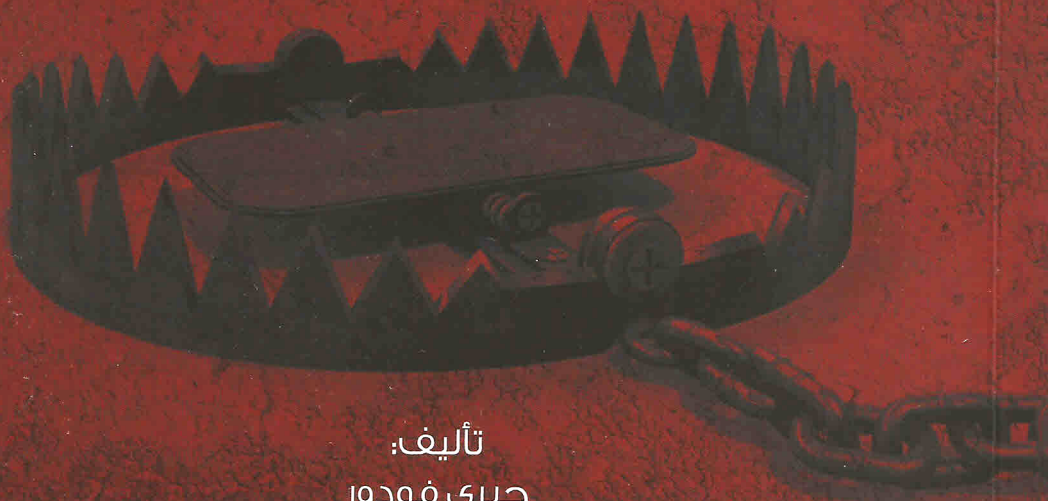
الطبعة
2

RAWASEKH
روافخ
إصدارات ◆ دراسات ◆ برامج

أين أخطأ داروين؟

WHAT DARWIN GOT WRONG?

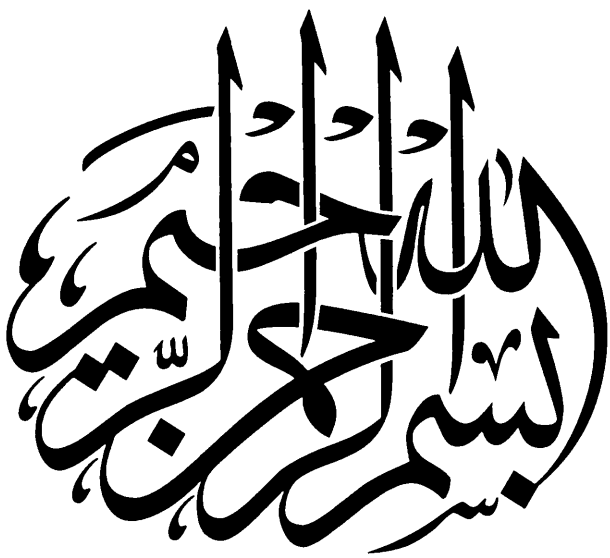


تأليف:
جيري فودور
ماسيمو بيتالي بالماريني

تقديم:
د. محمد العوضي
د. خالد بن عبدالرحمن الشايع

أين أخطأ داروين؟

WHAT DARWIN GOT WRONG ?


بسم الله الرحمن الرحيم

أين أخطأ داروين؟

WHAT DARWIN GOT WRONG ?

تأليف:

جيري فودور

وماسيمو بيتالي بالماريني

Jerry Fodor

Massimo Piattelli-Palmarini

2010

تقديم:

د. محمد العوضي

خالد بن عبدالرحمن الشايع

روافد RAWAFEKH

إصدارات • دراسات • برامج

أين أخطأ داروين؟
جيري فودور وماسيمو بيتالي بالماريني
تقديم: د. محمد العوضي و خالد بن عبدالرحمن الشايع
رواسخ 2019
364 ص ؛ 23.5 سم.
الترقيم الدولي: 978-9921-9703-5-7

جميع حقوق الطبع محفوظة

الطبعة الثانية 1441 هـ - 2020م

الكويت - شرق - شارع أحمد الجابر - برج الجاز
هاتف: 0096522408686 - 0096522408787
0096590963369

- مركز غير ربحي مختص في معالجة القضايا الفكرية المعاصرة وفق أسس عقلية وعلمية منهجية.
- يسعى لإيجاد خطاب علمي مؤصل من خلال تأليف وترجمة الكتب والبحوث التأصيلية والحوارية.
- يُعنى بإقامة الدورات والندوات، وإنتاج المواد المرئية النوعية.
- يستهدف بخطابه المهتمين بالمعرفة من مختلف شرائح المجتمع.

«نستطيع أن نعزو هذا النماء باطمئنان إلى الانتقاء الطبيعي، طالما ندرك أن هذا العزو لا أساس راسخ له من الصحة، وأنه مجرد اعتقاد بوجود تفسير لهذه الظواهر يتفق مع المذهب الطبيعي».

نعوم تشومسكي، اللغة والعقل Language and Mind 1972

«أنا أعلم جيدًا أنه ما من فكرة تقريبًا في كتابي هذا لا يمكن الاستدلال عليها بالحقائق، وكثيرًا ما يقود ذلك ظاهريًا إلى استنتاجات تعارض تمامًا الاستنتاجات التي توصلتُ إليها، ولا يمكن الوصول إلى نتيجة عادلة سوى بذكر الوقائع وحجج الطرفين وموازنتها لكل مسألة».

تشارلز داروين، أصل الأنواع 1859

«لو تمكن أحد من إثبات أن أي عضو معقد لا يمكن تشكيله عبر عدة تعديلات طفيفة متعاقبة فستنهار نظريتي تمامًا».

تشارلز داروين، أصل الأنواع 1859

المحتويات

شكر 13

شروط التعامل مع الكتاب 15

مقدمة الدكتور محمد العوضي 25

مقدمة الأستاذ خالد الشايع 29

مقدمة المؤلِّفَين 31

الفصل الأول

نظرية الانتخاب الطبيعي من أي أنواع النظريات؟ 33

(القسم الأول : الحجة البيولوجية)

الفصل الثاني

القيود الداخلية: ماذا تخبرنا البيولوجيا الحديثة؟ 57

الفصل الثالث

الجينومات الكاملة والشبكات والوحدات المتكاملة والتعقيدات الأخرى 87

الفصل الرابع

كثير من القيود، كثير من البيئات 109

الفصل الخامس

عودة قوانين الشكل 131

المحتويات

(القسم الثاني : الحالة التصورية)

الفصل السادس

يُدعى الكثير للوجود لكن يُختار القليل منهم: مشكلة «الانتقاء من أجل».... 163

الفصل السابع

لا مخرج! بعض الردود على معضلة «الانتقاء» 193

الفصل الثامن

هل فقد طائر الدودو مكانته الإيكولوجية؟ أم العكس؟ 221

الفصل التاسع

موجز وختام 239

الملحق 255

الملاحظات 257

المراجع 317

المصطلحات 351

شكر

نتوجه بالشكر للأشخاص التالين لما قدموه من تعليقات ثمينة على المسوَّدة السابقة لهذه المخطوطة: بوب بيرويك Bob Berwick وسيدرك بويكس Cedric Boeckx ونعوم تشومسكي Noam Chomsky وغابرييل دوفر Gabriel Dover وراندي غالستيل Randy Gallistel ونوربرت هورنشتاين Norbert Hornstein وديك لونتين Dick Lewontin وتيرجي لوندال Terje Lohndal وفرناندو مارتينيز Fernando Martinez وبوب سيتيا Bob Sitia وخوان أورياجيريكا Juan Uriagereka ودوناتا فيرشيلي Donata Vercelli وأندي ويديل Andy Wedel.

وقد استفادت النسخة الحالية كثيرًا من اقتراحاتهم وانتقاداتهم، ولكنهم لا يتحملون أي مسئولية عن الأخطاء التي قد تكون موجودة، وبعضهم لا يتفق مع بعض الأشياء التي في الكتاب.

نتوجه بالشكر كذلك لجيريد فرانكوم Jerid Francom (من جامعة أريزونا) لمجهوداته الثمينة في تنسيق المخطوطة وترتيب المراجع.

شروط التعامل مع الكتاب

هذا ليس كتابًا عن الله، ولا عن التصميم الذكي، ولا عن مذهب الخلقية. فكلانا لا يؤمن بأي من هذه الأشياء، ورأينا من الأفضل أن نوضح ذلك بدايةً؛ لأن طرحنا الأساسي في الكتاب أن هناك مشكلة - قد تكون مشكلة خطيرة جدًا - في نظرية الانتقاء الطبيعي، وإننا ندرك أنه حتى عند الذين لا يعرفون ما هي الداروينية تمامًا أصبح إعلان الولاء للداروينية هو الاختبار المعياري -كاختبار الحمض بورقة عباد الشمس- الذي يحدد إن كان المرء يتمتع برؤية كونية «علمية صحيحة» أم لا، ويُقال لنا: «عليك أن تختار إما الإيمان بالله وإما الإيمان بداروين، وإن أردت أن تكون علمانيًا من أنصار المذهب الإنساني humanist فعليك أن تختار الأخير».

ونشكك بكون هذين الخيارين يستغرقان حصريًا كل الخيارات المتاحة، ونرغب بطبيعة الحال وبقوة أن نكون علمانيين من أنصار المذهب الإنساني، بل ويزعم كلانا أنه ملحد كامل الإلحاد، مصبوغ بصبغة الإلحاد، ومتشبع به حتى النخاع، دون أي تحفظات؛ وبالتالي سنبحث بعمق عن تفسيرات طبيعية naturalistic تمامًا لحقائق التطور، رغم إننا نتوقع أنها ستكون معقدة جدًا، كما تكون التفسيرات العلمية عادةً.

إننا نفترض أن التطور عملية آلية بالتمام والكمال، ولا نؤمن بذلك فقط لكي نستبعد دور الأسباب الإلهية، وإنما لننفي كذلك دور الأسباب المطلقة، والقوة الحيوية élan vital، والأرواح أو قوى التحقق entelechies، وتدخل الكائنات الفضائية إلخ. ويتفق هذا مع منهج داروين في مناقشة قضية التطور، ويسعدنا أننا نوافقه في هذا المستوى على الأقل.

لكن كتابنا بمعظمه كتابٌ ناقد، وغالب ما يتحدث عنه هو الأشياء التي نعتقد أن الداروينية قد أخطأت فيها، وسنقدم تلميحات قبل نهاية الكتاب إلى أين يحتمل وجود بديل مناسب باعتقادنا، ولكنها ستكون إشارات عامة جدًا.

لأننا في الواقع لا نعلم جيدًا كيف يعمل التطور، ولم يعلم داروين ذلك، ولا أحد آخر (بحسب علمنا) يعلم، وكما يُقال: «يلزم إجراء المزيد من الأبحاث»، بل ربما يلزم قرون من الأبحاث.

قد تتساءل وهذا منطقي: هل كتابة أطروحة نقدية للرؤية الداروينية الكلاسيكية يستحق بذل الجهد في هذه المرحلة المتأخرة؟ يقول لنا أصدقاؤنا الطيبون في مجال البيولوجيا «التجريبية» wet biology إنه لم يعد من بينهم داروينيّ «من ذلك الطراز»، ولا أحد في البيولوجيا البنيوية structural biology يؤمن بمذهب التكيفية adaptationism حاليًا،[a] (سوف نستعرض بعض أسباب ذلك في القسم الأول).

إننا مسرورون بهذه التصحيحات للرؤى، ولكننا نشك في أنها تعبر عما يحدث عمومًا في علم البيولوجيا (خذ مثلًا البحث الجاري حاليًا حول نماذج رياضية للانتقاء الطبيعي الأمثل)، وهذا لا يعبر قطعًا عن الآراء العلمية في المجالات التي عملنا فيها نحن المؤلفَين، والتي تتضمن فلسفة العقل philosophy of mind، والدلالة الطبيعية للّغة natural language semantics، ونظرية بناء الجملة syntax، وإصدار الأحكام واتخاذ القرارات judgment and decision-making، وعلم التداوليات pragmatics، وعلم النفس اللغوي psycholinguistics.

في كل تلك المجالات تؤخذ الداروينية الحديثة مُسلَّمة بديهية axiomatic، ولا يُشكك فيها أبدًا (انظر الملحق)، وأي رؤية يبدو أنها تعارضها -سواء مباشرة أو ضمنيًا- ستُرفَض لذاتها ipso facto مهما بدت معقولة، وتتعامل وفق هذا المبدأ حاليًا أقسام جامعية كاملة، ومجلات علمية، ومراكز أبحاث، ونتيجة لذلك تزدهر الداروينية الاجتماعية، والدارونية الإبستيمية والدارونية النفسية، والأخلاقيات التطورية، بل

(a) هنالك تياران للنظر في التطور: الداروينية التي تعتمد على الوظائفية والتكيفية، وتيار البنيوية الذي يرى التطور ثمرة لبنية الكون أساسًا وليس نتيجة عمليات عشوائية توجهها الوظيفة الملائمة للبقاء، وكتاب «التطور: لا تزال نظرية في أزمة» لمايكل دنتون يوضح هذا التوجه - المترجم.

-و يا للهول- تنتشـر حتى الجماليات التطوريـة evolutionary aesthetics كذلك! لـو أردت أن تـرى معالم ذلك فألقِ نظرة على قسـم العلوم في الجريـدة اليومية، لقد بذلنا مجهودًا كبيرًا وكتابات كثيرة في دحض بعض تلك التفرعات الداروينية الحديثة الفظيعـة، ولكننا نعتقد أن ما ينبغي فعله هو اجتثاث الشـجرة من أصولها: أي أن نبيّن بأن نظرية داروين للانتقاء الطبيعي مصابة بعيوب خطيرة جدًا وهذا هو لب كتابنا.

وخلال ذلك سنميل لأن نكثر قليلًا من الاستطراد، فالنقد الذي نوجهه للداروينية يطرح قضايا فرعية لا نستطيع تركها تمر دون مناقشة؛ ولذلك سمحنا لأنفسنا بالعديد من التفرعات التي نراها مهمة، وعذرنا في ذلك أن الكثير من القضايا التي تبدو لأول وهلة بعيدة عن موضوعنا، يتضح - بعد مزيد من التأمل - أنها ليسـت كذلك، ونُسأل أحيانًا: «هل تظنون أنكم وجدتم فعلًا «أخطاءً خطيرة جدًا» في متن نظرية أجمع عليها العلم كل هذا الزمن الطويل؟»

يُذكروننـا بـأن العجرفة خطيئة ويحذروننا منها، ونرد عليهـم بأنه إن لم تكن أنواع الاعتراضات التي نذكرها حول الداروينية قد ذُكرَت من قبل، فلأنها قد سقطت سهوًا بين المقاعد، ويبدو أننا قد تأخرنا في إعادة ترتيب الأثاث.

ستسـير حجتنا مثـلًا على منوال يشـبه ما يلي: يوجـد في لب النظريـات التكيفية للتطور خلط بين:

1. الزعم بأن التطور عملية تُنتَقى فيها الكائنات ذات الخصائص المتكيفة.
2. والزعم بأن التطور عملية تُنتقى فيها الكائنات من أجل خصائصها المتكيفة.

سوف نجادل إن الداروينية تلتزم باستنباط 2 من 1، وهذا استنتاج خاطئ (في الواقع هذا ما يسـميه الفلاسفة مغالطة التعريف الخاطئ intensional fallacy)[b] ولا توجد طريقة لإصلاح هذا الضرر بما ينسجم مع الالتزام بمذهب الطبيعية naturalism، وهو

(b) وهـي مغالطـة الرجل المقنع، تكون عندما يتم اسـتخدام قانون «تطابق الهوية» بشـكل غير سـليم (قانون ليبنز) - المترجم.

المذهب الذي نعتبره كلمة سواء بيننا، ومن أهم أهداف الكتاب توضيح كل هذا.

قد تتساءل -ومعك الحق في ذلك-: «ألم يلحظ أحد ذلك الالتباس في الارتباطات من قبل؟»، نعتقد أن الإجابة واضحة: على الرغم من وجود نقاشات طويلة وثريّة حول القضايا التي تنشأ بسبب تفسيرات تخطئ في تحديد المعنى، إلا أن معظم تلك النقاشات كانت محصورة ضمن الأدبيات الفلسفية فقط، ولا يدرس علماء البيولوجيا هذه الأشياء بتعمق. كما أنه من الناحية الأخرى: يلم قلة قليلة من الفلاسفة بما يكفي من منهج التنظير التطوري التقليدي في البيولوجيا بما يمكنهم من فهم مدى اعتماد ذلك المنهج على المفهوم غير القابل للتفسير «الانتقاء من أجل selection for».

عندما فكر الفلاسفة في تفسيرات خطأ تحديد المعنى، كان جل تفكيرهم متعلق بالتفسيرات النفسية لهذا الأمر؛ ولذلك يبدو بالنظر إلى الوراء أنه قد كان من المفيد لو وُجدت نقاشات مطولة متعددة الاختصاص بين الفلاسفة وعلماء البيولوجيا حول نظرية التطور، ولكن الكل مشغولون بالطبع، وأنت لا تستطيع أن تقرأ كل شيء، ونحن كذلك لا نستطيع.

هناك أمثلة أخرى عن قضايا كان يمكن أن تدور حولها نقاشات مفيدة متعددة التخصصات فيما يتعلق بمذهب التكيفية، ولكنها لم تحدث، والفكرة الأساسية التي ستتكرر فيما يأتي من الشرح في الكتاب، هي التشابه الهام بين تفسير تثبيت الأنماط الظاهرية phenotypes الذي قدمه داروين، وبين تفسير اكتساب «المَلَكات السلوكية behavioural repertoire» باستخدام «نظرية التعلم» التي وضعها بوروس فريدريك سكينر Skinner مؤسس مذهب السلوكية behaviourism، عالم النفس المرموق من جامعة هارفارد، الذي سادت آراؤه في زمن ما. بل نزعم أن تفسير سكينر للتعلم وتفسير داروين للتطور متطابقان تمامًا، ولا يختلفان إلا في الاسم (وعلى الأغلب كان سكينر سيوافقنا، إذ أنه حاول كثيرًا الانضواء تحت جناح داروين).

ربما كان بي اف سكينر أشهر عالم نفس أكاديمي في أمريكا في منتصف القرن

العشـرين، وبالتأكيـد كان أكثـر عالـم نفـس تُناقـش آراؤه علـى مدى واسـع، وكان هدفـه الصريـح وضع تفسـير علمـي متيـن لكيفيـة اكتسـاب السـلوكيات المُعَلَّمة، ومزجـت النظريـة التـي وضعهـا بيـن مذهـب الارتباطيـة associationism الذي صاغـه التجريبيـون البريطانيـون empiricists، وبيـن مذهـب الوضعيـة المنهجيـة methodological positivism من علماء نفس مثل واطسون Watson وفلاسفة مثل ديوي Dewey.

لقـد أخذ مـن التجريبيين أُطروحة أن التعلم هو تكوين العـادات، ومن الوضعيين أُطروحة أن التفسير العلمي يجب أن ينبذ افتراض أمور لا يمكن ملاحظتها، (واللافت أنّ ذلك يشمل الحالات العقلية والعمليات العقلية).

أنتج مـزج الفكرتين معًا نوعًا من علم النفس يتعامل مـع الكائن على أنه صندوق أسود، ويتعامل مع التعلم على أنه تكوين ارتباطات بين المؤثرات البيئية، والاستجابات السـلوكية التي يُحدِثها المؤثر، ولقد افترض سـكينر أن تكويـن تلك الارتباطات بين المؤثر والاستجابة يتحكم فيه قانون التأثير law of effect - وتحديدًا مبدأ أن التعزيز يزيـد من قوة العادة. هذه الأطروحات بعيـدة جدًا عن أي أطروحة عند داروين طبعًا، ولكننا سـنبين حالًا أن الخطأ في تفسـير داروين لتطور الأنماط الظاهرية يشـبه كثيرًا الخطأ في تفسير سكينر لاكتساب السلوكيات المُتعلمة.

منذ خمسـينيات القرن العشـرين أصبح من المعلوم أن مشـروع سـكينر لا يمكن تحقيقه، وقد تأكدت أسـباب فشـل هذا المشـروع (لقـراءة مراجعة كلاسـيكية انظر تشومسـكي 1959، ولقـراءة حجج أحدث انظر إسـهامات تشومسـكي مـع بياتلي بلماريني Piattelli-Palmarini 1980).

ولما كان الحال هكذا فمن الطبيعي أن نتسـاءل إن كان ممكنًا تطبيق الاعتراضات الحاسمة المشابهة التي عصفت بنظرية سكينر على نظرية الانتقاء الطبيعي، مع مراعاة فوارق التشـبيه بالطبـع mutatis mutandis. لكن النتيجة حاليًـا أن علماء البيولوجيا

التطورية لا يقرأون الكثير عن تاريخ نظريات التعلم السلوكية، وعلماء النفس لا يقرأون الكثير عن البيولوجيا التطورية (مع أن هذه النقطة بدأت تتغير حاليًا)، ولا يقرأ الفلاسفة عن المجالين عمومًا؛ ولذلك فعلى الرغم من أن التشابه بين نظرية الانتقاء الطبيعي ونظرية الإشراط الإجرائي operant conditioning قد ذُكر وجوده من حين إلى آخر، إلا أن أحدًا لم يبحث جديًا في مسألة كيف يمكن لمنطق إحدى النظريتين أن يوضح منطقَ النظرية الأخرى.

نأمل أن نقنعك أنك عندما ترى أسباب عدم إمكانية صحة نظرية سكينر بخصوص آليات التعلم؛ فسيتضح لك -وللأسباب نفسها- أن داروين لم يكن محقًا بخصوص آليات التطور كذلك، صحيح أن سكينر كان سلوكيًا، بخلاف داروين، ولكننا سنجادل بأن المشاكل العميقة التي تواجه كلتا النظريتين - وكلها مظاهر مختلفة من مغالطات التعريف الخاطئ intensional fallacies في الحالتين - لا تتأثر بهذا الاختلاف.

لقد رتبنا ما سنناقشه على الشكل التالي:

الفصل الأول، يتحدث عن عدة أوجه تتشابه فيها نظرية التعلم ونظرية التطور الداروينية الحديثة في كل من بنيتهما العامة وفي تفاصيل كثيرة. تلتزم كلتا النظريتين بالأخص بنموذج «**أَنْتِجْ ورشِّحْ**» للظواهر التي يزعمان تفسيرها، وبالتقدير الأولي نجد أن كلتيهما تريان أن المُنتِج محل النظر عشوائي، والمرشِّح خارجي، وقد ظهر أن هذه الافتراضات لا حظ لها من الصحة في تفسير التعلم، وذلك لأسباب يبدو أنها تنطبق أيضًا على تفسير الانتقاء الطبيعي سواءً بسواء.

القسم الأول، خصص للأبحاث الأخيرة في البيولوجيا والتفكير السائد فيها، وتلخص الفصول الثاني والثالث والرابع من القسم الأول مجموعة ثرية من الحقائق الجديدة، وآليات تطور جديدة غير الانتقاء الطبيعي قد اكتشفت فعليًا في البيولوجيا، تفسر لنا لماذا لم يعد أصدقاؤنا في مجال البيولوجيا داروينيين من ذلك «الطراز».

يقدم الفصل الخامس ملخصًا لحقيقة وتفسير آخر موجود حاليًا في البيولوجيا، ولكنه بعيد تمامًا عن نظرية التطور الداروينية الحديثة المعيارية، وبالمحصلة فسنذكر حالات وُجدَت فيها بُنيات وعمليات مثلى في الأنظمة البيولوجية، وهي نماذج تحققت فيها الصورة المثلى طبيعيًا، وربما نشأ ذلك من قوانين الفيزياء والكيمياء.

ونعتقد أنه من شبه المؤكد أن تكتشف عمليات تنظيم ذاتي self-organization أخرى تعتمد على قوى تجميع ذاتية التحفيز autocatalytic collective forces في المستقبل القريب، ومن الواضح، ولأسباب سوف نُفصّلها في ذلك الفصل، أنها ليست نتيجة غربلة الانتقاء الطبيعي لتنوعات ناتجة عشوائيًا.

أما **القسم الثاني**، فيستعرض الأسس المنطقية والتصورية في نظرية الانتقاء الطبيعي. إن منهج العلوم الإدراكية cognitive sciences في دراسة علم النفس الذي حل تقريبًا محل نظرية التعلم في العقود الأخيرة، قد أكد على دور القيود الداخلية endogenous في تشكيل الملكات السلوكية المعلَّمة. مع كامل احترامنا لسكينر، فإن ما يجري في عملية التعلم لا يمكن تمثيله بنموذج الترشيح الخارجي للسلوكيات exogenous filtering التي تنبعث في البداية عشوائيًا، وكما سنرى في القسم الأول، هناك قدر متنامٍ وشديد الإقناع من الأدلة التجريبية، التي تشير إلى أن الإشكال نفسه موجود في تطور الأنماط الظاهرية: ونظن أن الداروينيين - شأنهم شأن أتباع سكينر - قد بالغوا في تقدير دور الإنتاج العشوائي، والترشيح الخارجي في تشكيل الأنماط الظاهرية.

يدور الفصلان السادس والسابع حول بروز قضايا التعريف بالوصف intensionality في التفسير التكيفي لآليات الانتقاء الطبيعي، ونبدأ بظاهرة الركوب المجاني free-riding التي تُنتقى فيها خصائص ظاهرية محايدة ليس لها أثر معين، وذلك لأنها ترتبط بخصائص تؤثر سببيًا على الصلاحية.

أصبحت النقاشات حول الركوب المجاني مألوفة في الأدبيات البيولوجية منذ كتاب غولد Gould، ولونتين (1979)، بل إن داروين نفسه قد لاحظ هذه الظاهرة،

ومن المتفق عليه أنها تمثل استثناءً في التفسيرات التكيفية الصارمة للتطور، ولكن الإجماع منعقد على أنها استثناء هامشي نسبيًا يمكن الإقرار به دون أن يخالف الاعتقاد بأن تطور الأنماط الظاهرية يتأثر بشكل أساسي بالانتقاء الخارجي، ولكننا نجادل بأن هذا الإجماع يفشل تمامًا في إدراك مقتضيات الركوب المجاني، والظواهر المرتبطة به، بخصوص النظريات التي تشرح كيفية تطور الأنماط الظاهرية.

يلتبس على الداروينيين في قضية الركوب المجاني أنهم لم يلحظوا الخطأ في تحديد معنى مبدأ «الانتقاء من أجل» وما يشبهه، وعندما يُلفت انتباههم إلى ذلك، فليس لديهم أدنى فكرة عن كيفية حل المشكلة.

نعتقد أن هذا الوضع قد تسبب في ظهور الفزاعات الكثيرة التي تطارد التفسيرات الداروينية للتطور: أمنا الطبيعة، والجينات الأنانية selfish genes، والميمات[c] memes الاستعمارية وما يشبهها، وهي أشهر الأمثلة في الكتابات الحالية، ولكن أصول مشكلة الركوب المجاني متجذرة منذ انشغال داروين بالشبه المزعوم بين الطريقة التي يتحكم بها الانتقاء الطبيعي في الأنماط الظاهرية، وبين الطريقة التي يتبعها مربو الحيوانات والنباتات. وقد فات داروين هنا أن يلاحظ حقيقة أن المربين لهم عقول -أي يتصرفون تبعًا لما تمليه معتقداتهم ورغباتهم وإراداتهم إلخ-، في حين أن شيئًا من ذلك لا ينطبق طبعًا على الانتقاء الطبيعي.

سيكون من الصادم - في ضوء هذا الاختلاف - إن كانت النظريات التي تنطبق على انتقاء المربين تمثل نموذجًا صالحًا لنظريات الانتقاء الطبيعي.

يردّ الفصل الثامن على ما يُعتبر أقوى حجة تدعم الانتقاء الطبيعي باعتباره الآلية الأهم في تطور الأنماط الظاهرية، وهي الحجة التي تقول إنه لا يوجد بديل يستطيع أن يقدم تفسيرًا يتفق مع المذهب الطبيعي لتكيف الحيوانات «الفريد exquisite» مع

(c) إشارة إلى مزاعم بعض الداروينيين أن الانتقاء الطبيعي يعمل في المجتمعات عن طريق توريث الثقافات الأصلح والأقوى وبقائها على حساب الثقافات الأقل صلاحية والتي مصيرها الانقراض. تمامًا كما يحدث في الانتقاء الطبيعي في الكائنات الحية حسب زعمهم. - المترجم

بيئاتهـا، ونظـن أن هذه الحجة مغالِطة، على الرغم من أنها تنتشـر بقـوة في الكتابات العلمية، وسنشرح في هذا الفصل لماذا نعتقد ذلك؟

سـنهتم في الفصل التاسـع بكيفية تفاعل القضايـا المتعلقة بالانتقـاء الطبيعي مع مسـائل عامة أخرى من التفسـيرات العلمية. بعض التفسيرات التجريبية ترسم حدود مجالاتها في مسـتويات أنطولوجية «وجودية» متعددة في الوقت نفسـه، فمثلًا تتسـم التفسيرات التاريخية بقوة أنها «متعددة المستويات»؛ فتفسير ما فعله نابليون في واترلو قد ينظر في نفس الوقت إلى سـنه، وتنشـئته، وطبقته الاجتماعية، ونوعية شـخصيته، فضلًا عن خبرته العسـكرية السـابقة، وحالته النفسـية، وحالة الجو، وتركيز الكافيين فـي القهوة التي شـربها في ذلك الصبـاح وبالمقابل نجد هنالك نظريات «المسـتوى الواحد»، وربما أقوى مثال على ذلك ميكانيك نيوتن.

يعتبـر فـي مجال تلك النظرية كل الأفراد جسـيمات نُقَطِيّـة point masses، وكل «مـا تعرفـه» النظريـة عنهـا (أي المتثابتـات parameters التـي تنطبق عليهـا قوانين النظرية)، هو مواقعها وسـرعاتها والقوى التي تؤثر عليهـا؛ ولذلك يختصر ميكانيك نيوتن ألوان الأشـياء وتواريخها وهوية مالكها (إن وجـدت) إلخ. وكثيرًا ما يُذكر بأن الأفراد في عيون العلوم البسـيطة أكثر تشابهًا منها في عيون العلوم المتخصصة؛ إذ أن الجزيئات النيوتنية لا تختلف إلا في كتلتها أو موقعها أو سرعتها، بالمقابل قد تختلف الكائنات والأنماط الظاهريـة والبيئات (وتختلف فعلًا) من جوانب كثيرة. اقرأ إليس Ellis (2002) لمناقشة ممتعة لهذه القضية.

هنـاك افتراض منتشـر (ونظنه خاطئًا) بـأن نظريات التطور هي أساسًـا من جنس النظريـات وحيدة المسـتوى. إن العلاقات الوحيدة التي تدركها هـي التي توجد بين الأشياء (أو الأحداث، أو كليهما معًا) على المستوى الكبير macro-level: الكائنات من ناحية، وبيئاتها من الناحية الأخرى.

إن التفسـيرات التي تقدمها هذه الأنواع من النظريات تحدد كيف تُنتِج التفاعلاتُ

السببيةُ بين الكائنات وأنظمتها البيئية، التغيراتِ في صلاحية الكائن، وبناءً على هذه الرؤية يعمل كل من داروين ونيوتن تقريبًا على المنوال نفسه.

وينظر الفصل التاسع في مدى مقبولية تفسير التطور على أنه نظرية وحيدة المستوى.

إن من أهم ما يرمي إليه هذا الكتاب أن يبين أنه لا يوجد على الأرجح شيء له أهمية تشترك فيه عمليات تطور الأنماط الظاهرية وفق هذه الكيفية [نظرية وحيدة المستوى]، ولو صح ذلك فسيترتب عليه أمور مهمة: بما أنه ليست هناك آلية واحدة فقط لتثبيت الأنماط الظاهرية، فهذا يعني بقوة أنه ليس هناك «مستوى» وحيد لتفسير التطور، وأنه لا يمكن أن توجد نظرية عامة في التطور، بل إن قصة تطور الأنماط الظاهرية لا تنتمي للبيولوجيا، بقدر ما تنتمي إلى التاريخ الطبيعي. والتاريخ - سواء أكان طبيعيًا أم غير ذلك - هو بلا نزاع مرتكز التفسيرات التي لا تتوافق مع النموذج النيوتني العام Newtonian paradigm.

ولقد أضفنا للكتاب ملحقًا فيه اقتباسات توضح قدر تغلغل الرؤى المتطرفة للنزعة التكيفية adaptationism في مجالات قريبة من البيولوجيا، مثل الفلسفة، وعلم النفس، وعلم الدلالة «السمانطقيا».

لقد أطلنا ما يكفي في استهلال الكتاب، وسنختتم هذه التعليقات التمهيدية بموعظة صغيرة: لقد أخبرنا غير واحد من زملائنا إن كان داروين مخطئًا في زعمه أن الانتقاء الطبيعي هو آلية التطور، فرغم ذلك لا ينبغي لنا أن نقول ذلك، أو على الأقل لا نتحدث بهذا على الملأ، وأننا لو فعلنا ذلك فإننا - ولو عن غير قصد - نصطف مع القوى الظلامية Forces of Darkness التي تريد أن تجلب العار إلى العلم! حسنًا، لا نوافقكم على ذلك، بل نظن أن الطريق إلى خلخلة صفوف قوى الظلام، يكون بتتبُّع الحجج إلى حيث تقودنا مهما كان ذلك، ناشرين هذا النور حولنا على قدر استطاعتنا خلال هذا السعي.

إن ما يجعل جيوش الظلام ظلامية هو أنها لا تريد أن تفعل ذلك، وما يجعل العلم علمًا هو أنه يفعل ذلك.

القصور الفلسفي... مأزق الدراونة الجدد!

كانت ولا زالت نظرية داروين في تفسيرها لتنوع الكائنات الحية محل جدل كبير للمشتغلين في حقول الفلسفة والعلم الطبيعي والدين، لأسباب لا تتطابق -وإلى حد ما لا تتقاطع- في بواعثها ودوافعها. فاهتمام الفلاسفة بالنظرية كان منهجياً، بينما يركز علماء الطبيعة على الأدلة المطروحة لإثبات النظرية أو دحضها، أما اهتمام المتدينين فكان في مدى توافق أو تعارض النظرية مع معتقداتهم الدينية، والحق يقال بأن النقد الديني -الإسلامي خصوصاً- لم يكن على القدر المأمول، وذلك يرجع لتواضع مستوى المتصدِّرين لهذه الجدلية في العلوم العقلية وفلسفة العلوم، وانقطاعهم المعرفي عن مفاصل مراكز البحث العلمي في العالم الغربي.

في هذا الكتاب يقدم كل من جيري فودر بروفيسور الفلسفة الشهير في جامعة رتغرز Rutgers University، وماسيمو بيتالي بالماريني بروفيسور اللسانيات وعلم النفس الإدراكي في جامعة أريزونا University of Arizona، نقداً لأهم ركن في نظرية داروين التطورية -أي الانتقاء الطبيعي- من غير استناد لأي أساس يعتمد على الوحي الإلهي، التصميم الذكي، أو أي مذهب يحمل في طياته فكرة متجاوزة للطبيعة. كل ما في الأمر أن المؤلفَين يريان بعض الثغرات المنهجية والفلسفية في النظرية الداروينية، والتي لا يمكنها أن تقوم بعلاجها، والمؤلفان تطوريّان لكنهما لا يتبنيان النظرية الداروينية.

فالكتاب الذي بين أيدينا -كما قال المؤلفان- ليس عن الله، أو التصميم الذكي، فكلا المؤلفَين لا يؤمنان بوجود الخالق، لكنهما أيضاً يرفضان الولاء المطلق لنظرية الانتقاء الطبيعي، ويريان فيها إشكالًا علميًّا وفلسفياً كبيراً. فيجب الأخذ بعين الاعتبار بأن القارىء لهذا الكتاب لن يجد فيه وجهة نظر الدين، أو الوحي الإلهي، في نظرية الانتقاء الطبيعي، أو بديلًا تفسيرياً متكاملاً، كما يقدمه أصحاب التصميم الذكي، مما

يجعل هذا الكتاب مميزاً عن غيره في أنه لا يخاطب شريحة المؤمنين حصراً، بل يتسع كذلك لغيرهم من غير المؤمنين، سواء أكانوا مقرّين بالانتقاء الطبيعي، أو غير مقرّين به.

فمن أهم المبادئ التي يحاول المؤلفان التأكيد عليها في هذا الكتاب هي رفض أن يكون الولاء للداروينية، و«الإيمان» بها معياراً للحكم على مدى «علمية» الفرد أو المؤسسة، فعند التطوريين علميّة الفرد أو المجتمع تزيد كلما زاد إيمانه بنظرية التطور، وتقلّ كلما قلّ إيمان هذا الفرد أو المجتمع بها، فمن أهم المبادئ التي يحاول المؤلفان إثباتها في هذا الكتاب هي أن العلاقة تلك ليست طرديّة، وليست حصراً عقلياً، بحيث لا يُتصور أن يكون الفرد علمياً تجريبياً، وأن لا يُقرّ بالانتقاء الطبيعي كتفسير أساسي منضبط الأركان لتنوع وبقاء الكائنات الحية، واستمرار بعض صفاتها.

ومع أن الكتاب في مجمله نقد لتلك المسلمات الداروينية، إلا أن المؤلفَين قد حاولا تقديم تفاسير طبيعية مع إقرارهم أن آليات التطور -المسلّم بها أنها مادية- لم يتم فهمها كلياً حتى الآن، وكل ما تم تقديمه لا يرتقي لمستوى الحقيقة العلمية.

ومن جملة ما تميز به المؤلفان في هذا الكتاب عن غيره أنه مرجع مهم في نقد أصلٍ مهم للنظرية الداروينية وهو الانتقاء الطبيعي، وهو ما يلزم منه ضرورة بطلان كل ما ترتب بناؤه على هذا الأصل المختلّ، بما فيها عشرات الأقسام العلمية، والبحوث والنظريات التفسيرية، فاللازم المباشر لبطلان هذا الأصل ثقيل جداً على من تشبّعت نفسُه بالأيديولوجية الداروينية، وأصبح لا يرى شيئاً إلا من خلال مجهرها ومنظومتها التفسيرية. فيرى المؤلفان أن هناك انقطاعاً -إن لم يكن تنافراً- بين الداروينيين والاطلاع الفلسفي، الأمر الذي سهّل بشكلٍ كبيرٍ وقوعَهم في مغالطات كان بإمكانهم تجنبها، أو الانتباه لها، أثناء استنباطهم للحقائق العلمية، وصياغتهم للنتائج، حيث أن تلك المغالطات المنطقية البسيطة نوقشت في الأدبيات الفلسفية، ولم تكن مدفونة في الكهوف، أو متناقلة بين الرهبان بلغة يجهلها المشتغلون بالبيولوجيا.

ومما يوقع القارىء في الحيرة اعتماد ذات أصحاب المنهج الداروينى على

مبادىء فلسفية وعقلية ضمناً في تقرير قضاياهم وإن لم يصرحوا بالمصطلح؛ لأن العقل السليم لا يصحح أحكامها، ولا يعصمها من الزلل، دون الرجوع لتلك الآليات.

ومن أهم أوجه النقد التي وجهها المؤلفان هو بيان مدى التطابق بين نظرية التعلّم لدى سكنر- التي رفضها أغلب المجتمع العلمي لاحقاً - وبين الانتقاء الطبيعي من ناحية الأصول العامة، والخواص المشتركة، والقيود الخاصة، التي حكمت كلتا النظريتين، مع ذلك كان حكم المجتمع العلمي متبايناً في رفض الأولى، وتبني الثانية، وجعلها شرطاً للحكم على الفرد، أو أي مؤسسة بأنها علمية أو غير علمية.

فمن بين الأشياء التي بيّنها المؤلفان أن هناك الكثير قد تم تجاوزه -قصداً أو بغير قصد- في تفسير انتقاء بعض الصفات دون غيرها لعملية التكييف، منها الترتيب في اكتساب الصفات، وكيف أن الترتيب قد ينتهي بالصفات المُكتسبة إلى طريقٍ مسدود في بقائها كصفة نافعة للكائن الحي، وغياب قوانين الفيزياء والرياضيات عن التصور التطوري في الانتقاء الطبيعي، منها -على سبيل المثال لا الحصر-: التناسب الرياضي للسطوح، ومعدلات الاستقلاب الحيوي، والتشكل التلقائي للكائنات الحية، فالانتقاء الطبيعي لا يعلِّل ولو بشكل يسير انتشار أنماط فيبوناتشي من المجرات الفسيحة إلى أصغر ورقة نبات في الطبيعة. هذا كله دفع بالنظرية للظهور مظهر المبتور، فهي أفضل تفسير علمي تجريبي لتنوع الكائنات الحية؛ لأنها التفسير الأوحد تقريباً، لا لكونها أجابت على سؤال التنوع بكل تفاصيله وإشكالاته.

يشكّل هذا الكتاب إضافة مهمة في بيان بعض التفاصيل المسؤولة عن ظهور سمات النمط الظاهري للكائنات الحية، وأنها متعددة المستويات، بدءاً من الضوابط الجينية التي تفرض قيوداً داخلية صارمة على تشكّل ذلك النمط الظاهري الذي يمارس الانتقاء الطبيعي دوراً عليه، دون أن يكون مؤلِّفاً له، والكتاب يبيّن فهم المؤلفَين العميق واستيعابهما للآراء العلمية المنشورة قديماً وحديثاً، بل اللافت للانتباه أن الكتاب يقوم بسرد التطور التاريخي لمختلف التفسيرات العلمية منذ نشأتها وحتى

الوقت المعاصر، مع نقاش عميق لتفاصيل تلك التفسيرات والنظريات، مما يجعل القارىء ملماً بتفاصيل حيوية حول التطور التاريخي للأفكار، وفهم بواعثها وأسبابها.

ومن المناقشات المهمة في الكتاب دعوى المؤلفَين عدم إمكانية تحقق الانتقاء الطبيعي في صورته الدراوينية إلا معتمداً على واحدة من هذه الفرضيات: اعتبار الطبيعة كياناً واعياً، أو وجود قوانين تحكم الانتقاء الطبيعي، أو أن الانتقاء يحصل بسبب عملية غربلة طبيعية على أساس غير كون النوع أصلح، لكن هذه الغربلة تؤدي إلى بقاء الأصلح.

وكل هذه الفرضيات -على ما يرى المؤلفان- مستبعدة، ولا تجد ما يدعمها.

ومما هو جديرٌ بالذكر أن القارئ لهذا الكتاب لا يحتاج لخلفية عميقة في البيولوجيا، فقد وضّح المؤلفان الخريطة العامة لنظرية التطور، مع بيان أصولها العامة، وبيان مواضع الافتراضات والمسلّمات، ومواضع التناقض والاستثناء غير المعلّل، والرغبة في البعد عن الأسباب العقلية كتفسير لتطور الأنماط الظاهرية -بدءاً بداروين نفسه-، لكن هذا الكتاب يحتاج لبعض الأساسيات في الفلسفة والمنطق، حتى تتحقق الاستفادة التامة من الأفكار المطروحة فيه.

لا شك أن هذا الكتاب يشكل إضافة عميقة للسجال الداروينـي والتطوري؛ لمساسه بجانبٍ كثيرًا ما يغفل العلماء عنه في خضم أبحاثهم التفصيلية؛ أعني الجانب المنهجي الفلسفي، ولعل هذا الكتاب يعين كلا طرفي الخلاف على تفهم عمق المسألة، وتعالقها واشتباكها مع حقول معرفية متعددة، وهو كفيل بجعل الباحث المنصف أكثر أناة، وأشد حذراً، عند نقاش النظرية.

وأخيراً فإن هذه التوطئة ما هي إلا ثمرة جهد مشترك للفريق العلمي في مركز رواسخ أثناء مدارسة هذا الكتاب، آملين أن يلفت الانتباه لزوايا ثانوية في المنظومة الكبرى لهذه النظرية التي ستظل محل تجاذب المدارس المتنوعة بيولوجياً وفلسفياً وإنسانياً.

د. محمد العوضي

قوى الظلام

إن المتتبع لتشكل نظرية التطور عبر الأزمنة المختلفة حتى وصولها إلى داروين، ومن ثم إلى ما هي عليه اليوم، لا تخطئ عينه ملاحظة التعصب ضد الأديان، أو التمسك بالمذهب الطبائعي، في تفسير كل شيء، واستبعاد أي قوى خارجية. نتيجة لذلك وضعت جل المناقشات للداروينية في قالب المتدينين الظلاميين خاصة إن كان أصحابها من المؤمنين، بدءًا بالتفاصيل المزعومة لمناظرة القس ويلبرفورس مع هكسلي، وإلى يومنا هذا.

يأتي هذا الكتاب من المؤلفَين اللذين وصفا نفسيهما بأنهما ملحدان كاملا الإلحاد، ومصبوغان بصبغة الإلحاد، ومتشبّعان به حتى النخاع، ليكون نقدًا حادًّا لفكرة الانتقاء الطبيعي، الدعامة الرئيسية للتطور الداروينـي، وبعيداً عن إلحادهما، تميز الكتاب بالعمق والشمول والحداثة. ولعل من النقاط الجوهرية ما ذكراه في مقدمة الكتاب شهادة للتاريخ عن حجم الإقصاء لكل معارض للداروينية: «... إذا كان داروين مخطئاً في زعمه أن الانتقاء الطبيعي هو آلية التطور، رغم ذلك لا ينبغي لنا أن نقول ذلك، أو على الأقل ألا نتحدث بهذا على الملأ، وأننا لو فعلنا ذلك، فإننا ولو عن غير قصد نصطف مع القوى الظلامية التي تريد أن تجلب العار إلى العلم».

وفي سياق آخر يتحدثان عن أن: «أي رؤية يبدو أنها تعارضها -سواء مباشرة أو ضمنياً- سترفض لذاتها ipso facto، مهما بدت معقولة، وتتعامل وفق هذا المبدأ أقسام جامعية كاملة، ومجلات علمية ومراكز أبحاث».

النقاش العلمي والفلسفي الذي تناوله المؤلفان بشيء من التفصيل يستدعي الوقوف عنده، خاصة في عالمنا الإسلامي الذي يجري فيه استنساخ النظرة العلموية السائدة، ووضعها كقوة عظمى تدير الكون، وإن كان هناك محاولات خجولة لإدخال

القدرة الإلهية في هذا النموذج الرافض لها تمامًا.

ومن العجب أن ترى المؤلفين يقدمان حججاً قوية في تطور الجناح، أو سلوكيات النحل أو الدبور، لا يمكن أن تستقيم مع النظرة الإلحادية إلا بالهروب، كقولهم: «...رغم أننا نراهن أن تفسيرًا طبيعيًّا سيكتشف..»، أو بصراحة أكثر في موضع آخر: «...ولكننا ملتزمون بعلم بيولوجيا مؤسس على المذهب الطبائعي، ولذلك فإجابة الإله غير مقبولة..».

وأخيراً نعلم أن هناك انتقادات للتطور؛ لأنه يعارض الرواية الإنجيلية الحرفية للخلق، كما نعلم أن هناك قصوراً في النظرية، وانتقادات علمية تصطدم بحائط الداروينـي المقدس، كما أشار المؤلفان من خلال لقاءاتهما، ولكن يجري عندنا استنساخ التجربة بقضها وقضيضها بعين الناقد المغمضة!

ولعل هذا الكتاب يمثل إضافة هامة على المستويين الفلسفي والعلمي، ويمثل إضافة أخرى بخروجه عن دعوى المنطلقات الدينية البحتة، وثالثة بتوضيح عجز النموذج الإلحادي المنصف عن الخروج بنتيجة تعارض الواقع والحقائق العلمية إلا باستخدام «علم الفجوات»، الذي سيكشف كل شيء ولو بعد قرون!

خالد بن عبدالرحمن الشايع

مؤلف كتاب

معبد داروين

الانتقاء الطبيعي نظرية خاطئة

يوجد لنظرية التطور الداروينية (الجديدة) ET شقّان منفصلان لكنهما مرتبطان: فهنالك التفسير التاريخي لسلالات الأنواع Genealogy of species أو GS، وهنالك نظرية الانتقاء الطبيعي NS.

إن الأطروحة الرئيسة لهذا الكتاب هي أن الانتقاء الطبيعي نظرية خاطئة ولا أمل في إصلاحها، فليس لدينا مشكلة مع نظرية سلالات الأنواع؛ إذ من المحتمل جدًا - بل لعله الأرجح - أن تكون نظرية سلالات الأنواع صحيحة، وإن كانت نظرية الانتقاء الطبيعي خاطئة، ولذلك فإننا مستعدون تمامًا - على الأقل لمصلحة النقاش في هذا الكتاب - أن نقبل أن أغلب الأنواع أو كلها ذات أنساب مرتبطة تاريخيًا، وربما تنحدر جميعًا من سلف بدائي مشترك، وأنه - كقاعدة ثابتة[1] - كلما زاد التشابه في الأنماط الظاهرية بين نوعين، كان السلف المشترك لهما أقرب[2].

