول أنف خنفساء السوسينات وسُمك فاكهة زهرة الكاميليا. حيث يترك التطور المشترك للملكة الحمراء المتصاعدة علامته في السجل الأحفوري وهو ما سماه عالم المتحجرات الهولندي جيرات فيرميج Geerat Vermeij «فرضية التصاعد». ثانيًا: سيناريو سباق التسلح «مطاردة الملكة الحمراء» يحدث عندما يكون النوع الضحية تحت ضغوطات

الانتخاب الطبيعي القوية التي تطور سمات جديدة تجبر المستغِل على المواكبة. ثالثًا: تحدث تأثيرات «الملكة الحمراء المتقلبة» عندما تتكرر تركيبات الجينات في المستغِل والضحية على السواء، مرارًا وتكرارًا بالزيادة والنقصان.

نهاية الحرب

بعد أن قالت الملكة الحمراء لأليس: «الأمر يتطلب كل الركض الذي تستطيعين أن تركضيه حتى تبقي في نفس المكان.» استدركت: «وإذا أردتِ أن تقصدي أيضًا مكانًا آخر، فعليكِ أن تركضي مرتين على الأقل بنفس هذه السرعة.» إذن، كيف تفر الكائنات هاربة من الصراع؟ قد تُجبر هجرة الفريسة المفترس على إيجاد لحوم طازجة، أو قد تُطور العوائل المناعة الكلية ضد الطفيلي. لكن، إذا قتل المستغِل العديد من الضحايا فقد يؤدي ذلك إلى انقراض ثنائي، إذن، تلعب مستويات

الميكروبات الحيوية البشرية

في عام 2012، كشف علماء مشروع الميكروبات الحيوية البشرية حقيقة التنوع البيولوجي الذي يحيا في علاقة وثيقة معنا. استخدم العلماء متتالية الـDNA التي بينت استعمار الميكروبات للنظام البيئي البشري لتستغل موارد طاقاتنا وخاصة الكربوهيدرات التي ننتجها. على سبيل المثال تحدث آلاف من أنواع الميكروبات في معدتنا، ويفوق عدد الخلايا البكتيرية من حيث الحجم عدد الخلايا البشرية. سوف تغير الأنواع من التفاعلات البيئية بيننا وبين الميكروبات، لكن من المحتمل أن تكون أغلب الميكروبات «متعايشات» أي تستفيد الموارد دون أن تسبب ضررًا، تكون بعض الميكروبات طفيليات تؤثر على الصحة أما الجزء الآخر فيكون من «المتنافعات»، فنحن نعطيها مسكنًا وهي تحمينا من الغزاة الممرضات التي تسبب مرضنا. لاحظ أننا قد أطلقنا على الميكروبات اسم «البكتيريا الصديقة»، على الرغم من أن بعضها من الأعداء المحتملين. ومن تفاعلات المستغِل ـ الضحية للملكة الحمراء، أن المستغِل يمكن أن يجبر الطفيلي على أن يسبب ضررًا كنتيجة لدورة حياته أو طفيلي مخير يحصل على امتيازات عندما تأتي الفرصة من تلقاء نفسها مثل نقص المناعة.

الافتراس جزءًا في حصيلة الصراعات. كما يمكن أيضًا أن تأخذ الصراعات هدنة مؤقتة بدلًا من السلام الدائم، مثل ما يحدث بيننا وبين البكتيريا في الميكروبات البشرية.

يمكن أن تفسر الملكة الحمراء الصراع بين اثنين من الأعداء، في حين تعتبر التفاعلات المتعددة مع العشيرة أو النظام البيئي أكثر تعقيدًا. في عام 1999، طرح عالم المتحجرات وعالم الأحياء أنتوني بارنوسكي Anthony Barnosky أن الانقراض والانتواع نادرًا ما يحدث إلا استجابة للتغيرات البيئية. لاعبًا على الموضوع الاختيار والطبيعة غير القادر على التنبؤ بها وسماها فرضية مهرج البلاط الملكي. ولا تعتبر الفرضيتان بعيدتين عن بعضهما على الرغم من أن الانتخاب الطبيعي ناتج عن قوى حيوية وغير حيوية.

الفكرة الرئيسة

يقود الصراع التطور المشترك