إلا أن قولنا بأن نظرية سلالات الأنواع ونظرية الانتقاء الطبيعي مستقلتان عن بعضهما، لا يعني أننا نفترض أنهما غير متصلتين. فكّر في نظرية سلالات الأنواع كشجرة (أو شجيرة bush) تتكون من عُقَد ومسارات أغصان، فتمثل كل عقدة نوعًا، وكل نوع هو سلف لكل العقد التي تتلوه في المسارات، وتبرز حينئذ الأسئلة: كيف أصبح تصنيف الأنواع taxonomy بالشكل الذي هو عليه الآن؟ ما الذي يحدد أي العقد توجد، ويحدد أي مسارات توجد بينها؟ وبشكل أدق ما هي العملية التي يتمايز بها النوع السلف حتى ينتهي به المطاف إلى ذراريه من الأنواع الأخرى؟

الفصل الأول

نظرية الانتخاب الطبيعي
من أي أنواع النظريات؟

هذه هي الأسئلة التي يزعم مذهب التكيفية adaptationism لداروين أنه يجيب عنها، وإجابته التي يقترحها أنه لو أتت العقدة أ في شجرة سلالات الأنساب بعد العقدة ب، فإن النوع ب قد نشأ من النوع أ عبر عملية الانتقاء الطبيعي natural selection، وأن المسار بين العقدتين يمثل حدوث تلك العملية.

وسنجادل بأنه من الواضح جدًا أن هذه إجابة غير صحيحة، فمهما يكن الانتقاء الطبيعي، لا يمكنه أن يكون هو الآلية التي تنتج التصنيف التاريخي للأنواع. علق جاريد دياموند Jared Diamond في تقديمه لكتاب ماير 2001 (Mayr، الصفحة x) أن داروين لم يقدّم فقط «... نظرية دقيقة الإعداد عن التطور، وإنما الأهم من ذلك، أنه طرح أيضًا نظرية للآلية السببية causation، وهي نظرية الانتقاء الطبيعي»، حسنًا، لو كنا محقين هنا فهذا هو بالضبط ما لم يفعله داروين، أو لعلك تفضل أن نطرحها بطريقة أخرى: قدم داروين آلية سببية لعملية الانتواع speciation ولكنه قد أخطأ فيها.

في هذه النقطة تناقضات تاريخية مثيرة للسخرية، لأن نظرية داروين في شجرة السلالات هي ما تركز عليه الكثير من الجدال السياسي والديني في المائة عام الأخيرة تقريبًا، وليس على نظرية الانتقاء الطبيعي، ولو تكلمنا بصراحة جارحة فإن ما يعترض عليه الناس الذين لا يحبون داروين، هو غالبًا ما يقتضي وجود قرد بابون في شجرة عائلتهم، وبدقة أكثر نقول إنهم لا يعترفون بوجود سلف (قريب العهد) مشترك بينهم وبين البابون؛ ولذلك فالمسألة بالنسبة إليهم لا تتعلق بكيفية تطور القرد السلف ليصبح بشرًا من ناحية وبابون من ناحية أخرى.

إن هذا الكتاب يرفض الداروينية، ولكنه (نكرر القول) ليس ذلك النوع من الكتب الرافضة للداروينية؛ فهو مستعد ليقبل تمامًا أن يبتلع فكرة وجود البابون والقرد السلف بالكلية، ولكن يرفض أطروحة أن الانتقاء الطبيعي هو آلية الانتواع speciation.

الحجة التي نستنتج منها وجود مشكلة في نظرية الانتقاء الطبيعي مباشرة جدًا، بل

ومألوفة إلى درجة ما، وليس ذلك من النقاشات حول الداروينية ذاتها، وإنما من القضايا التـي برزت في مجالات قريبة، مثل ميتافيزيقيـا الإحالة metaphysics of reference، والغائيـة البيولوجيـة biological teleology، والأهـم من ذلك كله علـم نفس التعلُّم psychology of learning.

ومن أهداف ما سنبينه في هذا الكتاب إيضاحُ التشابه المجرد - أو بالأحرى الهوية identity- لهذه المجموعة التي تبدو لأول وهلة غير متجانسة، ولكن ذلك سيتطلب عرضًا متفردًا لنظرية الانتقاء الطبيعي.

أولًا؛ ندعي تقديم نظرية الانتقاء الطبيعي بطريقة تفرق بين:

1. التعامل مع النظرية باعتبارها «صندوقًا أسـود» (أي دالّة توزّع أنواعًا معينة من المدخلات على أنواع معينة من المخرجات).
2. والتفسـير الذي تقدمه النظرية للآليات التي تحسب تلك الدالة، وللقيود التي تعمل الحسابات ضمنها.

هـذه طريقة غريبة eccentric نوعًا ما لتقسـيم الموضوع، ولكنها سـتطرح ثمارها لاحقًا عندما نحاول بيان ما نرى أنه يمثل مشكلة في نظرية الانتقاء الطبيعي.

ثانيًـا؛ نريد أن نطرح عرضنا لتفسـير داروين للتطور، بالتوازي مـع عرض نظرية التعلم بالإشـراط الإجرائي[d] التي وضعها بي. إف. سـكينر. وقد ذُكِرَتْ كثيرًا بعض أوجه التشابه تلك، بل إن بعضها قد ذكره سكينر نفسه[3]. ولكننا نعتقد على الرغم من ذلك، أن التشـابه الكبير بين نظرية الانتقاء الطبيعي ونظرية التعلم بالإشراط الإجرائي لم يُعطَ حقَّه تمامًا، وأن مقتضيات ذلك التشابه قد أُسيء فهمها.

في الواقع فإنَّ النظريتين متطابقتان ظاهريًا: وتفترضان أساسًـا نفس الآليات تقريبًا

(d) Operant conditioning OT عملية تَعْدِيْل أو تكييف السـلوك من خلال دعمه وتقويته في حالات معينة وإضعافه في أخرى بواسطة التعزيز الإيجابي أو السلبي في كل مرة يَظهر فيها هذا السلوك كاستجابة لمؤثر ما. المترجم.

لحساب دوال متشابهة أساسًا تحت قيود متطابقة أساسًا. وهذا يطرح سؤالًا نعجب به من أن النقاشات السابقة عن نظرية الانتقاء الطبيعي لم تتناوله: من المجمع عليه تقريبًا هذه الأيام أن تفسير سكينر للتعلم قد انقضى بلا رجعة، ولا أمل في إعادة إحياءه، وبما أن نظرية سكينر ونظرية داروين نمطان من الفكرة الأساسية نفسها، فلم لا تُطرَح نفس الاعتراضات التي أثيرت بشكل روتيني على نظرية سكينر، على نظرية داروين كذلك؟ لا أحد يصدق سكينر الآن، فلماذا مازال الكل يصدقون داروين إذًا؟ سوف نبيّن أن من يصدق داروين، ويرفض سكينر يقف موقفًا ضعيفًا.

الانتقاء الطبيعي كصندوق أسود

إن إحدى طرق التفكير في نظرية الانتقاء الطبيعي، كما ذكرنا قبل قليل، أنها تفسير لعملية ربط الأنواع السلف بذراريها، وهناك طريقة أخرى (متوافقة معها) وهي التفكير في النظرية باعتبارها شرح لكيفية تغير الخصائص الظاهرية لجمهرات الكائنات استجابة للمتغيرات البيئية مع مرور الزمن[4].

تميل النقاشات المعاصرة للتطور غالبًا إلى التركيز على الطريقة الثانية لفهم النظرية، بل يُقال أحيانًا إن «التفكير بالجمهرات population thinking» هو أهم ما قدمه داروين للبيولوجيا[5].

سواءً أكان ذلك صحيحًا أم لا، فإن «التفكير بالجمهرات» مناسب لما نريد مناقشته الآن؛ فهو يسمح لنا بتحليل مجرد للنظرية التطورية باعتبارها صندوقًا أسود، تُحدِّد المدخلات فيه توزع الأنماط الظاهرية في وقت معين (توزيع الجيلن Generation N بالإضافة إلى جوانب النظام البيئي المتعلقة به)، وفي الصندوق أيضًا تُحدِّد المخرجاتُ توزيعَ الأنماط الظاهرية في الجيل القادم (الجيلن 1+).

هكذا نصل إلى منظور يتضح به التشابهات بين نظرية الانتقاء الطبيعي ونظرية التعلم بالإشراط الإجرائي؛ لأنه من المقبول أن ينظر إلى نظرية التعلم كذلك على

أنهـا صندوق أسـود يعيّن توزيع الخصائص في جمهرة ما فـي وقت معين (الملكات السـلوكية لكائن ما في ذلك الوقت)، مع تحديـد المتغيرات البيئية ذات الصلة بالأمر (أي، تاريـخ التعزيز عنـد ذلك الكائن)، ثم يعيّن ذلك كله على توزيع تالٍ للخصائص (أي، الملـكات السـلوكية للكائن بعد تعرضـه للتدريب)، ولذلك نطـرح في ما يلي تطبيق القليل من طريقة «التفكير الجماعي» بخصوص كلٍ من نظرية الانتقاء الطبيعي ونظرية سكينر.

نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي كصندوق أسود

لو فكرنا بنظرية سـكينر عن التعلم هكذا، فسـيتوجب علينا أولًا أن نحدد ما الذي يمكن اعتباره «خصيصة نفسـية». من حسن الحظ أن سكينر نفسه كان له رأي صريح بخصوص ذلك، وعلى الرغم من أنه رأي ضعيف لا يمكن الدفاع عنه، إلا أنه سـوف يخدمنا لأغراض عرض الموضوع.

دعونا نفترض أن «الوضع النفسي العام psychological profile» لكائن ما، في وقت ما، هو مجموعة الخصائص النفسية التي يتمتع بها في ذلك الوقت[6]، يرى سكينر أن الخصيصة النفسية نموذجيًا هي ارتباط المؤثر بالاستجابة Stimulus–Response S–R association؛ أي أنها نزعة لتأدية نموذج من سلوك معين «في وجود» نموذج من نوع معين من الحدث البيئي[7].

ويعتقد سكينر أن ارتباط المؤثر بالاستجابة هو علاقة احتمالية نمطيًا، بمعنى أن الوضع النفسي العام لكائن ما، في وقت ما، هو توزيع للاحتمالات على حزمة من ارتباطات مؤثر–استجابة، وبالتالي فنظرية التعلم بالإشراط الإجرائي، هي نظرية عن تباين توزيع الاحتماليات في جمهرة من الارتباطات مؤثر–استجابة مع مرور الوقت، كدالة لمتغيرات بيئية محددة (ومن أهمها «تاريخ التعزيز»). فتُبيِّن الصورة أن مجموع نزعات الكائن لإحداث استجابات للمؤثرات يشكل الوضع النفسي العام له، وتنافس

هذه النزعات بحسب القوة، مع وجود المتغيرات البيئية سيحددان أي نزعات ستفوز بالمنافسات، ويحدث ذلك كله بما يتفق مع قوانين الإشراط conditioning التي تزعم نظرية OT أنها تحددها، والتي يمثلها نموذجيًا ما يُعرف بـ «قانون التأثير».

لقد وصفنا نظرية سكينر على أنها نوع من «التفكير بالجمهرات» لنؤكد على تشابهها مع نظرية التطور ET: إذ تتعلق كلتاهما بكيفية تغير الخصائص في جمهرة ما، وذلك استجابةً للمتغيرات البيئية مع مرور الوقت (انظر الملاحظة رقم 5 لهذا الفصل).

ونرى أن هذه طريقة مثيرة قليلًا للنظر في الأمور، ولكن لو كان هذا أقصى ما يمكن تحقيقه بعقد المقارنة بين النظرتين، فلن يستحوذ إلا على القليل من الاهتمام السطحي المؤقت، ولكن يوجد في الواقع الكثير مما ينبغي ذكره.

والواقع أن كلتا النظريتين تفترض وجود قيود قوية معينة على كيفية تفسيرنا للحقائق التجريبية عند تفسير خريطة توزع جمهرة لأخرى (سنسميها قيودًا خاصة proprietary constraints)[8]، وفي كلتا الحالتين يعتمد الاختيار بين النظريات المتنافسة بدرجة كبيرة على فرض تطبيق هذه القيود[9].

تنبع بعض القيود الخاصة مما (يُزعم أنها) اعتبارات منهجية عامة[10]، ولكن أكثرها قيود عارضة ووصفية، كما تنبع كذلك من افتراضات حول طبيعة التطور من ناحية، وحول طبيعة التعلم من ناحية أخرى. إن جوهر المقارنة بين نسخة داروين من نظرية التطور، ونسخة سكينر من نظرية التعلم يقوم - جزئيًا - على واقع التطابق شبه التام للقيود الخاصة التي يعتمدانها.

القيود الخاصة الأولى: التكرارية iterativity

صيغت كلتا النظريتين OT وNS بحيث تُطبَّقان «تكراريًا iterative» في ميدانهما الخاص، بمعنى أن الأوضاع النفسية العامة نفسها قابلة لمزيد من الإشراط، وأن الأنماط الظاهرية المتطورة قابلة كذلك لمزيد من التطور. فالتكرارية مطلوبة من أجل

أن تُقِـر كلتا النظريتين بطبيعة النهايات المفتوحـة التي يتميز بها الميدان الخاص بكل نظريـة منهما: فنظرية التطور لا تضع حدًا أمام تغايـرات varieties الأنماط الظاهرية التي قد تخضع للتطور، ونظرية التعلم بالإشراط الإجرائي لا تضع حدًا أمام الأوضاع السـلوكية العامة التي قـد تتعدل بالتعلم، وهذا يسـمح لكلتا النظريتين بالشـروع في التفسـير في منتصف الأحداث in medias res، فتفترض نظرية التطور مسـبقًا وجود كائنات بسـيطة جدًا مزعومـة ذاتية التضاعف غير متطـورة، تمتلك خصائص ظاهرية تنطبـق عليها قوانين التطـور منذ اللحظة الأولـى، وتفترض نظرية التعلم بالإشـراط الإجرائـي مسـبقًا وجود ملكات بسـيطة من ارتباطـات مؤثر-اسـتجابة تنطبق عليها قوانين الإشـراط المزعومة منذ اللحظة الأولى، وفي الحالتين هناك أسئلة هامة ينبغي طرحها حول ماهية «الافتراضات المبدئية» التي ينبغي أن يطرحها واضعو النظريات.

الرؤية المعتادة في نظرية التعلم بالإشـراط الإجرائي تؤمن بأن الكائن عند ولادته (أو ربمـا فـي رحم أمـه) مصدر عشـوائي للسـلوكيات، بمعنـى أنه قبل بـدء التعلم الإشراطي يمكن لأي مؤثر أنْ يُحدث عنده أي استجابة، على الرغم من أن الاحتمالية المبدئيـة لأن يُحدث تأثيرٌ ما، اسـتجابةً هي احتمالية ضئيلـة على العموم. وفي نظرية التطور يتوقـف الكثير على ماهية الكائن ذاتي التضاعف الـذي يُفترض أن العمليات التطوريـة قد عملت عليـه أولًا، فلو كان هـذا الكائن - مهما كانـت هويته - بطبيعته خاضعًـا للتطور، فمن المؤكد أنـه كان مُنتجًا للخصائص الظاهريـة القابلة للتوريث، والتي كان بعضها أكثر صلاحية من الأخرى في تلك الظروف البيئية.

القيود الخاصة الثانية: النزعة البيئية environmentalism

يبـدو أنه يمكن تحديـد الأنماط الظاهرية التي قد توجد مـن الأنماط الجينية التي قـد توجد (بجانـب عناصر أخـرى)، وما هو ممكن على مسـتوى الأنمـاط الجينية، يخضـع للقيود التـي تتحكم في ما هو ممكن في المسـتويات «الأدنـى» من التنظيم:

مثل المستوى الفيزيولوجي والجيني والبيوكيمائي وغيرها، وبالمثل ينطبق ذلك تمامًا على تأثير المتغيرات الفيزيولوجية (وتحديدًا العصبية) على الظواهر النفسية.

ولكن كلتا النظريتين تتسمان بتصور آثار تلك المتغيرات الداخلية endogenous، وتزعمان أن ظواهر التطور من ناحية نظرية ET، وظواهر النفس من الناحية الأخرى في OT هي آثار الأسباب البيئية.

إن الأثر المذهل المترتب على ذلك الافتراض، ومن أول تقدير أنه يقتضي أن كلًا من قوانين علم النفس وقوانين التطور يفترض أن تنطبق بشكل عام جدًا على جميع مناحي مجال الأنماط الظاهرية، مستحضرة كلًا من الاختلافات بين الأفراد والاختلافات بين الأنواع.

(في الأيام السوداء التي انتشرت فيها نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي، زعم أحد علماء النفس أنه لو كانت لدينا نظرية ذات كفاءة حقيقية للتعلم، لاستطعنا استخدامها في تعليم الإنكليزية للديدان، ولكن لحسن الحظ شُفيَ الرجل من ذلك بعد فترة)، وكذلك من الطبيعي أن يزعم علماء البيولوجيا التطورية أن نفس قوانين الانتقاء التي تُشكِّل الأنماط الظاهرية لمخلوقات بسيطة نسبيًا مثل الأوالي protozoa تُشكِّل أيضًا الأنماط الظاهرية لمخلوقات شديدة التعقيد مثل الرئيسيات primates.

من الواضح أن صحة تلك المزاعم للتأثير البيئي من عدمها - أو مقدار صحتها - هي مسألة تجريبية empirical.

لقد اتضح أن نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي قد استهانت كثيرًا بدور التراكيب الداخلية في تفسير الظواهر النفسية، وكان جزء كبير من الدافع وراء ظهور منهجية «علوم الإدراك» في دراسة علم النفس هو محاولة إيجاد بدائل للنزعة البيئية المتطرفة في نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي. سنستعرض في القسم الأول عددًا من النتائج الحديثة في علم البيولوجيا التي تشير إلى أنه قد يتطلب إجراء مراجعات مماثلة فيما يخص نظرية التطور[11].

القيود الخاصة الثالثة: النزعة التدرجية gradualism

تزعم نظرية التطور أنها تحدد القوانين السببية التي تحكم تحولات الأنماط الظاهرية الموجودة في جمهرة سلفية إلى الأنماط الظاهرية الموجودة في الجيل التالي لها، وبالمثل تزعم نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي أنها تحدد القوانين السببية التي تربط الوضع النفسي العام لكائن ما، في وقت ما، بالوضع النفسي العام التالي له، ولا مانع مبدئيًا على الإطلاق من أن تقبل هذه القوانين الانقطاعات الجذرية بين المراحل المتتالية، ولكن مبدأ التدرج gradualism يعني الادعاء التجريبي بأن الواقع يقتضي عدم صحة هذه الانقطاعات، وهذا يعني في حالة نظرية التطور أنه حتى ظاهرة الانتواع هي عملية تتغير فيها الأنماط الظاهرية تدريجيًا استجابة للضغوط الانتقائية[12].

قد تحدث «القفزات التطورية saltations» من حين لآخر (الوثبات الضخمة من نمط ظاهري ما إلى النمط الظاهري في الجيل التالي)، ولكنها تعتبَر نادرة بما يكفي لأن تتجاهلها نظريات التطور عامةً[13]، أما في نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي فيشير مبدأ التدرج إلى أن منحنيات التعلم هي دوالّ انسيابية smooth functions لتواريخ التعزيز.

يتكون التعلم من زيادات تدريجية صغيرة لقوة ارتباطات المؤثر بالاستجابة، وليس بصيرة مفاجئة في خاصة العوارض البيئية مثلًا. تقول النظرية إنه لا يوجد ما يسمى حل المشاكل problem solving، والأمر كله مجرد توفيق تدريجي بين سلوكيات كائن ما ونزعاته السلوكية من ناحية، وبين الانتظامات في بيئته من ناحية أخرى.

لكن لا تثبت صحة مزاعم التدرج في التطور ولا في التعلم، وقد كانت الانقطاعات الواضحة في السجل الحفري مصدر قلق كبير لداروين نفسه، ولا يزال التنازع قائمًا على كيفية تفسيرها: فعلماء البيولوجيا التطورية يرونها مصادفات حفرية خادعة، بينما يراها علماء الحفريات أدلة واضحة وصريحة bona fide على أن التطور أحيانًا يقوم بقفزات (إلدردج Eldredge 1996).

وبالمثل لا يزال يوجد اتجاه عنيد في علم نفس النمو developmental psychology يقترح وجود تسلسل ثابت تقريبًا من «المراحل» الإدراكية، ولكل مرحلة نمطها المميز من صياغة التصور conceptualization وما يتبع ذلك من قدرات مميزة على حل المشاكل، ويشكل علم النفس الذي وضعه جون بياجيه John Piaget النموذج في ذلك، وظل علم النفس الذي وضعه سكينر، والآخر الذي وضعه بياجيه، يبدوان أنهما المنهجان الوحيدان في مجال علم نفس التعلم[14].

مما يسمح لنا بالتساؤل عن السبب الذي جعل التدرج يبدو جذابًا - ولا يزال يبدو جذابًا - لمُنظِّري التطور ومنظري التعلم. سيتضح جزء من الإجابة عندما نفتح الصندوقين الأسودين، وننظر كيف تبرمج النظريتان مخرجاتهما. لكن يكفينا في الوقت الحالي أن نقول إن «التركيبية الحديثة modern synthesis» للبيولوجيا التطورية[e] مع علم الجينات قد صبّ في صالح تدعيم حجة التدرج التطوري.

يمكن أن نقول إن النظرة الحالية هي أن تعديلات الأنماط الظاهرية تعبر عادة عن تعديلات مناظرة لها في الأنماط الجينية، وأن التعديلات في الأنماط الجينية تنتج عادةً عن الطفرات الجينية، وأن الطفرات الكبرى macromutations تقلل عادة من صلاحية الكائن.

ولو صح كل ذلك، وكان التطور عملية تتزايد فيها الصلاحية تدريجيًا مع الوقت، فهذا يعني أن القفزات saltations لا يمكن أن تؤدي دورًا كبيرًا في العمليات التطورية.

ربما من الأصعب قليلًا تفسير الولاء المعقود لمبدأ التدرج في علم نفس التعلم؛ إذ يبدو على الأقل وجود أدلة سردية anecdotal evidence كثيرة على وجود انقطاعات في العمليات الإدراكية التي تتحكم في التعلم، ومهارات حل المشاكل، وما شابه، (مثل قولك «ثم خطر لي فجأة...»، «لقد أدركنا فجأة...» إلخ).

(e) وتسمى الداروينية الجديدة، وهي دمج بين وراثة مندل ونظرية دارون بصيغتها القديمة عبر الاتكاء على مفهوم الطفرات - المترجم.

لكن من المهم أن نتذكر أن نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي هي سليلة مباشرة لمذهب الارتباطية associationism الذي وضعه التجريبيون البريطانيون، وقد ورثت النظرية تحديدًا افتراض التجريبيين بأن الجزء الأكبر من عملية التعلم يتكون من تكوين العادات، وأن العادات -طبقاً للتعريف - هي خصائص تُكتسَب تدريجيًا نتيجةً للتدريب.

وفي هذا الخصوص تتركز الاختلافات بين سكينر وشخص مثل هيوم Hume حول قضايا تتعلق بمذهب السلوكية behaviourism، وليس عن نظريتيهما عن التعلم ذاته، فكلاهما يرى أن التعلم ارتباطي بالدرجة الأولى، وأن الارتباط أساسًا هو تكوين العادات.

القيود الخاصة الرابعة: ثبات الوتيرة monotonicity

لو ظلت الإيكولوجيا أو «النظام البيئي» ثابتًا، سيستمر الانتقاء بزيادة صلاحية الكائن بوتيرة ثابتة تقريبًا[15] monotonically، وينطبق مثل ذلك على آثار الإشراط الإجرائي في زيادة فعالية الأوضاع النفسية العامة[16].

إن الدافع وراء وجود هذه القيود غير واضح تمامًا: فنظريتا التطور والتعلم بالإشراط الإجرائي أُحَادِيَّتا العامل one-factor في ميدانهما الخاص. ترى نظرية التطور أن الانتقاء هو العامل الفاصل - دون منازع - في تشكُّل تطور الأنماط الظاهرية[17]، وترى نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي أن المكافأة هي العامل الفاصل - دون منازع - في تحديد تكوين الأوضاع النفسية العامة؛ لأنهما تفترضان أنه لا توجد متغيرات تتفاعل بشكل مؤثر مع الانتقاء ولا التعزيز، وذلك يضمن بالتالي أن كليهما يتمتع بثبات الوتيرة: لو زاد انتقاء خصيصة ظاهرية ما، من صلاحية الكائن في وقت ما، فسوف يزيد الانتقاءُ من الصلاحية في وقت تالٍ بالتأكيد، ولو زاد مؤثر تعزيزي ما، قوة عادة استجابة معينة، فسوف يفعل التعزيز التالي الشيء نفسه[18].

هـذه مزاعم قوية جدًا بالطبع، إذ لا يوجد في الحيـاة الواقعية (أي بعيدًا عن المثالية المتطرفـة) أي شـيء عمليًـا يمثل دالـة ثابتة الوتيرة لأي شـيء آخر، لذلـك فليس من المستغرب أن توجد نتائج، تخالف ما يتوقع حدسًا، تواجه نظريات التطور التي ترى أن تأثير الانتقاء على الصلاحية يسـير وفق وتيرة ثابتة، وتواجه كذلك نظريات التعلم التي ترى أن التعزيز يؤثر على قوة العادات وفق وتيرة ثابتة.

الأمر اللافت المتعلق بما نريد بحثه الآن هو أن الشـذوذات anomalies التي تظهر لأول وهلة تتشـابه في الحالتين، فمثلًا لنظرية التعلم بالإشراط الإجرائي مشاكل سيئة الصيـت في تفسـير كيفية تفـادي «المقادير القصـوى المحليـة local maximums» للفعاليـة فـي مضمار التعلم، وكذلك تواجه نظرية التطور نفس المشـاكل في تفسـير كيفية تفادي هذه المقادير القصوى في مضمار الانتقاء.

ترى نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي أن المخلوقات ستحافظ على العادات الغبية نسـبيًا، طالما تسـتجلب تلك العادات تعزيزًا ملموسًـا، وأن الحال سيبقى كذلك على الرغم من وجود سلوكيات بديلة - سهلة المنال - يمكن أن تزيد من احتمالية التعزيز.

وبالمثـل ترى نظريـة التطور أنه لو عثر التطور على خصيصة ظاهرية من شـأنها أن تزيد صلاحية الكائن، فسيستمر الانتقاء في تفضيل تلك الخصيصة، ما لم يتغير النظام البيئي، وسـيظل الحال كذلك حتى لـو كان النمط الظاهري الذي اسـتقر عليه التطور أقل جودة من الحلول البديلة؛ لذلك كثيرًا ما يُقال إن التطور -حسـب نظرية التطور - «يرضى بالقليل»، ولكن لا يحاول تحقيق الأمثل: لو أُعطِيَ الانتقاء الطبيعي وقتًا كافيًا، وإيكولوجيا ثابتة، فمن المؤكد أنه سـيصل إلى نمط ظاهري صالح ما، ولكن لو وصل إلى أفضل تكيف ممكن، فلن يكون ذلك إلا من باب المصادفة السعيدة فحسب.

ومثـل ذلك ينطبـق تمامًا في التعلـم على حالة انتقـاء المعـزِّزات لأزواج المؤثر والاسـتجابة. لا يقـدم التطور ولا نظرية التعلم بالإشـراط الإجرائـي طريقة للتراجع خطوة للوراء من أجل اتخاذ خطوتين للأمام[19].

لكـن من الواضح أن مزعم أن التطـور يرضى بالقليل (فقط) مقبول أكثر بكثير من نفـس المزعم عندما نتكلم عـن التعلم. من المنطقي (بالطبـع لا توافقنا نظرية التعلم بالإشـراط الإجرائي على هذا) أن الرجل البخيل سـوف يقول لنفسـه: «سأكون أكثر ثـراءً لو توقفت عـن تدفئة مكتب العمل»، ثـم يخفض درجة حـرارة المدفئة، ولكن التطور لا يسـتطيع أن يقول لنفسه: «ستستطيع الضفادع افتراس بعوض أكثر لو كانت ألسنتها أطول»، ثم يقرر تطويل ألسنة الضفادع ليحقق ذلك.

القيود الخاصة الخامسة: المحلية locality

تمثـل مشـاكل المقادير القصوى المحليـة إحدى جوانب كثيرة نبيـن بأن الانتقاء - حسـب ما تـراه نظرية التطور -، والتعلم - حسـب ما تراه نظرية التعلم بالإشـراط الإجرائـي -، عمليتـان «مَحَلِّيتـان local»؛ لأن عملهمـا لا يتأثـر بنواتـج الأحداث العرضيـة النظرية. ما حدث قد يؤثـر على التعلم أو التطور، أما ما كان من الممكن أن يحدث، ولكن لم يحدث، فلا يؤثر بذاته.

كذلك (وللأسباب نفسها) فإنَّ الانتقاء الطبيعي والتعلم بالتعزيز، لا يتأثران بالنتائج المسـتقبلية (فكون النهر سـيجف بعد أسـبوع لا يؤثر على صلاحيـة المخلوق الآن، وكون جدول التعزيز سيتغير يوم الثلاثاء القادم لن يؤثر على قوة العادات يوم الاثنين).

وينطبـق ذلك أيضًا على الأحداث الماضية (ما لم تترك آثارًا في الحاضر)، وينطبق على الأحداث المحتملة فقط (أو غير المحتملة)؛ وكذلك على الأحداث التي تحدث بعيدًا جدًا بحيث لا تؤثر على التفاعلات السببية التي يكون المخلوق طرفًا فيها، وعلى الأحـداث التي يفصل فاصل مكانـي بينها وبين الكائن (مثلًا هنـاك محيط يفصل بين الكائن وبين ما يمكن أن يفترسـه، وكلاهما لا يسـتطيع الطيران ولا السباحة)، وينطبق كذلك على الأحداث التي يكون الكائن فيها معزولًا عن التأثر السببي بأي طريقة.

إن المبدأ العام واضح وصريح: فوفق نظرية التطور لا شيء يؤثر على الانتقاء سوى

العمليات السببية المتبادلة فعلًا بين الكائن ونظامه البيئي، وترى نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي أنه لا شيء يؤثر على التعلم سوى تعزيز السلوكيات الفعلية للكائن.

نريد أن ننوه على شيء شبيه بما ذكرناه آنفًا: على الرغم من أن نظرية التطور ونظرية التعلم بالإشراط الإجرائي أقرتا بوجود القيود الخاصة نفسها إلا أنه لا يوجد سبب قوي يجعلهما يفعلان ذلك؛ فمثلًا من الممكن تمامًا أن يكون الانتقاء مُسبِّبًا محليًا وإن لم يكن التعلم كذلك، فالتعلم بنهاية المطاف يحدث في المخلوقات ذوات العقول - بعكس التطور الذي لا يلزم فيه ذلك -، والعقول معروفة بأنها تسجل آثار الأحداث التي في الماضي (التي تتذكرها)، والأحداث التي في المستقبل (التي تتوقعها)، والأحداث الممكنة (التي تتدبرها)، وما إلى ذلك. نعتقد أنه على الرغم من أن عمليات الانتقاء بحد ذاتها محلية، إلا أن العمليات النفسية تكون عادةً على خلاف ذلك، ولو كنا محقين في ذلك، فهذا يعني أن التشابه بين النسخة المعتادة من نظرية التطور، ونظرية التعلم بالإشراط الإجرائي، سببٌ للاعتقاد بأن إحدى النظريتين على الأقل خاطئة.

القيود الخاصة السادسة: غياب العقل mindlessness

هناك طريقة واحدة على الأقل (ربما من الأفضل أن نقول كيفية واحدة على الأقل) لتأثير حدث في كائن ما، معزولٍ عنه من الناحية السببية، وهو أنه يمكن أن يتأثر بالحدث كما يتصوّر له ذهنيًا.

ولذلك نفكر في الاحتيال على تقدير ضرائب الدخل ونجد ذلك مغريًا للغاية، ولكننا نقول لأنفسنا: «لو احتلنا فعلى الأرجح سيقبضون علينا، ولو قبضوا علينا فعلى الأرجح سيسجنوننا، ولو سجنونا فستشعر قططنا بالوحشة»، ومن ثمّ لا نحتال (أو على الأقل لا نحتال في مبلغ كبير). المثير في هذا السيناريو هو أن ما نفعله - أو بالأحرى ما نتجنبه - هو أثر كيفية تفكيرنا في الأمور، وليس أثر الكينونة الحقيقية

للأمور التي نفكر فيها. لا نحتال ولكننا نقلّب النظر في ذلك، ولا نذهب إلى السجن، ولكن احتمالية أن يحدث ذلك تؤثر على سلوكنا.

لكن التفاعلات السببية مع الأحداث التي لا تتعدى أنها مُتصوَّرة ذهنيًا ستكسر قيد المحلية بالطبع؛ فمن المفترض وجود اتفاق أنه لا شيء يُعتبر محليًا ما لم يكن موجودًا في العالم الحقيقي، ولكن التصورات الذهنية يمكن أن تعمل كأسباب، كما يحدث عندما نختار أن نحتال أو لا؛ لأننا فكرنا جيدًا في العواقب المحتملة، ولكن رأى داروين أن التفسير العلمي لكيفية تطور الأنماط الظاهرية سوف يتخلص من عبء الاحتكام إلى الأسباب العقلية، بل قد يزعم المرء دون خطأ معتبر أن مطمح داروين الأكبر في تفسيره لكيفية تطور الأنماط الظاهرية، كان إبعاد الأسباب العقلية خارج الصورة.

يرى داروين أنه لا يمكن إطلاقًا أن تقول نظرية تطورية مقبولة في أي لحظة: إن المخلوق الفلاني يتمتع بالخصيصة الفلانية لأن الله (أو أمنا الطبيعة، أو الجينات الأنانية، أو جنية الأسنان) اختار (أو قصد، أو تمنى، أو قرر، أو فضّل، إلخ) أن ذلك ينبغي أن يكون؛ ليس ذلك لأنه لا توجد جنيات أسنان فحسب، (ولأن الأشياء الخيالية لا تسبب أشياءً)، ولكن أيضًا لأن الانتقاء الطبيعي لا يعتمد على وجود فاعل agent، وهذا بالطبع وجه لاختلاف مهم بين الانتقاء الطبيعي والانتقاء الصناعي artificial selection.

لو كانت هناك نباتات مقاومة للفطريات، فذلك لأن أحدهم قرر أن يستولد تلك السلالة، ولكن لم يقرر أحد أن يستولد تلك السلالة الطبيعية التي لا تقاومه، ولا حتى الله[20].

لا تتدخل السببية العقلية (وتحديدًا ما يسميه الفلاسفة «السببية القصدية intentional causation»)[21] في الانتقاء الطبيعي إطلاقًا، وقد أصاب سكينر عندما أكد على أن داروين كان مؤمنًا بهذا[22]، ليس لأن داروين كان من أنصار مذهب

السلوكية (فهو لم يكن منهم)، ولكن لأن داروين لم يكن يؤمن بجنية الأسنان (وعلى الأرجح لم يكن يؤمن بالله أيضًا).

هناك نزعة تظهر من حين لآخر بين أنصار الداروينية الحديثة كما سنبين ذلك لاحقًا للاستهانة بهذا المبدأ، وهو سلوك مؤسف تمامًا، وقد تسبب في التباس لا حصر له في المجلات العلمية، وفي الصحافة.

نفترض أن داروين كان محقًا بأن الانتقاء الطبيعي ليس نوعًا من التسبب العقلي، ولكن لا يبدو من الواضح أبدًا أن علم نفس التعلم (أو علم نفس أي شيء آخر) يمكن أن يعمل تحت قيد غياب العقل الذي تعمل تحته نظرية التطور. على الأرجح ليس هناك إله ولا جنية أسنان، ولكن هناك عقول، وهذه العقول لها قدرات سببية، وليس بعيدًا عن التصور أن تكون إحدى وظائف العقول أن تُصَوِّر كيف كان من الممكن أن تكون الأمور في الماضي، أو كيف يمكن أن تكون الآن، أو كيف هي في جزء آخر من الغابة، أو كيف كان من الممكن أن تكون لو لم يحدث الأمر الفلاني إلخ.

علم النفس البسيط commonsense psychology يتقبل السببية الناشئة عن التصور الذهني كأمر مباشر ومسلَّم به، ولكن على النقيض من ذلك نجد أن أساس نظرية سكينر في السلوكية - وبالتالي في نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي - يقوم على إنكار وجود ذلك النوع من السببية، ومن هذا المنطلق نجد أن نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي كانت واقعيًا (وكان ذلك المراد منها في الحقيقة) انسلاخًا جذريًا عن طرق التفكير البسيطة المباشرة للتفكير في العمليات الذهنية.

إن المقارنة بين نظرية التطور، ونظرية التعلم بالإشراط الإجرائي، قطعية في هذه النقطة: كلتاهما توليان ظهريهما لافتراض وجود الأسباب العقلية، ولكن الاختلاف أن داروين كان محقًا لأن التطور غير عاقل فعلًا، ولكن سكينر كان مخطئًا لأن التعلم ليس كذلك.

التفكير داخل الصناديق

أفضنا الحديث عن بعض أوجه الشبه بين نظرية التطور ونظرية التعلم بالإشراط الإجرائي، ونراها تلتقي عندما نتأمل النظريتين من «الخارج»، أي عندما ننظر إليهما من ناحية ما يحاولان فعله، وليس من ناحية الآليات التي يستخدمانها لفعل ذلك.

كلتا النظريتين دالة لحالات الجمهرات على الحالات التالية لها، وتلتزم النظريتان بعدد من القيود المنهجية methodological والقيود الوصفية، وهي قيود يحوم حولها الجدل بدرجات متفاوتة. ونرغب الآن في تغيير وجهة النظر، وأن نفكر في الآليات المطروحة لتطبيق هذه الدوالّ.

أول ما تقع عليه العين عندما نفتح الصندوق أمران: أولاهما الموارد الشحيحة للغاية التي تعتمد عليها كلتا النظريتين لتفسير المجالات الضخمة والمعقدة من البيانات التي تتصرفان فيها، وثانيهما الآليات السببية التي تفترضهما النظريتان دون تعيين هويتها.

نريد أن ننظر في كلا الأمرين، ونستطيع أن نقول باختصار إن نظرية التطور ونظرية التعلم بالإشراط الإجرائي، تطرحان نظريات عن البيانات التي تريدان تفسيرها، ويمكن تسميتها بنظريات «**أنتِجْ وجرِّبْ**»: وتتكون جميعها من مُنتِج عشوائي للخصائص، ومُرشِّح للخصائص الناتجة. وهذا كل شيء[23].

سوف ننظر أولًا في نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي، وهذا أسهل لأن داروين -في بعض الجوانب الهامة- أقل وضوحًا بخصوص الآليات التي يظن أنها تتحكم في تطور الأنماط الظاهرية الجديدة، وذلك مقارنةً بسكينر عندما يتحدث عن الآليات التي يظن أنها تتحكم في تثبيت الأوضاع النفسية العامة الجديدة.

رؤية نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي لآلية التعلم

من الضروري لسكينر أن يكون الكائن في حالته البدئية (أي متجردًا من آثار

التعلم المسبق) «منتجًا عشوائيًا للإجراءات»[24]، بمعنى أن الأوضاع النفسية العامة التي تعمل عليها نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي (بغض النظر عن التعلم المسبق، والانعكاسات غير الشرطية) هي تجميعات غير نظامية لنزعات ارتباط مؤثر-استجابة، وكل ارتباط له قوة ترابطية قيمتها صفر أو ما يقارب ذلك، ولقد ذكرنا آنفًا أن نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي تسعى لتفسير الكيفية التي تُعدِّل بها التعزيزات قوة نزعات الارتباط تلك، وذلك في اتجاه زيادة الكفاءة بشكل عام[25].

لو أنتجت الكائنات ارتباطات مؤثر-استجابة في المرة الأولى عشوائيًا، فحينئذ ينبغي أن تضمن آلية «صياغة» معينة أن تزيد القوة الترابطية النسبية لتلك الأزواج، وتنخفض القوة الترابطية لأزواج أخرى.

إن من الخصائص المميزة لنظرية التعلم بالإشراط الإجرائي (بعكس التنويعات الأخرى على مذهب الارتباطية مثلًا) أنها تزعم أن آليات الصياغة حساسة للمتغيرات الخارجية فقط، بمعنى أن الارتباط لا يتأثر سوى بآثار التعزيزات على قوة العادات[26]، وذلك فيما لا يتعارض مع قوانين الإشراط الإجرائي، مثل قانون التأثير (الذي يقول بأن قوة الارتباط تتزايد مع تكرار حدوث التعزيزات بعده).

باختصار: إن ارتباطات المؤثر بالاستجابة تُنتَج بشكل عشوائي، ثم «تُنقَّى» بعد ذلك من خلال آلية تطبق قوانين الارتباط.

دعونا نذكر شيئًا عن المنتِجات «العشوائية»: بما أن التدرج يعمل هنا، فهذا يعني أن الوضع النفسي العام التالي الجديد لا يمكن أن يختلف اعتباطيًا عن سلفه المباشر. إن التعزيز لا يستطيع بخطوة واحدة أن يستبدل بعادة ذات ارتباط ضعيف القوة بين المؤثر والاستجابة، عادةً أخرى قوية الارتباط تربط بين مؤثر مختلف تمامًا واستجابة مختلفة تمامًا. إن تعزيز ضغط زر معين في وجود الضوء، سوف يؤدي إلى ضغطة زر أسرع عندما يُضاء الضوء المرة القادمة، ولكن لن ينتِج ارتباطًا قويًا، مثلًا بين الضوء وتحريك الأذن، أو بين ضغطة الزر وصوت نغمة بيانو[27].

يمكن أن يؤدي التعزيز إلى ارتباط أنواع «جديدة» من الاستجابات (أو استجابات لأنواع جديدة من المؤثرات، أو ربما كلا الأمرين معًا)، ولكن لن يحدث ذلك من دون المرور على وضع نفسي عام وسيط.

الشبه الجلي هنا، هو التشبيه بنظريات التطور التي ترفض حدوث القفزات (من ضمنها نظرية التطور الداروينية)، فهي ترى أن وجود الانقطاعات الجذرية بين النمط الظاهري لكائن ما، وبين النمط الظاهري لسلفه البعيد نسبيًا، يجب أن يحدث من خلال تطور أنماط ظاهرية وسيطة، ولذلك فكما كان الكثير من الجدل العلمي الجاد حول نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي يدور حول إن كانت منحنيات التعلم سلسة بما يكفي لموافقة توقعات النظرية، فكذلك يدور كثير من الجدل العلمي الجاد في نظرية التطور حول الدرجة التي توافق بها السجلات الحفرية وجود الأشكال الوسيطة في التطور.

رؤية نظرية التطور لآلية الانتقاء

طبقًا لأشكال الداروينية التي أصبحت قياسية منذ «التركيبية الجديدة» new synthesis لنظرية التطور مع الجينات، فالصورة الإجمالية كالتالي:

1. التنوع في الأنماط الظاهرية «يعبر عن» التنوع في الأنماط الجينية[28].
2. التنوع في الأنماط الجينية من جيل إلى الجيل التالي يحدث بتأثير الطفرات العشوائية.
3. الطفرات الكبرى مميتة عامةً.
4. تعبير الأنماط الظاهرية عن الطفرات القابلة للنمو عادةً ما يكون تنوعًا عشوائيًا حول الجمهرات.

وباختصار فما تقوله نظرية التطور عن دور التنوعات الجينية العشوائية في نشوء أنواع جديدة هو نفس ما تقوله نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي عن دور الإجراءات

العشـوائية في تكوين أوضاع نفسـية عامة جديدة، والاختلاف الوحيد في هذه النقطة بينهما هو أن التنوعات الجينية العشوائية يمكن أن تُورَّث، بخلاف التنوعات العشوائية في قوة الإجراءات.

لـو أن توزيـع الخصائـص في جمهرة مـا، ينتج عـن طريق ترشـيح يخرجه منتج عشـوائي، فما هو المرشِّـح إذن؟ هنا نجد أن رؤية سـكينر لآثار الإشراط في ترشيح الأوضاع النفسـية العامة المنتَجة عشوائيًا أوضح بكثير من رؤية داروين لآثار الانتقاء في ترشيح الأنماط الظاهرية المنتَجة عشوائيًا.

سـوف نقول إن نظرية التطور لا تقدم أي تفسـير معقول إطلاقًـا لكيفية قيام الانتقاء الطبيعي بالترشيح، وهنا أخيرًا تفترق نظرية التطور عن نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي.

إن قوانيـن الارتبـاط المزعومـة تُمِدّ سـكينر بتفسـير لكيفيـة ترشـيح المتغيرات الخارجية (وتحديـدًا الجداول الزمنية للتعزيز) لجمهرات الأوضاع النفسـية العامة، وهي توضح السبب الذي يجعل تلك المتغيرات تزيد من القوة النسبية لبعض العادات بمرور الوقت، في حين لا يحدث ذلك للقوة النسبية لبعض العادات الأخرى.

هذا يجيب عن الاسـتفهام البلاغي في عنوان هذا الفصـل: من أي النظريات تكون نظرية التطور؟ إنه نفس النوع الذي تمثله نظرية سـكينر في الإشـراط الإجرائي، ولكن هنا تنبيه مهم: مشكلة رؤية سكينر لترشيح الأوضاع النفسية العامة كلها تنحصر في أنها تنويع عن الارتباطية، والارتباطية بشكل عام غير صحيحة، ولكن داروين (كما سنزعم) ليس لديه رؤية شبيهة بذلك عن الترشيح التطوري للأنماط الظاهرية المنتَجة عشوائيًا.

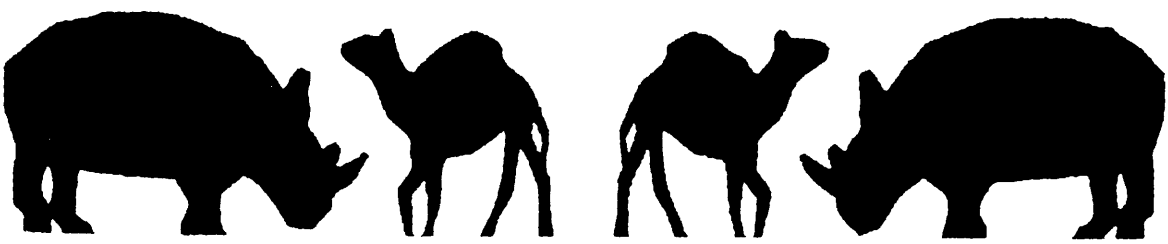
إن نظرية سكينر عن الإشراط خطأ، ولكن نظرية داروين عن الانتقاء فارغة.

على أي حال هذا ما سناوله في القسم الثاني.

[انتهى الفصل الأول]

القسم الأول

الحجة البيولوجية



الفصل الثاني

القيود الداخلية: ماذا تخبرنا البيولوجيا الحديثة؟

قد يقضي أحدهم حياةً بأكملها مُصحّحًا ورقة بحثية عائبة منشورة في مجلّة حسنة السمعة، ومع ذلك يخسر المعركة إن أحبّ الناس الفكرة الأساسية.

فـ «هامبورغر V. Hamburger»، باحث في البيولوجيا العصبية النمائية، مقتبس في Rakic, 2008

كما قد أشرنا إليه سابقًا، نبّهنا بعض أصدقائنا الجيّدين والحاصلين على براءة اكتشاف في البيولوجيا التجريبية (يُعرفون غالبًا بعلماء البيولوجيا «الرطبة»)، والذين اطّلعوا على النسخ السابقة من هذا العمل إلى أنّ ما نقوله هنا يُعدّ مبالغة. قالوا لنا: «لم يعد أحد من ذلك النمط من الداروينيين حاليًا». سنُسرّ إن كان الأمر كذلك، ولكن يوجد سببٌ وجيه للشك في أنّ الأمر كذلك، وإن كان ذلك صحيحًا، فإن الأخبار لم تنتشر على نطاق واسع حتّى فيما بين خبراء البيولوجيا التجريبية (اطلع على سبيل المثال على Coyne, 2009)[1]، يمثّل هذا الفصل والذي يليه بالأساس ملخّصًا للسبب الذي يدفع هؤلاء البيولوجيين لقول ما يقولونه (بحق)، وسيخوض الفصل الخامس في مجالٍ جديد نسبيًّا، حتّى بالنسبة لعلماء البيولوجيا، ولا تزال الأخبار عمّا نلخّصه هناك للأسف أقل وضوحًا حتّى يومنا هذا.

يعدّ الداروينيّون الجدد neo-Darwinists بيئيّين environmentalists بحكم التعريف: يُولّد النمط الجيني genotype أنماطًا ظاهرية phenotypes مُرشّحة عشوائيًّا بصورة أو بأخرى؛ وترشّح البيئة هذه الأنماط الظاهرية لصالح السمات traits المُعزّزة للصلاحية fitness[2]، لكن هنالك علامات دالة على نزعة تعديلية revisionism عميقة ناشئة في نظرية التطوّر الحالية: تحثّنا البيولوجيا الحديثة على الاستنتاج (وهو ما أقرّه داروين بنفسه) بأنّ أثر المتغيّرات البيئية على الأنماط الخارجية لا يُمثّل القصة كلها في التطوّر، بل تتجاوز ذلك وتحثّنا على الاستنتاج بأنّه حتى المتغيّرات البيئية ليست هي القسم الأكثر أهمية في قصة التطوّر، وسنرى الآن باختصار كيف ولماذا غيّرت البيولوجيا المعاصرة النزعة التكيفية adaptationism

للداروينيـة الحديثـة التقليدية بصورة جذريـة؟ فكثير من الاكتشـافات الهامة، وكثير من الشـواهد الجليّة من مُكتشـفيها، تشـهد على هذا التغيير العظيم، ولكن كتابنا هذا بالمُجمل يُخالف كثيرًا من هؤلاء البيولوجيين البارزين.

بإعادة صياغة شـعار شـهير أطلقـه كارل ماركـس Karl Marx (مؤلّف ذو آراء لا نعدّهـا وثيقـة الصلة تمامًـا) يُمكننا القول: قد غيّـر البيولوجيّـون الداروينية الجديدة بطرق عدّة؛ إلا أنّ الفكرة الآن تقوم على إسقاطها.

الانتخاب الطبيعي حقيقي، بالطبع (عندما نفهمه كما يجب)

قد يكون هنالك بعض الشك بأنّ التوازنات المتبدّلة[3] (أي، الاختلافات في التواترات النسـبية لأنواع النمط الظاهـري ضمن الجمهـرات وعبرها) تحدث علـى الدوام، على الأرض، وفي البحار، والبحيرات، والأنهار، والجداول، وفي جميع أرجاء الكوكب.

كما أنّها تحدث ضمن أجسـامنا، فالتحوّلات في الخلايـا الظهارية (الجلد)، وخلايا البنكرياس واللمفاويّات (من خلايا الدم البيض)، والخلايا العصبية، والمشابك العصبية، قد حدثت في داخلنا حتّى أثناء كتابة هذه السطور، وكذلك في جسمك أثناء قراءتها.

مثـل هـذه التغيّرات لا هوادة فيهـا، وقد حدثت على الدوام علـى الأرض لمئات الملايين من السـنين، وتتداخل شـبكات علاقات الافتـراس predation، والتطاعم commensalism (تشـارك الغذاء)، والتنافس، والهجرة، مـع هذه التغيّرات، وتعدّل على المدى الطويل من بُنيتنا وبنية نظامنا البيئي.

تعدّ توزيعات السمات البيولوجية والسلوكية في الجمهرات التي نراها اليوم نتائج لهذه العمليات، رغم أنّها ليسـت كذلك على وجه الخصوص بالتأكيد، وربّما ليسـت حتّـى بصورة غالبة كذلك (بافتراض إمكانية تأسـيس وسـيلة قياس موثوقة [قياسـية مقبولة] لمثل هذه التقييمات الاحتمالية، وهو موضوع سنرجع إليه).

من المتفق عليه أنّ توزيعات سـمات النمط الظاهري فـي الجمهرات تتبدّل قليلًا وبـلا هوادة علـى مرّ الزمن. بعـد هذا البيـان، يجب التأكيـد على أنّ هـذه التوازنات

المتبدّلة لا تفسّر توزّع الأنماط الظاهرية؛ بل هي من ضمن الظواهر التي يفترض بنظريات التطوّر أن تفسّرها. لدى البيولوجيين في هذه الأيام أسباب وجيهة للاعتقاد بأنّ الانتقاء من بين اختلافات صغرى مولّدة عشوائيًا من سمات النمط الظاهري غير كافية جذريًا لتفسير ظهور أشكال الحياة الجديدة.

الافتراض بأنّ التطوّر يحدث على مدى فترات طويلة جدًا لا يسهم في شيء إن كانت العوامل الداخلية والضوابط الجينية متعدّدة المستويات، كما نعتقد تلعب دورًا أساسيًّا في تحديد خيارات النمط الظاهري التي يمكن للمتغيّرات البيئية أن تنتقي منها، فبعكس الرأي التقليدي، يجب التأكيد على أنّ الانتقاء الطبيعي بين السمات المولّدة عشوائيًّا لا يمكن له بذاته أن يمثّل المبدأ الأساسي للتطوّر. يفترض بالأحرى أن تكون هنالك قيود داخلية قوية، وغالبًا حتمية، وحشود من الضوابط على خيارات النمط الظاهري التي يؤثر فيها الانتقاء الخارجي. نرى أنّ الانتقاء الطبيعي يمثّل ضبطًا للبيانو، وليس مؤلّفًا للألحان.

هذه هي حكايتنا، ونعتقد أنّها الحكاية التي تخبرنا بها البيولوجيا الحديثة عندما تفسّر كما ينبغي. سنلتزم بهذه الفكرة فيما يلي بعد ذلك من الكتاب.

نعتقد (وسنناقش ذلك في فصول لاحقة) أنّ هنالك حججًا بديهية قبلية a priori مقنعة توضّح ذلك، ولكن نعترف حاليًّا بالصعوبة البالغة في توقّع التأثيرات الناتجة عن تطبيق عملية انتقائية على جمهرة مولّدة عشوائيًّا من الصفات.

يمكن لمجرّد اختلافات طفيفة في التكرار المبدئي، ومعدّلات التطفّر العشوائي، ومُعاملات coefficients الانتقاء، أن تؤدّي لتوازنات مختلفة جديدة بالكامل [4].

يلخص هذا الفصل بانوراما من الآليات النوعية التي باكتشافها تصبح نظرية الانتقاء الطبيعي التدريجية gradualist/ التكيفية adaptationist خاطئة بوضوح، على الأقل في بعض القضايا، وذلك لأنّ سمات النمط الظاهري الجديدة لا تتولّد عشوائيًّا (كما يُفترض بها أن تكون إن كانت الطفرات التي يُعبّر عنها مستقلة)، أو لأن التكيف مع النظام البيئي «الإيكولوجيا» لا يلعب سوى دورًا ثانويًّا في تثبيت الأنماط الظاهرية، أو لكلا هذين السببين.

أحادية البُعد Unidimensionality

يعـدّ المعتقـد التقليدي فـي الانتقـاء الطبيعـي natural selection (NS) أحاديّ البُعد، حيث تؤخذ البنية البيئية على أنّها التفسـير الوحيـد لبنية النمط الظاهري؛ بينما يُحكم على المُساهمة التي تقدّمها مصادر الاختلاف الداخلية endogenous والقيود الداخلية أنّها هامشـية على الغالب. يُشـير هذا ولغايات تفسير التطوّرية، يمكن للمرء أن يلغـي صفة الارتباطات بيـن الجينات وبين تعبيرها عن النمـط الظاهري، ويمكن أيضًـا أن يلغـي صفة الجينوم بحدّ ذاته، وتفسّـر كامـل تلك البنية الداخليـة على أنّها بعيدة الصلة عن تفسـير مساق التطوّر: سيجد الانتقاء الطبيعي حلوله بغضّ النظر عن التفاصيل الجينية.

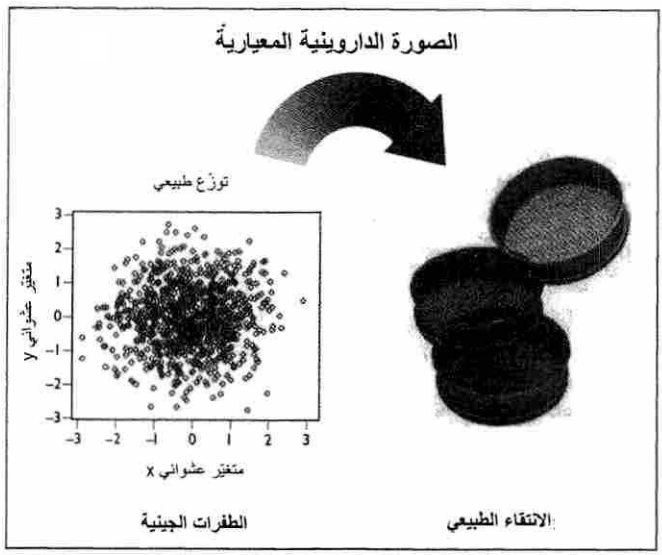
يمكـن العثور على أوضـح مثال وأكثـر موثوقية عن هذا النمط مـن الادعاء لدى إرنسـت مايـر Ernst Mayr، وهـو من أهـم مُهندسـي «التركيبية الحديثـة modern synthesis» (أي دمج الداروينية التقليدية في علم الوراثة genetics، ابتداءً من العقود الأولى من القرن العشرين)، نقتبس هنا، بإدراك مُتأخر in hindsight وعلى خلفية من ثـورة 'evo-devo' [البيولوجيـا النمائية التطوّرية] (انظر لاحقًا فـي هذا الفصل)، ما يبدو تصريحًا مدهشًا نوعا ما:

معظم ما عُرف عن فيزيولوجيا الجينات يُشـير بوضوح إلى أنّ البحث عن جينات متماثلـة homologous genes عقيم بشـدّة عـدا في الأقارب وثيقـي الصلة. إن كان هنالك حلّ فعّال واحد فقط لمَطلب وظيفي معيّن، سـتتوصّل معقّدات جينية مختلفة جدًا لذات الحل، وذلك مهما كان السـبيل الذي يُحقّق به الحل مختلفًا. المقولة «كلّ الطرق تؤدّي إلى روما» تنطبق على التطوّر كما تنطبق على شؤون الحياة اليومية.

مايـر، 1963، ص. 609

كما سـنرى لاحقًا، تخبرنا الحـالات المتكرّرة لحفظ الجينات الرئيسـية master genes ذاتهـا عبر مئات ملايين السـنين، وكذلك مجال النمـاء التطوّري evo-devo

كله، يخبرنا قصة مختلفة تمامًا. تخبرنا ثورة النماء التطوّري بأنّ ما من شيء ذي مغزى في التطوّر إلا في ضوء البيولوجيا النمائية – تدلّ عبارة ماير على القدرة اللامحدودة التي تعزى للانتقاء الطبيعي. كحالة نموذجية كان تشكّل العين عبر أنواع متباعدة، والذي افترض أنّه حدث تقاربيًّا convergently وباستقلالية في كثير من المرّات خلال مسيرة التطوّر (على الأقل خمس مرّات أو ربّما أكثر من ذلك بكثير).



مخطط توضيحي للنموذج الداروينى الحديث للتطوّر عبر الانتقاء الطبيعي. يُمثل المُربّع على اليسار الطفرات الجينية العشوائية، ويمثّل السهم التعبير عن تلك الطفرات كسمات واضحة (أنماط ظاهرية phenotypes)، وتمثل المراشح أثر الانتقاء الطبيعي.

لكن بعدها، مع اكتشاف الجينات الرئيسية master genes الخاصة بنمو العين ذاتها (بصورة ملحوظة Pax 3 و Pax 2 و Pax 6 و Dach) عبر صفوف classes وأنواع species بعيدة جدًا (من قنفذ البحر sea urchin، الذي تبقى فيه الجينات غير معبّر عنها، إلى قنديل البحر medusae، وإلى ذباب الفاكهة fruit flies، وإلى الفقّاريّات

vertebrates)، تغيّر المشهد التطوّري إلى حدٍّ كبير (للاطلاع على بيانات وآراء مذهلة، انظر في Sherman, 2007).

كما سنرى في الفصول التالية، تشبه الصورة التي تقدّمها التركيبية الحديثة modern synthesis تلك التي تقدّمها النظرية السلوكية behaviourist theory في عمليّات التعلّم في علم النفس: مُولّد عشوائي للتنوّع، والمسح بحثًا عن الأنماط الظاهرية التي بدورها تحقّق المطالب التي تفرضها المرشحات البيئية. يشبه المخطط العام ذلك المخطط المعروض هنا.

على الرغم من أنّها بلا شكّ قد عرفت بأهمّيتها دائمًا في عالم النظم البيولوجية الحقيقية، إلا أنّ الاعتبارات الخاصة بالسهم في المُخطط قد عدّت بعيدة الصلة عمومًا عن نظرية التطوّر، وكما تشهد المقولة المقتبسة عن ماير، كان الافتراض بأنّ نظرية الانتقاء الطبيعي يمكن تجريدها من تفاصيل التنظيم الجيني genetic organization ومن تفاصيل العمليات النمائية؛ وقد كانت الأخيرة قد عدّت من شأن مختصي علم الأجنّة embryology.

عدّ التطوّر التقاربي convergent evolution بالأساس واسع الانتشار في النظرية التركيبية الجديدة، عوضًا عن أن يكون قليل الحدوث، وعوملت المتغيّرات الداخلية على أنّها عشوائية [5]؛ بينما افترض أنّ المتغيّرات الخارجية تقوم بكامل العمل. هذا ما يمنح النظرية صفتها وحيدة البُعد unidimensional، أي مُجرّد سهم واحد «كبير».

يأتي الدليل الواضح، وفي الواقع التصويري، عن طريقة التفكير هذه، من حصيلة حوالي 80 سنة من تصوير مسار التطوّر وفق «منظورات الصلاحية fitness landscapes»، و«منظورات التلاؤم adaptive landscapes»، وقد بدَت المُخطّطات الأولى مشابهة جدًا للخرائط الكونتورية contour maps في علم الجبال orography، متضمّنة وديانًا تمثّل الصلاحية المنخفضة، وقمَمًا تمثل الصلاحية العالية، ومتناسبة مع التوليفات المختلفة من الأشكال المختلفة من الجينات (Wright 1932).

عدّ أثر الانتقاء الطبيعي عبر الزمن تقدميًا «كتسلّق تلّة hill climbing» للجمهرات البيولوجية، جيلًا بعد جيل، صعودًا نحو القمم. هذه المخططات مع جمالها دون شكّ عند رسمها بيانيًا، فيها كثير من المشاكل التصوّرية والعمليّة. رغم إرفاقها كثيرًا بمعادلات رياضية توحي بدقة علمية عظيمة، إلا أنّها تبقى مع هذا مجرّد تصوّرات بصرية تقريبية، كما أكّد (بيليوسي Pigliucci وكابلان Kaplan) 2006 على نحوٍ صحيح [6]. الأدبيّات عن هذا الموضوع هائلة، ولن ندخل في أيّة تفاصيل هنا[7].

من الواجب أن نلاحظ ولو سريعًا، أنّ افتراض وجود مسح مفردٍ مستمرّ وحيد القيمة بين تشكلات الجين gene configurations، والصلاحية الكلية للكائن الحي، يتجاهل عوامل هامة مثل: تعقيد السبل النمائية والمتنوّعة بطرق منهجية، وتمثّل إحدى المصادر العديدة للقيود الداخلية؛ ودور التطبّع الجينومي genomic imprinting (Peter and Robson, 2008)، ودور العوامل فوق الجينية epigenetic (انظر أدناه)؛ وأثر الضجيج النمائي developmental noise (وفق مفهوم Lewontin، 2000، الفصل الأول)، (الضجيج النمائي مصطلح يهتم بالأحداث المجهرية العشوائية الحادثة في جميع المستويات، من الخلايا الفردية إلى النسج، بالتالي يجعل حتّى التوأم المتماثل «الحقيقي» ليسا متماثلين تمامًا، حتّى في لحظة الولادة)، (Fraga et al., 2005; Stromswold, 2006; Kaminsky et al., 2009). تؤثّر هذه التأرجحات الداخلية في مسار تطوّر النمط الظاهري من قبل تأثيرات المتغيّرات البيئية وباستقلال عنها.

علم وراثة كيس البازلاء Beanbag genetics

يعدّ مدى خيارات النمط الظاهري الجديدة المتاحة عند مرحلة معيّنة من التطوّر محدودًا جدًا بسبب القيود الداخلية كما سنرى. فضلًا على هذا، بالكاد أن يؤثر الانتقاء الخارجي على السمات المُستقلة عن بعضها. أطلق إرنست ماير Ernst Mayr على

الفكرة القائلة إنّ سمات النمط الظاهري يمكن أن تنتقى باستقلالية اسم «علم وراثة كيس البازلاء beanbag genetics وهو (مشكورًا) لم يؤمن بهذه الفكرة.

كانت المندلية Mendelian ميّالة لمقارنة المحتويات الجينية لدى جمهرة ما بكيس مليء بحبّات البازلاء الملوّنة، وكانت الطفرة عبارة عن استبدال نوع من حبّات البازلاء بنوع آخر. أشير لهذا التصوّر «بعلم وراثة كيس البازلاء»، لكنّ العمل في الوراثيّات السكّانية population genetics، والوراثيّات النمائية developmental genetics، أوضح أنّ التفكير بعلم وراثة كيس البازلاء مُضلّل للغاية بطرق عديدة. إنّ اعتبار الجينات كوحدات مستقلة لا معنى له من وجهة نظر فيزيولوجية، وكذلك من وجهة نظر تطوّرية.

ماير، 1963، صفحة 263

ردّ جي بي اس هولدين J. B. S. Haldane وهو أحد مؤسّسي علم الوراثيّات السكّانية على تصريح ماير، ومُدافعًا عن هذا الأسلوب في ورقة بحثية كلاسيكية عام 1964[8]. ويُخبرنا غابريئل دوفر Gabriel Dover، وهو عالم جينات بريطاني آخر، على نحو مناسب:

من السذاجة أن نفترض وجود جينات مستقلة لكلّ صفة والتي تراكمت عبر الأحداث السابقة من الانتقاء الطبيعي. تكمن طبيعة البيولوجيا في كون أساس الصفة الفردية individuality يتعذّر الإحاطة به كليًا، مما يجعل الحديث عن الأصول التطوّرية لما هو مجهول سابقًا لأوانه في أحسن الأحوال وكلامًا فارغًا فيما هو أسوأ... ليس الانتقاء عمليّة ذات محصّلات مُتوقّعة مرتكزة على «قدرات powers» انتقائية ثابتة لدى جينات فردية تتحكّم بهيئات النمط الظاهري. يضمّ الانتقاء كامل الأنماط الظاهرية، والتي بدورها تتأثر جزئيًا بتوليفتها الفريدة من التفاعلات الجينية؛ بالتالي يتضمّن التطوّر انحدارًا مع تعديل descent with modification للتفاعلات

الجينيـة، وتتعلق التفاعلات الجينية بالنمط الظاهـري وليس بالنمط الجيني. إنّ تأييد الجينات كوحدة للانتقاء غير مترابط عمليًا، وهو تصور خاطئ من ناحية جينية.

دوفر، 2006

من العوامل الحاسمة الأخرى التي تناضل ضدّ فكرة «علم وراثة كيس البازلاء» - أي ضدّ فكرة أنّ الاختلافات الموروثة في سـمة واحدة، تعدّ مستقلة عن الاختلافات الموروثـة في أيّة سـمة أخـرى - تكمن في «التـراص packing» الملتـف للجينات ضمـن الكروموسـومات. تلتف «خيـوط» الـDNA الطويلـة الممثلة للمـادة الجينية بإحكام في الكروموسـومات، وبشـكلٍ يسـمح للجينات «البعيدة» بحسب ترتيب الـ DNA التسلسـلي (الخطّي) المحض بأنّ تقتـرب مكانيًا من بعضها البعض، وبالتالي تصبح قابلة لأن تنظّم سـوية. تجعل هذه الهيئات الموضعية المعقدة للـDNA التنظيم المشـترك للتعبير الجيني ضمن الكروموسـوم ذاته قاعدة متبعة، بل اكتشـف التنظيم المشـترك للجينـات عبـر كروموسـومات مختلفة (تسـمّى «كروموسـومات التقبيل kissing chromosomes») (Kioussis, 2005)، بالإضافـة إلـى ذلـك، تتدخّل كثير مـن البروتينات في خلايـا الكائنات العليا فـي عنقود إصلاح الـDNA، وتشـكّل بنى نووية يُشـار إليها «بمصانع إصلاح الـDNA»، أو «البؤر foci»، ويُعدّ تركيب هذه البؤر بحسب أنواع مختلفة من أماكن إصابات الـDNA، وأيضًا الهرمية التنظيمية لتجميعها، والتفاصيـل الجزيئيـة للأحـداث الحاصلـة داخل هذه البنـى، خاضعًا لتدقيق شـديد (Meister et al., 2003). كما سنرى لاحقًا، هنالك وحدات عديدة من التنظيم، وتمتد على جينـات عديدة، وهـذه الوحدات مَحفوظـة conserved ليس عبر الانقسـامات الخلوية المتعاقبة ضمن كائن واحد فحسب، بل غالبًا أيضًا عبر أنواع مختلفة.

سـنرجع إلى هذه المسألة، لكن ما يستحق التأكيد عليه حالًا هو أنّ افتراض وجود آليات ذرية atomistic (تطورسـمة كل مرة) فـي الانتقاء الطبيعي لا يزال في لبّ كثير

من التفسيرات الداروينية الحديثة الشائعة وشبه الشائعة. لذلك لا يجعل «التماسك solidarity» البنائي لعدة سمات مختلفة، والتي يجب أن تنتقى جملة أو تترك جملة، من حالة الأنماط الظاهرية «المُنتفعة بالمجّان free-riders»، والأنماط الظاهرية الإضافية استثنائية نادرة، بل هي القاعدة بالأحرى[9]. ونتيجة للقابلية التركيبية الجينية والنمائية والتطوّرية (انظر الصفحتين ..... 48 و49 من الطبعة الإنكليزية)، لا يوجد بالتأكيد كائن حي يرتبط فيه كلّ شيء بفاعلية بكلّ شيء آخر. إن تخيّلنا جميع أجزاء البنية والوظيفة في كائن ما كجدول تفاعل ثنائي ضخم جدًا، سنجد أنّ معظم خلايا هذا الجدول خالية. بغير ذلك سيكون التطوّر مستحيلًا. والسؤال الشيّق يخصّ الخلايا غير الخالية في ذلك الجدول: أين هي، ولماذا؟ والسؤال المثير اللاحق عن التطوّر، من منظورٍ حديثٍ حقيقي، هو كيف حدث ذلك؟ مع اعتبار هذه الاعتمادات المتبادلة المحلية، وكلّ واحد منها يمثّل قيدًا تطوّريًا.

القيود والمرشحات الداخلية: «النماء التطوّري evo-devo»

من التعبيرات الأمريكية الشائعة التي تقال بلهجة نيو إنجلاند «لا تستطيع الوصول إلى هناك من هنا You can't get there from here»[10]، كلمة «هناك» في مثالنا، تعني الأنواع النظرية الجديدة الممكنة؛ بينما كلمة «هنا» تعني الأنواع الفعلية، مع جميع القيود التي تفرضها بنيتها الداخلية.

قد رأينا أعلاه أنّ النموذج الكلاسيكي للداروينية الجديدة قد مثّل النتائج الواضحة (النمط الظاهري) للتغييرات الداخلية في الجينات (اختلافات النمط الجيني) كسهم وحيد البُعد من الأنماط الجينية إلى الأنماط الظاهرية. اختصرت أساسًا جميع تأثيرات النماء على السمات المرئية، باستثناء تأثيرات الطفرات الجينية، والتي اعتبرت بذاتها مستقلة على الغالب عن بعضها البعض، لكنّ المرشحات النمائية الداخلية التي حاولت الداروينية الجديدة جاهدة التجرّد منها تبدو الآن بصورة متزايدة في جوهر التطوّر. لا تزال الجينات والأنماط الظاهرية مهمة بالطبع[11]؛

لكـنّ ثورة النماء التطوّري evo-devo[12] قد أكّدت على أنّ التطوّر هو في الأسـاس تطوّر السهم الذي يصلها. فالشـعار هو: التطوّر هو تطوّر نشوء الأفراد ontogenies. بعبارة أخرى، عملية النماء كلها، من البيضة الملقحة إلى البلوغ، تعدّل تأثيرات النمط الجينـي على متغيرات النمـط الظاهري، وبالتالي «تصفّي» خيـارات النمط الظاهري التـي يكون لمتغيّرات النظـام البيئي فرصة للانتقـاء منها. تغيّر ثـورة النماء التطوّري evo-devo الصورة التقليدية إلى حدّ كبيـر[13]. والعبارات الصريحة بخصوص هذا التأثير واسعة الانتشار في أدبيّات النماء التطوّري:

برؤية التطوّر كشجرة متفرّعة للكائنات البالغة أو للجينات، يكون واضعو النظريّات قد أغفلوا ما يؤثّر الانتقاء فيه حقًا: تنشّؤ الفرد ontogeny: ما يتطوّر هو نشوء الأفراد، وليس الجينات أو الكائنات البالغة. تُمرّر الجينات الطافرة فقط بالمدى الذي تعزّز به بقاء نشوء الأفراد؛ فالبلوغ مجرّد قسم من تنشؤ الفرد.

ماك كيني McKinney **وغيتلمان** Gittelman، 1995

في منظورٍ نمائي تطوّري، ما من سـببٍ لمُعاملة الطور الأول من دورة حياة ما كما لـو أنّه مجرّد طـورٍ تحضيري لإنتاج كائن حي سـتغربله البيئة لاحقًـا. من وجهة نظر أساسية، بمجرّد حدوث الإنتاج (أي عندما يكون هنالك أفراد جدد، وعند بدء عمليات نمائية جديدة، من البيوض المخصّبة مثلاً)، تقوم العملية التالية بحرف تركيب «حزمة من مسـارات تنشّـؤ الفرد» التي تشـكّل جمهرة ما، وهي من ناحية وظيفية عملية فرز عشوائية، كيانصيب الحياة، ولا عشوائية كالانتقاء الطبيعي، أو مُشاركة من كليهما.

فوسكو Fusco، 2001

مـن المهـام المُتوقّعـة للنمـاء التطوّري وضـع حدودٍ بيـن التماثـل homology والارتجال bricolage، وتتألف من توظيف مستقل لشـبكة جينية، لتحقق في النهاية

في أيّ المستويات تفضّل القيود التطوّرية الابتكار المتكرّر لملامح معيّنة، بينما تمنع ظهور ملامح أخرى.

باغونا Baguna **وغارسيا فيرناندیز** Garcia-Fernandez، 2003

كان الاكتشاف الرئيسي في النماء التطوّري هو الثبات الفريد لحجارة البناء الجينية للتطوّر، فبسبب إمكانية الجينات الرئيسية master genes عالية الترشيد (انظر أدناه، الصفحة ..... 44 الطبعة الإنكليزية وفي ثنايا الكتاب) من الاستمرار عبر مئات الملايين من السنين من التطوّر، من الممكن إجراء تجارب تبدي ملامح من «الإنقاذ» الجيني. يعني هذا أنّ شكلًا متغايرًا «سليمًا» لجين معيّن، إن أقحم بصورة مناسبة في الجنين في مرحلة مبكّرة جدًا ثم فعّل، يمكنه أن يعوّض بنجاح عن الشكل المتفاوت «المعيب» من ذات الجين (إنقاذ وظيفة الجين).

يعدّ هذا عملًا فذًّا ومثيرًا للإعجاب في التقانة الحيوية biotechnology، ولكن من المنطقي أن ينجح. ما هو استثنائي حقًا هو أنّ مثل هذا الإنقاذ الجيني يمكن أن يحدث أيضًا في كائنات عبر أنواع متباعدة، موضّحًا التعقيد الفائق لعلاقات النمط الجيني بالنمط الظاهري، وكذلك واقع حفظ الجينات على مرّ الزمن التطوّري. فمثلًا يمكن للنسخة النوعية المعيارية والموجودة طبيعيًا، - أي «أليل النمط البرّي wild-type allele» بالمصطلح الاختصاصي - من ذبابة الفاكهة «إنقاذ» جين معيب في الفأر، والعكس بالعكس. والأمثلة الأخرى عن الانسجام الوظيفي الصارم بين الجينات عبر أنواع متباعدة أكثر من أن تحصى[14]. ولا تزال الاكتشافات الجديدة[15] للتشابه العميق بين الجينات في أنواع وعائلات ورتب وحتّى شعب متباعدة تنشر شهريًا تقريبًا[16].

حفظ الجينات والمعقدات الجينية ليس متوافقًا فحسب مع التغير العام للمخططات الجسدية body plans الكلية والنموذجي للانتواع speciation، بل هو بذاته المصدر

الأساسي لمثل هذا التغاير، وذلك عبر التضاعف الجيني gene duplications، التضاعف الرباعي quadruplications والتحويلات المتبادلة في تنظيم هذه الجينات. تفسّر الصور المرآتية - لانقلابات القطبية الثنائية binary polarity inversions - لمعقّدات جينية قديمة جدًا الاختلاف مثلًا بين التعضّي البطني ventral للجهاز العصبي في الحشرات وموقعه الظهري dorsal في الفقّاريّات[17].

لذلك هنالك ثوابت في الديناميكا النمائية عبر أشكال حيوانية متباعدة تطوّريًا، وهنالك أيضًا كثير من الخصوصيّات الجينية المحفوظة من شعبة إلى شعبة، ومن نوع إلى نوع. بالإضافة لذلك فإن المقارنات بين أشكال بالغة وأشكال بالغة، أو جينومات مع جينومات، قد لا تكون كاشفة عندما تكون وحدات نقل السمة هي سبل كاملة من النماء. ومع احترامنا لإيرنست ماير (انظر أعلاه)، فإن هوية الجينات والمعقدات الجينية عظيمة الأهمية في تحديد العملية التي يمكن بها لخواص النمط الظاهري أن تتقارب عبر أنواع مختلفة من الكائنات: إنّ حفظ الجينات وأدوارها في النماء عبر شعب شديدة البعد، وعلى مرّ مئات الملايين من السنين من التطوّر، حاسم في فهم مثل هذه التقاربات، وعلى حد تعبير كرستيان نوسلاين فولهارد Christiane Nüsslein-Volhard الحائز على جائزة نوبل: «هذا الحفظ الفريد [للجينات والمعقدات الجينية] جاء كمفاجأة عظيمة. لم يكن متوقّعًا أو حتّى مرتقبًا». بالتأكيد هو فريد، على اعتبار أنّ بنية النمط الظاهري قد صيغت حاليًا على أنّها إلى حدٍّ كبير محصّلة لمتغيّرات داخلية.

بعض الارتباكات (غير المُبرّرة) في ثورة النماء التطوّري

لم يكد يظهر الاكتشاف بأنّ نفس الجينات والمعقّدات الجينية توجد في أشكال مختلفة جدًا من الأحياء، على مدى مئات الملايين من السنين من التطوّر، حتّى برز ارتباك مبدئي في اختصاص البيولوجيا. ففي مقالة نقدية/ مراجعة في عام 2002

للأبحاث في مجال النماء التطوّري evo-devo حتّى تلك اللحظة، أجرت فيها إليزابيث بينيسي Elisabeth Pennisi مقابلات مع «المتحمّسين للنماء التطوّري» (بتعبيرها الخاص) في مجلّة ساينس Science، ونقلت حيرتهم المتنامية عندما «يخوضون في التفاصيل» (Pennisi, 2002).

في الخطة العامة لهذا الكتاب، وفي هذا الفصل تحديدًا، نعتقد أنّ هذا الجزء يكشف الكثير، وسنخوض هنا في بعض الاقتباسات الحَرْفية. تصرّح بينيسي بحقّ أنّ النماء التطوّري قد قلب شعارًا شهيرًا أطلقه التطوّري ثيودوسيوس دوبجانسكي Theodosius Dobhansky رأسًا على عقب. تجرّأ دوبجانسكي، في خطاب مبسّط إلى مُدرّسي البيولوجيا الأمريكيين عام 1973، مُصرّحًا أنّ «لا شيء في البيولوجيا له معنى إلا في ضوء التطوّر» (Dobzhansky, 1973)، لكن يخبرنا النماء التطوّري أنّ الأمر على العكس من ذلك: لا شيء في التطوّر له معنى إلا في ضوء البيولوجيا النمائية. لكن لم يكن سهلًا، ولا يزال كذلك، أن يوضَّح بمصطلحات تطوّرية دقيقة ما يُعرف عن الجينات والنماء.

صارع الباحثون لسنين مشكلة إعادة تشكيل السبيل الذي تنظّم به جينات متشابهة نموّ كائنات شاسعة الاختلاف. قال ويليام جيفري William Jeffery، وهو باحث في البيولوجيا النمائية التطوّرية في جامعة ماريلاند Maryland كوليج بارك، لبينيسي: «يمكنك جمع قوائم من الجينات المحفوظة، لكن بمجرّد حصولك على هذه القوائم، يصبح من الصعب جدًا معرفة آليات [التطوّر]». كما أنّ النتيجة التي توصّل إليها حاسمة: «لقد وصل التطوّر الكبروي macroevolution إلى طريق مسدود». يُضيف على ذلك زميل جيفري في ماريلاند إريك هاغ Eric Haag (وهي إضافة هامة برأينا) السؤال الأساسي هل كانت الطفرات التي تؤدّي لإبداع novelty حقيقي هي ذات الطفرات التي تحدث يوميًا، أم كانت تلك التي تحدث نادرًا فقط، وفق مقياس الزمن الجيولوجي. قال رودولف راف Rudolf Raff، باحث في النماء التطوّري في

بلومنغتون bloomington، إنديانا، لبينيسي: بما أنّ التغاير هو مضمون التطوّر ذاته، «فما يعدّه باحثو البيولوجيا النمائيّة ضجيجًا، يعدّه باحثو التطوّر [الصغري] [micro evolution] ذهبًا».

لكنّ البيانات عن الحفظ الفريد للجينات لا تقبل الجدل، وآخذة بالنمو باستمرار بالكمّ والتفصيل. وفي السنوات القليلة الماضية، سلّط قدر ضخم من الأبحاث والتعديل على أشكال مختلفة من النماذج الحيّة (مثل ذبابة الفاكهة الشائعة، والديدان الأسطوانية nematode [من الديدان المدوّرة]، والسمك المُخطط الصغير، وجنين الدجاج، وغيرها)، الضوء على تشكيلة من التنظيمات الجينية المُتقنة. حلّ مكان الارتباكات المبدئية التي أثرناها أعلاه مفاهيم جديدة، وسبل جديدة من البحث، ونماذج جديدة من الديناميكا التطوّرية الأساسية، وكما سنرى بعد لحظات، تؤثّر مستويات متعدّدة من التنظيم في التعبير عن الجينات في مراحل مختلفة من النماء.

ملخّص عن الدروس المُستفادة من النماء التطوّري

أقلّ ما يمكن أن يقال في ضوء النماء التطوّري هو أنّه لا أمل في صحة نظرية وحيدة البعد في التطوّر. يدحض الصون المتكرّر للجينات والمعقدات الجينية فكرة أنّ التقارب المورفولوجي والوظيفي يفسران تقريبًا بصورة دائمة وفي كلّ مكان «باعتبارها حلولًا» تلاؤمية لما يقابلها من «مسائل» البقاء واسعة الانتشار[18]، لكنّنا لا نريد أن يفهم الأمر كذلك على أنّه ارتكاب للمغالطة القائلة: إن كانت النظرية لا تستطيع تفسير كلّ شيء، فلا تستطيع إذًا تفسير أيّ شيء.

ولغرض استكمال النقاش، سنقرّ بأنّ هنالك بعض الحالات المعقولة بادي الرأي من التقارب التطوّري الذي لا يقبل التفسير بالانحدار المُشترك common descent (اطلع على Rueber and Adams [2001] للاطلاع على أمثلة تخصّ تشكل المجموع السنّي dentition، وشكل الجسم، وشكل الرأس، والفم لسمك البلطي

cichlids في بحيـرة تانغانيكا Lake Tanganyika). وهنالـك حالات مقبولة للوهلة الأولى من التلاؤم المورفولوجي والسلوكي ناتجة على الأغلب عن تغيّرات بيئية (كما في تغيّرات كثافة الدم، وفقد الهيموغلوبين في عديد من أنواع أسـماك الجليد icefish فـي القارة القطبية أنتاركتيكا - ولوصف عام عـن هذه الحالة انظر Carroll [2006]). لكـنّ التطوّرات الحديثـة في النماء التطوّري تبيّن أنّ تقـارب النمط الظاهري ناتج في أكثـر الأحيان عن ثوابت جينية ونمائية. وبالعكـس، عثر على أمثلة غفيرة، كرّر بعضها فـي المختبر،[19] عن تغايرات ملحوظة في الأشـكال النهائيـة الناتجة عن اختلافات طفيفة في تنظيم المعقدات الجينية ذاتها و/ أو في توقيت تفعيل هذه المعقدات.

تكمـن النتيجة اللافتة في أنّ تنوّعًا هائلًا من أشـكال الحياة الموجودة والأحفورية («أشكال لا تنتهي هي من أجمل ما يكون»، بتعبير شين كارول Sean Carroll [2005]، بالاستعارة من داروين)، لا يتوافق فقط بالتمام مع حفظ الجينات العالي، بل ويفسّر به أيضًا. وهي تفسَّـر، بعبارة أخرى، بالتمازج المعقّد للحفظ الجيني والتنظيمات الجينية المتغيّرة، وبمستويات مختلفة[20].

الحالات الفعلية من التقارب التطوّري في سمك البلطي، والتلاؤم مع البرد الشديد في سمك الجليد على التوالي، لا تتماشيان للتعميم كمعايير تطوّرية، باعتبارهما طبقة واحدةً من التفسيرات التطوّرية.

(سـنعود ببعـض التفصيل في الفصـول التالية إلى مـا نعتقد أنّه الطبيعـة الحقيقية، ونورد هذا النوع المختلف من التفسير التطوّري).

الكثير من الشيء ذاته

يعـدّ الحفـظ الجيني، وحفـظ العمليـات النمائيـة، (يُسـمّى عمليًا «تنشّـؤ الفرد ontogenesis»)، سـبيلين يمكّنـان الأنماط الظاهرية من التقـارب حتّى مع اختلاف الأنظمة البيئية المقابلة لها. لم يشكك في أيّ من هذين الادّعاءين بجدّية في النقاشات

البيولوجيـة الحالية؛ ويقتضي كلاهما وجود مراشـح داخلية للأنمـاط الظاهرية التي يعمـل عليها الانتقاء الخارجي، ويتحدّى هذان الادعـاءان الفكرة الداروينية الحديثة الكلاسيكية القائلة بأنّ مساق التطوّر مدفوع حصرًا بالعوامل الخارجية.

تمثّلت الحجة القديمة للبيولوجيا التطوّرية في سؤال إن كانت القيود الداخلية هي الاسـتثناءات أم القاعدة؛ بينما يرى الإجماع الحالي بصورة متزايدة أنّها هي القاعدة، وتوجـد بالحـدّ الأدنى وفرة مـن الأمثلة الأخرى عن المراشـح الداخليـة لمتغيّرات النمـط الظاهـري، ويعثر عليها في مسـتويات مختلفة من البنية الداخلية. وسـنعرض المزيد منها هنا.

الطفـرات الجينيـة هـي بالأسـاس ظاهـرة كميـة، وهـي احتمـال اسـتبدال أحد «الحروف» الأربعـة (النوكليوتيدات nucleotides) فـي تتالي الـDNA بحرف آخر، لذلك قد تحدث الطفرات في منشـئها الأساسي عشوائيًا؛ لكنّ تأثيراتها ليست متسقة سـواءً عبر المواقـع المختلفة داخل الجين المُتأثّر، أو الموقـع الذي يحتلّه الجين في مجمل الجينوم، أو عبر الأنواع.

تعـرف أمثلـة عديدة مـن المناطق في الجينومات تسـمّى مناطق «مفرطـة القابلية التطفّـر hypermutable»، وهنالـك «نقاط سـاخنة hotspots»، ويعني هذا، كما تدل التسـمية بوضوح، احتمـال أعلى لتأثير الطفـرات في تلك المناطـق الجينية أكثر من غيرها (Shen and Storb, 2004)، يحتمل أن تسبب بعض تلك المناطق أورامًا لدى البشر والكائنات الأخرى (Laken et al., 1997). فالأخطاء أثناء عملية نسخ الجين، والمؤديـة لكسـب أو فقـد وحدات متكـرّرة من الـDNA، هي من أسـباب حدوث الأورام، ولكنّها ليست السبب الوحيد لها. ما يتأثر خصيصًا هي مناطق التوابع الدقيقة minisatellites (Yauk, 1998). تمثـل هـذه الأجزاء فئة من «التكـرارات المترادفة tandem repeats» عالية الاختلاف (متعدّدة الأشكال polymorphic) في تتالي الدنا DNA، وتتضمـن هذه التكـرارات إحدى أكثر النقاط تغيّرًا في الجينوم البشـري، مع

معدّلات تطفّر تتراوح من 0.5 إلى أكثر من 20 بالمئة لكلّ جيل (Bois, 2003).

وفي الجهة المقابلة تنشط عمليات إصلاح مختلفة (إصلاح الـ DNA) (Feuerhahn and Egly, 2008) كدارئة ضدّ الطفرات (من أجل الاطلاع على اكتشافات حديثة في الجينوم البشري، انظر Berglund et al., 2009; Hurst, 2009)، وتكون الطفرات التي تصيب البروتينات التي تنفّذ هذه المهمة مُميتة غالبًا.

لذلك فالافتراض التقليدي بأنّ الطفرات ذات احتمالية ثابتة للحدوث في أيّ مكان عشوائيًا في جينوم أيّ كائن (ما يقارب فرصة واحدة في المليون، لكل موضع وكلّ جيل)، لا يصمد عند التمحيص الدقيق، ولا يتعلق الأمر بالتأكيد بوجود تأثيرات مُطابقة عشوائية تالية، وبعبارة أخرى وإن كانت الطفرات حقًا عشوائية، فلن ينجم عنها أنماط ظاهرية مستجدة عشوائية دومًا.

وفي الواقع لا تزال المراحل التالية، من العملية التي تربط الجينومات مع الأنماط الظاهرية، تكشف عن آليات أخرى تفصل الطفرات العشوائية في الـ DNA عن عواقبها في النمط الظاهري. مثلًا عند نسخ الـDNA إلى RNA مرسال (messenger RNA [mRNA])، وهي العملية الأولى في التعبير الجيني، توجد منظّمات regulators داخلية متعدّدة. يعدّل تصحيح الـ RNA (RNA editing)، يوحي المُصطلح بديهيًا بما يعنيه) نسخة الجين إلى mRNA، وبذلك يختلف التتالي الكيميائي (الحموض الأمينية) للبروتين المُرمّز فعليًا عن ذلك المُتوقّع عن طريق تتالي الـDNA الجينومي الأصلي. لذلك تعدّ هذه العملية المركزية، أي نسخ كامل الجينات، وهي الخطوة التي ينقل بها الـDNA الخاص بالجينات (وبدقّة «يُنسخ transcribed»)، إلى جزيء ابن يُسمّى RNA، وتخضع لعمليات تنظيمية عديدة الأوجه، وتسهم هذه العمليات بطرق حاسمة في تحديد أيّ الجينات تتفعّل ومتى تتفعل، أي في النشوء المبكّر، وبعدها في وقت لاحق من حياة الفرد. بعض هذه الآليات واسعة الانتشار بين جميع الأنواع؛ وبعضها خاص بنوع معيّن[21].

كان الهدف المنشود في السنوات الماضية هو دراسة ما يُسمّى RNA المكروي (micro-RNAs [miRNAs])، وهي تتاليات غير مُرمّزة قصيرة من الـRNA ذات وظائف تنظيمية واسعة وحاسمة[22].

تؤثر هذه التتاليات المكروية من الـRNA، بطول حوالي 20 إلى 25 حرف (أساس) جيني فقط، في تتاليات الـmRNA الأكثر طولًا، وهو «النسخة» الأولية للمادة الجينية (DNA)، والتي يصل طولها نموذجيًا إلى عدّة آلاف من الأسس. وبما أنّ الـmiRNAs تنظّم نسخ الـDNA إلى RNA، فهي تنظّم التعبير عن الجينات. لدى الـmiRNAs في الحيوانات مئات الأهداف، والتي قد تتضمّن جزيئات الـRNA غير المُرمّز non-coding RNAs (Zhao et al., 2003)، وتنظّم النماء ضمن مدى من الوسائل، باستهداف الجينات في سبل إشارة رئيسية مثلًا.

لا يزال دور هذه الآليّات في التطوّر في بداية الكشف عنه (Filipowiczetal.,2008). وفي مُراجعة حديثة (2008)، يقول الخبيران الرائدان، الباحثان الأستراليّان في علم الجينات الجزيئي باولو ب أمارال Paulo P. Amaral، وجون اس ماتِك John S. Mattick:

هذه الآراء عن [النماء التطوّري evo-devo والتنظيم المتعدّد]، والأدلة التي تدعمهما بصورة متزايدة، تخالف الافتراض التقليدي بأنّ الأغلبية العظمى من جينوم الثدييّات ليس وظيفيًا، وبالتالي فإن الغالبية العظمى من جزيئات الـRNA المنسوخة في الخلايا ليست ذات أهمية. على النقيض من ذلك، ونقول إنّ جينوم الثدييّات، عوضًا عن تصوّره كجُزر من التتاليات المُرمّزة للبروتين في بحر من الخردة التطوّرية، يمكن أن ينظر إليه بصورة أصحّ كآلة صنع الـRNA، ويعبّر فيها عن معظم المعلومات على صورة جزيئات RNA غير مُرمّزة non-coding (nc)RNAs بأسلوب منظّم نمائيًا لينظّم سمفونية من الطرز الدقيقة من التعبير الجيني أثناء التنشّؤ الفردي الكائن الثديي. هذه الرؤية الناشئة لا تتعارض بل سيكون من الواجب أن تتوافق وتتكامل مع شبكات

التنظيم والإشارة والشبكات المُستفعلة effector المرتكزة على البروتين التي وصفت جيدًا، وأن تدمج فيها، وتعدّ هذه الشبكات أيضًا مركزية في النماء متعدّد الخلايا.
أمارال وماتِك، 2008، صفحة 479

كتب روب كروملاوف Robb Krumlauf رئيس تحرير مجلّة البيولوجيا النمائية Developmental Biology في الكلمة الافتتاحية لعدد يناير 2009 في احتفالٍ بالذكرى الخمسين للمجلة: «سيكون التحدّي الأكبر في المستقبل هو الكشف عن كيف يمكن «لعدّة الأدوات» الأساسية لجين، وسبل الإشارة الشائعة، أن يتحكّم بها وتدمج في نماء وتطوّر كائنات متمايزة كثيرة جدًا».

يمكن للقائمة أن تزداد بإضافة الـ RNAi (i تشير إلى «تداخل interference») وعمليات مختلفة من «التصحيح proofreading». كما أنّ هنالك عمليّات الإسكات التالي للنسخ post-transcriptional silencing، والتي تضيف آلية أخرى للتنظيم.

وبعدها بصورة مبسطة غير معقدة[23]، يخرج الـRNA المرسال من نواة الخلية ويتّجه إلى مصانع الخلية (الريبوسومات ribosomes)، ويُترجم إلى بروتينات. وتعدّ البروتينات المواد الأولية التي تبنى منها الحياة، وهي تُسحب بالمعنى الحرفي للكلمة من الريبوسومات، ويتطوى كلّ واحد منها معطيًا هيئة فراغية خاصة، تتحدّد عبر كلّ من التتالي الكيميائي (الحموض الأمينية)، والوسط الذي تنطوي فيه (الماء، الدسم، وغيرها)[24] (Dobson, 2003). تحدّد الهيئة الفراغية ثلاثية الأبعاد لكلّ بروتين وظيفته البيولوجية ويجب أن تشكّل بدقة عالية، وإلا...

الشابيرونات Chaperones

نعم، وإلا. لكن هنالك بروتينات أخرى تسمّى «الشابيرونات»، ومنها مجموعة فرعية هامة تسمّى «الشابيرونينات chaperonines» تكفل ما يُسمى «ضبط الجودة»، أي

الانطواء الصحيح للبروتينات «العميلة» لديها. ومن أكثر أنواع الشابيرونات شهرة هو HSP90 (بروتين الصدمة الحرارية 90 heat shock protein90)، ويساعد في انطواء مجموعة متنوّعة كبيرة من البروتينات. إنّ حدوث طفرة في هذا البروتين يولّد جميع أشكال المسوخ في ذبابة الفاكهة، وبعض هذه المسوخ قد تربّى انتقائيًا في المختبر، وينقل نمطها الظاهري الشاذ إلى الأجيال التالية، وبعد عدّة مراحل من الانتقاء الصنعي، ينتُج بعض الأفراد الحاملين لهذه الشذوذات، ويُحافَظ على السمات الشاذة بثبات، وذلك حتّى بعد إعادة البروتين HSP90، بالزراعة الجينية، إلى حالته الطبيعية[25].

باستطاعة علماء الجينات في الزمن الحاضر إجراء مثل هذه الأعاجيب في مختبراتهم ويستنتجون أنّ بروتينات مثل HSP90 تعمل «كمكثّفات أو مخازن تطوّرية» Rutherford and Lindquist, 1998; Queltsch et evolutionary capacitors al., 2002True et al., 2004، وهذا يعني أنّ بعض الطفرات المؤذية المحتملة (ستكون كذلك إن عبّر عنها في مكان وزمان محدّدين) يمكن تركها كامنة لأجيال، وتنقل من جيل إلى آخر، ولكنها تبقى خاملة، إلى أن تكشفها بعض الطفرات الأخرى، أو تغيّرات رئيسية في البيئة (صدمات، انظر الصفحة .... 58 من الطبعة الإنكليزية)، أي يمكنها أن تؤدّي بذلك النمط الجيني إلى التعبير عن النمط الظاهري المقابل له[26].

سجل حديثًا تفاعل جزيئي مباشر بين HSP90، وبروتين الكروماتين chromatin (يُسمّى تريثوراكس Trithorax، أو باختصار TRX). بما أنّ بروتينات الكروماتين تضبط المصير النمائي للخلايا عبر تعديل الإشارات فوق الجينية epigenetic signals (انظر أدناه)، بذلك تفسّر هذه البيانات بالتفصيل الدور المركزي الذي يؤديه HSP90 بالتعاون مع هذه البروتينات من أجل الحفاظ على حالة تعبير نشطة للجينات الهدف، متضمّنة بصورة ملحوظة جينات رئيسية master genes مثل جينات (هوكس Hox). عندما يتلف بروتين HSP90، سواءً بسبب طفرات جينية أو مثبّطات دوائية خارجية، ينخفض تنظيم هذه الجينات الرئيسية مع عواقب واسعة وشديدة أشرنا إليها أعلاه.

الوصل المُتبادل Alternative splicing

أخيرًا (بغرض عرض التلخيص الحالي) بإمكان الأقسام من جين ما والتي ترمّز فعليًا أقسامًا من بروتينات (تسمّى إكسونات exons، بينما الأقسام التي لا ترمّز لبروتينات فتسمّى إنترونات introns) أن توصل بطرق متبادلة ومختلفة[27].

نتيجة لذلك، يمكن لجين مفرد أن يرمّز لبروتينات مختلفة كثيرة، ويمكن لطفرة واحدة في إحدى الإكسونات أن تؤثر في كثيرٍ من هذه البروتينات، بضربة واحدة.

عندما حلّت شيفرة الجينوم البشري كان عدد الجينات أقّل من المُتوقّع (ما يقارب24000 فقط)، مما حثّ على تجديد الاهتمام في الوصل المتبادل كطريقة تمكن جينًا مفرد بأن يرمّز لبروتينات كثيرة. افترض أنّ الجينات «متعدّدة المهام multitasking»، وهي كذلك بالفعل[28].

قام كريستوفر ب بورج Christopher B. Burge من جامعة MIT وزملاؤه في دراسة حديثة بتحليل التتالي الكامل للـRNA المرسال (mRNA) لخمسة عشر نوعاً من الأنسجة البشريّة، أو خطّ خلوي سرطاني مختلف، لإنتاج فهرس شامل للجين والتعبير المُتبادل للـ mRNA (Wang et al., 2008). قدّر الآن أنّ أكثر من 90 بالمئة من الجينات البشرية تخضع للوصل المُتبادل، ومُستغلة هذا الشكل من معالجة الـmRNA الذي يثمر بروتينات عديدة من نسخة مفردة من الجين. تتضمّن جميع الجينات تقريبًا في الثديّات انقطاعات interruptions في مناطقها المُرمّزة وتوصل تبادليًا، وتسمح هذه الآلية بتعقيد في الأنماط الظاهرية أعظم ممّا يدّل إليه عدد الجينات فقط[29].

أخيرًا وليس آخرًا: الدافع الجزيئي والتحويل الجيني المُنحاز

في حالة من الأسى على الاحتكار التقليدي الذي يُنسب للانتقاء الطبيعي والانحراف «الانسياق» الجيني genetic drift العشوائي كمصدرين مفردين لتكوين

الأنـواع الجديدة، افترض غابريئل دوفر Gabriel Dover آلية جديدة سـمّاها «الدافع الجزيئي (molecular drive Dover, 1982a,b).

تضمّن افتراض دوفر بالأساس عملية جزيئية داخلية من التقلّب turnover وضمن الجينوم، مستقلة عـن الانتقـاء الطبيعي، وهي طـراز مُدبّر من التثبيت الذي يسـمح بتكوين أشـكال بيولوجية حديثة «بأسلوب غير مُتوقّع في علم الجينات التقليدي عبر الانتقاء الطبيعي والانحراف الجيني».

من أجل شرح التفاصيل الممكنة، مستخدمًا الأدوات المتاحة في بداية الثمانينيّات مـن القرن الماضي، لمثل هذه العمليات الجزيئية الآليـة كليًا، والداخلية تمامًا ضمن الجهاز الجيني، اسـتعمل دوفر ثلاث كلمات أصبحت شـهيرة جـدًا بعد أكثر من 25 سنة لاحقة: «موجّه directional»، و«منحاز biased»، و«تحوّل conversion».

وبالمحصلـة أكّد دوفـر على أنّ جميـع الجينومات لجميع الأنـواع المختبرة من الحشـرات إلى البشـر يتخلّلها آليات تقلّب جينومية واسـعة (تغيير الموضع النسخي replicative transposition، والانقـلاب inversion، والتضاعـف duplication)، والتي تغذي ما يُسمّيه الدافع الجزيئي.

يؤدّي عـدم الثبات المتكرّر في الجينومات لعمليات إعـادة تنظيم وحالات ثبات مؤقتـة جديـدة. أكّد دوفر علـى أنّ العواقـب المنتشـرة للدافع الجزيئـي تعمل أيضًا بالأسلوب ذاته تمامًا (خطأ العيّنة sampling error) الذي يعمل به الانحراف الجيني العشوائي على مستوى النمط الظاهري.

إلـى جانـب التحـوّل الجينـي gene conversion (المنحـاز وغيـر المنحاز)، والذي سنعود إليه بعد قليل، هنالك تغيير المواضع transpositions، والانزلاقات slippages، والتجاوز غير المتساوي unequal crossing over، للكروموسومات وعمليّـات أخرى، والتي تكفل معًا، وفـق تصوّر دوفر، أنّ ما يبدأ كطفرة واحدة في جين واحد في كروموسـوم واحد في فرد واحد يمكنه، مع مرور الأجيال، الانتشار

عبر جمهرة متكاثرة جنسيًا. بإمكان عملية الانتشار المدفوعة داخليًا هذه أن تفتح مع مرور الزمن لجمهرة ما، سبلًا للنماء والتكاثر والسلوك، تعذر الوصول إليها سابقًا.

ضمن مخطّط دوفر (اطلع أيضًا على كتابه لعام 2001، عزيزي السيّد داروين Dear Mr. Darwin)، يمكن لتأسيس وظائف جديدة وصديقة للبيئة أن يُتصوّر بأنّه معتمد على تفاعل بين عمليات كثيرة: السوق أو الدافع الجزيئي، والانسياق العشوائي و(نعم، أيضًا) الانتقاء الطبيعي. ويوجد في مخطّطه باختصار قوى مؤثرة ناتجة أساسًا عن عدم ثبات الجينومات (آليات تقلّب منتشرة وغير مندلية)، وتقدّم هذه القوى فهمًا جذريًا أوسع للطبيعة المطوّرة للوظائف البيولوجية.

إحدى جوانب الحدس المبكّر لدوفر (وبياناته، وحساباته) التي يتم تأكيدها حاليًا: العملية تسمّى التحوّل الجيني المنحاز[30] biased gene conversion (BGC).

لوحظ حاليًا أنّ هذه الآلية، والمتعلقة بإعادة التركيب الجيني gene recombination وما يتلوه من فصل وتشويه، تدفع عملية تثبيت الأشكال الجينية المختلفة الجديدة (أليلات جديدة) باستقلالية عن أيّ عملية انتقائية. وإنّ فئة من الاختلافات الكثيرة والحديثة تطوّريًا في تتاليات الـDNA بين الجينات ذات الصلة عند البشر، والرئيسيّات من غير البشر، والتي عزيت سابقًا للانتقاء الطبيعي الكثيف، يبدو أنّها الآن ناتجة عن الـ BGC (Berglund et al., 2009).

أكّد أيضًا على الأثر الحاسم للـBGC على التصوّرات التقليدية (والحسابات الإحصائية) عن «أحداث كسح» انتقائية مزعومة في تطوّر البشر في Duret, 2009 و Galtier et al., 2009 وHodgkinson et al., 2009 ، بأن مدى تميّز عمليات التحوّل الجيني هذه، عن أيّ شاكلة من الانتقاء الطبيعي، يتبين من حقيقة أنّها قادرة حتّى على تعزيز تثبيت الطفرات الضارة في الرئيسيّات.

كتب الباحث الإنكليزي في الكيمياء الحيوية لورانس هورست Laurence Hurst، في تعقيب نشر في مجلة نيتشر Nature بتاريخ 29 يناير 2009، على البيانات التي أنتجها Berglund وزملاؤه:

تتفق هذه النتائج... مع رؤية BGC كمحرّك لتطوّر التتالي، مما قد يفسّر حدوث امتدادات ضخمة من محتوى نوكليوتيدات متجانسة تقريبًا... في جينومنا. وما يدعو أكثر للانزعاج، أنّ النتائج تدعو للشك في فائدة عدّة الأدوات المعيارية لتحديد النقاط الحارة للتغيّرات المفيدة للكائنات. يستوجب الإثبات المقنع لوجود انتقاء إيجابي الآن دليلًا على أنّ التغيّرات لم تكن ناتجة عن BGC، وكذلك فحصًا دقيقًا لأثر تغيّرات الحمض الأميني.

هورست، 2009، صفحة 544

خاتمة هذا الفصل

ربّما لسنا بحاجة للدخول أكثر في التفاصيل في الفصل الحالي لنستنتج ما وصل إليه كثير من علماء البيولوجيا المتميّزين في هذه الأيام، أنّ الطفرات وإن كانت عشوائية حقًا بمصدرها، إلا أنّ الأنماط الظاهرية المقابلة ليست كذلك.

بعبارة أخرى، قبل أن «يُعرَض»، إن صحّ التعبير، أيّ نمطٍ ظاهري للبيئة لتنتقيه، يجب أن تُحقّق مجموعة كبيرة من القيود الداخلية، وأن يثبّت حشد من التفاعلات على مستويات كثيرة كما سنرى لاحقًا. وتقف مجموعة متنوعة من المراشح، يعمل بعضها على التتابع، بعضها متعاونة أو متداخلة، حائلًا بين الطفرات والتعبير عنها.

ليس هنالك باختصار «سهم» واحد يصل بين مُولّد عشوائي للتنوّع الجيني والأنماط الظاهرية التي يؤثر فيها الانتقاء الخارجي، وتخضع التأثيرات المختلفة لأنواع المراشح المختلفة والعمليات التنظيمية، بمستويات مختلفة، حاليًا لتمحيص دقيق (Mattick, 2005; Amaral and Mattick, 2008; Mattick and Mehler, 2008). ونجد أنّ هنالك غالبًا معدّلات متفاوتة من الكفاءة للمتغايرات المختلفة، في كلّ مستوى، وأنواع مختلفة من الانتقاءات المحلية (أي الداخلية).

وكذلك لدينا الانتقاءات الخارجية، ولكنّ القصّة هنا مختلفة للغاية أيضًا عن تلك التي تحكيها الداروينية الحديثة الأساسية، وهذا ما سنراه بعد قليل. عمّم في الواقع بعض علماء البيولوجيا التطوّرية آليات الانتقاء الداروينية ووسّعوها لتتضمّن الانتقاء الداخلي[31].

سيشرح القسم الثاني المساوئ المفاهيمية للداروينية Darwinism، والتي تنطبق أيضًا على التوسّعات الداروينية هذه، ولكن قبل أن نخوض في ذلك، من المناسب

أن نأخذ بالحسبان عددًا من الحقائق الأخرى والتطوّرات الجديدة في البيولوجيا. ستصبح صورة العلاقة بين الجينات والأنماط الظاهرية أكثر تعقيدًا مما سبق عندما ننظر في العائلة التالية من المستويات الأعلى: أي العلاقات بين الجينوم بمجمله وسبل النماء، وهذا ما سنركّز عليه في الفصل التالي.

[اهـ 39]

[انتهى الفصل الثاني]

الفصل الثالث

الجينومات الكاملة والشبكات

والوحدات المتكاملة والتعقيدات الأخرى

WHOLE GENOMES, NETWORKS, MODULES AND OTHER COMPLEXITIES

الشبكات الجينية التنظيمية
Gene regulatory networks

تساهم الشبكات الجينية التنظيمية المعقدة جدًا في نمو الكائنات الحية، وتقدم أسسًا جديدة هامة لكيفية نشوء المخططات الجسدية الحيوانية والتطور. Davidson, 2006; Davidson and Erwin, 2006; de Leon and Davidson, 2009 [1]

يرى ديفدسون وإروين (2006) أن العمليات التطورية الدقيقة microevolutionary عاجزة عن تفسير تطور الفروقات الكبيرة في نمو الكائنات الحية، التي تميز فئات كاملة من الحيوانات[2]، واقترحوا بدلًا من ذلك أن الفئات الكبيرة المُمَيزة المدعوة شعب phyla، ناشئة من عمليات تطورية مستجدة، تتضمن طفرات عظيمة التأثير، تعمل على مسالك النماء الأساسية المحفوظة.

الشبكات الجينية التنظيمية مُنَظمة بشكل وحدات متكاملة أيضًا Oliveri and Davidson, 2007[3]، أي أنها أساسًا تُشَكل وحدات متكاملة متآثرة «متفاعلة»، ومنفصلة نسبيًا عن الوحدات الشبيهة (لكن المتميزة) الأخرى.

النتيجة هي أن هذه العمليات تجعل الصلة بين صفات بيولوجية معينة، وديناميكيات تطورية معينة، والانتقاء الطبيعي، أمرًا معقدًا جدًا بأفضل الأحوال، ومستحيلًا بأسوئها. وبكلمات خبير رائد في الشبكات الجينية المُنظِمة:

الشبكات الجينية التنظيمية النمائية غير متجانسة البنية، وغير متصلة، ومنظمة بشكل وحدات، وبالتالي فإن التغيرات فيها سيكون لها تأثيرات غير متجانسة وغير متصلة من الناحية التطورية ...، وتعكس هذه الأنواع من التغيرات بشكل غير مثالي مستوى الصف والرتبة والفصيلة لتنوع الحيوانات.

أما الثبات الأساسي للسمات الشكلية على مستوى الشُّعب منذ ظهور التركيبات

ثنائيـة التناظـر bilaterian assemblages فقـد تكـون نتيجـة التحفـظ الشـديد لنوى الشبكات. النتيجة الأهم هي أنه بعكس نظرية التطور التقليدية، لا يمكن أخذ العمليات التي تقـود التغيرات الصغيرة المشـاهدة في تباين الأنواع كنمـاذج لتطور المخططات الجسـدية للحيوانات، فهما: أمران مختلفان تمامًا، كاختلاف التفاح والبرتقال، وهذا ما يجعل من الضروري تطبيق مبادئ جديدة مشتقة من علاقات البنية والوظيفة / structure function للشبكات الجينية التنظيمية لبحث آليات تطور المخطط الجسدي.

ديفيدسون، 2006، الصفحة 195، التأكيد مضاف

هنالـك ظواهـر إضافية مثـل الوحـدات النمائية المتكاملـة، التحصـن والمتانة، تعمق من انفصال الطفرات العشـوائية على مسـتوى الـ DNA عـن الأنماط الظاهرية المعبرة على مستوى الكائنات الحية. سنتطرق إلى فكرة الوحدات المتكاملة النمائية والتطورية بعد قليل، لكن لنصف أولًا التحصن والمتانة rubustness باختصار.

التحصن Entrenchment

إنّ للمكونـات المختلفـة لجينوم و/ أو بنية نمائية ما، لها عـادة تأثيرات «مصاحبة downstream» مختلفـة على صفـات الكائن البالغ مكتمل النمـو، وذلك عبر كامل فترة حياته. يقـاس مقدار هذه التأثيرات «بتحصن» تلك البنية. يختلف تحصن الجين أو تعقيد الجين بدرجات مختلفة - فهو ليس خاصية ثنائية، إما توجد كلها أو لا يوجد شيء منها. من وجهة نظر تطورية، فإن تحصن الوحدة له عواقب متعددة وعميقة على دوره فـي المجموعات المختلفة مـن الكائنات وفي الأنواع المختلفة، فيؤثر بشـكل ملحـوظ علـى الوحدات الأخـرى المعتمدة على عملـه. ينظر إلـى التحصن المولَد (Wimsatt, 1987; Schank and Wimsatt.2001; Wimsatt, 2003) علـى أنـه «محرك» للنمو وللتغير التطوري، وباعتباره قيدًا أيضًا.

هـذا يعـادل القـول إن عوامل النمـاء الهامـة («المحـاور pivots» فـي مصطلح ويمسـات) قد تكون متحفظة جدًا، ومتمنعة على التغير، أو قد تخضع لتغيرات طفيفة قابلة للتوريث، ولها عواقب تطورية كبرى.

إن التحصـن المولـد وكما يوحي هـذا التعبير بشـكلٍ ملائم، يرتبـط على الأرجح بمجموع العمليات العفوية والعامة المُولِدة للشـكل الذي سنراجعه في الفصل التالي، لكنـه يخضع بالطبع أيضًـا لتحكم الجينات، والمعقدات الجينية، والمسـالك النمائية. ومازالـت كيفية تآثر هذه الموارد المختلفة من الترتيـب والتغير (بعض التآثر الفيزيائي الكيميائي العام، والجيني الخاص)، أمرًا مجهولًا بمعظمه (Kauffman, 1987, 1993).

المتانة Robustness

يقـال عن الصفة إنها متينة مقابل متغير جيني أو بيئي، إن كان تغَيُر إحداهما مرتبطًا ارتباطًـا ضعيفًا فقط مع التغيـرات في الآخر. وبعبارة أخرى، فـإن المتانة هي صمود صفـة كائنٍ حي في ظروف الاضطراب perturbations، سـواء كانـت تداخل النماء العشوائي، أو تغيرًا بيئيًا أو تغيرًا جينيًا.

يمكن وفق هذا التعريف للمتانة أن يطلق وصف المتانة على العديد من السـمات المختلفـة للكائـن الحي، المجهريـة والكبيرة، فيمكـن أن تكون مثـلًا صفة التطوي الملائـم لبروتين، أو النشـاط الملائـم لبروتين، أو طراز تعبير جيني ناجم عن شـبكة جينيـة تنظيمية، أو التقدم المنتظم لدورة انقسـام خلوي، أو تواصل جزيئة إشـارة من سـطح خلية مع النواة، أو تآثر خلوي ضروري للتخلق الجنيني embryogenesis، أو التشكل الملائم لكائن أو عضو قابل للنمو (Felix and Wagner, 2008).

إن المتانة مهمة لضمان ثبات صفات النمط الظاهري المتعرضة باستمرار للتبدلات الجينية وغير الجينية، وقد ثبت في السـنوات الأخيـرة الأهمية البالغة للمتانة في فهم التطـور، لأن المتانة تسـمح بتراكم التغيـرات الجينية الخفية، ويمكـن أن يعمل هذا

التغير الخفي كمصدر للتكيفات الجديدة، والابتكارات التطورية (Kitano, 2004).

يوجد مصدر المتانة في واقع أن العمليات النمائية التي تنشئ الصفات المعقدة عمليات غير خطية nonlinear (Nijhout, 2002).

يقول خبيران رائدان في ورقة بحثية حديثة:

إحدى نتائج عدم الخطية أنه لا ترتبط كل الجينات بالتساوي مع الصفة التي تتحكم بنشوئها، وبسبب أنه لا يتحكم بالمتانة بشكل مستقل عن المكونات الأساسية لنظام ما، فليس من السهل فصل آليات الدرء التي خضعت للانتقاء الطبيعي، عن تلك الآليات التي لم تخضع له، وهو تحدٍ أساسي للدراسات المستقبلية.

فلكس و واغنر، 2008، التأكيد مضاف

قال جريجوري س. جيبسون Gregory C. Gibson، أستاذ علم الوراثة المرموق وصاحب جائزة ويليام رينولدز للأستاذ المتميز في جامعة ولاية شمال كارولينا عام 2005، في مراجعة لكتاب عن المتانة وقابلية التطور evolvability لأندرياس واغنر (Wagner, 2005) في مجلة ساينس:

يجب أن تتضمن المتانة تآثرات جينية غير جمعية، لكن علماء الوراثة الكمية قبلوا على مدى نصف قرن أن المكون الجمعي من التغاير الوراثي هو الذي يستجيب للانتقاء فقط. بالنتيجة، واجهوا ملاحظة أن النظم البيولوجية تنتشر فيها المتانة، ووجدوا صعوبة في تفسير كيف تطورت لتكون بهذا الشكل.

جيبسون، 2005، ص. 237، التأكيد مضاف

أضاف جيبسون في مراجعته شيئًا نطرب لسماعه فكتب، «يساهم [هذا الكتاب] بشكل كبير في الرأي المتصاعد بأن الانتقاء الطبيعي ليس إلا مجرد مصدر واحد للنظام البيولوجي، بل ربما لا يكون هو المصدر الأكثر أساسية».

لقد أقرّ داروين نفسه بوضوح أن الانتقاء الطبيعي ليس هو الآلية الوحيدة في التطور، لكن مما يجدر ذكره أنه في هذه الأيام (كما يقول جيبسون بحذر بوضعه «ربما») «ربما لا يكون هو المصدر الأكثر أساسية».

نريد أن نمضي في هذا الطريق ونستنتج أن هذه المستويات المتعددة من القيود الداخلية المفروضة على الأنماط الظاهرية الممكنة، تجعل فكرة أن التطور منتج لانتقاء خارجي، يعمل على تغايرات الأنماط الظاهرية المتولدة بعشوائية، هي فكرة واهية الأساس[4].

جادل داروين بأن الأنماط الظاهرية (إن استعرنا عبارة دينت) «تحمل معلومات حول» النظم البيئية التي تتطور فيها، فنحن نعلم من اللون البني للفراشة أنها تطورت في جو دخاني[5]، لكن من الأمور التي لا يمكن إنكارها الآن أن الأنماط الظاهرية المتطورة تحمل أيضًا معلومات حول التنظيم الداخلي للمخلوقات التي تملكها (مثلًا؛ حول أنماطها الجينية والبنى المتنشأة ontogenetic)، فأحد الأسئلة المفتوحة التجريبية والأساسية جدًا هي كيف أعاقت هذه التأثيرات داخلية المنشأ تغايرات الأنماط الظاهرية التي يعمل عليها الانتقاء الخارجي؟ ولا بد من التوصل إلى الجواب مع مرور الزمن، لكن طالما ظل هذا السؤال غير مجاب، فليس من الحكمة اعتبار التفسير الداروينى الجديد للتطور مسلمة لا شك فيها.

الجينات الرئيسية هي «رئيسة»

يتم التحكم جينيًا بالعديد من الصفات المختلفة من قبل نفس «الجين الرئيس master gene»، (يدعى ذلك تقنيًا تعدد النمط الظاهري، أو pleiotropism، وهي كلمة يونانية تعني «الحركة في العديد من الاتجاهات»)، بشكل غير منفصم، وأي طفرة تؤثر على جين رئيسي، إن لم تكن مميتة، سيكون لها أثر على العديد من الصفات في الوقت نفسه.

كما يمكن أن تتآثر الاختلافات الجديدة لصفة ما مع اختلافات الصفات الأخرى بشكل مختلف. يتم التحكم بتوقيت وشدة التعبير عن الجينات كما رأينا عبر شبكات جينية تنظيمية معقدة (Coyne, 2006; Davidson and Erwin, 2006; Erwin and Davidson, 2006). وأحد عواقب تعدد النمط الظاهري الجيني هو أنه عندما يؤثر جين واحد على عدة صفات في الوقت نفسه، سيؤثر أي تغير غير كارثي في هذه الجينة (أي طفرة قابلة للحياة) على كل أو معظم هذه الصفات.

بافتراض أن أحد هذه التغيرات في إحدى هذه الصفات تغير تكيفي، فسيثبت الانتقاء الطبيعي في النهاية هذه الطفرة، لكن ستثبت أيضًا كل التغيرات الأخرى في كل الصفات الأخرى المتغيرة معها، مما يفتح الباب على عمليات انتقائية مختلفة كليًا، وقد يؤدي في النهاية إلى جعل تأثيرات الانتقاء الأولي المحركة بالصفة التكيفية بدايةً تأثيرات ضئيلة[6].

هنالك مثال مثير للاهتمام اخترناه هنا، ربما لا يبدو قطعياً، لأنه يتعلق بتطور الدماغ وبالتالي الإدراك cognition.

اقتُرح أن هنالك جينات تنظيمية تؤثر على العديد من الأعضاء، بما فيها نماء القشرة المخية cerebral cortex (Simeone, 1998; Simeone et al., 1992, 1993).

توجد عائلة جينات مدروسة جيدًا تدعى Otx، تنظم نماء الكلى، والبنى الوجهية القحفية (Suda et al., 2009)، والأمعاء والغدد الجنسية، والقشرة المخية، (التفصص وتنظيم القشرة). وهنالك عدة طافرات معلومة، تضم حالات مرضية شديدة لدى البشر (في أقصاها انعدام التلافيف lissencephaly (سطح الدماغ أملس بشكل غير طبيعي)، وفي أقصاها الآخر انشقاق الدماغ schizoencephaly - شق عميق جدًا بين نصفي الكرة المخية). ولا يعيش عادة الذين يحملون هذه الطفرات طويلًا، ولا يخلفون ذرية.

قدم عالم الوراثة الإيطالي إدواردو بونسينلي (Boncinelli,1998, 2000) فرضية أولية نسبيًا، تشير، إن صحت ولو تقريبًا، إلى أن هنالك نواحٍ مهمة من بنى دماغنا ليست نتيجة لانتقاء الأصلح، بل هي تأثيرات جانبية لانتقاء صفات نمطية ظاهرية

أخرى مختلفة تمامًا، (االصفات الظاهرية الفرعية المتطورة نتيجة للتكيف حسب غولد ولونتين، انظر الفصل 6)، بتفصيل أكبر، بما أن جين OtxI «الرئيسي» يتحكم بنماء البلعوم، والأذن الداخلية، والكلى، والأعضاء الجنسية الخارجية، وسماكة القشرة المخية، فإن الضغوط الانتقائية الحساسة للتغيرات في وظائف الكلى (نتيجة الوقوف على القدمين، أو اختلاف المقدار المتناول والمطروح من السوائل الناجم عن الزيادة أو النقص في المقدر المتناول)، أو تثبيت طرز جنسية مختلفة، ربما كان لها بدورها تأثيرات ثانوية على توسع القشرة المخية، وبنى ووظيفة البلعوم.

أكد بونسينلي لنا الميزة المتفردة في الصورة الكلية لتطور اللغة والإدراك عند البشر، إن ثبتت صحة هذه الرواية (اتصال شخصي، الشهر السادس 2009). لا ندّعي نحن ولا بونسنيلي أن هذه فعلًا هي القصة التطورية الصحيحة حول بزوغ القشرة المتضخمة في دماغ البشر، إنما فقط أن هكذا قصة قد تكون صحيحة، وأنها على حد علمنا متوافقة مع الحقائق المتوفرة حاليًا، أما الالتزام العقائدي بمذهب التكيفية، فسيعمي المرء عن وجود هذه الإمكانات المثيرة.

كما أنه من المعروف اليوم أن نفس النمط الظاهري قد يظهر نتيجة لجينات مختلفة جدًا، أو معقدات جينية (التطور المتقارب convergence)، وقد توجد أنماط ظاهرية مختلفة تنتج عن الجينات، أو المعقدات الجينية نفسها (تنظيم جيني متفاوت).

أما التأثيرات فوق الجينية epigenetic التي ذكرناها سابقًا، وسنعود لها بعد قليل، فقد تكون مثل التأثيرات الجينية، مع كونها ذات عواقب مختلفة جدًا على درجة لدونة هذه الصفة و/ أو إمكانية مختلفة لتثبيتها وأهبتها لمزيد من التغير والتطور.

وقد يكون تأثير السياق الجيني ككل على متغاير جديد أحد الكوابح (روكبة epistasis سلبية)، أو التحصن (روكبة إيجابية)، أو التعويض (روكبة معاوضة)، مع تأثيرات مختلفة جدًا على مساهمته في الملائمة الكلية للكائن (Pigliucci, 2009b). كما أن نقصًا عامًا غير مميت لمتوسط الملائمة في جمهرة ما، قد «يجعل» طفرة غير مفيدة طفرة مفيدة (Silander et al., 2007)[7].

الوحدات النمائية Developmental modules

لنبـدأ بتعريف الوحدة[8]، الوحدة module هي وحدة unit مدمجة داخليًا بشـكل كبير، وغير حساسة نسبيًا للبيئة الخارجية. توجد الوحدات النمائية في عدة مستويات تنظيـم مختلفـة، مـن تنظيم الجينات، إلى شـبكات الجينـات المتآثرة، إلى التشـكل الأولـي للأعضاء primordia، وهي غير حساسـة نسـبيًا للبيئة المحيطـة، فيمكن أن تتصرف بسـلوك ثابت غيـر متغير، حتى عندما تتضاعف في أنسـجة مختلفة، وأطوار نمائيـة مختلفـة، لكن توليفات الوحـدات النمائية في كل بيئة تنتـج اختلافًا لوظائفها فـي النماء. والدليـل على أن العناصر المتعـددة المتآثرة في وحـدة متكاملة مندمجة أن تشـويش إحـدى العناصر يؤدي إلى تشـويش العناصر الأخرى فـي تلك الوحدة، أو وجـود التآثر بين الجينات (الروكبـة epistasis) ضمن الوحدة، بحيث تتغير علاقة مدخل-مخرج النمائية الكلية.

وهـذه حالة مؤشـرة أخرى يكـون فيها حفـظ وحدات البنـاء الجينيـة والنمائية، بالتوازي مع توليفاتها المتعددة في أنسـجة وكائنات مختلفة، مفسـرًا لتنوع الكائنات الحية، وثبات المخططات الجسدية الأساسية[9].

تتكون الطبيعة ذات الحدين (إن جاز التعبير) للوحدات النمائية من عدم حساسيتها النسبية للعوامل الخارجية، وحساسيتها النسبية لبعض التعديلات الداخلية للمكونات الفرعية[10]، ويعد هذا المجال حاليًا مجال بحث نشـط جدًا ومعقد جدًا (لنظرة عامة أوسع انظر الكتاب الذي حرره Schlosser and Wagner ، 2004).

فـي التطور، قد تحافظ الوحدات النمائية على سـلامتها بغض النظر عن ضلوعها فـي تغيرات موروثة مختلفة لسـياقها، وتحافظ على سـلامتها أيضًا في عدة حالات، بغض النظر عن استبدال بعض وحداتها الثانوية بوحدات ثانوية أخرى.

كتـب جيرهارد شولسـير Gerhard Schlosser: قد تشـكل (الوحـدات النمائية) وحدات مترابطة وشـبه مسـتقلة في التطور (وحدات التطور)، وتكون قابلة للاندماج تكرارًا مع الوحدات الأخرى المماثلة» (Schlosser, 2004. P. 520)

وبالمحصلة فإن الدور «المنطقي» للوحدة هو تقديم سلسلة متتابعة من العناصر المتفاعلة، حيث يُشكل مخرج أحدها مدخلًا للعناصر الأخرى. تُثار الوحدات النمائية بأسلوب المفتاح من قبل مجموعة مختلفة من المدخلات، والتي تكون فقط ذات ارتباط ضعيف بها. يفسح هذا الارتباط الضعيف مجال حصول تغايرات، ويسمح بمدخلات مستجدة نسبيًا، هذه المدخلات هي «مُثيرات triggers» (هكذا وردت)، وليست قوالب أشكال. والطريقة التي تؤثر فيها الوحدات على العمليات اللاحقة تعتمد على مجمل السياق الجيني، ويلزم التأكيد على أن الآلة الداخلية مجهزة للتآثر بطرق معقدة تجاه صنف ما من المفاتيح.

كل هذا يجعل نماء الكائنات الحية شبكة معقدة من عمليات مستقلة عن السياق (الوحدات)، ومن عمليات معتمدة على السياق داخليًا (التآثرات بين الوحدات، وتآثرات الوحدات مع البنى الأخرى).

إن انعكاس تأثيرات الطفرات الجينية متعدد عادة، ويتاح للانتقاء فقط النتيجة القابلة للبقاء إجمالًا.

هنالك أصناف مختلفة من الوحدات، والصنف الأقدم والأكثر أساسية يؤثر على تنظيم انتساخ الجينات بمستويات متفرقة، ولكنها متآثرة ببعضها البعض، والنتيجة تعمل تسلسلات DNA كمنشطات promoters، ومعززات enhancers، يمكن تبديلها بين الجينات، وهناك أيضًا حالة وجود عدة معززات لجين مفرد، يتحكم كل منها بمجال تعبير معين للجين، ويمكنها الاندماج بشكل متعدد. جهاز الانتساخ الأساسي BTA نفسه مؤلف من وحدات، ويمكن أن تتغير نوعيته بتبديل عوامل انتساخ مختلفة.

إحدى أصناف الوحدات المثيرة للاهتمام هي مسالك نقل الإشارة، وهي عائلات (أو أصناف) من البروتينات التي تعمل بتناسق في سلسلة متتابعة، تؤلف حلقات أو شبكات كاملة، وتمثل «إشارات signals» بيوكيميائية لها أهداف من أنماط خلوية

معينة في أمور مختلفة، وتوجد هذه الخلايا المستهدفة غالبًا جنبًا إلى جنب مع خلايا غير مستجيبة (غير مستهدفة). يبدو أن هنالك فقط خمس عائلات رئيسية مهمة من البروتينات خلال النماء الجنيني المبكر (ونتيجة لبداية اكتشافها (المنفصل) فلها أسماء يستغربها القارئ المبتدئ: القنفذ hedgehog، TGF، Wnt، مستقبل كيناز التيروزين RTK، Notch).

كل عائلة منها مستقلة بالنسبة للعائلات الأخرى، ولكل صنف دوره الأولي، لكن يمكن أن تمارس العديد منها أدوارًا متعددة للنماء في نسج مختلفة جدًا. فمثلًا، يعمل نظام Notch أيضًا كحلقة تغذية راجعة feedback إيجابية بين خلايا متجاورة، مضخمًا الفروقات البدئية (فيحدد المصائر المختلفة للخلايا الجارة)، وينظم هذا النظام المعقد من الإشارات الرئيسية نسجًا مختلفة جدًا مثل خلايا الجهاز العصبي المركزي والبعلوم، وخلايا الشعر، والأورمات السنية odontoblasts، والكلى، والريش، والأمعاء، والرئة، والبنكرياس، والشعر، وخلايا البشرة المهدبة، وذلك عبر العديد من أنواع الحيوانات الفقارية واللافقارية المختلفة، وكل طفرة في أي من الجينات المكتنفة، سيغير العديد من الأعضاء ووظائفها، فهو أمر بعيد كل البعد عن «علم وراثة كيس البازلاء».

تعمل الأعضاء البدئية مثل براعم الأطراف، والفك السلفي mandible، والأعضاء البدئية للأسنان، كوحدات (Zelditch et al., 2008)، ويمكن زرعها لتنمو بشكل منتبذ ectopically -، أي في أجزاء مختلفة غير الأماكن المعتادة في الجنين[11]. يمكن أن يحصل ذلك جزئيًا إلى مدى معين، أو حتى بشكل كامل، في أجزاء مختلفة من الجنين، مع اختلاف النتائج باختلاف أنواع الكائنات الحية.

كقاعدة أساسية عامة، فإن زرع وتفعيل الجينات عبر الأنواع، أو زرعها خارج مكانها (بشكل منتبذ) في نفس النوع، يكون أكثر نجاحًا للجينات التي يعبر عنها عادة مبكرًا في حياة الجنين مقارنة بالجينات التي يعبر عنها لاحقًا.

يعطي هذا الأمر كما يرى ستيفن جي غولد وبريان غودوين بعض الدعم، بعضه فقط، للفكرة القديمة (العائدة أصلًا لـ كي. اي. فون باير وإرنست هيكل): أن تنشؤ الفرد يجسد تطور السلالات phylogenesis (الأشكال المتعاقبة للجنين النامي هي بقايا للأشكال الماضية في الزمن التطوري).

إن بعض الوحدات هي وحدات منهجية، متوزعة عبر الكائن. إحدى أفضل الأمثلة على ذلك العمليات المتواسطة هرمونيًا، التي تستجيب فيها فقط مجموعة فرعية من الخلايا في نسج متعددة لهرمون معين، مع اختلاطها بخلايا غير مستجيبة له.

لكن الاستجابة هي نفسها جوهريًا في كل مكان، مع العديد من التغيرات المتناسقة: تنشيط التعبير عن أنزيم استقلابي جديد، والموت الخلوي المبرمج المكثف (أو تثبيطه)، وتمايز أنماط خلوية جديدة (المعي، والبشرة)، وكذلك تغيير بنية العضلات وأجزاء من الجهاز العصبي.

إن نشوء الشكل «الاستحالة» metamorphosis المعتمدة على هرمون الدرق في البرمائيات قابلة لتكون بشكل وحدات حسب الرغبة أيضًا، وذلك بمجرد إعطاء جرعات مختلفة من الهرمون.

العبرة هنا هي أن وجود الوحدات يقدم صورة معقدة جديدة للتطور، تُرَشِح فيها القيود الداخلية والديناميكيات الداخلية ما يمكن أن يعمل عليه الانتقاء، وتحدد مدى عمله، وذلك بالضبط لأنه لا يمكن تغيير الكثير، يمكن أن تتغير الأشياء الأخرى عند أطراف المحيط الجيني (إذا جاز التعبير) للكائنات الحية، وهذه هي الحال غالبًا (لكن ليس دائمًا) عندما نشهد تضاعفًا جينيًا، وهو نوع منتشر من التعديلات الجينية، يستمر الجين «الأصلي» بالعمل كما فعل في الأشكال السابقة للحياة، في حين يمكن «للنسخة» أن «تستكشف» وظائف جديدة عبر الزمن التطوري (هذه الاستعارات اللفظية معتادة في المنشورات المختصة).

التناسق Coordination

رأينا سابقًا كم هو مضلل المفهوم الإضافي «كيس البازلاء» للوراثة، لكن هنالك المزيد عن ذلك. أكد عالم الحيوان والتطور الروسي إيفان إيفانوفيش شمالهاوزن (1884 - 1963) بصورة صحيحة أن الكائنات الحية ليست مجرد «مكونات ملحقة» ذرية لأجزاء منفصلة، إنما أنظمة «منسقة» جدًا (لمراجعة تاريخية وهامة انظر levit et al., 2006).

انتصرت اليوم العدالة لشمالهاوزن بالأدلة التجريبية التي بينت أن بعض الطفرات في الجينات التي تؤثر بشكل معين على جزء من الجسم تحمل معها أيضًا تعديلات ملائمة في الأجزاء الأخرى. عندما تحرض الأطراف لتنموا بشكلٍ منتبذ (أي حيث لا تنتمي عادة)، غالبًا ما تنمو أيضًا نتيجة لذلك عصبونات حسية، وأعضاء مستقبلة، وغضاريف، وأوعية دموية حولها، وللاطلاع على أمثلة مذهلة انظر (Kirschner and Gerhart, 2005).

أجري تعديل محرض مخبريًا ويمكن التحكم به كميًا في بروتينين أساسيين[12]، في مرحلة مبكرة من النماء، لأجنة الدجاج والعصافير، فكانت النتيجة الرئيسية تطاول وترقق الجزء العلوي من المنقار (Abzhanov et al., 2006). لكن «تبعها» كذلك المنقار السفلي وعضلات العنق.

العبرة هنا، ونعيد القول، بأنه لا يمكن أن يختار الانتقاء الطبيعي صفات معزولة، بل يختار معقدات متناسقة من الصفات، تأتي كلها معًا بفضل تعدد النمط الظاهري والتضامن النمائي (تناسق شمالهاوزن)، والتعديلات فوق الجينية (انظر في الأسفل).

انفجارات التخلق

بعد ما رأيناه في هذا العرض السريع والموجز، من المنطقي نتيجة لوجود العديد من القيود الداخلية على أشكال الحياة الجديدة الممكنة، وأن تنفتح إمكانيات جديدة

بطريقة منفجرة أحيانًا عندما تضعف أو تُكبح إحدى هذه القيود أو أكثر داخليًا، أو جينيًا (Gould, 1989, Erwin 2008 and Theissen, 2009). ظهرت مجموعة متنوعة هائلة من أشكال الحياة الجديدة فجأة عبر فترات قصيرة نسبيًا من الناحية الجيولوجية و(كما يقول علماء الأحفورات) «بشكل انفجاري». يبدو أن هذا قد حصل مرتين على الأقل في الماضي السحيق، ومرة واحدة على الأقل في وقت قريب.

تمثل أحفورات العصر الإيديكاري Ediacara (من 575 إلى 542 مليون سنة) أقدم أشكال الحياة المعروفة المرئية والمعقدة على سطح الأرض، ويدل التحليل الكمي المفهومي لهذه المستحاثات أن التركيب الإيديكاري الأقدم، تركيب آفالون Avalon، ضمّ في ذلك الحين مجالًا كاملًا من الأشكال الممكنة لمخلوقات العصر الإيديكاري (ما نطلق عليه بالمصطلحات التخصصية «فضاء الأشكال morphospace»، أو مخزن الأشكال المتاحة) (Erwin, 2008; Shen et al., 2008).

كان هنالك مجال فضاء أشكال مشابه محتلًا من قبل التركيب التالي في البحر الأبيض White Sea (560 مليون سنة إلى 550 مليون سنة ماضية) وتركيب ناما Nama (550 مليون إلى 542 مليون سنة ماضية)، رغم أنه كان ممتلئ بكائنات من شكل مختلف (ازداد الغنى التصنيفي في تركيب البحر الأبيض لكنه انحدر في تركيب ناما).

أدت هذه التغيرات في التنوع، التي تحصل مع بقاء مجال الأشكال (فضاء الأشكال) ثابتًا نسبيًا، إلى نقلات معكوسة في التباين المورفولوجي، وربما يشابه انفجار فضاء الأشكال الأفالوني الانفجار الكامبري (حوالي 545 مليون سنة مضت)، عندما ظهرت معظم أشكال الحياة المعقدة التي نراها اليوم على سطح الأرض في فترة زمنية قصيرة نسبيًا (5 إلى 10 ملايين سنة)، وربما يعكس كلا الحدثين آليات مسببة متشابهة.

يلخص عالم الأحفورات دوغلاس إتش إروين (2008) هذه الاكتشافات قائلًا

بأنهـا ترقى إلى الإقرار بأن هذه الأشـكال السـلفية للحياة قد احتوت بشـكل واضح علـى مجموعة من أدوات النماء لتمايز مخططات أجسـادها، رغم أنها دون الأدوات النمائية المعقدة القادرة على بناء طرز الجسـد المحلية للحيوانات الراقية، لذلك لزم الانتظار إلى اللحظة الهامة للانفجار الكمبري.

حلّـل مويـل وزمـلاؤه (2009) أحـد الأمثلـة الأخـرى علـى الانفجـارات المورفولوجيـة، والـذي يعـد مهمًا فـي تحليل عمليـات التطور الكبير التـي لا تزال مبهمة. الانفجار الحديث نسـبيًا (بين مليوني سـنة، ومليون ونصف سـنة مضت) هو تنوع العصـر الحديث الأقرب (البلستوسـيني Pleistocene)، وتوسـع نصف الكرة بالعصفوريـات ذوات العيـن البيضـاء (فصيلـة Zosteropidae تحـوي أكثر أجناس الطيور غنى بالأنواع)، ويمثل معدل تنوع السلالة فيها أحد أعلى المعدلات المذكورة للفقاريات (يقدر بين 1.9 و2.6 نوع كل مليون سنة). لكن أكد هؤلاء المؤلفون على أن هذا التنوع السريع الغني (بعكس الانفجارات الأقدم السابقة سابقًا) غير محدود في إطـاره الجغرافي، إنما يمتد على كامل المناطق الاسـتوائية في العالم القديم، وأجزاء من مناطق آسيا المعتدلة، وعدة أرخبيلات أطلسية وباسيفيكية، وفي المحيط الهندي.

مـن المثير للاهتمام أن هـذه الورقة العلمية تذكر أن الاتسـاع الزماني والجغرافي لهذا التشـعب السريع «يتحدى التفسير بأي نموذج لتنوع مفرد، بل يقتضي دورًا بارزًا لصفـات نوعية للسـلالة، وتاريـخ حياة لها (مثـل الانزياحات التطورية السـريعة في القدرة على التشـتت)، التي مكنت العيون البيضاء من الاستجابة السريعة والمستمرة للمحركات الجغرافية للتنوع (Moyle et al., 2009).

بوسـائل التحليل المقارن لتسلسلات الدنا النووي والمتقدري (الميتوكوندري)، تم اسـتنتاج مجموعة صغيرة من الأسـلاف ميزت على أنها «أنـواع الانتواع العظيمة great speciators» (Diamond et al., 1976). لا يمكن تفسير هذا «الانتواع الفائق hyperdiversification» إلا عبـر تآثـر معقـد بيـن المحركات الداخليـة والخارجية

للانتـواع السـريع rapid speciation، مدموجًا بعمليات العـزل التكاثري والهجرة. يسـتنتج هـؤلاء المؤلفون أن طراز وسـرعة الانتواع المحسـوب للعيـون البيضاء لا يتلائـم جيدًا مـع أي نموذج انتواع مفرد (مثل التشـتت، الانعـزال المادي لمجموعة فرعية vicariance، توازن الجزيرة الجغرافي الحيوي.. إلخ)، ويقلل من أهمية تمثيل شـبكة واسعة، من حيث التصنيف والجغرافية والنظرية في دراسات التنوع المعاصرة (Diamond et al., 1976).

ونخلـص إلى القول بـأن الانفجـارات المورفولوجية قـد تعكس جيـدًا التغيرات الكبـرى في القيـود الداخليـة كمكونات هامـة للانتـواع، وإن كان الحـال هكذا، فإن تأثيرات الانتقاء الطبيعي يمكن أن تؤلف جيدًا وبشـكل كبير الضبط الدقيق اللاحق في توزع الأنواع الفرعية والمتغيرات (Newman and Bhat, 2008): وهذا تفسير يختلف جدًا [13] عن تفسير الانتقاء التدريجي للتغايرات الصغيرة العشوائية المتباينة[14].

لدونة التلاؤم و(عدم) انتقاليته plasticity

هذا الاسـتعراض لأساسـات تعثر مذهب التدرجية (أي أطروحة وجوب وجود العديد من المتغايرات الوسـيطة بين أي شـكلين مرتبطين تطوريًا، ومختلفين بشـكل معتبر)، ليس استعراضًا كاملًا على الإطلاق[15]، ولا بد من إضافة المزيد.

أولًا، يعتمد التلاؤم الداروينـي بشـدة على السياق الذي يدعمه. ثانيًا، نتيجة لذلك لا ينقل التلاؤم النسـبي من مقارنة إلى أخرى، حتى ضمن النوع نفسـه. ثالثًا، لا تتمتع الأنمـاط الظاهريـة فقط باللدونـة، بل يمكن أن تكـون الجينومات لدنـة أيضًا. رابعًا وأخيـرًا (حتى الآن)، الحالات المدرسـية للوراثة المندليـة، بغض النظر عن أهميتها التاريخية والتعليمية العظيمة، تمثل الاستثناء أكثر من أن تمثل القاعدة.

هنالـك افتـراض مهم جدًا، رغم أنـه ضمني عادة، في مذهـب التدرجية، وهو أن التعديل التكيفي متعـدٍ transitive. فإذا كان المتغير أ ذا تلاؤم أعظم من المتغاير ب، وكان لـ ب تلاؤم أعظم من ج، فلا بد أن تلاؤم أ أعظم من تلاؤم ج، ولن يكون هنالك

قصـة تكيفية للمذهب التدرجي دون افتراض أن العمليـة متعدية[16]، هذا يقودنا إلى معضلة سرمدية حول كيفية تجنب التطور للاحتجاز في قمة تلاؤم محلية[17].

بـل إنّ مذهـب التكيـف الانتقائي التدرجـي يصـور العملية التطوريـة خصوصًا كصعود للتلال،[f] وليس من النادر كما قلنا سابقًا نشر مخططات بارعة جميلة لإيصال بديهيات انطباعات ذهنية أبعد من نموذج تضاريس التلاؤم وتضاريس التكيف.

رغـم إقرار الداروينيـة الحديثة التقليديـة بإمكانية احتجاز كائـنٍ (أو جمهرة) في أعلى قمة محلية، وبقربها قمة أعلى لكنها غير متاحة، لكن مع اسـتثناءات قليلة دائمًا ما يفترض أن عملية التسـلق نفسـها عملية ممهـدة، وكل طريق متعـدٍ محليًا للطريق التالـي، لكن عندمـا توجد انفجـارات مورفولوجيـة، تصبح علاقـات الملائمة غير متعدية بالتأكيد وغير ذات صلة. فليس هنالك تسلق تلال، ولا حتى طريق ممهد يصل كل مرحلة في التلاؤم إلى المرحلة التالية، بل هي متاهة وعرة فقط[18]، أو سطح يشبه الزجاج ومعه عدد هائل من القمم المتجاورة.

وقد شـوهد في الواقـع عدد من حالات التمايـزات غير المتعديـة للتلاؤم. مثلًا، عندما يتنافس متغاير أ فقط مع متغاير آخر ب، فيترك أ ذرية أكثر ويتغلب على المتغاير ب. يحصـل المثـل عندما يتنافـس المتغاير ب مـع المتغاير ج فقط. لكـن إذا تنافس الثلاثة معًا، فمن الممكن بشكل كبير أن ينتصر ج على أ.

إن العلاقـة بين تغايـر النمط الجيني، ولدونـة النمط الظاهـري، تمكننا من اعتبار الجينـات «قواعد للتفاعل» مـع البيئات المختلفـة (Lewontin et al., 2001). ينتج رسـم قياس صفة مقابل متثابتات بيئية عادة منحنيات معقـدة، «قواعد تفاعل» معقدة لا تبـدي علاقات تلاؤم متعدية. مثلًا، نجد من بين عشـرة متغايـرات تقريبًا من نبات الأخيليـة، واحـدة هي الأطـول عنـد الارتفاعـات المنخفضـة، وعنـد الارتفاعات المرتفعة، لكنها الأقصر عند الارتفاعات الوسطى (Suzuki et al., 1981). لدى رسم

(f) يشير المؤلفان لكتاب ألفه ريتشارد دوكنز ومثل فيه عمل الانتقاء بأنه صعود جبل من الاحتمالات الضعيفة - المترجم

مخطط حجم متغايرات الأخيلية على ارتفاعات تتراوح من سطح البحر إلى 3000 متر فوق سطح البحر، حصلنا على منحنيات «متخبطة» متداخلة مع بعضها البعض. وُجدت نفس الهندسية المتعرجة المعقدة في مخططات سطح المساحة الكلي للأوراق، وعدد الأوراق الكلي، ومتوسط حجم الورقة كدالة لرطوبة التربة في نبات Polygonum persicaria (إبهام السيدة المرقط) (Syltan and Bazzaz,1993). وجدت أيضًا في المملكة الحيوانية منحنيات متشابكة مشابهة للأنماط الجينية المختلفة، مثلًا في عدد الأهلاب bristles البطنية في ذبابة الفاكهة كتابع لدرجة حرارة المحيط خلال النماء، ووجدت في معدل إنتاج بروتينات غشائية معينة في الجهاز المناعي لأنماط جينية بشرية مختلفة كدالة للتعرض المبكر للحيوانات الداجنة (Eder et al., 2004; Martinez, 2007; von Mutius, 2007).

دراسة هذه الأنماط الظاهرية اللدنة، و«الجينومات اللدنة» [هكذا وردت][19] وصفت على أنها «صورة بديلة» للصورة التقليدية للتكيفات الدقيقة النوعية للنمط الجيني (Bradshaw and Hardwick, 1989)[20].

أصبح من الواضح أن الحالات المدونة في الكتب المدرسية للانتقاء الطبيعي (مثل الحالة الأكثر جدلًا والتباسًا للاسوداد الصناعي والعث المنقط، Biston betularia)، ليست ممثلة للعمليات التطورية العادية في البيئات العادية (Pigliucci, 2009a)، وخاصة للصفات المعقدة التي تخضع لسيطرة عدة جينات.

الانطلاق من الحالات المدرسية للانتقاء الطبيعي، ومن الوراثة المندلية البسيطة (أن طفرة جينية واحدة تنتج حالة مرضية واحدة)، قد حل محلها في السنين الأخيرة التآثرات الجينية البيئية متعددة الأوجه لمجموعة مختلفة من الصفات المعقدة، والأمراض المعقدة، (مثل حالة الربو)، والتي لم توصف بعد عبر التحاليل متعددة العوامل، والطرق الإحصائية، والآليات البيولوجية (Vercelli, 2008).

لا زال هذا المجال في حركة مستمرة، لكن هنالك إجماع على أن الدور التطوري

للصفـات اللدنة، والأنمـاط الجينية اللدنـة، يبعد عن صورة المذهـب التكيفي- التدرجـي الداروينـي الجديد المعياري - من عدة أوجه، وتسـلق التلال المسـتمر، وعلاقات التلاؤم المتعدية، بأفضل الأحوال هي الاستثناء، وليست القاعدة.

استنتاجات وتنبيه

يكفينـا هـذا العرض القصير للأشـجار، والـذي لا نريد أبـدًا أن يحجب رؤية الغابة. الفكرة التي يجب تذكرها هي أنه: من الممكن تصور بدائل جدية للإجماع الداروينـي التقليدي الذي ينص على أن التطور عملية تدرجية أساسًـا حيث تتولد تغيرات صغيرة في الأنماط الظاهرية عشـوائيًا، ومن ثم ترشّـح عبر القيود البيئية. فهـذا الـرأي خاطئ جـدًا، لأنه وحسـب افتراضنا إن كانـت التغيرات العشـوائية المفترضـة تقيدها بقوة فعليًا البنى الداخليـة للكائنات المتطورة. ولا حاجة لنقول إنه كلما ازداد التأكد من صحة القصة الداخلية، قل الاعتماد على الانتقاء الطبيعي. بل لقد لاحظ رون أموندسـون Ron Amundson (2006) بشـكل ملائم أن لدى الداروينييـن الجدد ميـلًا غير محظوظ لرؤيـة القيود الداخلية على أنهـا «مثالية». لأسـباب سـنوضحها في القسـم الثاني (خاصة فـي الفصل 6)، يبدي السـلوكيون في علم النفـس رد فعلٍ مماثل، معارضين كل الإشـارات للبنى والعوائق الإدراكية الداخليـة. إذا كانت تلك «مثالية» فلتكن كذلـك. أما نحن فنعتقد أنها مجرد مذهب طبيعي عادي.

تنويه

مـن الإنصـاف الإقرار بأن معظـم البيولوجيين الذين استشـهدنا بهـم هنا، بما فيهم العديد من مكتشـفي هذه المسـتويات المعقدة جدًا من التنظيمات الداخلية، مازالوا إلى اليوم يعتقدون بالانتقاء الطبيعي[21] على أنه هو المحدد لمسار التطور بامتيـاز، بل يعتبر معظم المدافعين بقوة عن الداروينية الحديثة أن هذه النتائج التي استعرضناها ليست إلا دعمًا إضافيًا للانتقاء الطبيعي. (نعترف بعدم فهم ذلك لكن انظـر إلى التبادل الهش حول علم نفس التطور بين روبرت ليليتر وهانتر هونيكات (2003أ، 2003ب)، ومـن الطـرف المقابل جون توبي وليدا كوسـميد وكلارك إتش. باريت (توبي وزوملاؤه، 2003)[22].

ليكليتـر و هونيـكات متهمان بـ «تقديـم نتائج وآراء عادية مقبولـة عمومًا على مـر العقود كما لو أنهما أنشـآ «ثورة مفهوميـة» غيرت النظرية التطوريـة والنمائية المعاصـرة. ونتوقـع أن نُتّهم بذلك أيضًا. لكن تذكر: أن مجـرد الإقرار بنتائج هي عبـارة عن أمثلة معاكسـة لنظريـة ما لا تجعـل النتائج تختفي. وأحـد الأمور التي تحصل للنظريات التي تسبق زمنها هو أنها تنتقد حتى الموت «بالنتائج الروتينية». بل لقـد لاحظنا كثيرًا أنه في كلا المنشـورات والمحادثات، هنالك اختلاط كامن بيـن ما هـو متوافق مـع أو داعـم للتطور، وبيـن ما هو متوافـق أو داعـم للتكيفية الداوينية الحديثة (من أجل حالة واضحة، انظر كوين، 2009). التكيفية هي الآلية (الافتراضية) للتطور، وهي متوافقة مع ما كنا نقوله من أن داروين كان محقًا حوله، لكنه أخطأ بالأمر الآخر، وهذا في الواقع ما نراهن عليه.

لكـن في هـذه المرحلة من عرضنا، نحن جاهزون لتسـوية الموقف. تشـير أنواع النتائـج التي اسـتعرضناها إلـى أن حالة الداروينيـة الحديثة أقل يقينيـة، وأن التكيفية

ليســت ما يدعونه في منطقة الغرب الأوســط من أمريكا «مجرد نظرية»، لكنها ليست أمرًا عقائديًا أيضًا، وفي هذه الحالة، هنالك ضرورة لمزيد من الحجج، ولدينا المزيد في جعبتنا.

ســنقول حاليًا إنه، إلى جانب المشــاكل التــي ترافق النتائج التجريبيــة، فإن نظرية الانتقــاء الطبيعي معيبة داخليًا، فليســت البيانات ملتبســة فقط، بل يوجد شــقوق في الأساسات.

[انتهى الفصل الثالث]

الفصل الرابع

كثير من القيود،
كثير من البيئات

رُفعت في السنوات الأخيرة كثير من التوصيات لإعادة النظر في الانتقاء الطبيعي في كثيرٍ من المجالات، وكذلك لتنقيح التفكير الداروينى الحديث القائل بأنَّ كلًا من الأفراد، والجمهـرات ككل، هي الوحدات الوحيدة للانتقاء، حيث تحصل كثير من التنافسـات، والعمليات الانتقائية، والتضافرات أيضًا، على مسـتوى المورثات، والصبغيات، وكامل الجينوم، وكامل المسـتوى فـوق الجيني، والخلايا، والأنسـجة النامية، والمجموعات ذات القرابـة فيمـا بينها والمجتمعـات والمجتمعـات المحلية، وكذلك على مسـتوى الكائنات والأحياء طبعًا. يظهر كلٌ من هذه المستويات تحركات محددة، وظواهر تتصل مع المستويات الأدنى والأعلى منها والملاصقة لها مباشرة (Michod, 1999).

ويلخص هذا الفصل بعضًا منها.

الانتقاء دون تكيف

بالترافـق مع التطورات والاكتشـافات الأخيرة التي راجعناها مؤخـرًا، نأمل أيضًا التطرق للغز (وفق المصطلحات الرسمية للداروينية الجديدة) الذي ظلَّ قائمًا لعقود، رغـم أنَّه كان مهملًا تقريبًا أساسًـا حتى وقتٍ قريب. وكما فـي القصة المثيرة المؤدية لاكتشاف الشابيرون chaperone HSP90 التي ذُكرت سابقًا، لها قصصٌ لاحقة مثيرة للاهتمام يستحق الأمر ذكرها، على الأقل من حيث الجوهر.

أظهـر عالم الأجنة والجينات البريطاني المذكـور أعلاه «كونراد هال وادينجتون» Conrad Hal Waddington في خمسينيات القرن العشرين أنَّه - وتحت شروط بيئية غيـر عادية -، وبتكـرار الانتقاء الاصطناعـي، يمكن ظهور أنمـاط ظاهرية لا تربطها ببيئاتهـا هذه أي علاقة تكيفية. ومن الأمثلة على ذلك، أنَّه عندما أُخضع عددٌ قليل من السـلالات البرية لذبابة الفاكهة في مرحلة البيضة ولعدة أجيال متتالية لأدخنة الإيثر، نمـى لهذه الأجيـال زوجٌ ثانٍ من الأجنحة (زوجٌ صغير جدًا فـي البداية). وبالتهجين الانتقائـي المتكرر لهـذه المتغيرات جيلًا بعد جيل، وتعريض السـلالة مرارًا وتكرارًا

لدخـان الإيثر في مرحلـة البيضـة، زاد عدد الأفـراد الناتجة التي تمتلـك هذا الزوج الإضافي من الأجنحة (أي أصبح لها زوجان من الأجنحة بدل الزوج الواحد).

يتألـف الزوج الثاني من جُنَيحين صغيرين، بدلًا مـن براعم أجنحة صغيرة تكون فـي النوع البـري، ويدعى أرسـنة halters [1] في النهايـة وبعد أن عوملـت كثيرٌ من الأجيـال بالطريقـة ذاتها، وهجنت مـع بعضها، لاحظ «كونراد هـال وادينجتون» أنَّ الأفراد التي ظهر لها زوج إضافي شـاذ aberrant من الأجنحة أمكنها إنتاج سلالات لهـا هذه الأجنحة، دون الحاجة لتعريض البيوض لدخـان الإيثر، فأصبح هذا النمط الظاهري مستقرًا.

يمكننا ملاحظة أنَّه من المستحيل تمامًا للانتقاء الطبيعي خلق هذا الزوج الثاني من الأجنحـة، ذلك أنَّـه ليس هنالك تنوع تلقائي في هذه الصفـة. وقد أجرى كونراد هال وادينجتون وزملاؤه عمليات مشـابهة، وحصدوا نتائج مشابهة، تتضمن عددًا متنوعًا من الصفات المختلفة. فمن التغيرات الأخرى المثيرة للاهتمام مثلًا ظهور عيون كبيرة للغاية - على غير العادة - لذبابة الفاكهة البرية، بعد أن رُبيت في حرارة عالية مع تهجين السلالة الناتجة، وبعملية استمرت لأجيال عدة. (Waddington, 1956, 1957).

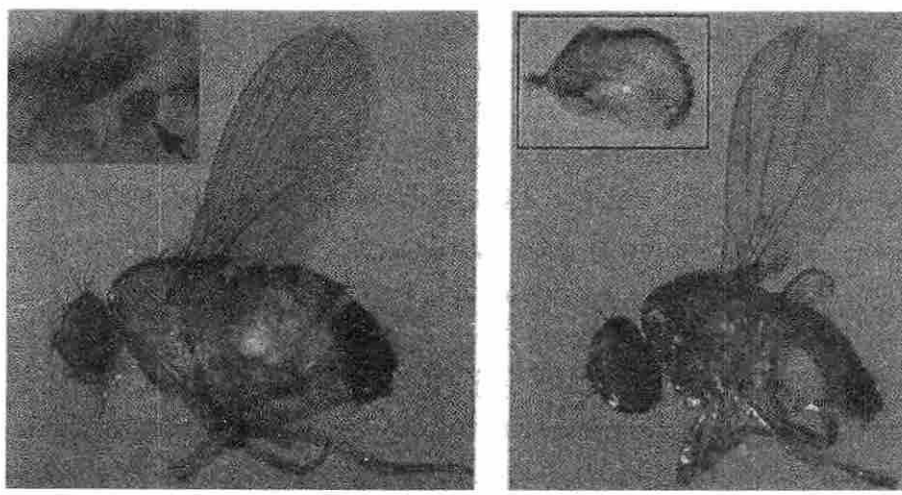
وبعد القيام بالتهجين الانتقائي لعدة أجيال اسـتقرت هذه الأنماط الظاهرية أيضًا، ولوحظ اسـتمرار ظهورها حتى عندما ربيّت هذه السـلالة المسـتقرة في ظروف بيئية طبيعيـة، وقد سـمى كونراد هـال وادينجتون هـذه الظاهرة بـ «الاسـتيعاب الوراثي genetic assimilation».

إنَّ السمة العامة لهذه القصة هي كالتالي [2]: صفة ليس لها تنوع في الحالة العادية، لكن إذا غيرتَ نظام النمو تغييرًا كبيرًا مفاجئًا بطرق مناسـبة، سينتج لك بعض الأفراد بسـمة غير طبيعية، وإذا جعلت هـذه الأفراد تتكاثر - ومرة أخـرى ضمن ذلك التغير الكبيـر والمفاجئ في الظـروف البيئية - في بداية نموها يصبـح التأثير أكثر وضوحًا، ويتأثـر المزيد منهم، جيـلًا بعد جيل. وفي النهاية تحصل علـى عدد كافٍ من الأفراد

المعدلين، تنتج بعض ذرياتهم الصفة الشاذة دون تطبيق ذلك التغير الكبير والمفاجئ في البيئة[3].

ليس هنالك أي عملية قابلية التبادل بين التفاعلات مع الاضطرابات الداخلية والخارجية. يمكن أن يكون زوج الأجنحة الإضافي الصغير الظاهر هنا (في الصورة على اليمين) نتيجة طفرة (تفاعل داخلي) في جين رئيسي (يسمى Ubx، نسبةً إلى ultra-bi-thorax)، أو نتيجةً للمعالجة بالإيثر (تفاعل خارجي) الذي قام به كونراد هال وادينجتون، والموصوف في النص.

© Nipam Patel, from Barton et al.



تكيّفية واضحة، وإذا تحدثنا بإنصاف فإنَّ العلاقة بين هذه البيئات وهذه الأنماط الظاهرية علاقة محيرة[4].

يتضح أن هذه البيانات كاشفة للغاية من وجهة نظر جينية وفوق جينية ونمائية إلا مؤخرًا (Rutherford and Lindquist, 1998; Queltsch et al., 2002; True et al., 2004; Sangster et al., 2008)، فقد كشف كونراد وادينجتون عن وجود طفرات

صامتـة تتراكم فيمـا يدعى الآن بـ «المخـازن أو المكثفات التطوريـة evolutionary capacitors»، ورغم وجود بعض الاختلافات في الإجراءات التجريبية إلا أنَّ النتائج كانت متشابهة جدًا.

في الحقيقة طبَّق كونراد وادينجتون بيئة نمو غير عادية (الإيثر أو الحرارة المرتفعة)، ثم جعل التكاثر انتقائيًا لكثير من الأجيال، في حين قامت سوزان ليندكويست Lindquist وزملاؤهـا بتطفير جين HSP90 دوائيًـا. وفي كلتا الحالتين فإنَّ التعبير عن الأنماط ذات الصلة الظاهرية اليوم له أهمية مركزية في علم الوراثة والمستوى فوق الجيني.

مـا نأمل التركيـز عليه هو الافتقار لأي علاقـة تكيفية جلية بين مثـل هذه الأنماط الظاهـرة والبيئـة المختـارة، فالمصطلحات المسـتخدمة، مثل مصطلـح «المتانة أو الاسـتقناء canalization» (الـذي يعـود إلـى كونـراد وادينجتـون)[g]، و«المخـزن والمكثـف الجينـي capacitor» (والـذي يعـود لسـوزان ليندكويسـت Lindquist وفردريك سانغر Sanger ورذرفورد Rutherford)، تظهر هذه المصطلحات اختلافًا كبيرًا عن الصورة الرسمية للداروينية الحديثة.

يُفترض لتحقيق تفسـيرات الداروينية الحديثـة أن تتوافق بدقة منذ البدء مع قصة التجارب العمياء وحدوث الأخطاء، وأن تشـتق سـريعًا صلـةً «رائعة» «مذهلة» بين النمط الظاهري المتطور، ومتطلبات البيئة الخارجية[5].

لكن وبخلاف ذلك، لا تشـير أنواع الحالات المسـجلة هنا إلى معالجة تكيفية؛ ونتيجة لذلك فقد نُسيت - ولدرجة كبيرة - حتى ظهور علم المستوى فوق الجيني، والذي أعاد إحياء الاهتمام بتجارب كونراد وادينجتون.

الـدرس الذي يجب تعلمه من مثل هـذه الحالات هو أنَّ البيئات غير الاعتيادية، والعمليات الانتقائية التي جرت فيها (والتي كانت بصنع صانع هنا، لكن طبيعية في غيرهـا)، تنتج أنماطًـا ظاهرية متنوعة، بعضها غير قاتل، لكنَّها أيضًا ليسـت تكيفية،

(g) المتانة أو الاسـتقناء canalization هي مقياس لقدرة التجمع الأحيائي على إنتاج نفس النمط الظاهري بغض النظر عن تنوع بيئته أو نمطه الجيني. - المترجم

ويستحق التركيز على أنَّ «المعلومات» التي تقدمها مثل هذه الأنماط الظاهرية عن البيئة التطورية التي ظهرت فيها غير مباشرة للغاية، أو معدومة.

القيود على الانتقائية وبروز الحدث العرضي

كما رأينا توجد جميع أنواع القيود الداخلية على التكيف، كما أنَّ هنالك قيودًا خارجية لا تعمل وفق الانتقاء الطبيعي، ولطالما كان هذا معترفًا به في علم وراثة السكان، حيث تركز كتب التدريس النموذجية على تثبيت السمات الظاهرية في الجمهرات الصغيرة من خلال الانزياح الجيني العشوائي، والانتقاء المعتمد على التكرار، والانتقاء المعتمد على الكثافة، وهلم جرا[6].

هنالك على سبيل المثال حالاتٌ واضحة مفحوصة بدقة، قام فيها الحجم السكاني الإجمالي بوظيفة تأقلم (من بين كثير من المتغيرات الأخرى)، وكذلك عندما كان هنالك «اعتلاءٌ للوفرة the ascent of the abundant»؛ وهي حالات يمكن أن تكتسب الأنماط الظاهرية المتوافرة فيها ميزةً تطورية بغض النظر عن ملاءمتها (Cowperthwaite et al., 2008). وإنَّ التفاعل شديد التعقيد لكل هذه العوامل، وللقيود الداخلية، وللانتقاء الداخلي، والانتقاء الخارجي، يمكن القول عنه إنَّه أساس التطور، وهو قصةٌ مختلفة عن تلك التي تحكيها الداروينية الحديثة التقليدية، وهو أكثر تعقيدًا بأشواط عديدة.

الجراثيم والسكاكر والنهايات المسدودة

إنَّ مما يستحق ذكره هو حالة بسيطة نموذجيًا paradigmatically اكتُشفت مصادفةً في أحد أهم النماذج الحيوية التجريبية على الإطلاق:

وهي عن جراثيم الإشريكية القولونية المعوية. هي حالة نموذجية، ذلك أنَّ الجراثيم هي الكائنات الأبسط المتوفرة والمتوالدة ذاتيًا (تحتاج الفيروسات

للجراثيم أو الخلايا للتكاثر)، ولأنَّ العمليات الجارية مبسطة جداً، ولأنَّ الوظيفة التي يتركز فيها الانتقاء هي أبسط وظيفة يمكن تخيلها: الهضم الأنزيمي (التخمير fermentation) للسكريات (Hall, 1978, 1981)[7].

تمضي القصة على النحو التالي: وجدنا في التنوع الحاصل طبيعيًا (النمط البري) للإشريكية القولونية أنزيمًا (يدعى ebgA)، «يهضم» (يخمر) السكر الموجود طبيعيًا اللاكتوز (سندعوه السكر 1)، لكن لا يمكنه هضم السكاكر المشابهة المختلفة عن اللاكتوز (مثل اللاكتولوز، وسندعوه السكر 2، واللاكتوبيونات، وسندعوه السكر 3). كما أنَّه يوجد أيضًا الجين (ebgR) الذي ينظم اصطناع هذا الأنزيم.

الهدف المبدئي للانتقاء المخبري المباشر في هذه التجربة (لاحظ وصف، «مباشر») كان الحصول على جراثيم مغايرة تستطيع أن تخمر أيضًا السكر 3، إلا أنَّ محاولة الانتقاء باءت بالفشل.

ثم قام الباحثون بخطوات تراجعية، وجرت محاولة لانتقاء - بخطوة واحدة في كل مرة - سلالات جرثومية يمكن أن تخمر السكر 2، وجربوا طرقًا متنوعة إبداعية للغاية حصل فيها انتقاء متسلسل، ثم وصلوا في النهاية إلى النتيجة المطلوبة، ولكن نتجت أيضًا كثيرٌ من «النهايات المسدودة» [كما ورد].

وبعد الحصول على سلالات منتقاة تحمل التغاير المرغوب (غير المنتظم) للجين المنظم (الحصول على سلالات يمكنها هضم كل من السكر 1 والسكر 2)، أجروا محاولات لانتقاءٍ مباشرٍ للسلالات التي يمكن أن تهضم السكر 3 أيضًا، لكن لم يحالفهم الحظ؛ كانت المشكلة هي أنَّه لا يمكن أبدًا أن يطرأ على السلالات القادرة على تخمير كلٍ من السكر 1 والسكر 2 طفرات تمكنها من تخمير السكر 3.

في الحقيقة عند الاختيار من سلالة السكر 1، يجب حينها إبعاد كل الطفرات التي يمكن أن تستفيد من السكر 2 والتخلص منها، وإلا لن يحصل المرء أبدًا على أي طفرات في البكتيريا تمكنها الاستفادة من السكر 3. لاحظ أنَّ هذه البكتيريا لم تكن على اتصالٍ مع السكر 2 أبدًا[8].

إنَّ سلالات السكر 1 و 2 في الواقع نهايات مسدودة تجاه استخدام السكر 3، ولا يمكن تغيير ترتيب تلك الخطوات الانتقائية. علاوة على ذلك اتضح أنَّ بعض الطفرات ذات الفعالية المثالية للوظيفة السابقة هي نهايات مسدودة لمزيد من التكيفات نحو الوظيفة الجديدة.

وهكذا فإنَّ الانتقاء بهدف الوصول إلى وظيفة جديدة (بتغييرٍ مخططٍ لوسط النمو) يخفض أحيانًا كفاءة الوظيفة القديمة، ولا يكون التكيف الأفضل للوظيفة القديمة هو التكيف الأفضل للوظيفة الجديدة، والعكس converse ليس صحيحًا؛ أي أن التكيف الأفضل للوظيفة الجديدة هو أيضًا التكيف الأفضل للوظيفة القديمة.

بعض الدروس من هذه الحالة النموذجية فائقة البساطة

في القصة أعلاه نعلم تمامًا ما حصل اختياره، وكيف ومتى و«لمَ»، لأنَّ ذلك كان انتقاءً اصطناعيًا قام به تجريبيون أذكياء، ونشروه بالتفصيل، لكن حصل انتقاءٌ أيضًا لسمات أخرى (غير مرغوبة في هذه الحالة)، مع عدم إمكانية حصول خلاف ذلك. كان الانتقاء للسكر 1 فقط يعطي بالنتيجة بعض سلالات الجراثيم التي تحمل أيضًا القدرة على هضم السكر 2، وفي علم المصطلحات المؤسس جيدًا، والذي سنعود إليه فيما بعد، فإن القدرة الثانية هي «راكب مجاني free-rider» على الصفة الأولى، ولو لم تمثل إعاقةً غير متوقعة للاستخدام الإضافي للسكر 3، فسيرحب بها كميزة جديدة. إنَّ هذه القدرة الإضافية مفيدة على الورق؛ لأنها تمكّن من الاستفادة من نمطين من السكر بدلًا من سكرٍ واحد، وهي أشبه بإضافة تطورية، لكن للأسف، رغم هذا، منع ذلك كل احتمالٍ ممكن لاستخدام السكر 3.

في المختبر حُدد هؤلاء «الركاب المجانيون»، وجرى التخلص منهم؛ ففي بيئة المختبر يمكن عزل هذه الأنماط الظاهرية المتوازية coextensive مخبريًا لتحديد أيها هو المتكيف فعلًا، وأيها مجرد راكب مجاني، لكن بالطبع لا يقوم الانتقاء الطبيعي

بالتجارب، فإذا كانت سمات الأنماط الظاهرية متوازية الوجود coextensive في بيئة الانتقاء، فعندها إذا انتقي أحدها فستُنتقى كلتاهما.

وسنعيد الكلام لأجل التوضيح، لم تتعرض تلك الجراثيم مطلقًا للسكر 2، لذا قد يكون الركوب المجاني غير قابل للكشف في وسط الانتقاء الأولي (السكر 1). وسنعود لهذه النقطة (راجع الفصل 6).

يكفي أن نقول الآن إنَّ هنالك تماثلاً هامًا وجليًا بين الأنماط الظاهرية، والراكبة المجانية في حالة التدجين domestication. أي ستظهر في الأنواع المدجنة كثير من السمات التي لم ينتقها المربون مباشرةً أبدًا. هذه السمات «رُكَّابٌ بالمجان» على التدجين، لكن بخلاف «النهايات المسدودة» في حالة الإشريكية القولونية، فليس هنالك أي سبب للتخلص منها.

ويحدث الأمر ذاته في الأنواع المهجنة المختلفة كالخراف، والقلطي poodles، والحمير، والأحصنة، والخنازير، والماعز، والفئران، وخنازير غينيا، فكلٌ منها منتقىً صنعيًا لسمة محددة ما (نوعية الصوف، والودية تجاه البشر، وإمكانية استخدامها في التحميل والنقل، وهلم جرا)، ويقدم أيضًا تنوعات قزمة وعملاقة، ولون فراء أبقع، وشعرًا مجعدًا ومتموجًا، وآذانًا مرنة، وغير ذلك الكثير (Trut, 1999).

لكن بالنظر للأمور الطبيعية فهي ليست أبدًا ببساطة الأمور في المختبر، أو في المزرعة؛ فالانتقاء الطبيعي يخضع لقاعدة فليحدث ما يحدث، كما أنَّه من الصعب - وغالبًا من المستحيل - بناء السمة المنتقاة طبيعيًا (هذا إن حصل فعلًا)، و«لمَاذا» بنيت (الغاية منها)، باعتبارها مميزة عن السمات التي هي مجرد راكبٍ مجاني (راجع الفصل 6).

ربما لم تحدث الحالات الطبيعية السابقة القادرة على «التمييز» بين الأنماط الظاهرية المتوازية الوجود، وقد تكون قد حدثت دون أن تُخلف أي أثر.

إنَّ النهايات المسدودة معرضة لأن تكون مثل ذلك تمامًا: ميتة، ولن نعلم أبدًا إذا

ما وجدت أم لا، وكيف ستبدو إذا وجدت حقًا، ولمَ حكم عليها بالفشل.

إنَّ التفكير المنطقي بالحالة المخالفة للواقع Counterfactual (كيف ستكون الحالة لو كان...) لا يتوفر لنا في حالات لا يمكن فيها إجراء تجارب مضبوطة، علاوة على ذلك فإنَّ ترتيب الخطوات الانتقائية قد يكون حاسمًا في الطبيعة بقدر ما هو في هذه التجربة، وربما تعتمد النتيجة النهائية اعتمادًا صارمًا على الصُدف السابقة[9].

في هذه الحالة فقد علمنا ما هي الخطوات المتخذة وبأي ترتيب. يا لحظنا! لكن مجددًا، لا يوجد في الطبيعة طريقة تمكننا من بناء الخطوات وبالترتيب المطلوب. المغزى هنا هو أنَّ تطبيق التكيفية حتى في حالات عنصرية محددة كالجراثيم كهضم السكاكر الثلاثة يترافق مع مشاكل هائلة، ولا تخبرنا هذه الحالات حتى الآن أنَّ الانتقاء الطبيعي لم يحدث، إنما تخبرنا أنَّ التوازي بين الانتقاء الصنعي والانتقاء الطبيعي (ركيزة أساسية في نظرية داروين) خاطئ (وهي نقطة سنعود لها في القسم الثاني).

كما تخبرنا أنَّ قدرتنا على إعادة بناء تقلبات vagaries للانتقاء الطبيعي محدودة للغاية، وذلك على أقل تقدير. الحالة الأكثر تعقيدًا بكثير هي تطور الأنواع الأرقى متعددة الخلايا مع كل القيود الداخلية المعقدة، والتفاعلات الجينية، والتي غالبًا ستجعل إعادة بناء الصفة مستحيلًا، ما لم يمكن التلاعب بأنظمة النماذج (بالأنواع الحقيقية) وراثيًا في مختبر، واستخلاص إمكانية القياس على الأحداث التطورية الممكنة، (للاطلاع على إحدى أولى إعادات البنى هذه وأكثرها إقناعًا انظر Ronshaugen et al., 2002).

أنواع جديدة من البيئات

في ندوة مئوية centenary symposium أقيمت تكريمًا لإرنست ماير Ernst Mayr (لكن طرحت منظورًا مختلفًا تمامًا عن منظوره) ركزت ماري جين ويست إيبرهارد Mary-Jane West-Eberhard على المرونة النمائية، وماري ممثلة

بـارزة لـ «علم الأحياء الإنمائي التطـوري evo-devo»، دعت لنأخذ بالاعتبار نوعًا مختلفًـا تمامًا من «النزعة البيئية»؛ ليسـت النوع التقليدي والذي يغربل فيه المرشـح الانتقائـي فائق القوة التنوع الجيني السـابق للوجود، إنما بيئـة تبدأ تغيراتٍ جينيةً من خلال مضاعفة المرونة النمائية (وسنعود لهذا الموضوع لاحقًا):

يتضمن التغير في تكرار سـمة ما التأقلم الجيني للعتبـة، أو قابلية liability التعبير عن سـمة مبتكرة، وهي عملية تتلو ظهور تلك السمة، ولا توجه بالأحرى تغير النمط الظاهري.

وبخـلاف المعتقد الشـائع فقد يكون للصفـات المسـتجدة novelties المبدوءة بيئيًـا إمكانية تطورية أعظم من تلك المحفـزة بالطفرات، وبذلك ربما تكون الجينات فـي أغلـب الأحيان توابع بدلًا مـن أن تكون قادة في التغير التطوري. يمكن أن تنشـأ اختلافات الأنواع قبل العزل الإنجابي، وتسـاهم بعملية الانتواع speciation نفسها، لذلك يمكن أن يسـتفيد علم وراثة الانتواع من دراسات التغيرات في التعبير الجيني، إضافـةً للتغيرات فـي التكرار الجيني، والعـزل الجيني...، وهنالك أدلـة كثيرة تُظهر أنَّ الصفة المسـتجدة فـي النمط الظاهـري phenotypic novelty هي ولدرجة كبيرة إعادة تنظيم لما كان سـابقًا، بـدلًا من أن يكون نتاج جينات مبتكـرة، حتى ولو بدأت إعادة التنظيم بطفرة، بجينٍ له تأثير أساسي على التنظيم، بانتقاء يمكن أن يؤدي لتأقلم accommodation جينـي، أي يتبـع التغير الجيني حالة إعـادة تنظيم النمط الظاهري ويتوجه به.

West-Eberhard, 2005, pp. 6543, 6547

الرسـالة هنا هـي أنَّه يجب تصحيـح الفكرة عن ما الذي تشـمله «بيئـة» ما، وعن العلاقـات بين العوامـل الداخلية والخارجية فـي التطور، يجـب تصحيحها جذريًا. وستؤكد مجموعة الظواهر التي سنراها سريعًا لاحقًا ذلك.

المستوى فوق الجيني والتطبع الجيني imprinting

هنالك عمليات مختلفة من التعديلات الكيميائية الموضعية الصارمة الدقيقة (تدعى تقنيًا: المتيلة، والفسفرة، والأستلة... الخ) تستهدف طبيعيًا البروتينات المكونة للهيستونات، وهي البكرات المضاعفة المتكررة التي يلتف حولها الدنا (الحمض النووي منقوص الأوكسجين DNA) في الصبغيات؛ مشكلةً ما يعرف بـ «الكروماتين».

لم يكن تشابه الكتابة بين «الكروماتين» و«الكروموزوم» (الصبغي) صدفةً إطلاقًا، حيث أنَّ الصبغيات تتشكل من خيوط طويلة مستمرة للدنا المطوع annealed حول بكرات الكروماتين، وإنَّ التأثير النهائي لهذه التعديلات الكيميائية الحيوية واسعة الانتشار ubiquitous على البروتينات المشكلة للكروماتين هو إما جينٌ معرضٌ فيزيائيًا لمكنات المعالجة في الخلية، مفعلةً إياه، أو جين مدفون ضمن أخاديد الكروماتين، يمتنع التعبير عنه. لذا يمكن أن تكون المواقع المحددة على طول حلزون الدنا الطويل جدًا هدفًا لمثل هذه التعديلات الكيميائية الميكروية[10]، خصوصًا عملية المتيلة، ما يؤدي لآلية إضافية وغاية في الأهمية للتنظيم الجيني[11].

إنَّ الجينات - وربما كامل الجينومات - عرضة لكثير من التعديلات الكيميائية الحساسة الدقيقة واسعة الانتشار أثناء النمو، ثم بعدها خلال حياة البالغ أيضًا، ويشمل تأثير مثل هذه التعديلات على الجينات، والجينومات المنقولة من الأم أو الأب (خصوصًا عند الثدييات) ما يسمى تقنيًا «التطبع» الأبوي للجينات.

هنالك ما يقارب 80 مورثة متطبعة معروفة في الوقت الحاضر في الفئران، ويميل معظمها ليحدث ضمن مجموعات (عناقيد)، وقد كُبتت فعاليتها أو أُصمتت في نموذج أبوي محدد، كما قد سجلت تقارير حول كلٍ من التطبع الآتي من الأب ومن الأم.

يدعى التتالي القصير للرنا الذي لا يرمز للبروتينات، خصوصًا عوامل تنظيم الجينات التي ذكرناها سابقًا، الرنا الميكروي، وهو الذي يتأثر خصوصًا (Peters and Robson, 2008). وقد أظهرت الدراسات الأخيرة على توائم

بشـرية متطابقـة (من بيضة واحـدة «متماثـل اللواقـح»)، أو توائم بشـرية كاذبة (من بيضتين)، أنَّ تأثير مشـاركة البيئة المشيمية نفسها يضاف لتأثير مشاركة الجينات ذاتها (Kaminsky et al., 2009).

إن تأثيرات هذه التعديلات الكيميائية على الجينات - والتي تعطي أنماطًا ظاهرية مختلفة رغم تطابق الدنا الجيني - قد دُرسـت في الواقع دراسـةً مكثفة، وقد أنشـأت مجـالًا كاملًا لاسـتقصائه يدعى «المسـتوى فـوق الجينـي»، (حالياً يشـمل أدبيات علمية واسـعة، وللاطلاع على معالجة شاملة للموضوع راجع [Allis et al. 2006]، أمـا للاطـلاع على ملخصـات مبكـرة سـهلة الوصـول لهـا راجـع [Pray 2004]، ولمزيـد مـن المعالجـات المحـددة راجـع [Rutherford and Henicoff 2003]، و[Vercelli 2004]).

وقد أشـير لإمكانيـة توريث بعض هذه التعديـلات فوق الجينية عنـد القوارض، بمـا يؤكـد نزولهـا إلى الجيـل الثانـي، ومـن الممكـن وصولها إلـى الجيـل الرابع (Anway and Skinner, 2006؛ Jirtle and Skinner, 2007).

وعند البشـر سـجلت حـالات محتملـة للتوريث فـوق الجيني للعقـم الذكري، وقابلية الإصابة بأمراض أخرى، أما الحالة الأوضح والأكثر دراسـة لإمكانية توريث التعديـلات فوق الجينية عند البشـر، فقد قدمتها المجاعة الهولندية المأسـاوية، التي سببتها النازية في شتاء عامي 1944 و1945.

فالنساء اللواتي ولدن في تلك الأشهر ولدن أطفالًا بوزن وطولٍ أقل من الطبيعي. الحقيقة المفاجئة هي أنَّ حفيداتهنَّ الآن - رغم تغذيتهنَّ المثالية - بقين يلدن أطفالًا بوزن وطولٍ أدنى من الطبيعي، وأظهرت حالة أخرى من السويد أنَّ الجينات المتطبعة تعد جينات مرشـحة جيدة، ذلك لأنَّها تتواسط التأثيرات على النمو المرتبطة بالغذاء، والمنتقلـة عبر الأجيال. وفي هـذه الحالة هنالك أيضًا تطبيع أبـوي محتملٌ أنَّه ينتقل بالنطاف (Pembrey, 2002).

وفي تحليلٍ لتسجيل طويل حول التأثيرات الغذائية الباكرة على الوفيات المتعلقة بالسكري، والجهاز القلبي الوعائي أجراهُ كلٌ من كاتي Kaati، ولارس بيغرن Bigren، وإدفينسون Edvinsson، من جامعة أوميو Umea، استفادوا فيه من سجلات الحصاد السنوية من مجتمع منعزل في شمال السويد تعود حتى عام 1799، وذلك لاستكشاف تأثيرات توفر القوت عبر ثلاثة أجيال (Kaati et at., 2002).

كانت ندرة الغذاء في فترات الأجداد حيث كان النمو بطيئًا مرتبطةً جوهريًا بمعدلات بقاءٍ مطولة بدرجة ملحوظة عند الأحفاد لعدة سنوات، في حين أنَّ توفر الغذاء كان مرتبطًا بقصر مدة حياة الأحفاد بدرجة كبيرة، كما توافقت البيانات المعاكسة مع الدور فوق الجيني لتغذية الجدات. يبدو أنَّ الخطوات الحاسمة في العملية هي الحالة الغذائية أثناء تشكل النطاف في الأجداد، وتشكل البيوض في الجدات (Kaati et al., 2002)[12].

وقد تبنى أحد رواد مجال المستوى فوق الجيني (راندي جيرتل Randy Jirtle من جامعة ديوك) استعارةً تشير إلى أنَّ الجينوم أشبه بـ «العتاد hardaware» في الحاسوب، بينما التعديلات فوق الجينية هي أشبه بـ «البرمجيات».

تحدث في الواقع تعديلات النمط الظاهري هذه دون أي تغير في الدنا المقابل، وذلك أشبه بكثير بإمكانية برمجة نفس العتاد ليُشغل برمجيات مختلفة.

وقد وضحت بيانات حديثة من كانون الثاني لعام 2009 (Tariq et al., 2009) بالتفصيل التأثيرات التي اكتشفها أساسًا وادينجتون، وقد أكَّدت البيانات السابقة لجون إم رندل John M. Rendel توقعاته (انظر أعلاه)، حيث ترتبط الشابيرونات مثل الشابيرون HSP90 بشبكة فوق جينية، تتحكم بطرقٍ خلوية ونمائية أساسية، مع نظامٍ يتحسس الإشارات الخارجية (الصدمات الحرارية على سبيل المثال)، فيفسر حصول ضرر في عملية الاتصال هذه ظهور السمات الشاذة، والتثبيت السريع نسبيًا لها تحت الصدمة، ويتبعها التهجين الانتقائي. وبعد قرابة 50 سنة، لم يعد هنالك من سبب لاستمرار الحيرة

(لا نقول شكوكاً) التي ترافقت مع التجارب الأصلية لوادينجتون، وما سمَّاهُ تسمية ملائمة بـ «الاستيعاب الوراثي أو التمثل الجيني genetic assimilation»، و«المتانة الجينية»، يُشرح الآن من خلال آليات جزيئية معقدة ومنظمة ميكانيكيًا بطريقة مثالية.

لم تحسم بعد إمكانية توريث التعديلات فوق الجينية، ولا نعلم حتى الآن كيف سيبدو الميراث فوق الجيني المتكرر والمعمم، وفيما إذا كان سيثبت بامتلاكه تأثيرات وراثية حتى في الأجيال التالية للجيل الثاني. ونتيجة لذلك فقد أزال هذا المجال الحيرة (المفرطة برأينا) والتي سببها الخوف من عودة اللاماركية Lamarckism، وخصوصًا في بعض التقارير المعممة[13].

الجينات القافزة ونقل الجينات «أفقيًا»

نأمل أن نُدخل في هذا الملخص لمحةً عن التفاعلات اللادارونية واللاانتقائية بين الكائنات، والأنواع المختلفة من البيئات، (بما فيها البيئات الداخلية)، وهي ظاهرة حاسمة تطوريًا واسعة الانتشار، وقد كشف الغطاء عنها في السنوات الأخيرة: نقل الجينات «أفقيًا».

ويقصد بها تبديل الجينات التي يمكن أن تأخذ دورًا، لكن ليس بالطريقة الرسمية للداروينية، أي ليس بانحدارها من جيل إلى آخر، (الانتقال في تلك الحالة يدعى «عموديًا»)، إنما بين الكائنات الموجودة معها في زمنها، يمكنك القول جنبًا إلى جنب (ولذلك تسمى «أفقيًا»).

للانتقال الأفقي مكانه ضمن العملية المشابهة تقريبًا للطريقة التي تصيب بها الفيروسات الخلايا الحية، وبالمقابل فإن الحالة المتعلقة بالتطور هي الحالة المتتالية التي ينتهي فيها الأمر بهؤلاء «الدخلاء» الجينيين الغرباء بإدخال أنفسهم دخولًا دائمًا في جينوم نوعٍ ما من الكائنات، ثم الانتقال «عموديًا» بالطريقة الدارونية الرسمية عبر الأجيال المتعاقبة.

وقد كان أول من اكتشفها في الذرة باربرا مكلنتوك (1902-1992) Barbara McClintock في أربعينيات وخمسينيات القرن العشرين، (كوفئ عملها متأخرًا جدًا بجائزة نوبل عام 1983)، وهي ظاهرة واسعة الانتشار. فلقد قُدر أنَّ 45 ٪ على الأقل من جيناتنا تُشتق من مثل هذا الانتقال الجيني الأفقي.

تدعى هذه العناصر الجينية بالمصطلحات التقنية «يُنقولات transposons»، أو عناصر قابلة للنقل (TEs). توجد هذه العناصر عمليًا في كل الأنواع، وتساهم غالبًا بجزءٍ كبير من حجم جينومها، كما تفعل ذلك في نوعنا أيضًا. كما أنَّه يمكنها أيضًا إحداث «الانتقال» أو التنقل بين مواقع مختلفة ضمن الجينوم الواحد.

يدعى أحد أنماط الينقولات الينقول العكوس، وهو ينتسخ للرنا، ثم يُدخل من جديد في الدنا الجينومي، وذلك بعد «النسخ العكوس» للرنا إلى دنا (عملية معاكسة لما شهدناه سابقًا).

والشكل الأكثر شيوعًا من الينقولات العكوسة في الجينوم البشري هو ما يسمى عناصر Alu، والذي يوجد بأكثر من مليون نسخة في كل من جينوماتنا، ويشغل تقريبًا 10 ٪ من كامل تتالي الجينوم البشري. يبدو أنَّها خاصية عند الرئيسيات primates، وما زال دورها المحتمل في التأنيس أو الأنسنة hominization تحت الاستكشاف[14].

هنالك حالة بارزة هي الجهاز المناعي المتكامل full-blown للثديات، ويسمى «تكيفيًا» لأنَّه مضاف على قمة ما يسمى بجهاز المناعة «الفطرية» الموجود مسبقًا في الحشرات، ولأنَّه - وكما نعلم جميعنا - «يتكيف» مع العداوى التي نصاب بها في حياتنا. فهذا الجهاز فائق التعقيد والمكون من مستقبلات ضدية نوعية، وغلوبولينات مناعية، ولمفاويات بائية، ولمفاويات تائية، يبدو أنَّه يدين بأصوله التطورية لصدفة إدخال ينقولين اثنين، يسميان RAG1 و RAG2 (الأخير من المحتمل أنَّه تضاعف قديم لـ RAG1)، ضمن سلف القروش الحديثة، تلاه نوعٌ من الانفجار التضاعفي لتلك الجينات المدخلة، والتي ارتبطت في أصلها مع تضاعف نوعي، ومضاعفة لأجزاء

من الدنا (Agrawal et al., 1998; Hiom et al., 1998; Malecek et ai., 2008).

هنالك اتفاق على أنَّ فهم الأدوار الوظيفية، والتطور، وديناميكيات الجمهرات، للعناصر القابلة للنقل، أساسيٌ لفهم تطور الجينوم ووظيفته. تمثل هذه الإدخالات الناتجة عن الصدفة - على مستوى الجهاز الجيني - حقنًا هائلة لمواد جينية جديدة، متبوعة بمزيد من الانتقالات المتنوعة داخل الجينوم، وبثبات داخلي لبعضها، وبمضاعفة وخسارة جزئية، وبمزيدٍ من الطفرات. تمثل هذه العناصر القابلة للنقل نوعًا من بطاقة تطورية وجينية حرة WILD، وهي في الوقت الحاضر تحت التمحيص الشديد، وما تزال كيفية خضوع هذه العناصر القابلة للنقل المختلفة، في أنواعٍ مختلفة بعد ذلك إلى انتقاء داخلي وخارجي أمرًا مبهمًا[15].

ونرغب في هذا السياق الإشارة إلى أنَّ النقل الجيني الأفقي هو القاعدة في الكائنات الحية المجهرية، وليس الاستثناء، لندلل بذلك على أنَّ فكرة «شجرة السلف» نفسها مشكوكٌ بها. والاستعارة المفضلة اليوم في علم الأحياء الدقيقة لتلك الشجرة أنَّها شجيرة أو شبكة (Doolittle, 1999). كما يُشك أيضًا بالفكرة نفسها - ربما بدرجة جذرية جدًا - فيما يخص شجرة تطور وأصل الحيوانات الأعلى.

مهما يكن من أمر، فإنَّ الإدخال «الأفقي» المتكرر المفاجئ الهائل نسبيًا للمواد الجينية عامل جديد في الصورة الحالية للتطور. لقد كان يستحق ذكره هنا، ذلك أنَّنا نتحقق من عملية تطورية إضافية لم تكن مُتأملة في نموذج الداروينية الحديثة المعياري.

القدرة على التبدل بين التفاعلات نتيجةَ اضطرابات داخلية وخارجية

كما تعلمنا من ماري جين ويست إيبرهارد (انظر أعلاه)، فإن حدوث التغير في تكرار السمة، والتأقلم الجيني لعتبة تكرار التعبير عن سمة مبتكرة، يحدث نتيجةً لتغير النمط الظاهري، بدلًا من أن يكون سببًا له، ويمكن أن تنتشر أيضًا مرونة

التكيفات تجاه المدخلات الخارجية الجديدة انتشارًا جيدًا أيضًا بعد حدوث التغيرات الداخلية القابلة للتوريث.

وعلى وجه الخصوص فقد تكون المرونة النمائية هي ما يسمح بتثبيت تغيرات تطورية تكيفية جديدة، وذلك حالما تحدث بطفرة. ما يثير الاهتمام هو اقتراح أنَّ هذا التأثير قد يكون قويًا جدًا في مجال تطور الدماغ. فمثلًا شرح Kirschner و(2005) Gerhart كيف أنَّ حلق شوارب فئران whiskers يؤثر تأثيرًا «تراجعيًا» متوقعًا على نمط نمو تنظيم الألياف العصبية ومراكز الدماغ المرتبطة بشواربها[16]، وكان هذا نتيجة اضطرابٍ خارجي (حلق الشوارب).

لكن الخلد الأعمى أظهر تناظرًا مثاليًا، رغم أنَّ الأمر في هذه الحالة خَلقي (أي داخلي) بخصوص إعادة تنظيم جهازه العصبي: حيث كان للزوائد اللمسية الحسية للأنف «إسقاطات» على أجزاء القشرة الدماغية، مما ولَّدَ النمط الهندسي ذاته الذي تقوم به شوارب الفئران في الفئران العادية (غير الفأر الأعمى) التي حلق شاربها.

ومن الحالات البارزة الأخرى لقابلية تبادل التأثيرات الناجمة عن مسببات داخلية وخارجية النشوء، هي حالة تحديد الجنس في الزواحف. يوجد عمومًا طريقان لتحديد الجنس: تحديد الجنس جينيًا (GSD)، وهو الحال دائمًا في الثدييات، وتحديد الجنس المعتمد على الحرارة (TSD)، الذي يتكرر وجوده في فقاريات أخرى (مثل الزواحف). يمكن أيضًا أن يكون محدد الجنس هو الكثافة السكانية، وندرة الغذاء، وفروق نسب الوفيات بين الجنسين، من تلك العوامل أيضًا (راجع كتاب ماري جين ويست إيبرهارد لعام 2003 عن حالات تبدل تحديد الجنس جينيًا، وتحديد الجنس اعتمادًا على الحرارة في أنواع متقاربة للغاية عند الزواحف).

يشير توزع تحديد الجنس جينيًا، وتحديد الجنس اعتمادًا على الحرارة، عبر الزواحف للعديد من الانتقالات التطورية المستقلة في آليات تحديد الجنس، وكان يلزم توضيح الأشكال الانتقالية إلى أن شوهدت مؤخرًا حالة واحدة شبيهة بذلك في أستراليا الوسطى Central Australia.

حيث تظهر سحلية التنين الملتحي (Pogona vitticeps) حالة انتقال سلس بين تحديد الجنس الجيني، وتحديد الجنس المحفز بالحرارة (Quinn et al., 2007). وبعكس الثدييات التي تكون فيها بنية الصبغيات عند الأنثى هي XX، وعند الذكر XY، ففي هذا النوع الأفراد ذوو النمط الصبغي ZZ هم ذكور، بينما الأفراد ذوو النمط ZW إناث (في الثدييات تماثل الجينات الجنسية يعطي أنثى، أما في هذه السحلية فالتماثل يعطي ذكورًا).

هنالك منتج جيني متأثر بالحرارة يوجد بنسختين عند الذكور، ويوجد بنسخة واحدة عند الإناث، وتكون المورثة فعالة بالكامل في حرارة معتدلة، لكن تتعطل تدريجيًا بارتفاع الحرارة. فانعكاس النمط الجيني ZZ تجاه النمط الظاهري للإناث في الحرارة الشديدة سيزيح معدل الجنس الظاهري نحو زيادة الإناث، ويقلل من تواتر وجود الصبغي W تحت تأثير الانتقاء المعتمد على التكرار. وهذا يفسر النموذج المشاهد في كثير من الزواحف التي يعتمد تحديد جنسها على الحرارة، والتي تُنتج فيها كل من الحرارة العالية والمنخفضة إناثًا بنسبة 100 ٪، لكن الحرارة المعتدلة تنتج ذكورًا بالدرجة الأولى (أحيانًا بنسبة 100 ٪). (ولحالة أخرى واضحة عن قابلية التبدل راجع الملاحظة 1 والشكل 2).

نود أن نؤكد - كما فعل كيرشنر Kirschner، وجيرهارت Gerhart - على أنَّ قابلية التبدل بالعوامل الخارجية، والتثبيت الجيني fixation، يمكن أيضًا أن تعيد رسم الصورة الكاملة للتطور بقوة. فالآليات الأساسية نفسها، وبالكاد بدأ علماء الأحياء بفهم التأثير التطوري لهذه الحقيقة.

استنتاجات هذا الفصل

كانت القيود الداخلية التي راجعناها في الفصل الثاني محددات لما يمكن أن يصبح في المقام الأول هدف الانتقاء الطبيعي، وقد شكَّلَت المستويات المتعددة

للتنظيم والتقسيم compartmentalization التطوري والجيني والنمائي للكائنات، التي راجعناها في الفصل الثالث، شروطًا لكيفية محتملة لعمل الانتقاء الطبيعي، إن كان يعمل.

حاول الداروينيون الجدد تعديل معظم هذه العمليات من خلال توسيع مجالها، واستحضار أنواعٍ أخرى من الانتقاء الطبيعي، والتي كانت أساسًا تكيفات متعددة المراحل، وانتقاءات داخلية للبيئة الداخلية. فمن المحتمل أنَّهم قد يرغبون الآن أن يحاولوا بجد أكبر ليدخلوا في تفسيراتهم التكيفية عملياتٍ مثل تلك المراجعة في هذا الفصل: انتقاء دون تكيف، واستيعاب وراثي (تمثل جيني)، ومرونة جينية وظاهرية، والأحداث العرضية، والانفجارات المفاجئة لأشكال جديدة، والعناصر القابلة للنقل، والتنظيمات فوق الجينية، وقابلية التبدل لتفاعلات نتيجةَ عوامل داخلية وخارجية.

نظن أنَّ ذلك يجب أن يزيد من مضايقة أتباع الداروينية الجديدة التقليدية، وإذا رغبوا فعلًا بالمضي إلى هذا الحد، فستتخرب نظريتهم حينها، لن يكون الأمر مجرد إصلاحٍ أو توسع، وهو إنجاز يؤمل تحقيقه بكل إيمان. بل كان هذا بعضًا من قطع لوحة فسيفساء جديدة كليًا ومتوسعة بسرعة، وليس مجرد إضافاتٍ للوحة قديمة. ونأمل أن يبرز الفصل القادم المنغصات كاملة.

[اهـ 71]

[انتهى الفصل الرابع]

الفصل الخامس

عودة قوانين الشكل

رأينا في الفصول السابقة عددًا من القيود «من مستوى أدنى»، بدءًا من التفاعلات الجزيئية، وصعودًا نحو الأنماط الظاهرية، والتفاعلات المستقنية canalized «في» أنواع مختلفة من التنظيم الداخلي، والبيئة التي تتفاعل معها.

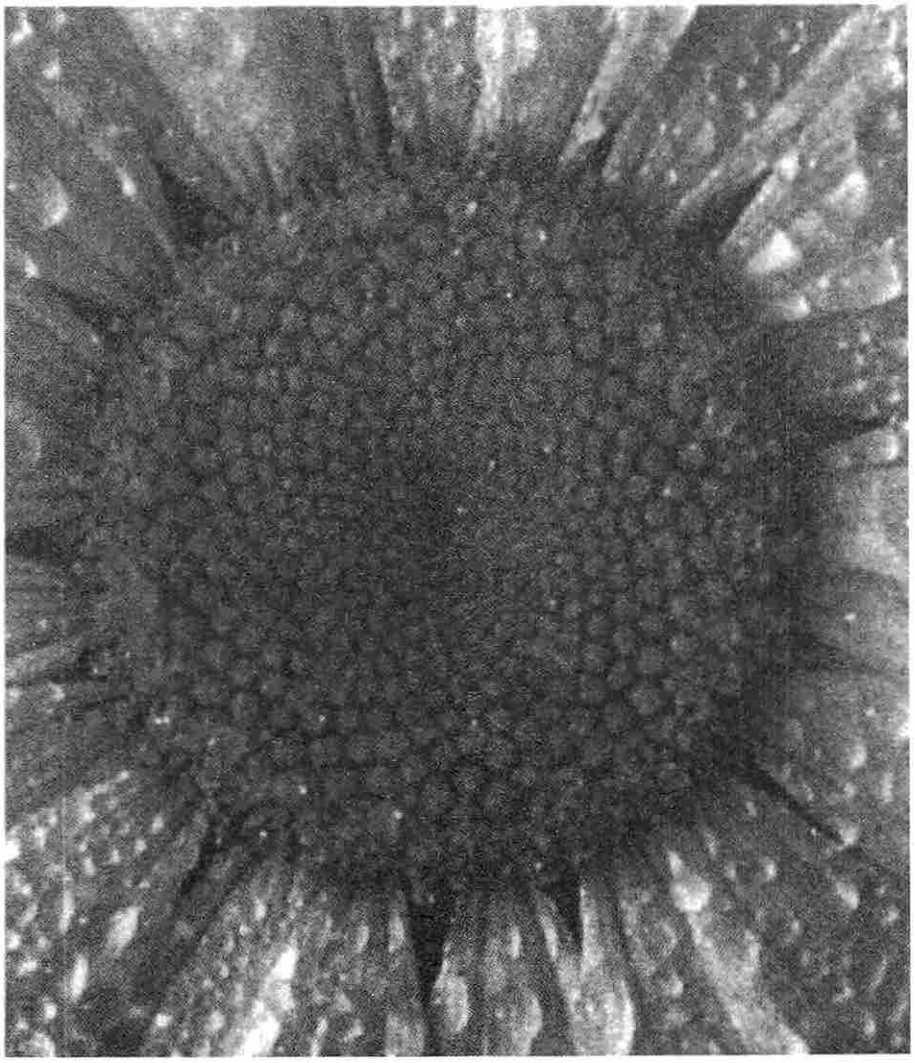
وسنتطرق الآن إلى طيف كامل من عوامل أخرى يجب أن تقوم بدور أساسي في التطور، وهي غريبة عن التكيف والانتقاء الطبيعي بقدر أهمية دورها ذاك، أو أزيد، وسنقوم لأسباب تاريخية، ورغبةً في المصطلح الأنسب؛ بتسمية هذه العوامل «قوانين الشكل». وهي بمعنى قيود «فوقية»[1]، ذلك أنَّ القوانين الكيمائية الفيزيائية التي تفسر التنظيم الذاتي التلقائي، و«اكتشاف» الحلول الأمثل، تتجاوز حدود علم الأحياء، وهي بالضرورة مجردة تمامًا.

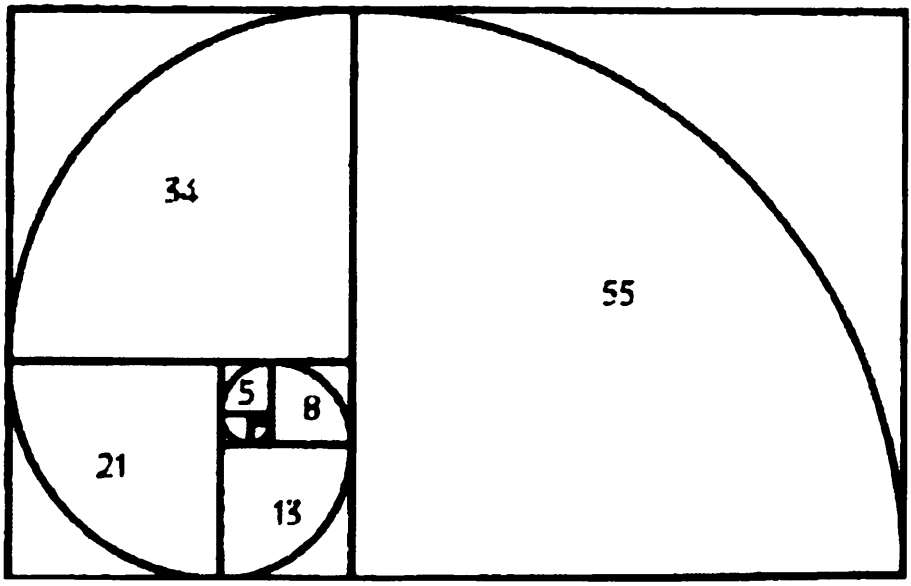
وخشية أن نتهم بالرغبة في «اختزال» علم الأحياء في الفيزياء والكيمياء، نأمل أن نوضح أنَّ هذه العوامل تتشابك بشدة مع كثير جدًا من الأحداث العرضية المؤاتية وغير المؤاتية، (من النيازك، إلى العصور الجليدية glaciations، ومن الانفجارات البركانية، إلى الفيضانات، والكثير الكثير)، ومع الآليات العارضة المتشعبة للتنوع الجيني، وفوق الجيني، التي راجعناها للتو، فيبرز الاعتبار الهام بأنَّ هذه الثوابت الكيمائية الفيزيائية تقوم أيضًا بدورٍ في عملية التطور، وليس أنَّها هي من تقوم بالتطور كله، بالطبع لا.

فعندما لوحظت تشابهات شكلية محددة متشابهة جدًا (سلسلة ليوناردو فيبوناتشي Fibonacci وفي سلسلة ليوناردو فيبوناتشي يكون كل ضلعٍ في الشكل الهندسي أعلاه مساوٍ لمجموع الضلعين قبله، (1، 1، 2، 3، 5، 8، 13، 21، 34، 55، وهلم جر)، وبوصل القمم الخارجية للنمط المرتب للمربعات المتلاصقة التي لها مساحات تتوافق مع سلسلة ليوناردو فيبوناتشي، بوصلها مع بعضها بمنحنٍ مستمر نحصل على لولب فيبوناتشي (©Ian Stewart).

تنتشر أنماط فيبوناتشي في كل مكان في الطبيعة، من المجرات وصولًا إلى

الأصداف البحرية، من القطيرات الممغنطة في وسطٍ لزجٍ، إلى تنظيم زهيرات النباتات، (كما هو ظاهر في شكل زهرة تباع الشمس). علاوة على ذلك فإنَّ أرقام مثل هذه اللوالب (باتجاه عقارب الساعة مقابل عكس عقارب الساعة)، هي نموذجيًا أعداد فيبوناتشي (21 و34 بالترتيب).





حلزونات أو لوالب فيبوناتشي[2] في السديم الحلزوني، وفي الترتيب الهندسي للقطيرات المشحونة مغناطيسيًا على سطح سائل، وفي صدف البحر[3]، وفي تناوب الأوراق على قصبات سوق النباتات، وفي تموضع البذور في زهرة تباع الشمس، عندما لوحظت هذه التشابهات، بدى من الصعوبة بمكان أن يكون الانتقاء الطبيعي مسؤولًا عن هذا[4][5].

إن المعدلات النسبية للنمو، والمراحل الأولية في إنتاجية النبات للبراعم المتأخرة (الزهيرات)، يتحكم بها عدد من الهرمونات، وشبكات المستقلبات، والبروتينات وغيرها، وتخضع جميعها لسيطرة الجينات وشبكاتها التنظيمية.

لكن يوجد على ما يبدو «قاعدة» بسيطة، لتوضع البراعم الجديدة بعيدًا قدر الإمكان عن تأثير الهرمونات التثبيطية للقمة، وعن آخر البراعم توضعًا. وتقوم كل الأنواع بذلك طبقًا للجينات، ولشبكاتها التنظيمية التي تتحكم بالأنماط، وتحدد مقادير التأثيرات وكمية الهرمونات التثبيطية والتحفيزية. فهذه «القاعدة» البسيطة

ليست قاعدة محددة بالجينات، وهي شيء يخضع له النمو الحيوي. إنها نتيجة لقوانين الفيزياء والكيمياء، التي تضع قيودًا على الأشكال الممكنة حيويًا، خصوصًا على الأشكال الحيوية المستقرة والقابلة للتكاثر، وهذا هو أساسًا ما يحاول تعبير «قوانين الشكل» أن يشمله.

كما سنرى قريبًا في بعض الحالات النموذجية، فإنَّ فضاء البحث المتعلق بذلك فضاءٌ واسعٌ للغاية، لدرجة أنَّ فرضية كونِ مثل هذه «القواعد»، ومثل تلك القيود على الاستقرار، قد وجدت بالتجربة العمياء، والخطأ، ثم تبعها الانتقاء الطبيعي، تبدو فرضيةً لا تطاق أبدًا لبعدها عن المنطق. حتى أنَّه من الأصعب افتراض أنَّ بعض الآليات الجينية مسؤولة تحديدًا (علينا التأكيد على هذا: تحديدًا) عن ترميز هذه الأشكال بهذا الترميز. حتى أنَّه من المنطقي أكثر بكثير افتراض أنَّ أسباب هذه الأشكال تكمن في تفاعلات التنظيم الذاتي المعقدة بين كثيرٍ من المكونات المرمزة فعليًا في الجينات من جهة (المعقدات البروتينية والتدرجات gradients الشكلية، والهرمونات والتفاعلات بين الخلايا، وهلم جر) والقيود strictures المحددة بالقوى الفيزيائية والكيميائية من جهة أخرى. والأخيرة واسعة الانتشار أكثر بكثير، وهي أقل تركيبيةً من حيث الوحدات modular بكثير من العمليات الحيوية، فهي تتجاوز التقسيمات الفرعية الحيوية في علم الأحياء لأنواع وأجناس وعوائل ورتب وصفوف وشُعَب.

إنَّ تقلبات vagaries العوامل الجينية والنمائية التي كانت تعمل لمئات ملايين السنين بالترافق مع كثير من مستويات الانتقاء الداخلية والخارجية، من المفترض أن تستكشف هذه التقلبات حدود القنوات الضيقة التي يمكن أن تسمح بها المبادئ القصوى القابلة للتطبيق على علم الأحياء، وفي الوقت نفسه تتجاوز حدوده.

وقد وصف ذلك بدقة عالم الرياضيات بيتر ساندرز Peter Timothy Saunders الذي ظل ينتقد الداروينية الحديثة المعيارية لسنوات، وأصر على أهمية قوانين الشكل

(Saunders, 1980)، بأنَّ على علماء الأحياء تحديد عالم المخلوقات الممكن بدايةً، وفقط بعد ذلك يمكنهم التفكير في الانتقاء الطبيعي، حيث قال: «إنَّ المهمة الرئيسية لعالم الأحياء هي اكتشاف مجموعة من الأشكال التي من المحتمل ظهورها...، وفقط عندها يستحق أن يسأل أيٌّ منها يمكن انتقاؤه» (Saunders, 1992, p. xii).

ومن الأنصار الرئيسين الآخرين لأهمية قوانين الشكل في علم الأحياء ستيوارت كوفمان Stuart Kauffman حيث قال بصدق (وبحزنٍ نوعًا ما) في مقدمة كتابه الهام عن أصل النظام الحيوي: «ليس ثمة من عاقل يحشر التنظيم الذاتي في نسيج نظرية التطور» (Kauffman, 1993).

كما سنرى فهنالك أسباب جيدة لهذا الفصل بين التنظيم الذاتي ونظرية التطور، رغم أنَّ العودة الأخيرة - والمتقطعة نوعًا ما - لقوانين الشكل في علم الأحياء قد تكون باعثًا على بعض التكامل في العقود القادمة.

قليلٌ من التاريخ

أطلق العمل الرائد الذي لا ينسى لـ دارْسِي وِنْتوُورث طومسون D' Arcy Wentworth Thompson تعبير «قوانين الشكل» في بداية القرن العشرين (Thompson, 1917; reprinted and edited by Tyler Bonner in 1992)[6].

لقد طرح اقتراحًا متبصرًا بأنَّ علماء الأحياء قد أفرطوا في التركيز على دور التطور، وأهملوا أدوار قوانين الفيزياء والرياضيات في تشكيل شكل وبنية الكائنات الحية[7]، لكن عمله الواسع والطموح كان غير ناضجٍ من نواحٍ عدة، ذلك أنَّه لم تكن قد اكتشفت الأسس الكيميائية الحيوية والجينية للنمو والشكل، ولأنَّ الرياضيات المستخدمة لتفسير الظواهر كانت غير كافية في ذلك الوقت.

وبعد بضعة سنوات، وفي عام 1924 اكتشف عالم الرياضيات الإيطالي فيتو فولتيرا Vito Volterra (والذي لُخص لاحقًا في بحث مختص في فرنسا [Volterra, 1931]

وعالـم الرياضيـات الأمريكـي [Lotka, 1925, 1956])، بطريقـة مسـتقلة ومتقاربة معادلات تفاضلية تنظم التوازنات المتأرجحـة oscillatory equilibria بين الفرائس والحيوانات المفترِسـة في الأنظمـة البيئية، وكانت قابلة للتطبيـق أيضًا على معدلات النمو المسـتمرة، ومعدلات الـولادة والوفيات، وعلى الحلقـات الكيميائية الحيوية، ومعدلات تحويل الطاقة، وحتى على تطور طرق تنقل الإنسان وتقلبات أسواق المال.

أصبحـت هـذه المعـادلات سـريعًا الغـذاء الرئيسـي لعلمـاء البيئـة الرياضييـن والكيميائييـن النظريين في جميع أنحاء العالم، وما تـزال كذلك. وحديثًا فقط أصبح لها بعض الصلات الخجولة مع اختبار بعض الشبكات الجينية.

سـيحتاج إدخال قوانين الشكل في علم الأحياء بطريقة صحيحة عقودًا من الزمن، ففي عام 1952 حاول آلان تورنغ Alan Turing تفسـير الأنماط الحيوية على أسس المعادلات الرسمية للانتشـار الكيميائي فقط (Turing, 1952; Saunders, 1992)، وقـد أُدرك متأخـرًا أنَّ لهـذه الورقة، المنسـية لزمن، عيوبًا رئيسـية[8]، كمـا أنَّ تقدم علـم الوراثـة الجزيئية لم يعطيها أي اهتمام منذ أواخر خمسـينيات القرن العشـرين، (باسـتثناء عالم الجينات والأجنة البريطاني كونراد هال وادينجتون، والذي استشـهد بـه آلان تورنـغ فـي ورقتـه، وكان عملـه هو مـا راجعناه بإيجـاز في الفصل السـابق [Waddington, 1957]، وسنعود إليه قريبًا).

في هـذه الأثنـاء اكتشـف الكيميائيان الروسـيان بوريـس بافلوفيتش بيلوسـوف Boris P. Belousov، وأناتولي ماركوفيتش جابوتينسكي Anatol M. Zhabotinsky، التشكل التلقائي للأشكال المعقدة، وتفاعلات التذبذب الدائمة (التي تظهر تلقائيًا في المحاليل المتجانسة تجانسًا مثاليًا)[9]، ثم طور لاحقًا عالم الكيمياء الفيزيائية الروسي والبلجيكـي إيليـا بريغوجيـن Ilya Prigogine (1917-2003) مجـال الاسـتقصاء هـذا كاملًا (وعنونه بـ «البنى المشـتتة dissipative»)[h] إلى فـنٍ راقٍ، مدونًا النظرية

(h) البعض ترجمه «البنى المشتتة للطاقة» - المترجم.

الكيميائية والفيزيائية الكاملة لهذه الظواهر، نزولًا إلى فيزياء الكم (ما تزال محاضرته في نوبل عام 1977 لها صداها حتى الآن؛ راجع Prigogine, 1993).

وما يثير اهتمامنا هو نقاشٌ احتدمَ بين إيليا بريغوجين وجاك مونو Jacques Monod وكان النقاش عبارة عن مواجهة بين دور الانتقاء الطبيعي مقابل دور نشوء الشكل التلقائي، وكان ذلك حجر زاوية الخلاف بينهما. ومما أنكره جاك مونو وهمشه (تمامًا كما فعل جميع زملائه في علم الوراثة الجزيئية)، لكن رغب به إيليا بريغوجين، أي أن أهمية نشوء الشكل «التخلق» التلقائي المعقد في التطور يجب أن تظهر بصورة كاملة.

كان من الحلفاء البارزين لإيليا بريغوجين عالم الرياضيات الفرنسي رينيه ثوم Rene Thom (راجع Prigogine, 1993)، والذي كوفئ بجائزة (يتطلع إليها علماء الرياضيات حول العالم)، وهي ميدالية فيلدز Fields Medal عام 1958 لنظرية الاستقرار الهيكلي والتخلق، حيث تضمن تصنيفه الشامل الأشكال المخلقة المتقطعة مصنفةً إلى سبع «كوارث» أولية 'elementary 'catastrophes، تبعًا لاختلافات حاسمة بسيطة لمتثابتات التحكم[10]، قام تصنيفه هذا بدفعه للمجازفة في استخدامه في تطبيقات ممكنة (وسيئة الحظ جدًا) خارج مجال علم الأحياء تمامًا، (علم الاجتماع، وعلم التحليل النفسي، ودراسة معاني الكلمات... الخ)، وقد كان للترجمة الإنكليزية للأطروحة الصناعية الرئيسية لرينيه ثوم الاستقرار الهيكلي، ونشوء الشكل «التخلق» (Structural Stability and Morphogenesis French original 1972, English edition 1975; see Thorn, 1975)، كان لها الصدارة عند كونراد هال وادينجتون بدرجة ملحوظة، والذي كان في تلك السنوات غير مقدر مع بعض الشكوك حوله (أو كان ببساطة مُتجاهلًا) من أغلب علماء الأجنة والجينات، رغم أنَّه وفي السنوات الأخيرة أثبتت صحة اكتشافاته الباكرة عن دور المستوى فوق الجيني أهمية كثير من بياناته (راجع الفصل السابق).

صاغ كونراد وادينجتون مصطلحات مثل «المتانة الجينية [الاستقناء الجيني] canalization»، و«الانتقاء المستقني canalized selection»، و«المسار المحتم chreod»، و«تماثلية المجريات homeorhesis»، لفهم التفاعل الدقيق لعمليات النشوء الشكلي التي تجري تحت تأثير الجينات، ضمن - أو مستغلةً - القيود التي فرضتها عليها العوامل الفيزيائية والهندسة التي تعمل على علم الأجنة والتطور. لقد حام حول كونراد وادينجتون شكٌ كبير من عموم علماء الجينات الجزيئية في ذلك الوقت، (تقريبًا في ستينات وسبعينيات القرن العشرين)[11].

يمكن إنهاء هذا الملخص التاريخي بذكر الإسهامات اللاحقة[12] لستيوارت كوفمن، وبريان غودوين Brian Goodwin، ولويس وولبرت Lewis Wolpert، وأنطونيو ليما-دي-فاريا Antonio Lima-de-Faria، وأنطونيو غارسيا - بليدو Antonio Garcia-Bellido، وستيوارت نيومان Stuart Newman، وغيرد مولر Gerd Mueller وغيرهم[13].

كما يجب ذكر أمرٍ آخر أيضًا عن الإصرار المتكرر على أهمية قوانين الشكل في التطور الحيوي لـ ستيفن جاي غولد Stephen Jay Gould، وزميله والمؤلف المشارك ريتشارد تشارلز لونتين Richard C. Lewontin[14].

كل هذا المجال تجاهلَتْه - وعلى نطاق واسع - أجيال كاملة من علماء الجينات الناشطين، وعلماء الأجنة الجزيئية، وعلماء البيولوجيا الجزيئية «التجريبية»[15]، 'wet' molecular biologists.

وقد قاد عصر النوعية - والذي بدأ باكتشاف بنية الدنا على يد كريك وواطسون عام 1953 - علم الأحياء الجزيئي بعيدًا عن تلك المناهج العامة نسبيًا (Watson and Crick, 1953).

ربما ولذلك السبب لم تُحل أي مشكلة مهمة في علم الجينات الجزيئي، أو علم الأحياء الدقيقة، حتى الآن عبر اللجوء إلى قوانين الشكل، رغم أنَّ الارتباطات بين هذه

الميادين هي ارتباطاتٌ منتجة. وكما سنرى في مجالات متنوعة، على نحو استطرادي نوعًا ما، فهنالك عودة لقوانين الشكل في علم الأحياء، ومن المنطقي توقع المزيد والمزيد في السنوات القادمة. وتمثل الظاهرة التي كشف الغطاء عنها تحدياتٍ جدية ومنوعة لنزعة التكيفية التدريجية gradualistic adaptationism، والداروينية الحديثة.

«البعد الرابع» للأنظمة الحية

تتنوع كتل أجسام الكائنات بين 13-10 غرام (الجراثيم)، حتى 108 غرام (الحيتان)، وذلك بتدرج يقدر بـ 21 رتبة أسية. من المثير للاهتمام معرفة أنَّ العمليات والخواص الفيزيوكيميائية والحيوية ومعدلاتها تتناسب مع الكتلة.

على سبيل المثال كيف تتناسب السطوح، والمعدلات الداخلية للنقل، ومعدلات الاستقلاب الخلوي، ومعدل استقلاب الكائن الحي بالكامل، وعدد ضربات قلبه، وزمن دورانه الدموي، ومدة حياته العامة، مع كتلته؟ بالطبع تملأ الأنظمة ثلاثية الأبعاد الأرجاء، وهذا ما يجعل من المذهل أنَّ كل عوامل تناسب المقاييس الحجمية المحيطة بالكائنات المجهرية والنباتات والحيوانات هي مضاعفات الربع، وليس مضاعفات الثُلث[16].

ولقد حُلت هذه الأحجية في عمل تعاوني قام به علماء الفيزياء وعلماء الأحياء في لوس ألاموس، وسانتا فيه، وألباكركي، فقد اكتشفوا بالمحصلة «بعدًا رابعًا» للأنظمة الحية. فقد وجد تفسير لقوانين تناسب المقاييس ذات الربع الواحد «في الهندسة شبه الكسيرية fractallike architecture لشبكات الأوعية الشجرية hierarchical التي توزع المصادر ضمن الكائن الحي» (West et al., 1999, p. 1677).

تكشف الورقة تقاربًا ملحوظًا بين القيم التجريبية والقيم المتوقعة (أحيانًا وصولًا إلى العدد العشري الثالث) باستخدام هذه الفرضية عن الهندسة شبه الكسيرية؛ وذلك بعد تطبيقها على بعض الخواص، مثل نصف قطر الشريان الأبهر، وضغط الدم فيه

وسرعته، وكذلك وتيرة ضربات القلب cardiac frequency، وعدد وكثافة الشعيرات الدموية ومعدل الاستقلاب العام، وغير ذلك الكثير.

يأخذ بالحسبان نموذجها المفصل رياضيًا (والذي شُذب مع مرور السنوات) (West et al., 2002) البيانات الحيوية مثل الطول الكامل للجهاز الدوراني في الجسم البشري المقدر بـ 60,000 ميل (متضمنًا الأوعية الشعرية)، وحقيقة أنَّ أقطار الأوعية الشعرية ثابتة في عالم الفقاريات.

كانت المعايير الموجهة تهدف لتحقيق الحد الأقصى لسطوح التبادل الداخلية والخارجية، مع تقليل مسافات النقل الداخلي للحد الأدنى، (وذلك للوصول إلى الحد الأقصى لمعدلات النقل)، وهذا مقطع نصي من الورقة المنشورة عام 1999 يستحق الاقتباس بأكمله:

بخلاف الراموز الجيني، والذي تطور مرة واحدة فقط في تاريخ الحياة، نجد أنَّ الشبكات المتوزعة شبه كسيريًا، التي تضفي بعدًا رابعًا فعالًا إضافيًا قد نشأت مراتٍ عديدة. ومن الأمثلة على ذلك المناطق السطحية المتسعة للأوراق، والخياشيم، والرئات، والأمعاء، والكلى، وصانعات اليخضور، والمتقدرات «الميتاكوندريا»، وهندسة تشعيب كامل العضوية للأشجار، والإسفنج، والهيدروانيات، والمفرِزات والشبكات الشجرية للأنظمة الدورانية، والتنفسية المتنوعة...، رغم شغل الأشياء الحية فضاءً ثلاثي الأبعاد إلا أنَّ تشريحها وفيزيولوجيتها الداخلية تعملان كما لو أنَّها تشغل بأربع أبعاد. ربما تكون قوانين تناسب المقاييس ذات القوة الربعية قوانين عامة وحيوية بدرجة استثنائية بقدر السبل الكيميائية الحيوية للاستقلاب، وبنية ووظيفة الراموز الجيني، وعمليات الانتقاء الطبيعي.

West et at., 1999, p. 1679

وبكلمات هؤلاء المؤلفين، فإنَّ الانتقاء الطبيعي «استغل الاختلافات في هذا المخطط الكسيري fractal theme لإنتاج التنوع المذهل للوظيفة والشكل الحيوي»،

لكن هنالك «قيودًا فيزيائية وهندسية شديدة على العمليات الاستقلابية».

الخلاصة هنا حتمية، وهي أنَّ القوة الدافعة لقوانين تناسب المقاييس الثابتة هذه لا يمكن أن تكون أبدًا نتيجة انتقاءٍ طبيعي. لا يمكن تصديق أنَّ كثيرًا من الكائنات المختلفة المنتشرة في ممالك وشعب مختلفة قد «جربت» بصورة عمياء كل أنواع قوانين القوة، وأنَّ تلك التي «اكتشفتها» الصدفة فقط (قانون الأس الربعي الواحد) فقط كانت هي المنتجة وازدهرت.

إنَّ مبادئ الحد الأقصى التي قيدت مثل هذا التنوع المحير للأشكال الحيوية هي من طبيعة كيميائية حيوية وطوبولوجية topological، وإنَّ السبل الكيميائية الحيوية، والراموز الجيني، والسبل النمائية، وحتى الانتقاء الطبيعي، لا يمكنها تشكيل هذه الأشكال الهندسية. ليس لها أي «خيار» (إن جاز التعبير) إلا استغلال هذه القيود والتوجه تبعًا لها.

ونجد النوع ذاته من الدروس في الحسابات والبيانات في مجال التوصيل الدماغي.

فطرية Nativism لا جينية

كان من صاغ تعبير «فطرية لا جينية» هو كريستوفر شيرنياك Christopher Cherniak، ومساعدوه في جامعة ميريلند عام 1999، وقد استخدم منذ ذلك الحين (Cherniak et at., 1999; Cherniak et at., 2004; Cherniak, 2009). ففي تحليل فيزيولوجي تشريحي شمل الجهاز العصبي للممسودات، أو الديدان الأسطوانية nematode، صعودًا حتى القشرة الدماغية للقطط والقردة، مع سلسلة طويلة من المحاكاة الحاسوبية، تبين أنَّ تحقيق حد أدنى لكلفة التوصيل بين المكونات المترابطة يبدو إما مثاليًا، أو أنَّها أفضل ما يمكن كشفه بالطرق الحالية. يمكن ملاحظة مثل هذا الحد الأدنى من التوصيل في مستويات متنوعة من الأجهزة العصبية، الفقارية واللافقارية، من تموضع كامل الدماغ في الجسم، نزولًا إلى المستوى دون الخلوي لهندسة الشجرة الخلوية العصبية.

تتضمن هذه الأمثلة حول مثالية التشريح العصبي، أمثلةً يمكن ترشيحها على أنَّها من أكثر البنى الحيوية تعقيدًا المعروف إمكانية اشتقاقها «مباشرة ودون عناء من الفيزياء» [كما ذكر]. صورة بأنَّ الفيزياء كافية 'a 'physics suffices' picture' لبعض التنظيم الحيوي الذاتي تلفت الانتباه للبنية الفطرية عن طريق آليات لاجينية.

وحيث أنَّه من السهل تحديد المشاكل المترتبة على تحقيق أمثلية الشبكات العامة، لكن من المكلف حاسوبيًا وبدرجة هائلة حلها بدقة، (فهي عمومًا ما يدعوه علماء الحاسوب المسائل المقبولة لكثيرات الحدود غير الحتمية الصعبة «NP-hard»: ذلك أنها منفجرة تصاعديًا في تعقيدها)، لذا يجب تقديم بعض التبسيطات.

فمثلًا كانت قد استعيرت «شكلية الندرة formalism of scarcity» التوصيلات (المسماة «أشجار شتاينر Steiner») من الهندسة، واستخدمت كما استخدمت الهندسة الحاسوبية نظرية تحقيق أمثلية الشبكات network optimization theory، والتي تحدد سمات الاستخدام الكفؤ لمصادر الاتصالات المحدودة[17].

ونجد أنَّ كريستوفر شيرنياك Cherniak وزملاؤه قد توصلوا إلى أنَّ القشرة الدماغية مصممة بطريقة أفضل من أفضل رقاقة صناعية، فنجد أنه في قرود المكاك أقل من واحد بالمليون من جميع المخططات البديلة، يتوافق مع قاعدة التجاور توافقًا أفضل من المخطط الفعلي للضبط الكامل الموجود عند المكاك macaque.

وعند الانتقال للحالة الأبسط نسبيًا حول ممسودات الربداء الرشيقة Caenorhabditis elegans، فجهازها العصبي هو أول جهاز عصبي على الإطلاق وقد خُطط بالكامل، ويمثل المخطط الفعلي من إحدى عشر عقدة عصبية مخططًا تتوضع فيه التوصيلات بالحد الأدنى من الطول، وكان ذلك واحدًا من بين 40 مليون احتمالًا ممكنًا.

وفي ورقة نشرت عام 2009 حدد كريستوفر شيرنياك أنَّ:

نموذج الأمثلية العصبية هو موقف بنيوي، يفترض بنية فطرية داخلية مجردة؛ مقابل التفسير باللوح الفارغ في كائن فارغ، دون أن يحمل بنية مبنية في الأجهزة

الصلبة (إنما البنية بدلًا من ذلك مفرغة من المدخلات)، وبذلك تتعلق النظرة الأمثل بالعقلانية القارية[i]؛ لكن للبنية الدماغية، وليس للبنية العقلية المألوفة.

Cherniak, 2009

رسالته هي أن هنالك مسألة تقبع «قبل التهيئة» بخصوص نظرية التطور. فيقترح أنَّ رؤية التشابك الشديد للتشريح العصبي مع التنظيم الحاسوبي للكون تعود بالمرء للمشروع التوضيحي لـدارْسِي وِنْتوُورث طومسون، وآلان تورنغ (Cherniak, 2009). وهنالك في الواقع وفق مصطلحاتنا عودة إلى قوانين الشكل[18].

مزيدٌ من الأمثلة

تشترك هذه الأمثلة الأخرى بالخواص التي ركزنا عليها، ألا وهي: يبدو التطور وكأنَّه اقترب للوصول إلى الإجابات الأمثل عن بعض الأسئلة، وهي إجابات إذا سعي إليها بتطبيق مراشح خارجية لحلول نتجت عشوائيًا (كما يتطلب النموذج الداروينـي الحديث)، سيفترض ذلك الوصول لها البحث ضمن فضاءات واسعة إلى درجة غير معقولة من الاحتمالات المرشحة[19]. يبدو هذا لغزًا عسيرًا، ما لم نفترض قيام قيود داخلية المنشأ بعمل ترشيحٍ سابق لتلك الاحتمالات[20].

المادة البيضاء والرمادية للدماغ

بيّن علماء الفيزياء الحيوية أن سبب تقسيم الدماغ إلى مادة بيضاء ومادة رمادية أنَّه نتيجة طبيعية لتقليل تأخير التوصيل في شبكة عصبية فائقة الترابط.

ويقدم النموذج الذي يربط التصميم الأمثل للدماغ بالمقاييس الأساسية للشبكة العصبية، (مثل عدد العصبونات والتوصيلات بينها، إضافةً لأقطار الأسلاك)، تنبؤات

(i) القارية تيار فلسفي أوربي - المترجم.

قابلة للاختبار، وكلٌ منها قد أكدته البيانات التشريحية للجسم المخطط الحديث[j]، والقشرة الحديثة عند الثديات، والدماغ الانتهائي الطيري، والعمود الفقري في عدد متنوع من أنواع الثديات والطيور (Wen and Chklovskii, 2005).

ثوابت التحرك الحيواني

كَشف المهندس أدريان بيجان Adrian Bejan (من جامعة دوك)، وعالم الأحياء جيمس ماردن James H. Marden (من جامعة بنسلفانيا)، النقاب عن قوانين تناسب المقاييس scaling والثوابت في التحرك الحيواني locomotion، باعتبار أنَّ «التحرك الحيواني لا يختلف أبدًا عن باقي التدفقات، وغير المتحركة: جميعها تنمي (تشكل، تُطور morph, evolve) هندسةً في الزمان والمكان (تنظيم ذاتي، تحقيق أمثلية ذاتية)، وبذلك تحسن تدفق المادة للحد الأقصى» (Bejan and Marden, 2006, p. 246)[21].

إنَّ المبادئ «البنيوية constructal» (كما ذُكر)، القابلة للتطبيق على حد سواء في تشكيل أحواض الأنهار، ودوران الغلاف الجوي، وتصميم السفن والغواصات، وتحرك الحيوانات، (بغض النظر إن كانت هذه الحركة تتألف من الزحف أو الجري أو السباحة أو الطيران)، هذه المبادئ في نموذجها وبتنظيمها مع بعضها يمكنها تفسير طبيعة القيود واشتقاق مبادئ للتحريك الأمثل.

تميز المؤشرات لكل نوع حيوي هندسة الحركة التي تنجز أقصى ما يمكن بأقل استهلاك للطاقة، أي النقاط التي يتحقق فيها أدنى استهلاك للطاقة مطلقًا، في مقابل السرعة أسفل منحني U لمخطط استهلاك الطاقة مقابل السرعة، ويصطف هذا التناسب فيها بعناية على طول خط مستقيم في مقياس لوغاريتمي. إنَّه تخطيطٌ للقوة المثالية مقابل كتلة الجسم (من أصغر المخلوقات البحرية وصولًا إلى الفيلة)، ويناسب هذا الخط المستقيم المدى الضيق للغاية للسرعات التي تزيد فيها نسبة المسافة المقطوعة

(j) بنية دماغية - المترجم.

إلى الطاقة المستهلكة عند كل نوع.

تظهر معادلات بسيطة تربط بقياس كتلة الجسم، وكثافته، وطوله، وتسارع الجاذبية، ومعامل الاحتكاك، أنَّه حتى التمييز بين الطيران والسباحة والمشي (الزحف أو الجري) كان أمرًا لا ماديًا، فمبادئ الأمثلية الفيزيائية، وقوانين التناسب البسيطة، تحكم ظواهر التحرك الحيواني.

فيزياء تغريد العصافير

بيّن عالما فيزياء وعالم أحياء بنشرهما في مجلة فيزيائية أنَّ:

التنظيم الزمني لأنماط تنفس عالي التعقيد، وعالي التغير، للتغريدات التي يصدرها طائر الكناري (Serinus canaria)، يمكن أن تنتج كحلول لنموذج بسيط يصف التكامل بين التحكم باللحن ومراكز التنفس. يشير هذا المثال إلى أنَّ سلوك النغمة دون التوافقية sub-harmonic behavior يمكن أن يقوم بدور هام في تقديم تنوع معقدٍ للاستجابات بحد أدنى من ركيزة عصبية.

Trevisan et al., 2006

وإنَّ التعميم المباشر لهذه النتيجة على باقي أنواع ألحان الطيور في أنواعٍ أخرى من الطيور المغردة أمر متوقع بصورة معقولة.

نرغب بإثارة القضية التالية: هل كل أنواع الإعدادات العصبية دون المثالية، وأنماط الألحان دون المثالية، قد جُرِّبَت عشوائيًا على مر العصور، واختار الانتقاء الطبيعي نسل الطيور ذات اللحن الأمثل فقط؟ هل رُمِّزت معادلات النغمة دون التوافقية sub-harmonic ببطء في جينات الكناري عن طريق الانتقاء والتجارب الصدفوية؟ وهل سنشهد حالة قيود أمثلية فيزيائية تمرر الصفات الوراثية والنمائية والسلوكية؟

ليس ثمة شخصٌ على قيد الحياة الآن لديه فكرة عن كيف تفاعلت عوامل الأمثلية

القصـوى الفيزيائية هذه عبر الأزمنة التطورية، وعبر الأزمنة التنشـؤية ontogenetic، مـع الآلة الجينية وفـوق الجينية للكائنات الحية، ولهذا سيسـتمتع الجيل الأصغر من علماء الأحياء والفيزياء الحيوية باكتشافات غير متوقعة في العقود القادمة.

الأوراق المثالية

فيما يخص مملكة النباتات، فقد أكَّـد مؤخرًا فريقٌ من الفيزيائيين وعلماء الأحياء الأمريكان، والفرنسـيين، وبواسـطة المعادلات الرياضية، والمحـاكاة الصناعية، أنَّ «التصميـم» الحيوي التلقائـي للأوراق، تصميـمٌ مثالي، حيث أنتجوا شـبكات أقنية موازيـة لتلك التي فـي الأوراق، في طبقات مـادة بوليميرية صنعيـة، (جزيئات كبيرة تتشـكل من خـلال ربط جزيئـات صغيرة متكررة مع بعضها على شـكل سلاسـل)، وبينوا من خلال هذه الشـبكات البسـيطة أنَّ علاقات تناسب المقاييس لتدفق السائل المدفوع بالتبخر يُظهر مبادئ تصميمية أساسـية، تسـتوفي أشـد المتطلبات الهندسية صرامةً للأجهزة المدفوعة بعامليّ تبخر - نفاذ.

أبـرَز هـؤلاء المؤلفـون دورَ القيـود الفيزيائيـة فـي التصميـم الحيـوي لـلأوراق (Noblin et al., 2008)[22]، وبينـوا أنَّ معدل التدفق خـلال الأوراق الحقيقية والمقلدة لها يزداد خطيًا مع كثافة القنوات، إلى أن تصبح المسـافة بين الأقنية مشـابهة لثخانة طبقة البلمر، وعند الزيادة عن ذلك الحد يُشبع معدل التدفق، وتظهر المقارنة مع شبكات أوعية النباتات أنَّ نفس معيار الأمثلية يمكن استخدامه لوصف توضع العروق في الأوراق.

الاستراتيجيات المثالية للبحث عن الطعام foraging[23]: نحل العسل

كمـا علمنـا كارل فـون فريـش von Frisch ففي بدايـة فترة البحث عـن الطعام، يذهـب بعض أفراد من نحل العسـل للبحث عـن الطعام من تلقاء نفسـها، (باحثون «مبـادرون proactive»)، ويبقـى بعضها (باحثون «متفاعلـون reactive»)، في خلية

النحل بانتظار معلومات مـن الباحثين العائدين، معلوماتٌ محمولة بـ «رقصة النحل» المشهورة (von Frisch, 1967).

وقد كانت المسـألة التي تحتاج الحل هي: ما النسبة المئوية المثالية للأفراد الذين يجب أن يذهبوا ويبحثوا عن الطعام من تلقاء أنفسـهم، وما هي النسبة المئوية الأمثل من النحلات التي يجب عليها أن تنتظر المعلومات؟

مـن الواضح أنَّه لا يمكن أن يكون كل الباحثين متفاعلين؛ لذلك يبرز السـؤال إن كانت هنالك نسبة مثالية للباحثين المبادرين إلى المتفاعلين (كدالة لحجم المستعمرة، وتوافر الغذاء العرضة للتلف).

دمج الباحثون (Dechaume-Moncharmont et al., 2005) مؤشرات لسلوكيات بحـث حقيقيـة مع نموذج رياضياتـي يدرس الطاقة التي تكتسـبها المسـتعمرة كدالة لإمكانية إيجاد مصادر طعام ولمدة توفرها أيضًا. كان العامل الرئيسي في هذا النموذج هو نسبة الباحثين المبادرين إلى المتفاعلين. وتحت شروط محددة، فإنَّ الاستراتيجية المثالية هي أن يكون البحث المبادر مستقلًا كليًا، وذلك بالنسبة لكل النحلات، حيث أنَّ المعلومـات القيمة فعلًا التي قد يحصل عليها الباحثـون المتفاعلون من الباحثين الناجحين لا تسـتحق الانتظـار. هذه النتيجة غير المتوقعـة counter-intuitive ثابتة جدًا على مدىً واسع من المتثابتات.

هـذا يحدث لأنَّ مصـادر الغذاء تتوافر لفترة محدودة فقط، لكن أكدت دراسـتهم أهميـة القيـود الزمنيـة وتحليـل الديناميكية لفهم بحـث الحشـرات الاجتماعي عن الطعـام، دون الاقتصـار علـى الحـالات الثابتة فقـط، وتأكدت توقعـات نموذجهم حـول البحث المثالـي - والتي كانت غالبًا غير متوقعة - في الشـروط البرية وكذلك المخبريـة (Dechaume-Moncharmont et al., 2005). يبـدو أنَّ النحل «يجلس» (إن جاز التعبير) على أمثل نقطة في منحنى النسـب المحتملة للباحثين المبادرين إلى المتفاعلين من بين عددٍ متنوع من الأوضاع.

ونرغب مجددًا بطرح بعض القضايا الرئيسية عن نظرية التطور: من غير الممكن أنَّه قد جُربت كل أنواع استراتيجيات البحث عشوائيًا على مر العصور، وأنَّ الانتقاء الطبيعي قد اختار فقط النحل الباحث الأمثل ليتناسل. ربما لا يرغب أي متبع للداروينية الحديثة اليوم باقتراح مثل هذه الفرضية البدائية. فالصورة الأكثر قبولًا إلى حد ما هي أنَّه مجرد أن يطرأ تغير ما في استراتيجيات البحث سيتغير مجال التغيرات اللاحقة بعد ذلك كليًا. فالمجموعة الفرعية subset من التغيرات الصغيرة الممكنة حول النمط الظاهري السلوكي الحالي مجموعةٌ مقيدة، وكذلك الأمر بالنسبة للمجموعة الفرعية للنمط الجيني والسبيل التنموي وراءها.

وكما اقترح ريتشارد لونتين Richard Lewontin فإنَّ هذه الاستعارة هي أشبه بإيجاد المرء لطريقه في متاهة دون أن يكون هنالك احتمال للعودة إلى نقطة البداية. ذلك أنَّ الجمهرات - أو الأنواع ككل - ملتزمة بممرات تالية لا رجعة فيها، فكل تغير تطوري يقيد مجموعة فرعيةً ما، ويقيد أيضًا مجموعات فرعية جديدة من تأثير الطفرات اللاحقة الممكنة في الخطوة التالية. من الصعب في الوقت الحاضر تجاوز هذه التشبيهات[24].

لكن صورة البحث الأعمى المغربل بالانتقاء الطبيعي غير مقبولة مطلقًا، وقد كانت فكرة الاستقناء الجيني Canalization متعدد الخطى للمتغيرات، وتحت أنواع من القيود الفيزيائية الحاسوبية، اقترحها كريستوفر شيرنياك وآخرون. التي يجب في النهاية أن تؤدي إلى حساب داخلي البناء inbuilt للنسبة المثلى للباحثين المبادرين إلى المتفاعلين، مشفرة بطريقة ما في التفاعلات بين الجينات، والنماء وأثر بعض قوانين الشكل. تتضمن المسألة هنا أفرادًا متعددين وسلوكياتهم، وسيتبين الحل في وقته المناسب بأنه أكثر تعقيدًا من حل معضلة أفراد الكناري. ومجددًا، لا تجد أحدًا اليوم لديه أدنى فكرة عن حل هذه المشكلات. لكن لا بد من طرح هذه القضايا.

لقد رأينا أمثلة بدا فيها أنَّ القيود الهندسية والفيزيوكيميائية هي فقط ما يمكنه تفسير الاستقناءات الجينية canalizations الضيقة التي لا بد أن الانتقاء الطبيعي استكشفها، لكنَّ حالة النحل والحالتين الأخرتين اللتين سنراهما قريبًا (فقط كعينة من بين كثير من العينات الأخرى في الأدبيات الحديثة) هي ونعيد القول كما لو أنَّ فضاء الحلول الممكنة الواجب سبره يبدو هائلًا للغاية لأن يستكشفه الخطأ والتجربة العمياء، ويبدو أن الاستنتاج هو أن بحثًا شديد التقييد قد حدث، وطبقًا لذلك فإن دور الانتقاء الطبيعي قد يكون على الأغلب الضبط الدقيق أو أقل من ذلك.

ضربة الجناح المثالية

لطالما أثير سؤالٌ منذ زمن بعيد (تتضمن ما كتبه أحدنا في موضوع سابق) حول إمكانية استخدام سُدس أو خمس الجناح المستخدم للطيران كتحدٍ للتكيف التدريجي. عند استخدام سدس الجناح لن يطير الحيوان سُدس الوقت الذي يطيره في العادة، ولن يقطع حتى سدس المسافة. في الحقيقة لن يطير على الإطلاق، لذلك فإنَّ تحدي التكيف التدريجي هو تفسير كيف يمكن أن تتراكم الطفرات القادرة على إنتاج أجنحة كاملة بصمت على مدىً زمني تطوري طويل بغياب أي فائدة تكيفية.

طرح هذه المسألة عن تطور أجنحة الحشرات جول غرانت كينغزولفر Kingsolver، وميمي كويل Koehl (1985). إنَّ أجنحة الحشرات ابتكار هام تطوريًا، ولم يسجل أصلها في سجل الحفريات. تبدو الحشرات ذات الأجنحة المتطورة كليًا القادرة على الطيران في السجل الأحفوري في الجزء العلوي من العصر الكربوني Carboniferous (تقريبًا قبل 320 مليون سنة)، وفي ذلك الحين كانت قد تنوعت مسبقًا ضمن أكثر من عشر رتب، ثلاثة منها على الأقل ما تزال موجودة حتى الآن.

وعلى النقيض من ذلك لوحظت حشرات عديمة الأجنحة في سجل الحفريات وصولًا للعصر السيلوري Silurian (تقريبًا قبل 400 مليون سنة)

(Engel and Grimaldi, 2004). إنَّ سجل الحفريات ما بينهما فقير بالحفريات، فلم تُعرف أي حفرية تظهر مراحل متوسطة في تطور الأجنحة (Yang, 2001). اقتُرحت عديد من السيناريوهات التطورية (Jockush and Ober, 2004)، والاقتراح المثير للاهتمام هو الذي قدمه جول غرانت كينغزولفر وميمي كويل، بأنَّ عامل الانتقاء الأولي كان هو التبادل الحراري، وليس الحركة. لا يمكن أن يقدم سُدس جناح في حشرة ما أي رفعٍ للحشرة، وبالتالي لا يقدم أي حركة تحمل جوًا. يأتي ذلك فقط بعد أن يصل الجناح لـ 85 ٪ تقريبًا من حجمه النهائي الكامل، لكنه يعطي - بواسطة أوردة الجناح الصغيرة - قدرةً معتبرة لرفع حرارة الحشرة عند تعريضها لأشعة الشمس.

قامت دراستهم على التشريح المقارن، وفيزيولوجية عدة أنواع من الحشرات مشابهةً جدًا لبعضها (باستثناء صفة امتلاكها للأجنحة من عدمها)، وعلى حسابات وتجارب لنماذج حجمية متفاوتة في الأنفاق الهوائية. خلص جول كينغزولفر وميمي كويل إلى أنَّ الأجنحة يجب أن تتطور بدايةً في الحشرات كأعضاء حرارية، ثم لاحقًا بعد الزيادة التدريجية المدفوعة بهذه الوظيفة، عندما يصبح الحجم قادرًا على التزويد بقدرة رفع للحشرة تتطور هذه الصفة عندها، ثم يتبع ذلك انتقاء نوع مختلف تمامًا: انتقاء الحشرات الطائرة. إذا كان ذلك صحيحًا فستكون هذه حالة بارزة أخرى لدور سمات الركوب المجاني للصفات (الركنيات spandrels) [k] في التطور، وهو موضوع سنعود له في فصلٍ لاحق.

على أية حال فقد تغيرت الصورة حاليًا نوعًا ما، فالتفاعل المعقد بين الجينات الرئيسية (الجينات المتماثلة homeotic genes)، والمضاعفات المترادفةtandem لجينات الصدر الظهري، يبدو أن له علاقة بظهور الأجنحة عند الحشرات (Carroll, 1995). وما يزال النقاش دائرًا بخصوص إن كانت أجنحة الحشرات ابتكارًا تطوريًا مفاجئًا، أو أنَّها تطورت بتعديل لفروع الأطراف الموجودة عند

(k) انظر الفصل السادس لشرح مفصل - المترجم.

الحشرات مفصلية الأرجل السلفية (Jockush and Ober, 2004).

مـن المحتمل أنَّ عمليـة «التكيف المسـبق exaptationist» التـي اقترحها جول كينغزولفـر وميمي كويل، والتغيرات الجينية الداخلية، قد عملت بانسـجام منظمٍ مع بعضهـا. رأينـا في الفصل السـابق أنَّ مثل هذه التبـادلات بين حالات إعـادة التنظيم الجينية الداخلية والعوامل الخارجية تحدث بالفعل.

وظهـر سـبيل مختلف، كان هـذه المرة لتطـور الأجنحة عند الطيـور، أخذ مكانه في ورقة نشـرت في مجلة نيتشـر في كانـون الثاني من عـام 2008 لكينيث بي. ديال Kenneth P. Dial، وبرانـدون إي. جاكسـون Brandon E. Jackson، وباولـو سـيجر Paolo Segre (Dial et al., 2008)، وقدموا في تلك الورقة المقارنة الأولى لحركيـات ضربات الأجنحة للأنمـاط الحركية الأوليـة (الهبوط بالاسـتعانة برفرفة الأجنحة، والركض المنحني مع الاستعانة برفرفة الأجنحة incline flap-running)، مما سـيقود إلـى طيران الرفرفـة المسـتوية level-flapping flight [طيـرانٍ فعلي]، وذلـك عند الطيور البرية اليافعة خـلال نمائها. قدموا نتائـج «مناقضة لكل من الفهم السـائد، واسـتدلالات الدراسات الأخرى»، فقبل هذه الدراسـة لم توجد أي بيانات تجريبية حول حركيات ضربات الأجنحة في سياق التطور التجريبي.

بإيجاز، تسـتخدم الطيور البريـة بعد التفقيس بقليل، وتسـتمر خلال البلوغ ضربة جناح محصـورة بمجال ضيق أقل من 20 درجة فقط، وعند نسـبة ذلك إلى الجاذبية نـرى أن ذلك يوجه القوى الحركية الهوائيـة بمقدار 40 درجة تقريبًا فوق خط الأفق، بما يسمح بمجال 180 درجة في اتجاه السفر.

إنَّ توجيهات القـوة المقدرة بضربة جناح الطائر المصونـة محدودة بمجال ضيق للغايـة narrow wedge، ومـن النتائج الأساسـية لتحليلهم المقارن المفصل بشـدة حول زاوية مستوى ضربة الجناح، وتوجيه القوة المقدرة، وزاوية الانقضاض من بين أنماط التحرك، هي أنَّه عندما تعرض زوايا مسـتوى ضربة الجناح، بجانب بعضها في

الإطـار المرجعي للجاذبية، والإطـار المرجعي الفقري، نجـد أن ضربة الجناح ثابتة تقريبًا نسـبةً إلى الجاذبية، في حين أنَّ محور الجسـم يعاد توجيهه في مختلف أنماط التحرك.

تكشـف ملاحظاتهـم التجريبية أنَّ الطيور تحـرك «أجنحتها الأوليـة»، وأجنحتها مكتملة النمو، من خلال سـبيل حركي أساسي أو نمطي stereotypic، بحيث تركض مسـتعينة برفرفـة الأجنحة flap-run متجـاوزة العقبات، وتتحكـم بالهبوط الطيراني الشراعي، ثم تنجز في النهاية طيرانًا فعليًا level-flapping flight.

ما يثير الاهتمام أنَّ هؤلاء المؤلفين يعرضون فرضية:

أنَّ المراحـل الانتقالية المؤدية لتطور طيران الطيور تتعلق سـلوكيًا وشـكليًا أيضًا بالمراحـل الانتقالية الملاحظة في الأشـكال التنشـؤية ontogenetic، خصوصًا من مرحلـة الفـراخ التي لا تسـتطيع الطيران، وصـولًا إلى الطيـور اليافعة القـادرة على الطيران، يظهر عند كثيرٍ من الطيور البرية «جناح انتقالي» أثناء ذلك النماء، والذي يُعدُّ ممثلًا عن الأشكال الانتقالية التطورية.

Dial et al., 2008

لقـد قالوا بأنَّ القـدرات الحركية للأصانيف taxa المنقرضة (مثل تلك الأشـكال الحفرية المكتشفة مؤخرًا، والتي تمتلك ما يفترض أنه «نصف جناح»، وأرجل تحرك سـريع cursorial legs طويلـة)، قـد تُكوِّن فهمًا أفضـل إذا قيمنا كيـف كانت تعمل الأجنحة الأولية، والأطراف الخلفية، أثناء التنشؤ في الأصانيف الموجودة.

وقـد أظهرت ملاحظاتهـم التجريبيـة أنَّ الأجنحة الأولية التـي تتحرك من خلال ضربـات جنـاح محفوظة، ونمطيـة لديها وظيفة حركيـة هوائية فوريـة، وأنَّ الانتقال للطيران باستخدام الأجنحة محددٌ بالحجم النسبي للجناح، وبقوة العضلة، وليس من نماء ملكة معقدة من حركيات kinematics ضربات الجناح.

حسـنًا، لكن عندها - وفي نظرنا - تظهر مشـكلة أخرى بالنسـبة لمذهب التكيفية التدريجية، وذلك بسـبب نوع آخر من الانقطـاع يعترضنا. بكلماتهم: «.... لم تحدث ضربـة الجناح المسـتندة على الجاذبية من خلال سلسـلة طويلة مـن مراحل الهجرة للأطـراف الأمامية، (مـن البطنية الجانبية، إلـى الجانبية، إلى الظهريـة الجانبية)، بل بدأت ضربة الجناح البدائية بتوجه مشـابه كالذي نراه اليوم في الفراخ عند استخدامها أجنحتها الأولية» (Dial et al., 2008).

وكما حـدد هؤلاء المؤلفون فـإنَّ زوايا ضربـة الجناح الفعّالة ضيقـة للغاية، وقد يرغب شخصٌ بالتسـاؤل عن العملية التي أصبح من خلالها هذا المجال الضيق جدًا مـن الزوايـا ثابتًا، حتى قبل وجـود أي طيران حقيقـي، فغزارة فضـاء البحث للزاوية المثلى تبدو أكثر ترويعًا من تلك التي لفضاء البحث عن سلسلة مراحل انتقال موضع الجناح (البطنية الجانبية، إلى الجانبية، إلى الظهرية الجانبية).

لا يسـعنا إلا التعجـب في هذه الحالة أيضًا إن كانت القيـود الفيزيائية (الجاذبية والحركيـة الهوائيـة) لم تضيـق فضاء البحث الشـكلي بشـدة. تبدو آليـات النماء التطوري Evo-devo مرة أخرى مقيدة بشـدة بعوامـل لا حيوية، وبالتأكيد عوامل لا انتقائية.

الزنبور محول الكائنات إلى زومبي (إلى أموات أحياء) The zombifying wasp.

وأخيـرًا، حالة (ونقـول مجددًا حالـة من حالات عديـدة) لا تترك فيهـا البرمجة الجينيـة للسـلوك المعقـد أي شـك. يمكـن أن نبيـن أن مثل هـذه السـلوكيات آلية تمامًـا عبر تتـال كامل غير متعلـم. ولاختصار الـكلام، يوجد نوع معين مـن الزنابير (Ampulex compressa) يسـتخدم مزيجًا من السـموم للتلاعب بسلوك فرائسه من الصراصير، وكمـا في بعض الأنواع الأخرى من الزنابير الانفرادية، تقوم أنثى الزنبور بشل الصرصور دون قتله، ثم تنقله إلى عشها وتخزن بيوضها في بطنه، وبذلك يمكن للفراخ عند فقسها أن تتغذى على الجسد الحي لهذا الصرصور.

الأمـر الغريب في هذا النـوع من الزنابير؛ أنَّه وبواسـطة لسـعتين متتاليتين يفصل بينها فواصل زمنية دقيقـة جدًا في جزئين مختلفين مختارَيْن بدقة من الجهاز العصبي للصرصـور، تصبح أنثـى الزنبور قادرةً على «قيـادة» الصرصور الزومبـي حرفيًا إلى عشـها، ولا تحتاج أنثى الزنبور أن تجره جسـديًا إلى الحفرة، لأنَّها تسـتطيع التلاعب بهوائياتـه، أو حرفيًـا تركب عليـه وتوجهه كما لو أنَّه كلب له طـوق، أو حصان بلجام (Libersat, 2003). تسـبب اللسـعة الأولى في الصدر شـللًا مؤقتًا للأرجل الأمامية يستمر بضعة دقائق. تتثبط بعض السلوكيات دون غيرها. أما اللسعة الثانية والتي تقوم بها الأنثى بعد بضعة دقائق فتكون على الرأس مباشرةً.

ونتيجة لذلك تسـتطيع أنثى الزنبور إمسـاك أحد هوائيـات الصرصور وقيادته إلى موقـع وضع بيوض oviposition «سـرء» مناسـب. ينقاد الصرصـور للزنبور بطريقة سلسـلة مثل كلب له طـوق (Williams, 1942.; Fouad et ai., 1994)، وبعد بضعة أيام يعمل الصرصور كمصدر غذاء طازج ومشلول لذرية الزنبور.

بعض الأسئلة التطورية

تقتـرح هذه القصة الحشـرية المروعـة بعض الأسـئلة التطورية الرئيسـية، فمثل هذا السـلوك المعقد المتسلسل المبرمج بقوة مسـبقًا كان يمكن أن يفشل بطرقٍ عدة، في أي خطـوة من خطواتـه. والطبيعة الكيميائية الحيوية لمزيج السـموم مـن الممكن أن تكون مختلفة بطرقٍ كثيرة، ونتيجة لذلك إما سـتكون غير فعالة بالكامل، أو سـيكون فعلها قويًا أكثر مما ينبغي مما يقتل الفريسة.

يمكـن أن يكون توقيـت وموقع اللسـعات خاطئًا بطرقٍ عدة، مما يسـمح بتعافي الصرصور وقتل الزنبور الأصغر منه بكثير مثلًا. كان يمكن أن تفشـل أنثى الزنبور في أن «تفهـم» أنَّ الفريسـة يمكن قيادتها بطوقها ذاك، بعد تلـك الضربتين الاحترافيتين، وعندها كانت ستسـحب جسـده الضخم بصعوبة بالغة إلى العـش، ويمكن حصول الكثير الكثير غير ذلك.

الطرق التي كان يمكن أن تنحرف بها هذه السلسلة السلوكية غير معدودة في الحقيقة. لا يمكن حتى لأشد أتباع الداروينية الحديثة التكيفية تعصبًا أن يفترض أنَّ كل أنواع البدائل قد جربها أسلاف الزنابير بطريقة عمياء، واختيرت الحلول الأفضل فالأفضل تقدميًا، وأنَّ هذا الحل المثالي احتفظ به في النهاية ورُمِّز في الجينات.

صحيح: أنَّ الزنابير موجودة منذ زمنٍ بعيد (تقريبًا 400 مليون سنة، وربما أكثر) لكن حتى هذه المدة ليست كافية لتجربة الحلول السلوكية البديلة اللامعدودة، مع إمكانيات بديلة قابلة للتصور في كل خطوة من السلسلة السلوكية.

ماذا إذًا؟ لا يعلم أحدٌ في الوقت الحاضر. لا أحد يعلم إمكانية تفسير مثل هذه الحالات من البرامج السلوكية الفطرية المتقنة (شبكات العناكب وبحث النحل عن الطعام كما رأينا أعلاه والكثير غيره) بطريقة العوامل الهندسية أو الفيزكيميائية المحسنة، لكن من غير المحتمل تفسيرها بالتكيف التدريجي أيضًا. من العدل الإقرار أنَّه - ورغم أنَّنا نراهن أنَّ تفسيرًا طبيعيًا ما سيُكتشف - فلا نملك هذا التفسير في الوقت الحاضر، وإذا أصرينا على أنَّ الانتقاء الطبيعي هو الطريق الوحيد المتاح لنجربه، فلن نحصل على أي تفسير.

نفق ممتد عند نهاية الضوء

هنالك محدودية لما يمكن لـ 24,000 جين (تقريبًا) في جينوم البشر القيام به لتجميع كائن بشري، ولتتأكد فهنالك العديد من التنظيمات الجينية، وشبكات من التفاعلات، وعوامل الجذب نشوء الشكل، وتعديلات فوق جينية، وبدائل للتضفير الجيني، وتفاعلات معقدة مع كثير من البيئات، ويضاف أمر آخر عند البشر هو «الثقافة».

تبدو مهمة هذه الجينات القليلة نسبيًا رائعة، حتى عند الأخذ بعين الاعتبار العامل «المضاعف» الملحوظ، والمتمثل بالتضفير البديل (راجع الفصل الثالث). من بين باقي البنى المعقدة هنالك عشرات ملايين الأنواع من الأضداد التي يجب إنتاجها،

وتقريبًا 1011 عصبون، و1013 مشبك عصبي محدد الموقع لينمو ويثبت، وتقريبًا 60,000 ميلًا من الأوردة والشرايين والشعيرات الدموية لتوضع بالضبط في كل جسدٍ من أجسادنا.

لا بد أنَّ هنالك كثيرًا من عمليات التنظيم الذاتي التلقائي قد حدثت، وعلى مستوياتٍ عدة، وذلك حيث يمكن لفيزياء الظواهر التجميعية أن تترك بصمتها، بطرق ما تزال تذهلنا. إنَّ كل من العمليات الجينية وفوق الجينية وباقي العمليات الأخرى ذات السبب الداخلي، تجعل فكرة كريستوفر شيرنياك عن «الفطرية اللاجينية» (Cherniak et al., 1999, 2004; Cherniak, 2009) مناسبة، بل وحتمية.

ملخص هذا الفصل:

إنَّ أتباع الداروينية الحديثة متحمسون للقول إن الانتقاء الطبيعي لا يصل للحالة المثالية أبدًا، ويجد حلولًا مرضية محليًا فقط[25]، فاستخدموا مصطلح «التصليح tinkering» التطوري لفرنسوا جاكوب Francois Jacob، إلى «الإرضاء satisficing» لدى مايناردسميث Maynard Smith ودينيت[26] Dennett، ينصب التأكيد دائمًا على هذا الاعتبار.

من المهم في سياق نقدنا للداروينية الحديثة أن نذكر أنَّ مشكلة إيجاد حلولٍ مثالية للمشاكل التطورية بتصفية الحلول المرشحة المتولدة عشوائيًا قد تكون غالبًا مهمة عسيرة intractable، لكن كما رأينا للتو، فهنالك بعض الأمثلة عن حلول مثالية (أو قريبة للمثالية) للمشاكل في علم الأحياء؛ لذلك إذا كان الانتقاء الطبيعي لا يستطيع أن يصل إلى المثالية، فلا بد أن هنالك شيئًا آخر قد تدخّل. من المعقول جدًا أنَّ ذلك «الشيء الآخر» يتضمن: الفيزياء، والكيمياء، وعمليات التحفيز الذاتي، والبنى المشتتة، ومبادئ التنظيم الذاتي، وبالطبع عوامل أخرى سيكشفها التقدم العلمي بالوقت المناسب.

إن المغزى هنا هو نوعٌ من المعضلات لأتباع الداروينية الحديثة: حتى إذا افترضنا - لغاية النقاش - أنَّ الانتقاء الطبيعي قد قام بفعلٍ بالطريقة التي يدعيها مذهب الداروينية الحديثة، إلا أنَّ درجات حريته يجب تقييدها بشدة.

إن النسبة الدقيقة من الفضاءات الشكلية النظرية للحياة وتلك التي حصلت فعلًا (McKinney and McGhee, 2003; McGhee, 2007; Raup, 1966)، هي شيء لا يمكن لنظرية الانتقاء الطبيعي تفسيره[27].

نحن ولسببٍ وجيه يدهشنا اختلاف وتنوع أشكال الحياة، لكن يهم التأكيد على أنَّه - وضمن مستوىً مجرد - عند تخطيط التنوع المستمر الممكن لمتثابتات الشكل،

فإنَّ الأشكال المنقرضة والموجودة للحياة هي مجموعة فرعية صغيرة للغاية لما كان يمكن أن يوجد نظريًا[28].

وكما قلنا للتو، ستظل هذه المعضلة محافظة على قوتها، حتى لوكانت نظرية الانتقاء الطبيعي صحيحة في الجملة، لكن يجادلوننا بأنَّ القضية أكاديمية، وسنبين في الفصول التالية من القسم الثاني من الكتاب أنها ليست كذلك.

[انتهى الفصل الخامس]

القسم الثاني

الحالة التصورية

الفصل السادس

يُدعى الكثير للوجود
لكن يُختار القليل منهم:
مشكلة «الانتقاء من أجل»

يعـد «تفكير الجمهرات» حاليًـا الطريقة المفضلة لفهم غايـة النظريات التطورية: ويقصـد بها تفصيـل المبادئ التـي طبقًا لها يتغير توزع سـمات النمـط الظاهري في مجموعة من الكائنات مع مرور الزمن (نموذجيًا باعتباره تأثير التفاعلات السـببية مع المتغيرات الإيكولوجية).

هذا الكتاب حجة موسـعة يشـرح أنَّه إذا كان هذا ما يفتـرض بنظرية التطور القيام به، فإن النظرية التي يتبع التطور فيها عمليةَ انتقاء طبيعي لا يمكن أن تكون صحيحة.

يبـدأ هـذا الفصل ببيـان الحجة، وذلـك على عدة أقسـام، يعرض القسـم الأول اعتبـاراتٍ تظهـر أنَّه - وفي أحسـن الأحـوال - لا يكمن للانتقـاء الطبيعي أن يغطي كل القصـة عن كيفية تطور الأشـكال الظاهريـة. في الحقيقة، ومـن قراءتنا للأدبيات المعاصـرة، وكما رأينا في القسـم الأول، فذلك ليس محل نزاعٍ جاد هذه الأيام. ربما لـم يكن كذلك مطلقًا: بالتأكيد داروين نفسـه لم يعتقد أنَّـه يمكن للانتقاء الطبيعي أن يكون الآلية الوحيدة للتطور، لكنه ظن وبوضوح تام أنَّ الانتقاء الطبيعي جزءٌ جوهري من القصة التطورية؛ وأنَّ الأمر سـيتطلب إضافة متمهلة للتفاصيل التي تُحكِم نموذج الانتقاء الأساسـي دون أن تتعارض معه. ظن داروين أنَّ النظرية المنقحة عن التطور ستكون عبارةً عن تكيفية معقدة، ويمكننا القول إن ذلك هو المتفق عليه عند الجميع، وذلك بقدر ما يمكننا القول إنَّها تبقى النظرة المجمع عليها.

تقدم الفقـرات التالية المتعددة لهذا الفصل مشـكلة «الانتقاء مـن أجل»؛[1] وهو تقريبًا السـؤال عن أيٍّ من سـمات النمط الظاهري لكائنٍ ما هي المسـؤولة سببيًا عن حصول تنوعٍ ما أو غيره في الصلاحية.

سنستعرض عددًا مما نعده نماذج لهذه المشكلة، لا تؤخذ فقط من نظرية التطور، إنما من الفلسـفة وعلم النفس وعلم دراسـة معاني الكلمات أيضًا، ثم نسـتعرض في الفقرات التالية ما نراه تشـابهًا بين هذه الأمثلة، وما تشـترك بـه من اعتراضات نرغب بطرحها ضد مذهب التكيفية، وسـيعني هذا امتلاك نظرة ثابتة لكيفية عمل التفسيرات الانتقائية: ما يمكن أن يدعوها الفلاسفة بـ «منطق».

سيكون لدينا الكثير لنقوله عن كيف تتعلق تلك التفسيرات بالتفسيرات الآلية والغائية، وفوق ذلك كله، كيف تتعلق بالتفسيرات المتعمدة؟ ومن الواضح جدًا - ويزداد وضوحًا - أنَّ هذه الأنواع من الأمور المركزية في أي تقييم جدي للتكيفية.

«الراكبون المجانيون»

في عام 1979 كتب ستيفن جاي غولد، وريتشارد لونتين (Gould and Lewontin, 1979)، ورقة علمية أصبحت منذ ذلك الحين بحق أيقونة علمية، وهي نقطة جيدة للبدء بنقاش التفسيرات الانتقائية للتطور. وكما فهمناها، فإنَّ إحدى النقاط الأساسية لورقة ستيفن جاي غولد، وريتشارد لونتين، كان اقتراح طريقٍ فيه استثناءات لأطروحة تكيف سمات النمط الظاهري؛ استثناءاتٍ لفرضية تتطور من خلالها (على المدى البعيد، ويتجنب متغيرات غير منتظمة) بعض سمات النمط الظاهري باتجاه الصلاحية المتزايدة.

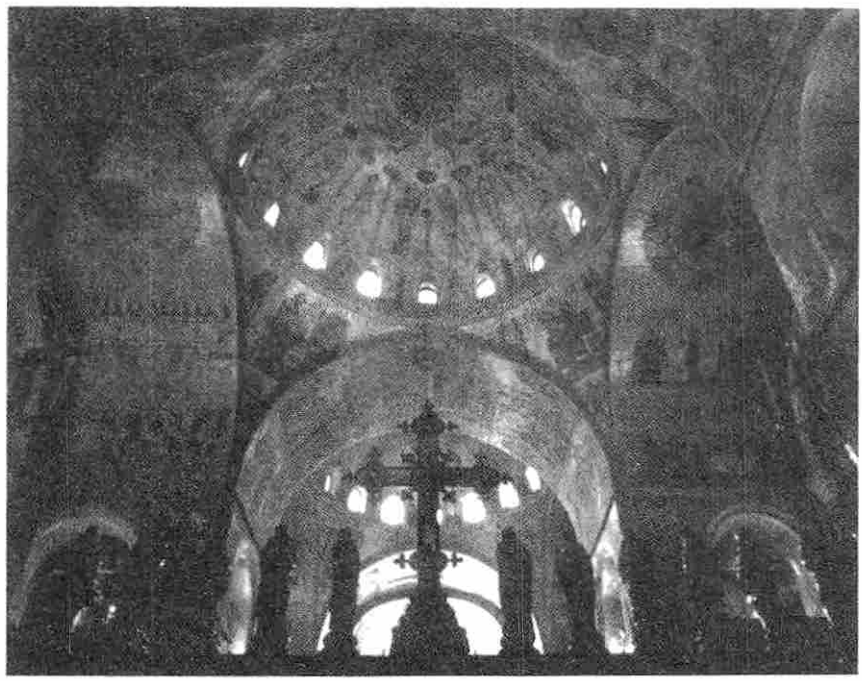
ترتبط هذه المسألة بشدة بنظرية أنَّ الانتقاء الطبيعي هو السبب الأساسي للتطور الشكلي الظاهري، وذلك أنَّ الانتقاء من أجل الصلاحية يفترض أن يشرح سبب جعل الأنماط الظاهرية تزداد ملائمة تكيفها بمرور الوقت[2].

وبالمقابل، إذا كان هنالك سمات نمط ظاهري لا تساهم في الصلاحية، فهي أمثلة كافية مضادة لفكرة عمومية الانتقاء الطبيعي.

فحص ستيفن جاي غولد، وريتشارد لونتين، عددًا من الطرق يمكن أن تحدث فيها مثل هذه الحالات؛ وكان «الركوب المجاني» أحدها.

ونحن مدعوون لتقييم العلاقة بين الأقواس والركنيات Spandrels في تصميم الكاتدرائيات ذات القبب، مثل كاتدرائية القديس مارك في فينيسيا، الظاهرة في الصورة أعلاه، (الركنيات Spandrels هي المثلثات الصغيرة المتشكلة بتقارب الأقواس التي تدعم القبة)، وسبب امتلاك الكنائس المقببة أقواسًا ليس بالأمر المشكل: فلو لم تمتلك أقواسًا، لانهارت القبب، لذا من المنطقي التفكير بالأقواس باستخدام القياس على التكيفات؛ فمثل هذه التكيفات واضحة من الناحية الغائية،

وذلك بالإشـارة إلى الوظيفة التي تنجزها: فالأقواس موجودة هناك لإمساك السقف أن يقع.



Mark Harmel Alam

إنَّ الكنائس التي لها أقواس في تصميمها، تملك أيضًا بانتظام ركنياتٍ spandrels؛ يظهر الأمر وكأنَّه: فـي روح التنظير الداروينـي يمكن افتراض التالي، تمامًا كما توجد فائـدة تقوم بهـا الأقواس، فربما هنالك أيضًـا فائدة تقدمها الركنيـات أيضًا. قاد ذلك للسـؤال: ماذا نعرف من فوائد عن الكنائس ذات القبـب التي تكيفت فيها الركنيات؟ فبالنسبة لطول رقبة الزرافة، والفراء الأبيض للدب القطبي، والأذنين الكبيرتين للفيل، يمكن للمرء تخيل فرضيات متنوعـة، وبدرجات متنوعة من المعقولية: ربما وجدت الركنيات هناك للتزويد بفراغات مثيرة للاهتمام للوحات الجدارية للتزيين؛ أو أظنُّها هنالك لتعبر عن مظهر منظورٍ ما، أو أيًا يكن.

وجهة نظر ستيفن جاي غولد، وريتشارد لونتين، هي أنَّه في واقع الأمر فإنَّ جميع نظريات التكيف المشابهة لذلك عن الركنيات نظرياتٌ خاطئة؛ وهي قصص لا تحمل إلا فكرة «هكذا فقط»[l]، توسعت في إضفاء وظائف مخصصة لتجيز تقديم تفسيرات غائية عن ما هو حقيقة وقائع لا وظيفة لها.

لا تقوم الركنيات في الحقيقة بأي شيء، هي مجرد «ركاب مجانيون»: تضمن الهندسة أنَّك إذا اخترت الأقواس، ستحصل على الركنيات كناتج عرضي شئت أم أبيت. فالمهندسون المعماريون يختارون إضافة الأقواس، أما الركنيات فتأتي معها دون غاية لها.

تطرح ورقة ستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين 1979، (العنوان الكامل لها هو «ركنيات سان ماركو San Marco، والنموذج البانغلوسي Panglossian paradigm:[m] نقدٌ للبرنامج التكيفي»)، تطرح تلك الورقة كثيرًا من الاعتبارات وثيقة الصلة بهذا الكتاب، أولًا: عابَ ستيفن جاي غولد، وريتشارد لونتين، برنامج التكيف:

... لفشله في تمييز النفع الحالي [لسمة النمط الظاهري] عن أسباب المنشأ...؛ ولإحجامه عن أن يأخذ بعين الاعتبار بدائل للقصص التكيفية؛ ولاعتماده على المعقولية فقط كمعيار لقبول القصص التخمينية؛ ولفشله في الأخذ بعين الاعتبار كفايةً مثل هذه المواضيع المتنافسة عند التثبيت العشوائي للأليلات، وإنتاج بُنىً لا تكيفية من خلال العلاقة النمائية مع السمات المنتقاة (قياس التنامي allometry، وتعدد النمط الظاهري pleiotropy، والتعويض المادي، والارتباط المدفوع آليًا)، وإمكانية فصل التكيف عن الانتقاء، والقمم التكيفية المتعددة، والمنفعة الحالية، كظاهرة إضافية لبُنى غير تكيفية.

Gould and Lewontin, 1979

(l) «التسليم بالواقع دون إعطاء أي شرح» حيث أنَّ المقصود القصص التي يُذكر فيها الإجابة هكذا فقط - المترجم.

(m) البانغلوسي هو المفرط في التفاؤل، وهي نسبة للدكتور بانغلوس، أبقيتها بانغلوسي لورودها بحرف كبير - المترجم.

ثم تابعا - بنوعيةٍ وعرضٍ مقنع - لتفكيك بعض قصص التكيف التي تندرج تحت عنوان «هكذا فقط» التي كانت رائجة في ذلك الوقت، وخلصا للتحذير إلى أنَّه «يجب عدم الخلط بين حقيقة استخدام بنية ما بطريقة ما... مع السبب التطوري الأساسي لوجود تلك البنية وموافقتها conformation».

إنَّنا نحترم كثيرًا ورقة ستيفن جاي غولد، وريتشارد لونتين، لوضوحها وقوة إقناعها، لكن مع ذلك أصابتنا الحيرة من بعض ما قاله المؤلِفان، وهكذا بعد أن وضعا القارئ على أهبة الاستعداد ضد تفسيرات داروين البسيطة وقليلة القيمة، أعلن ستيفن جاي غولد، وريتشارد لونتين، ولاءهما للانتقاء على أنَّه «أهم الآليات التطورية». وليس فقط مجرد آلية، كما أقر داروين نفسه بذلك، إنما بقي - طبقًا لستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين - أهم الآليات.

إذا كان هذا هو المغزى المقصود، فما افترضه ستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين (رغم أنَّه عُرِضَ على نحو واسع على أنَّه متحيز للغاية) يمثل حقًا تعديلًا رسميًا محافظًا على التقليد التكيفي.

لم ينكرا أنَّ الانتقاء الطبيعي هو القصة المركزية حول تطور العديد - وربما معظم - سمات النمط الظاهري.

علاوة على ذلك ورغم تأكيدهما على «قوانين الشكل»، إلا أنَّهما لم ينكرا أنَّ الانتقاء هو تأثير متغيرات خارجية المنشأ.

للكنائس ركنيات لأنَّ مهندسيها المعماريين صمموها ليكون لها أقواس، والتي جعلت وجود الركنيات يركب مجانًا على وجود الأقواس.

تمتلك الزرافات رقابًا طويلة، لأنَّه عندما تنافست الزرافات ذات الرقاب الطويلة مع ذات الرقاب القصيرة فضّلت المتغيراتُ الإيكولوجية (وبالتالي المتغيرات خارجية المنشأ) ذاتَ الرقاب الطويلة.

إنَّ الاختلاف غير الملحوظ هو بالضبط عدم وجود من له نية أو تخطيط لبقاء

الزرافات ذات الرقاب الطويلة، إلا أنَّه في حالة الأقواس والركنيات تتضمن المتغيرات خارجية المنشأ نوايا المهندسين المعماريين.

بالمختصر، إما أن يعامل كلٌ من وجود الركنيات وطول رقاب الزرافات كتكيفات، أو كركاب مجانيين على التكيفات، وما قدمه ستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين هو نوعٌ معقد للغاية من التكيفية، إلا أنَّه مع ذلك يبقى نوعًا من أنواع التكيفية.

نعتقد بأنَّ ستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين كانا على صواب في افتراض آليات للتطور يمكن لعملياتها إنتاج سمات نمط ظاهري عديمة الوظيفة، لكنَّنا نظن أيضًا أنَّ نقائص التكيفية تقوم بفعل عظيم أعمق مما افترضه ستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين.

في الحقيقة فالأمر الأكثر إشكالية (والذي نحن على وشك مناقشته) هو شيء قبله غولد ولونتين بتحفظ، وأعلن عنه داروين كثيرًا وبوضوح في كتابه أصل الأنواع: أنَّ الانتقاء الاصطناعي (في حالة ستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين كان انتقاء المهندسين للتصاميم؛ وفي كتاب أصل الأنواع كان انتقاء المربين للأنماط الظاهرية) هو مثال مناسب للانتقاء الطبيعي.

غالبًا ما يقول متبعو مذهب التكيفية إنَّ هذا مجرد استعارة تفسيرية لا تضر، وعلى النقيض من ذلك فإنَّ القياس البسيط على الانتقاء الاصطناعي يحمل بالفعل الوزن الكامل لمشكلة التكيفية، هو أشبه بالأقواس والقباب؛ انزع أحدها وستنهار البقية، والمقصود بهذا أن يكون نقدًا أكثر جذريةً للبرنامج التكيفي مما قدمه غولد ولونتين. إذا كانا على حق، فهنالك شيء خاطئ في أصل التكيفية يرميها جانبًا دون أي أمل بإصلاحها.

لكن، من الأفضل تقديم الشرح بطريقة غير مباشرة، ذلك أنَّ أنواع الإشارات التي تطرحها حجتنا ظهرت أول ما ظهرت في نقاشات حول مواضيع تبدو للوهلة الأولى أنَّها بعيدة للغاية عن تقييم التكيفية؛ وفي الحقيقة بعيدة عن بعضها البعض، ونهتم بعرض كيفية ارتباطها جميعًا بعضها مع بعضها. إنَّنا نطلب من القارئ التركيز على ما نطرحه أثناء ترتيبنا للقطع المتنوعة، ونعد بإنهاء ترتيبها مع بعضها قبل نهاية هذا الفصل.

تمظهرات مشكلة «الانتقاء من أجل»: الغائية [3] teleology

يتساءل الناس من وقت لآخر، ما وظيفة القلب؟ الجواب العلمي بالطبع أنَّه موجود ليضخ الدم. أما مصب اهتمامنا الحالي فهو: ما الذي يجعل ذلك الجواب صحيحًا على أية حال؟

لقد كان - تبعًا لمعرفتنا - كارل غوستاف همبل C. G. Hempel (1965) أول من أشار للأمر المقلق التالي: لا شك أنَّ القلب يضخ الدم، لكنه أيضًا يقوم بكثير من الأمور الأخرى، فمثلًا يصدر القلب ضوضاء قلبية؛ وعلى سبيل الافتراض لم يكن ليضخ الدم لولا أنه يقوم بتلك الضوضاء. إذًا لماذا كان ضخ الدم هو وظيفة القلب، بدلًا من أن يكون إصدار الضوضاء؟

سيلاحظ القارئ أنَّه يوجد تناظر ما بين لغز كارل غوستاف همبل عن وظيفة القلب، ولغز ستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين عن سبب كون الأقواس هي التكيفات، في حين أن الركنيات ليست كذلك، وهذا بالطبع ليس مجرد مصادفة، فالشيء المشترك في السؤالين هو أنَّه من المنطقي أنَّ كلًا منهما يستحضر حالات مخالفة للواقع counterfactuals (والتي هي حالات لمقترحات افتراضية ذات أسبقيات خاطئة: ماذا كانت ستكون الحالة لو أنَّ...).

على سبيل المثال، لو أمكن للمهندس المعماري ترتيب الأمور بحيث توجد الأقواس دون الركنيات، لكان من المرجح أن يقوم بذلك، ولو أمكن للطبيعة الأم [4] ترتيب الأمور بحيث يُضخ الدم دون أن يصدر القلب ضوضاء، لكانت على الغالب ستفضل ذلك. لكنَّ ضوضاء القلب - كما هي الركنيات - خيارات مفروضة (فكلاهما راكبان مجانيان)، وبسبب القيود التي تفرضها عملية مرور السائل في الأوعية على ضخ الدم، نعلم أنَّنا نملك قلوبًا تصدر الضجيج الذي تصدره، والأمر فقط نتيجة للقيود التي تفرضها الهندسة على دعم القبب، نعلم أنَّ الكنائس لديها ركنيات عندما يكون لديها أقواس، وهلم جرا.

سيتكرر هذا النمط معنا بتقدم النقاش: مما يميز كل ما ندعوه «مشاكل الانتقاء من أجل»، والتي تكون الحالات المخالفة للواقع المتعلقة هي الاختيار بين فرضيتين (أو أكثر)، تتوافقان على حد سواء مع البيانات الفعلية. لذا، وفي حالة ستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين فإنَّ الفرضيات المعروضة هي: يختار المهندسون المعماريون الأقواس، وتكون الركنيات ركابًا مجانيين، مقابل أنَّ المهندسين المعماريين يختارون الركنيات، بينما تكون الأقواس ركابًا مجانيين؛ وتكون الحالات المخالفة للواقع والتي تقرر حقيقتها أو خطأها، والقضية هي: لو كان بالإمكان وجود الأقواس دون وجود الركنيات، لربما اختار المهندسون ذلك؛ لكنَّ العكس غير صحيح.

في حالة القلب، فإنَّ الفرضيات المقدمة هي أنَّ الطبيعة الأم اختارت ضخ دم، وكانت الضوضاء راكبًا مجانيًا، أو أنَّ الطبيعة الأم اختارت الضوضاء، وكان الضخ راكبًا مجانيًا؛ والحالة المخالفة للواقع التي تقرر حقيقتها أو خطأها المسألة هي: لو كان بالإمكان ضخ الدم دون ضوضاء، لكانت الطبيعة الأم في الغالب ستختار ذلك، لكن العكس غير صحيح.

تتمة تمظهرات مشكلة «الانتقاء من أجل»: «ما الذي قد تعلمناه؟» (مشكلة «المؤثر الفعال»).

نتجه للحالات المتناظرة بنيويًا، والتي تظهر في علم نفس التعلم.

إحدى طرق التفكير بالتعليم هي أنَّه عملية يبدل فيها عمل القوى ذات المنشأ الخارجي ارتباطات المخلوق، وهي الطريقة التي يفكر بها بالفعل التجريبيون البريطانيون، ومنظرو التعليم الأمريكان، المتبعون لنظرية سكينر (راجع الفصل الأول للنقاش).

على أية حال هنالك اختلاف مميز بين نوع نزعة الترابطية associationism عند التجريبيين البريطانيين، ونوعها عند منظري التعليم؛ اختلافٌ أكدّ عليه كثيرًا في أدبيات نظرية سكينر، فطريقة سكينر في التعليم هي بتشكيل ارتباط بين المؤثر

والاستجابة، في حين أنَّه بالنسبة للتجريبيين البريطانيين فإنَّ التعليم هو تشكيل علاقة بين أشياء عقلية («أفكار»)، وشكل هذا مشكلة لمنظري التعليم لم يضطر التجريبيون البريطانيون لمواجهتها: عندما تتعلم ارتباط مؤثر-استجابة S-R، فما هي S وما هي R؟ وهذا مثال يجب أن يوضح الفكرة.

خذ مثلًا ما تدعوه أدبيات التنظير التعليمي تجربة «المؤثر المشطور split stimulus»، احضر لنفسك جرذًا أو (ما هو أكثر عصرية هذه الأيام) حمامة، وصندوق سكينر، ضع الحيوان في الصندوق، درب الحيوان على مهمة تعلم تمييزية معيارية يكون فيها المؤثر المعزز (والذي يرمز له بـ SD نسبةً إلى reinforced stimulus؛ وهو المؤثر الذي عند حضوره يكافئ الحيوان على استجابته تجاهه)، لنقل مثلثًا أصفرَ مثلًا؛ و S دلتا (المؤثر غير المعزز، هو المؤثر الذي عند وجوده لا يكافئ الحيوان على استجابته تجاهه)، يمكن أن يكون أي شيء ترغبه؛ ربما بطاقة عليها علامة X. عند إكمال التدريب، ينتج الحيوان ردود فعلٍ عندما - وفقط عندما - يظهر المؤثر المعزز SD. (في الحقيقة فما شوهد بالفعل هو تقريب لا عرضي لذلك، فليس هنالك حمامة مثالية)، ولا شيء جديد حتى الآن.

لكن الآن، اسأل نفسك: «ماذا تعلم الحيوان فعلًا عندما تعلم الاستجابة لوجود - وفقط لوجود - المؤثر الإيجابي»؟. من الواضح وجود كثير من الاحتمالات (تمتد الاحتمالات جدليًا إلى ما لا نهاية): ربما تعلم اختيار «المثلثات الصفراء» مقابل اختيار «إشارات X»؛ أو أنَّه تعلم اختيار «المثلثات» على أن يختار إشارات X؛ أو أنَّه تعلم اختيار «الأشياء الصفراء» على «إشارات X» ؛ أو أنه تعلم اختيار «الأشكال المغلقة» على «إشارات X»؛ أو أنَّه تعلم اختيار «الأشياء ذات الحواف المدببة» على أن يختار «إشارات X» ؛ وهلم جرا.

فذلك كيفية نموذجية عن تجربة تعليم نمطية تمييزية تطرح سؤالًا «عن ماذا قد تُعلِمَ». لاحظ القياس القريب للغاية لسؤال ستيفن غولد ولونتين «عندما يتغير النمط

الظاهـري نتيجة قوى الانتقاء خارجية المنشـأ، فأي من سـمات النمط الظاهري هذه هـي نتاج تكيف (إذا وجدت فعـلًا)، وأيٌّ منها هي راكـبٌ مجاني (إن حصل ركوب مجاني)؟»

إنَّ تجارب «المؤثر المشـطور» (في الحقيقة هي تطبيقات لـ «طريقة الاختلافات» لـ جون ستيوارت مل (J. S. Mill (Mill, 1846)، وهي الطريقة الرسمية للإجابة عن الأسئلة حول ما قد تُعلِمَ. فمثلًا، ربما صمم مثل هذه التجربة لتحديد إن كان الحيوان - وبعـد إنهـاء التدريب علـى تمييز «المثلثـات الصفراء» من «المربعـات الزرقاء» - سيسـتجيب لـ («سيعمم اسـتجابته generalizes» على) «المثلثات الزرقاء»، أو على «المربعـات الصفراء»، عندما يعرض عليه الاختيار بينهـا، وبالتقريب إذا كان تدريب الكائن سـيعمم اسـتجابته على المثلثـات الزرقاء (وليس على المربعـات الصفراء)، فالـذي تعلمهَ نتيجـة التدريب كان الاسـتجابة للمثلثـات؛ أما إن تعممت اسـتجابته علـى المربعات الصفراء (وليس علـى المثلثات الزرقاء)، فقد تعلـم نتيجة للتدريب الاسـتجابةَ للأشـياء الصفـراء، وهكذا، وبالتالـي فعلى الأقل مبدئيًـا يمكن لتجارب «المؤثر المشطور» أن تخبرنا عن ما الذي تعلمه الكائن عندما تعلم استجابةً مشروطة للمثلثـات الصفـراء؟ وفي الواقع فإن ذلـك تمامًا هو نمط التجارب الذي يسـتخدمه علماء النفس لحسـم المسـائل عن ما الـذي تعلمه الكائن عندمـا تواجههم مثل هذه المسـائل في الممارسـة العملية؟ بالتأكيد فمن المنطقي مثاليًا بالنسـبة لهم أن يعملوا بهذه الطريقة[5].

ليس مقصدنا الإصرار على أنَّ تاريخ التعزيز عند الكائن لا يفسر يقينًا وعلى نطاق واسـع، ما تعلمه خلال الإشـراط (رغـم أنه يقوم بذلـك طبعًا)[6]، إنمـا مقصدنا هو التأكيد على مدى تقارب التوازي بين القضايا التي تطرحها مسائل «ما الذي تُعلِمَ» في نظريات التعزيز من جهة، والقضايـا التي تظهر كراكبة مجانية على النظريات التكيفية في التطور من جهة أخرى.

في كلتا الحالتين فقد كان لدى العالم الخيار بين فرضيتين حصل فيهما «انتقاء من أجل» لعدد من السمات المتوازية، وذلك نتيجة لضبط معين للصدف السببية. هل هي الأقواس ما اختاره المهندسون المعماريون، أم اختاروا الركنيات؟ وعلى نفس النمط: هل الاستجابات للون الأصفر هي ما اشترط الانتقاء من أجل، عندما كان المؤثر المعزز هو مثلث أصفر، أم أنَّها الاستجابات للأشكال المثلثية، أو كلاهما، أو ليس لأي منهما؟ في الحقيقة، مشكلة «ما الذي تُعلِمَ» هي مشكلة راكبة مجانية: عندما يكون المثلث الأصفر هو المؤثر المعزز، هل يمكن لإشراط اللون الأصفر أن يركب مجانًا على إشراط المثلثات، أو أنَّ العكس هو ما قد حصل؟

بإعطاء التشابه البنيوي بين نوعي الأسئلة السمات الراكبة المجانية، فليس من المستغرب أنَّ كليهما يجاب عليه بالطريقة ذاتها، بمعنى أنَّه عبر الاحتكام إلى الحالات المخالفة للواقع ذات الصلة. فما يريد متبع التكيفية معرفته هو: ماذا يمكن أن يحصل إذا تحطم الارتباط الواقعي بين الأقواس والركنيات؛ فما الذي سيختاره لأجله المهندس المعماري لو عرض عليه هل يختار ركنيات دون أقواس من ناحية، أم يختار أقواس دون ركنيات من ناحية أخرى؟ وبالمثل، فما يرغب بمعرفته منظّر التعلم هو: كيف كان سيستجيب الحيوان لو عرض عليه مربع أصفر من ناحية، أو مثلث أخضر من ناحية أخرى؟ يبقى منطق الحالة ذاته، سواءً كان من يقوم بالانتقاء مهندس معماري، أم الطبيعة الأم، أم عالم نفس؛ وعلى المنوال نفسه فإنَّ ذلك مستقل عن سؤال إن كان النمط الظاهري للكائن هو المنتقى لأجله، أو كان منتقيًا بسبب ملكته السلوكية، فالمغزى حتى الآن هو: مشاكل الانتقاء من أجل يجب أن تحتكم إلى الحالات المخالفة للواقع من أجل التمييز بين فرضيات التوازي الوجودي، سواءً كانت نظرية الارتباط، أو نظرية التكيف هي ما يطرح المسألة. وبالمثل هنالك أنواع أخرى لحالات تبدو للوهلة الأولى متباينة جدًا، سنصف اثنتين منها.

تتمة مشكلة تمظهرات «الانتقاء من أجل»: «ما الذي قد تُعلّم؟» («الاستجابة الفعالة»)

إنَّ المغـزى مـن النقاش السـابق أنَّه كما لـدى النظرية التكيفيـة التطورية بالضبط مشكلة في تمييز السـمة المنتقاة لأجل، عن السمات الراكبة المجانية، فكذلك نظرية التعلم لها مشكلة عندما تحاول تمييز خاصية المؤثر «الفعالة» عن الخواص المرتبطة بـه فقط، وبما أن الأمـر هكذا، فمن غير المفاجئ وجود مشـكلة بالقـدر والنوع ذاته بالضبط عن ماهية الاسـتجابة (R)، في حالة معطاة عن إشراط مؤثر-استجابة S-R، أي ما الذي تعلم الكائن القيام به عندما تعلم استجابةً لمؤثر ما؟ تنسب تجربة «المؤثر المشـطور» التقليدية لماكفارلن MacFarlane (1930)، وتولمان Tolman (1948)، حيث دُرب جرذ على متاهة على شـكل حرف T يكافـئ فيها على التوجه يمينًا، ماذا تعلم الجرذ عندما أتقن المهمة؟ «حسـنًا، لقد تعلم إنجاز سـلوكٍ معين»، حسنًا، لكن توجد الكثير من الطرق الموازية محليًا، إلا أنَّها غير متكافئة في تحديد السـلوك الذي تعلـم أداؤه، فمثـلًا، ربما تقترح بعض النسـخ (بالأحرى النسـخ البدائيـة) من نظرية التعلـم أنَّ ما تعلم الجرذ القيام به هو القيام بسلسـلة من بـوادر التحريك (يحرك أولًا القدم اليسرى الأمامية، ثم يحرك القدم اليسرى الخلفية، وهلم جرا)، أو أنَّه ربما تعلم الذهـاب يمينًـا؛ أو الاتجاه نحو الشـرق؛ أو الاتجاه بالطريقة ذاتهـا التي ذهب بها في المرة الماضية...، أو أيًا يكن، فأي منها هي الاستجابة المشروطة؟

لا تضـع نظريـة التعلـم نتيجـة محـددة، فنظريـة التعلـم هي عـن كيف تغيـرُ قوةُ الارتبـاط بيـن المؤثر والاسـتجابة وظيفـةَ التعزيـز؟ لكنها لا تقول شـيئًا عـن ماهية المؤثر والاسـتجابة. ووفقًا لذلك، رغم أنَّك تسـتطيع القيام بتجـارب لتختار احتمالًا مـن بين مختلف الاحتمـالات لاحقًا، إلا أنَّ التحذير «لاحقًا» أساسـيٌ لأنَّ النظرية لا تتنبـأ بالنتائـج التجريبية. فمثـلًا، إغراق المتاهـة بالماء بما يكفي تمامًـا ليتطلب الأمر من الحيوان السـباحة بدل الركض، وما يحدث ليس مفاجئًا: سـيمضي الجرذ - دون

تدريب إضافي - للسباحة عبر الطريق الذي لطالما كان يركض فيه.

ينطبق الأمر أيضًا على الحالة المعاكسة (الركض في طريق كان قد تعلم السباحة فيه)، لذا لا يمكن أن تكون الاستجابة المشروطة التي تعلمها الجرذ نتيجة التدريب هي الركض تجاه اليمين، لكن الأمر ليس أنَّ نظرية التعلم تتنبأ بالنتائج التجريبية، حيث أنَّها لا تقول شيئًا على الإطلاق عن متى (أو إن كان) الركض أو السباحة هما نموذجان لنفس الاستجابة، بل ما تقوم به تجربة المؤثر المشطور هو تقريرها لاحقًا post hoc، وهنالك بالطبع عدد لا نهائي من الاحتمالات الأخرى حتى في هذه الحالة البسيطة من التعلم المعزز.

إليك تجربة من تجارب المؤثر المشطور يمكنك تجريبها بسرية في منزلك، دون الحاجة لجرذان حقيقية: ضع يد شخص Subject (S) بحيث يكون باطن الكف على اتصال مع آلة يمكنها إنتاج صدمة خفيفة للغاية، رتب الأمور بحيث يقرع جرس ما قبل ثانية تقريبًا من الصدمة، سيقوم المختبَر S - ونعدك بهذا - بالتعلم بسرعة أن يحرك يده عند سماع الجرس، لكن ما هي الاستجابة («ما هو السلوك») الذي تعلمه الشخص قيد التجربة عندما تعلم القيام بهذا؟ أن يرفع يده؟ أم أن يسحب يده؟ أم أن يحرك يده باتجاه السقف؟ أن يحرك يده بعيدًا عن الأرض؟ أن يحرك يده بعيدًا عن قدمه؟ كل ما سبق؟ ولا أي مما سبق؟

لاحظ أنَّ طرق الوصف هذه لما تعلمه الشخص المختبر تتوافق جميعها مع السلوك الذي أداه؛ جميعها «تتوازى بالوجود موضعيًا» في بيئة التجربة، وإليك واحدة أخرى، تجربة لشطر المؤثر يمكنها تحديد بديل من بين بدائل؛ لكن هنا مجددًا لا تقدم نظرية التعلم بحد ذاتها أي تنبؤات لنتائج التجربة. ماذا سيحدث على سبيل المثال إذا قلب الشخص المدرب - والذي ما يزال على اتصال مع جهاز مولد الصدمات - راحة يده بحيث يصبح باطن كفه للأعلى؟ عندما يرن الجرس، يعطي الشخص استجابة مشروطة، لكن أي استجابة تلك؟ (النتيجة أنه في حين أن أصابع

يد الشخص تنثني بعيدًا عن راحة الكف عندما تكون في الاتجاه الصحيح، تنثني نحو راحة الكف عندما تصبح اليد مقلوبة)[7].

وطريقة أخرى لإيضاح ذلك هي أنَّ تأثير التعزيز كان لتغيير قوة الاستجابة، أي أنَّ التعزيز يؤثر على إمكانية أنَّ يعطي المخلوق السلوك ذاته الآن كما فعل قبلًا، لكن السؤال هو: ما الذي يمكننا عده حالة سلوك متطابق؟ هذا السؤال (كالسؤال عن ما الذي يعد تكرارًا للمؤثر الذي يخضع الكائن لإشراطه؟) هو هاوية لم تخطو بعد نظرية التعلم الخطوة الأولى لمعرفة كيف تستطيع تجاوزها. فيما يتعلق بالاستجابة وكذلك بالمؤثر، لا تخبرنا قوانين الارتباط بشيء عن ما الذي تُعلِمَ عند تشكل الرابط بين المؤثر والاستجابة S-R[8].

إذًا يتكرر منطق مشكلة «الانتقاء من أجل»: تعرض نظرية التعلم فرضيتين، تتوافقان مع البيانات (في هذه الحالة، كلٌ منهما يتوافق مع تاريخ إشراط الارتباط بين المؤثر والاستجابة)، وما يقرر أيًا منهما هو الصحيح هو دراسة الحالة المخالفة للواقع التي (قد) تحصل في التجارب للمؤثر المشطور أو للاستجابة[9].

تتمة تمظهرات مشكلة «الانتقاء من أجل»: تطبيع naturalization المحتوى

تسمح التفسيرات البديهية للسلوك بالاستخدام المجاني لكلٍ من المفاهيم «الدلالية»: («المعنى»، و«الحقيقة»، و«المرجعية»، ومثيلاتها)، والمفاهيم «القصدية»: («الاعتقاد»، و«الرغبة»، و«الدافع»، وما شابهها)، لكنَّ كثيرًا من الفلاسفة وكثيرًا من علماء النفس شككوا بذلك كثيرًا. كان الشك أنَّ مثل هذه التفسيرات مقبولة في نظام تصوري هو «الأول من نوعه بالفعل»، إلا أنَّه ومن منطلق وجهة نظر العالَم العلمي المتطور، يمكن أن ينظر إليها كطرق للنقاش facons de parler، مفيدة في توجيه تعاملات المرء اليومية مع العالم، لكن ليس لأخذها بجدية وجودية كاملة؛ وإلا سيستغنى عنها كليًا، وتحشر من الناحية العلمية مع الساحرات واللاهوب

phlogiston [مركب ثبت عدم وجوده فعليًا]. يتعلم الأطفال ذوو التنشئة الجيدة أن يقولوا «سبب ذلك هو تنبيه أليـاف C لدي»، في حين يتعلمون حاليًا أن يقولوا «إنَّه مؤذٍ». (لا نلفق هذا، راجع على سبيل المثال Churchland (1981)).

على الجانب الآخر، تمسكت مجموعة من الفلاسفة وعلماء النفس بأنَّ بعض التفسيرات «القصدية» صحيحة تمامًا بكل بساطة، (وأخرى خاطئة تمامًا بكل بساطة). تظهر المشكلة بالنسبة لهم في تفسير كيف يمكن موافقة حرفيتهم literalism بخصوص القصدية/ الدلالية intentional/semantic، مع التزامهم الكامل بنسخة ما من «مذهب الفيزيائية physicalism»؛ بمعنى آخر، نسخة أو أخرى من الرؤية التي تقول إنَّ الأشياء الوحيدة الموجودة في العالم هي الأحداث والأشياء المادية فقط، وعند مواجهة تلك الرؤية هذه المعضلة، يهدف برنامج بحث أولئك الفلاسفة الواقعيين بخصوص القصدية/ الدلالية لصياغة شرطٍ ما يكون - على الأقل مبدئيًا - قابلًا للتحديد بالمصطلحات المادية، وذلك كافٍ ليكون عنصراً مادياً في حالة قصدية/ دلالية. وكانت نظرية الاختيار عند مثل هؤلاء الفلاسفة لسنوات نسخةً من نظرية «سببية»، فطبقًا لها يحدد محتوى الحالة القصدية بارتباطاتها السببية[10]. وفي هذه النقطة كان أن عرضت مشاكل الانتقاء من أجل في الحجة بخصوص إن أمكن جعل القصدية/ الدلالية أمرًا طبيعيًا، وحيث أنَّ الأمثلة اهتمت بالسلوكيات التي تنتمي لملكة متأصلة، فقد كانت الصلة بقضايا التطور على الخصوص شفافة.

خذ مثلًا اللغز السيء الصيت للضفادع والذباب: تلقف الضفادع الذباب؛ وعند اصطيادها لأحدها تأكلها، والمقبول أنَّ من مصلحة الضفادع القيام بهذا، لأنه مع ثبات باقي المتغيرات، فإنَّ الصلاحية العامة لضفدع يأكل الذباب من المرجح أنَّها تفوق الصلاحية العامة للضفدع الذي لا يقوم بذلك، ويمكننا منطقيًا افتراض الأمر ذاته حول الضفادع التي تصيد الذباب بقصد التهامها. (على أية حال، إذا كنتَ غير مستعد للاقتناع بعزو تلك المقاصد للضفادع، فرجاءً خذ راحتك في التنقل صعودًا

في سلم تطور السلالات حتى تجد نوعًا من الكائنات يمكن - بحسب نظرك - عزو مثل تلك المقاصد إليه).

والآن، فالمقاصد هي فقط أنواع الأشياء التي لها محتوىً مقصود/ دلالي، مما يفيد في تمييزها، فعلى سبيل المثال إنَّ مقصد الضفدع في صيد الذبابة هو صيد ذبابة، ولذلك يتميز هذا عن - لنَقُل - مقصد الضفدع التشمسَ على ورقة زنبق. وهنا تكمن حالة معقولة وأولية لتجريب نظرية سببية للمحتوى: ربما مقصد الضفدع في صيد الذبابة يتعلق بالذباب، لأنَّه مقصد من النوع المسبب عمومًا «وبطريقة صحيحة» (مهما تكن ماهيته الدقيقة) باقتراب الذباب.

هنالك أنواعٌ لا تحصى من الأمور لا تتوافق مع ذلك الاقتراح؛ أمور قد تحتاج الإصلاح إذا بدا التفسير السببي للمحتوى أبعد عن الواقع، فإحدى الأمور غير المتوافقة مع ذلك هي - من ناحية أخرى - وثيقة الصلة باهتماماتنا الحالية. فقصد إمساك ذبابة ليس بذاته إمساك مصدر إزعاج بيئي أسود (سنسميه من الآن «ABN»)؛ ولا حتى عند افتراض أنَّ هذين الطريقين لوصف الذباب متوازيان بالوجود محليًا[11]، والذي - إن كان صحيحًا - قد يستلزم أنَّ كل اصطياد مسبب بذبابة هو بالمثل مسبب بمصدر إزعاج بيئي أسود، وكل اصطياد سببه مصدر إزعاج بيئي أسود هو بالمثل سببه ذبابة[12].

بالمختصر: إذا اعتُنق افتراض التوازي الوجودي المحلي (وهو بطبيعة الحال محتمل تمامًا)، فعندها فإن إثبات سبب عمليات الاصطياد التي يقوم بها الضفادع لا يثبت محتوى القصد من الاصطياد: فإما أن توجد نية صيد ذبابة، أو توجد نية صيد مصدر إزعاج بيئي أسود ما، سيكون متوافقًا مع التفسير السببي لما يحمله الضفدع في عقله عندما اصطادها.

إذًا تجابه التفسيرات السببية للمحتوى مشكلة الانتقاء من أجل: إذا كان شيءٌ ما ذبابة، إذا كان - وفقط إذا كان - مصدر إزعاجٍ بيئي أسود، فإنَّ سلوك الضفادع يمكن

وصفه بصدق، إما بأنَّه مسبب بالذباب، أو بأنَّه مسبب بمصادر إزعاج بيئية سوداء. ولذلك يبدو أنَّ النظرية السببية للمحتوى لا يمكنها تمييز عمليات الاصطياد التي لها نوايا في التقاط أحدهما، من عمليات الاصطياد التي لها نوايا لالتقاط الآخر.

وكالعادة، فإنَّ الاحتكام للحالات المخالفة للواقع هو ما يحطم التوازي الوجودي المفترض. ماذا كان سيحدث في عالم كل ما فيه مطابق لعالمنا؛ باستثناء أنَّ بعض مسببات الإزعاج البيئية السوداء لم تكن ذبابًا، أو العكس بالعكس؟ فأيهما ستصطادها الضفادع في مثل هذا العالم المخالف للواقع؟ إذا اصطادت تلك الضفادع الذباب التي ليست مسببات إزعاج بيئية سوداء، فعندها (وبثبات كل ما عدا ذلك) فإنَّ ضفادعنا يجب أن تكون: صائدات للذباب؛ وإذا اصطادت تلك الضفادع مسببات الإزعاج البيئية السوداء التي ليست ذبابًا، فعندها (وبثبات كل ما عدا ذلك) فإن ضفادعنا يجب أن تكون صائدات لمسببات الإزعاج البيئية السوداء، والمغزى هو: لا يحدد المسببُ المحتوى؛ بل ربما يحدد المحتوى كلًا من المسبب بالإضافة للحالة المخالفة للواقع ذات الصلة.

النقطة التي نرغب بالتأكيد عليها هي أنَّ مشكلة «الانتقاء من أجل» هذه حول المحتوى تقتضي مشكلة انتقاء من أجل تتصل بالانتقاء الطبيعي. نزوع الضفادع لصيد الذباب ينتمي في نهاية المطاف إلى نمطها الظاهري السلوكي؛ وتطور الأنماط الظاهرية - السلوكية وغير السلوكية - هو ما تلتزم نظرية الانتقاء الطبيعي بتفسيره. إذًا ما الذي طورته الضفادع: النزعة لاصطياد الذباب، أم النزعة لاصطياد مسببات الإزعاج البيئية السوداء؟ (أم كلاهما؟ أم ليس أيًا منهما؟).

هل يجب علينا أن نقول إنَّ انتقاء اصطياد الذباب سمة راكبة مجانية على تطور اصطياد مسببات الإزعاج البيئية السوداء، أم أنَّ العكس هو ما جرى؟ وما هي ضغوطات الانتقاء التي فرضت على الضفادع، والتي حددت إن كانت طورت أنماطًا ظاهرية لصيد الذباب (إذا كان ذلك ما حصل بالفعل)، أو أنماطًا ظاهرية لصيد

مسببات الإزعاج البيئية السوداء (إذا كان ذلك ما حصل بالفعل)؟

بالمختصر، إذا وجدت سمات نمط ظاهري تتميز بمحتواها، فيجب أن يوجد لكل سمة تمييز يخصها بين التواريخ التطورية. ما الذي تشمله مثل هذه التمييزات؟ ما الذي يجعل الحالات المخالفة للواقع ذات الصلة صحيحة، وما الذي يجعلها خاطئة؟[13]

بيان استهلالي وخلاصة مؤقتة

بمجرد أن تلاحظ وجود مشاكل «انتقاء من أجل»، ستراها في كل مكان، لقد اخترنا أمثلة مما يعامل في كثير من الأحيان على أنّها مجالات مختلفة تمامًا من الاستقصاء، ويوجد الكثير غيرها مما كان يمكن أن نختارها بدلًا عنها. يسير المنطق نفسه في كل الحالات المشابهة: هنالك تفسيرات متنافسة عن لماذا تكون مجموعة من X هي P: مجموعة من X (لنطلق عليه Xs) هي P لأنَّ لها خاصية F، وكذلك فإن Xs هي P لأنَّ لها خاصية G. ونفترض جدلًا أن أحد هذه التفسيرين صحيح بالضبط، وبالمثل، نفترض جدلًا أنَّ الخاصتين F وG (محليًا) متوازية وجوديًا، بالنتيجة فإنَّ الحالة إما أنَّ الخاصية F تفسر كون Xs هي P، وأنَّ الخاصية G راكبة مجانية على F، وإما أنَّ الخاصية G تفسر كون Xs هي P، والخاصية F هي راكبة مجانية على G. ولأنَّ F وG هما وفق الفرض، خاصتان متوازيتان وجوديًا، وقائع العالم الحقيقي لا تختار بين التفسيرات؛ لكن حالات معينة مخالفة للواقع تختار بينها. إذا كانت Xs التي لها خاصية F هي P عبارة صحيحة في عالم ممكن، حيث لا تكون جميع أفراد X التي لها خاصية F لها خاصية G، فعندها (بثبات جميع ما عدا ذلك) فإنَّ Xs لأن لها F (وليس أن Xs لها G) فذلك يفسر أن Xs هي P في العالم الحقيقي، وكما العادة، العكس بالعكس.

يمكننا الآن إعلان استراتيجيتنا السجالية العامة: لقد بدأنا هذا الفصل باستذكار

بصيرة ستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين بأنَّ نظرية انتقاء طبيعي يجب أن تسمح بطريقة ما بإمكانية وجود سمات نمط ظاهري غير تكيفية، ونعتقد أنَّ غولد ولونتين كانا محقين تمامًا في ذلك، لكننا نعتقد أنهما أغفلا نقطة أعمق: بمجرد فهم طبيعة مشاكل الانتقاء من أجل، يتضح أن القضية التي تثيرها حالات السمات الراكبة المجانية للأنماط الظاهرية لا يمكن الإجابة عنها في إطار نظريات تكيفية للتطور. إذا كان ذلك صحيحًا فلا يمكن للنزعة التكيفية ببساطة أن تقوم بما يفترض أن تقوم به نظرية تطورية، ألا وهو: تفسير كيف توزعت سمات النمط الظاهري في جمهرات الكائنات، وبالمثل: لا يمكن لنظرية الانتقاء الطبيعي أن تتنبأ/ تفسر أي سمات الكائنات انتقيت لأجل في جمهرة ما[14].

تتجلى الحجة على ثلاث مراحل: (1) اقترحنا تشخيصًا: نرغب بتوضيح ما الذي يجعل نظريةً ما تبدي مشاكل الانتقاء من أجل. (2) فإذا حصلنا على التشخيص الصحيح، سيقودنا ذلك مباشرةً لطريق تمييز أنواع مشاكل الانتقاء من أجل القابلة للحل، من أنواع مشاكل الانتقاء من أجل غير القابلة للحل. (3) أخيرًا سنجادل (بناء على افتراضات تجريبية مقبولة جدًا) بأن مشاكل الانتقاء من أجل التي تصيب النزعة التكيفية هي من النوع غير القابل للحل.

سيوجه بقية هذا الفصل تقريبًا لعرض المرحلتين الأولى والثانية من الحجة، أما المرحلة الثالثة فستشغل الفصل السابع.

من أين أتت مشاكل «الانتقاء لأجل»؟

إنَّ هذا السؤال بلاغي؛ نعتقد أنَّ التفكر بأنواع الحالات التي وصفناها مطولًا يكفي لجعل الإجابة واضحة: تنبثق مشاكل الانتقاء من أجل (سيشار لها من هنا ولاحقًا بـ SFPs) عندما تتطلب التفسيرات (أو النظريات، أو أيًا يكن) التمييز بين الأدوار السببية [15] causal roles للخواص المتوازية وجودًا[16].

فمثـلًا: ماذا بخصوص مثال الغائية الذي ولَّد مشـكلة الانتقـاء من أجل خاصته؟ الإجابـة - وفقًـا لما كتبنـاه - تفعل الوجود المـوازي لخاصيتي كـون القلب مضخة دم، وكونـه مولدًا لضجيج قلبي. خارج المختبر وخارج غرفة الطوارئ فأي شـيء له أي مـن الخاصيتين فله الخاصية الأخرى، وطبقًا لذلك فإنَّ مشـكلة الانتقاء من أجل التـي ظهرت: أي الخاصيتين هي وظيفة القلب؛ وماذا بشـأن المثال الذي يجعل تلك الخاصيـة هـي الصحيحة، وليس الخاصيـة الأخرى؟ ظهرت الاعتبـارات ذاتها فيما يتعلـق بالتمييـز بين خواص الكنائـس المقببة المنتقاة من أجـل، والخواص التي هي مجرد راكب مجاني. لذلك في مثال ستيفن غولد ولونتين الذي بدأنا به - فإنَّ امتلاك الركنيـات وامتلاك الأقـواس متوازٍ بالوجود فـي أنواعٍ معينة مـن الكنائس؛ في ذلك النوع من الكنائس توجد ركنيات إذا - وفقط إذا - كان هنالك أقواس.

ومـع ذلك تبقى البديهية قويـة للغاية بأنَّ الأقواس هي ما يفسـر الركنيات، وليس العكس؛ وأنَّ الأقواس هي ما انتقاه المهندس المعماري عندما صمم الكنيسة، وليس الركنيات.

إن مشـكلة الانتقاء من أجـل التي يطرحها المثال هي التالية: ماذا بشـأن الأقواس والركنيات (أو المهندسين) التي تدعم هذه البديهيات؟ سنترك الأمر للقارئ لمراجعة الحـالات الأخرى عن مشـاكل الانتقـاء من أجل التي ناقشـناها ليرى كيف يناسـبها التشخيص.

نعم، لكن ما هي علاقة كل ما سبق مع سؤال إن كان الانتقاء الطبيعي هو آلية تطور الأنماط الظاهرية أم لا؟

هذا سؤال جيد؛ النقطة الأولى التي يجب ملاحظتها هي أنَّ مشكلة تمييز السمات المتوازية تظهر عاجلةً جدًا حينما ترغب أي نظرية انتقائية في تفسـير أيٍ من سـمات النمـط الظاهري، فإنَّهـا تعطي نوعًا معينًا من الصلاحيـة للكائن ضمن نوعٍ محدد من الإيكولوجيا. بالطبع فإنَّ مثل هذه التفسيرات هي أساس النظريات الانتقائية: كائنات

تنجو وتزدهر لأنَّه في إيكولوجية الكائن يوجد نوع محدد من سمات النمط الظاهري «تتعلق بالصلاحية». إنَّ المشكلة العلمية هي معرفة أي السمات هي تلك السمات، ولِمَ تؤثر على الصلاحية بالطرق التي تقوم هي بها؟ وفي الحقيقة لا تعد أي من هذه الملاحظات متحيزةً حسب علمنا[17].

لكن بالطبع يمكن أن يحدث - ويحدث كثيرًا - أن تختلط سمات النمط الظاهري التي تؤثر على الصلاحية، مع سمات النمط الظاهري التي لا تؤثر على الصلاحية. وفي مثل هذه الحالات فإنَّ كلا نوعي السمات يكون «متعلقًا بالصلاحية»؛ السمة T تتعلق مباشرةً بالصلاحية، وتتعلق السمة T' بطريقة غير مباشرة بالصلاحية عبر ميزة ارتباطها بالسمة T.

ذلك منطقي؛ في الحقيقة هي مجرد طريقة لوصف حالات تكون فيها T منتقاة من أجل، ويكون انتقاء T' ركوبًا مجانيًا. حسنًا؛ لكن كيف واجهنا سؤال: كيف يمكن لعملية انتقاء أن تنتج مثل هذه الحالة؟ في النهاية من المفترض أن تكون القصة التكيفية انتقاء تلك السمات من أجل، عندما تعلقت بالصلاحية، وهي افتراضًا كلا الصفتين T و T'. إذًا كيف من الممكن أن يكون صحيحًا أنَّ إحداها منتقاة لأجل، والأخرى ليست كذلك؟ على وجه الخصوص كيف يمكن أن يكون صحيحًا أنَّ تكون إحدى السمات راكباً مجانياً على انتقاء للصفة الأخرى لأجل ذاتها؟

«لكن ألم تقل للتو أنَّ T وT» يؤثران على الصلاحية بطريقين مختلفين: فإحداهما تؤثر على الصلاحية مباشرةً، والأخرى تقوم بذلك من خلال الأول؟ إذًا ربما علينا فقط إصلاح مبدأ التكيفية؛ والقول بأن «سمات النمط الظاهري منتقاة لتأثيراتها المباشرة على الصلاحية». ألن يفي ذلك بالغرض؟».

حسنًا، نعم، لقد قلنا ذلك؛ لكن لم نفهمه عندما قلناه، وما نزال غير فاهمين له. كيف، بالضبط، تكون هذه «المباشرة» حيث يعمل الانتقاء من أجل على إحدى السمتين المتوازيتين بالوجود، لكن لا يعمل على الأخرى، لأنَّ إحداها تملك صلة

مباشرةً بالصلاحية، والسمة الأخرى ليس لديها هذه الصلة؟ قد يفترض المرء بأنَّه قد حان وقت دراسة الحالات المخالفة للواقع، لنفترض أنَّ T و'T متوازيان وجوديًا؛ فعندها إذا انتقي T «مباشرةً»، وانتقي 'T بسبب ارتباطه بـ T، فعندها يجب أن تكون الحالة التالية للواقع صحيحةً: إذا لم تنتقَ T، فلن تنتقى 'T أيضًا (لكنَّ العكس غير صحيح). وبالمحصلة فإن الفكرة أنَّ 'T تتعلق بالصلاحية عبر سلسلة من الأسباب والتأثيرات تمر عبر T وتنتهي بتحوير ما للصلاحية. إن أزيلت T، فسيختفي تأثير 'T على الصلاحية؛ لكن إذا أزيلت 'T فستبقى (مع بثبات ما عدا ذلك) T سليمة، ولن يتغير تأثيرها على الصلاحية. بالطبع لم تحذف T ولا 'T فعلًا؛ فالاثنتان متوازيتان بالوجود كما افترضنا في العالم الحقيقي، ووجودهما المتوازي لا يمكن فصله إلا في دراسة الحالة المخالفة للواقع، ومع ذلك يمكننا الآن رؤية كيف يمكن للانتقاء التمييز بين T و'T ، طالما أنَّ الانتقاء حساس للحالات المخالفة للواقع بخصوص إن أثر إزالة إحداهما على تكيفية الأخرى.

لكننا ما نزال ضائعين في هذه الغابة، أثير الآن السؤال التالي: كيف يمكن للانتقاء أن يكون حساسًا لعواقب إزالة T في الحالة المخالفة للواقع دون التأثر بإزالة 'T (مع أو بدون عواقب إزالة 'T في الحالة المخالفة للواقع دون التأثر بإزالة T) إذا لم تزال - في الواقع - أيًا من T أو 'T؟ الإجابة هي أنَّ الانتقاء لا يمكنه أن يكون حساسًا لذلك. لا يمكن للانتقاء - من ناحية المبدأ - أن يكون عرضيًا على النتائج في الحالة المخالفة للواقع فقط، وذلك بالمختصر هو سبب اعتقادنا بأن النزعة الانتقائية لا يمكن أن تكون صحيحة.

ونرغب بتذكيرك بفكرة طرحناها في الفصل الأول:

إنَّ الانتقاء عملية محلية؛ والمتغيرات الإيكولوجية، والمتغيرات التي تتفاعل معها سببيًا فقط، هي ما يمكن أن يمارس ضغوطاتٍ انتقائية على جمهرة من الكائنات. لذلك على سبيل المثال لا يمكن للأحداث المستقبلية (إلا إذا مهدت لها الأحداث

الفعليـة)؛ ولا للأحـداث الماضيـة (إلا إذا اسـتمرت آثارها حتى وقتنـا الحاضر) أن تمارس تلك الضغوطات؛ وحتى الأحداث المعزولة جغرافيًا عن الكائنات لا يمكنها ذلك أيضًا[18]، وهلم جرا.

ومن ناحية أخرى فإنَّ سمة المحلية ذات الأهمية في أهدافنا الحالية، هي أنَّ نتائج أحداث الحالة المخالفة للواقع فقط لا يمكنها ممارسة الضغوطات الانتقائية: فمجرد وجود مفترسات ممكنة لا يؤثر على تطور جمهرة من الكائنات (رغم أنَّ المفترسات الفعليـة مـن المرجح جدًا أن تقوم بذلـك)، فلم يتأثر عدد الأرانب في أسـتراليا بعدد الثعالب في إنكلترا[n]؛ وذلك لأنَّ قيام أحدها بعمليات افتراس للآخر هو مجرد حالة مخالفة للواقع لا غير، والأحداث الممكنة - لكن غير الفعلية - لا تمارس الضغوطات الانتقائيـة. نفترض أنَّ الحالة قد تكون مختلفة تمامًا إذا حصل تلاقٍ فعلي سـببي بين مجموعتـي الكائنات، وبثبات كل ما عدا ذلك فسـيكون هنالـك المزيد من الثعالب، وعدد أقل من الأرانب؛ ومن المرجح جدًا أنَّ المجموعتين ستتناقص أعدادها تناقصًا أسرع مما كان يحصل من قبل.

رغم عدم حساسـية مسير التطور لمجريات مجردة في حالة مخالفة للواقع، إلا أن تداعياتها لطرح مشـاكل الانتقاء من أجل في النظريـة التطورية لم تحظ بالتقدير أبدًا. كنا نناقش أنَّ التميز بين السـمات المنتقاة لذاتها، والسـمات المتوازية بالوجود معها، والتـي تركب مجانًا مع الأولى يظهر في الحالـة المخالفة للواقع المعنية؛ فقد تصطاد الدببة القطبية البيضاء عددًا أقل من الأسـماك إذا أصبحت بيئتها خضراء، فتوجد حالة واضحـة بأنَّ الدببة القطبية قد انتقيت من أجل التوافق مع بيئاتها، وليس لأجل اللون؛ وهلم جرا.

يمكن أن نضيف الآن أنَّ النقطة ذاتها تنطبق على أي سـمة متوازية بالوجود محليًا

(n) يشير المؤلفان إلى حالة معروفة في التوازن الإيكولوجي، عندما جلب بعض الأرانب إلى استراليا وتكاثرت بشكل رهيب لغياب وجود عدو طبيعي لها - المترجم.

مع سـمة منتقاة لذاتها، إلا إذا أثرت على التفاعلات السـببية الفعلية بين مجموعة من الكائنات وإيكولوجيتها، فهي لا تستطيع أن تؤثر على تطور تلك المجموعة. وبجمع وترتيب كل ما سبق، نحصل على التالي:

1. انتقاء الصفة لذاتها هو عملية سببية.
2. العلاقات السببية الفعلية لا تتأثر بحالات الأمور المخالفة للواقع: إن لم تكن الحالة هي أ، فواقع أنَّ كونها أ، ربما سـبب جعلها ب لا يفسـر أن الحالة هي ب أيضًا[19].
3. لكن التمييز بين السـمات المنتقاة لذاتها، والسمات الراكبة مجانًا عليها يظهر حقيقة (أو خطأ) الحالات المخالفة للواقع ذات الصلة بها.
4. لذا إذا كانت T و'T متوازيتين بالوجود، فلا يمكن للانتقاء حينها تمييز الحالة التي تركب فيها T مجانًا على 'T، من الحالة التي تركب فيها 'T مجانًا على T.
5. لذلك فإن الادعاء بأنَّ الانتقاء هو آلية التطور لا يمكن أن يكون صحيحًا.

قد ترغب بالسؤال: «من أين أتيت بالنقطة (5) ؟»، «لمَ من الهام جدًا أنَّ على نظرية التطور إعادة بناء التمييزات بين السمات الراكبة المجانية، والسمات المثبتة بالتطور؟»، لقد رأينا الإجابة مسـبقًا: تدعي نظرية التطور تفسـير توزع سـمات النمط الظاهري في مجموعـات الكائنات؛ ويفتـرض أن يعتمد التفسـير على الارتباط بين سـمات النمط الظاهـري، وصلاحية الكائنات ذات تلك الأنمـاط الظاهرية، لكن - كما تبين - عندما تتوازى سمات النمط الظاهري (محليًا أو غير ذلك) وجوديًا، فلا يمكن لنظرية الانتقاء تمييـز السـمة التـي كانت صلاحيتهـا عرضية، عن السـمة التي ليس لهـا أي تأثير على الصلاحيـة (وبالتي هي مجرد سـمة راكبة مجانًـا)، إلا أنَّها على الرغـم من ذلك تعلن العكـس، إذ لا يمكن للانتقاء الطبيعي أن يكون آلية عامـة تربط تنوع الأنماط الظاهرية مع تنوع الصلاحية، ولذلك فالانتقاء الطبيعي لا يمكن أن يكون هو آلية التطور.

إذا لم يكن ذلك بالنسبة لك سيئًا بما يكفي، فرجاءً انتظر لتصل إلى ما سنطرحه في الفصل السابع: ستغدو الأمور أسوأ، أسوأ بكثير، وفي هذه الأثناء نرغب بتذكيرك بنقطة أخيرة عن صفة تخص مشاكل الانتقاء من أجل: خذ مرة أخرى ورقة بحث ستيفن غولد ولونتين عن الأقواس والركنيات، لقد افترضنا ببساطة - كما فعلا - أنَّ الأقواس هي ما انتقيت لذاتها، وليست الركنيات، لأنَّ المهندس المعماري كان يخطط للأقواس وليس للركنيات عندما صمم البناء، لذا يبدو وكأنه يلزمنا القول إنَّه على رغم من أنَّ التطور لا يتحسس للتمييز بين السمات المنتقاة لأجل، والسمات الراكبة مجانًا عليها، إلا أنَّ المهندسين ليسوا كذلك. إذا كان هذا صحيحًا، فعندها سيكون المهندسون المعماريون استثناءً لما هو بالمقابل مبدأ مقبول جدًا يضبط التفسيرات السببية عمومًا، ويجب أن تتوافق معه التفسيرات التطورية، بمعنى أنَّ ما يحدث في العالم الحقيقي لا يتأثر بصحة (أو خطأ) الحالات المخالفة للواقع (المجردة). ألا ترى وجود شيء خاطئ هنا؟

ذلك فعلًا ما نقوله؛ ولم يحدث أي خطأ. إن الاختلاف غير الملاحظ بين المهندسين المعماريين وعمليات الانتقاء التطوري؛ هي أنَّ المهندسين لهم عقول، بينما العمليات التطورية ليس لها عقل. إنَّ العقول أشياء مفيدة؛ ومن مزاياها أنَّها تستطيع تمثيل أشياء لم تحدث؛ أو تمثل أشياء حدثت منذ وقتٍ طويل؛ أو أشياء حدثت بعيدًا جدًا؛ أو أشياء ستحدث مستقبلًا؛ أو أشياء ربما تحدث؛ أو قد تحدث إذا.... إلخ.

يتضمن هذا بالطبع الأحداث في حالة مخالفة للواقع وتأثيراتها المخالفة للواقع، لذلك وكما أُشير سابقًا، يمكن للمهندس المعماري أن يقول لنفسه: «لو كنت أزلت الركنيات، لكان يجب أن أزيل الأقواس أيضًا؛ ولو أزلت الأقواس، فستنهار القبة، فيكون لدي خياران عدم إزالة الركنيات أو انهيار القبة، وسأختار الخيار الأول»، هذه هي حالة تقليدية للتفكير بعمق قبل تحديد كيفية التصرف، ولهذا يمكن لأفكارنا «أن

تموت في سبيل تحقيق فائدتنا».

لا ندعي أنَّنا نعلم كيف تعمل العقول بخصوص تصور الأحداث في حالة مخالفة للواقع (أو الأحداث المستقبلية أو الماضية أيضًا)؛ أو - بهذا الخصوص - كيف تقوم بتصور الأشياء الظاهرة أمامها، يكفينا القول إنَّها تستطيع القيام بذلك، وإنها تقوم به. ولذلك ليس مفاجئًا أنَّه - عندما رغب غولد ولونتين بمثال جيد قوي بديهي تمامًا عن تمييز سمة منتقاة لأجل، وسمة راكبة مجانًا، أن اختارا حالة التسبب العقلي mental causation، وهي حالة يوجد فيها فعلًا «مصمم ذكي». وكذلك فعل داروين أيضًا الأمر ذاته عندما تطرق لتفسير كيف يعمل الانتقاء الطبيعي؛ كانت الفكرة أنَّ الانتقاء الطبيعي يعمل تمامًا مثل تدجين الحيوانات، باستثناء أنَّه في حالة الانتقاء الطبيعي لا يوجد مربي حيوانات[20].

لكن لا يوجد بالطبع مصممٌ ذكي في حالة التطور؛ في الحقيقة لا يوجد أي مصمم على الإطلاق[o]، وهذا يجعل الوضع مربكاً للغاية بالنسبة للمُنظِّر.

«انتقائية لأجل سمة ما» هي الفكرة المحورية في مذهب التكيفية؛ الفكرة المركزية في التكيفية هي أنَّها تنص على آلية طبيعية naturalistic تمامًا لانتقاء سمات النمط الظاهري، ولهذا فمن المهم جدًا أن نجاح مشروع تفسير سمات النمط الظاهري من ناحية ما اختيرت لأجله لا يعتمد على افتراض أنَّ الانتقاء لأجل سمة ما، هو من تأثير الأسباب العقلية. كان الانتقاء من أجل بالطبع بتأثير الأسباب العقلية في حالة المهندس المعماري؛ وكان مجددًا من تأثير الأسباب العقلية في حالة مربي الحيوانات.

ظن داروين (ونفترض أن ستيفن جاي غولد وريتشارد لونتين قد ظنا) أنَّه يمكنه البدء بعمليات عقلية، ثم يصل إلى الانتقاء الطبيعي عبر إقصاء العقول بعيدًا، لكنَّ هذا باختصار ما نقول إنَّه غير ممكن؛ لأنَّه يجب على نظرية التطور أن تكون قادرةً على

(o) هذا تأكيد من المؤلفين على منهج التزماه وصرحا به من مقدمة الكتاب وهو المذهب الإلحادي الطبيعي، وهي من نقاط الضعف في هذا الكتاب، لأن هذا الالتزام لا يوجد مبرر منطقي له، فافتراض مصمم ذكي هو على الأقل أحد الإمكانات المنطقية ، المتعددة، لتفسير حالات العجز التفسيري للانتقاء الطبيعي التي أسهبا في ذكرها - المترجم.

تمييز القوى السببية للسمات المتوازية وجوديًا؛ و(على حد علمنا) لا يمكن تمييز القوى السببية للسمات المتوازية بالوجود إلا من خلال الاعتماد على الفروق بين الحالات المخالفة للواقع؛ و(على حد علمنا) فإن العقول فقط هي الحساسة للفروق بين الحالات المخالفة للواقع.

نضيف الآن منوالًا مطابقًا جوهريًا من الحجج يصلح ضد أي تفسير تطوري يعتمد على (ضمنيًا أو غير ذلك) فكرة الانتقاء لأجل سمة ما. يمكن التفريق بين السمات المتوازية بالوجود محليًا إذا أخذت الحالة المخالفة للواقع بالحسبان، لكنَّ الحالات المخالفة للواقع ليس لها تأثير على ما يجري في العالم الحقيقي إلا بوساطة العقول، والمتفق عليه أنَّه ليس ثمة عقل يتواسط عمليات الانتقاء الطبيعي، فمن الصعب جدًا فعلًا تبني تفسيرًا للتطور ينقذه في اللحظة الأخيرة (يخرج الآلهة من الآلة get the deus out of the machina)، وحتى داروين لم يعرف كيف يقوم بهذا، ولا يمكننا نحن فعل هذا بالطبع، إذا التزمنا بمذهب التكيفية، ولذلك تخلينا عن التكيفية.

يبدو إذا أن هنالك مشكلة، أفلا يوجد أي مخرج منها؟ نعتقد أن آمال إيجاد مخرج من هذه المشكلة ضعيفة؛ وأن هذا الدواء المر لا بد لنا من ابتلاعه، وسيكون جزء من الفصل السابع مخصصًا لبحث مشكلة الردود المقترحة من أتباع مذهب التكيفية والمخالفة لما طرحناه هنا.

[انتهى الفصل السادس]

الفصل السابع

لا مخرج![a]

بعض الردود على معضلة «الانتقاء»

(a) عنوان الفصل يطابق عنوان كتاب ألفه فيلسوف الوجودية سارتر «لا مخرج No Exit» يرسم فيه صورة بائسة للوجود - المترجم.

أخـذ الفصل الخامس نظرية « الفكر السـكاني» كأمر مسـلّم به، وتهدف نظرية التطور إلى التعبير عن التعميمات وفقًا للاختلافات القانونية التي تحدث للسمات النمطيـة كوظيفة لعلم البيئـة. احتجنا إلى هذا الافتراض من أجل الخط الرئيسـي فـي الجدلية الذي كان يكمن في التأكد مـن أي النظريات التجريبية كان صحيحًا، والذي بـدوره يؤكد أي الفرضيـات صحيح، وأن نظرية الانتقـاء بطبيعة الحال لا تسـتطيع تمييز الفرضيات الحقيقة من المزيفة في حـالات لها صلة بتميز الأنماط المظهرية.

يمكننـا - بالكاد- تخيّل شـخصٍ يجيـب كالتالي: «أَرْبِـكْ التعميمات، وضاعِفْ إرباك الفرضيات بسوابق زائفة [1].

مـا أهتمُّ لصحته هي الوقائع الفعلية للعالم الحقيقي، ولا أكترثُ لأي شـيء آخر، «إن كان هذا صحيحًا، فإن هذا الشـخص الافتراضـي يكمل: «إن المنظرين الآخرين لديهم طموحات ضخمة، وربما يرجع هذا إلى مرافقتهم للفلاسـفة، وهذا هو الأسوأ بالنسبة لهم».

ما الذي ينبغي قوله لمثل هذا الشخص؟

نحن نعتقد أنك لا تسـتطيع التحقق بشـأن العالم الحقيقي إلا إذا تحققت أولًا من العالـم الافتراضي، على أي حـال، طالما أنك تعمل على نظرية عن السـمات والتي -بالفعـل- ما هي إلا مـا ادعى الداروينيون تقديمه. نحن ندرك أهمية هذا، لذا قبل أن نكمل، سـنعرض لك تلخيصًـا موجزًا للجدلية من الفصل الخامس الذي تسـتند إليه هذه الجدلية. إنها جدلية قصيرة.

تلخيص موجز:

1. بمـا أن الانتقـاء يعـدُّ عملية محليـة، فبالتالي إن كانت السـمات متجانسـة محليًا (بالأحـرى، إن كانـت متجانسـة أصلاً)، فيجـب أن تكون لها علاقـة متطابقة مع اللياقة، تحديدًا يجب أن تتطابق مع نفس النتائج لجميع المنافسات الفعلية.

في علم البيئة الحقيقي، لا يمكن للضفادع التي تمتلك السـمات المظهرية للطيور منافسـة الضفادع التي تمتلك السمات المظهرية للحشرات، كذلك الدببة القطبية التـي تُنتقى من أجل لونها الأبيض لا يمكنها منافسـة الدببة القطبية التي تُنتقى من أجـل تكيُّفها مع البيئـة المحيطة بها، إلـخ. ومع ذلك، فإن الضفـادع التي تمتلك سـمات الطيور تسـتطيع الفوز على تلك التي تمتلك سمات الحشرات في العالم الافتراضي، وليس العالم الحقيقي، حيث إن تلك التي تمتلك سمات الحشرات لا تستطيع الطيران، كذلك فإن الدببة القطبية التي تستطيع التكيّف مع البيئة المحيطة، بإمكانها الفوز على الدببة القطبية ذات اللون الأبيض في العالم الافتراضي، حيث تكون البيئة خضراء (زراعية). في الواقع عندما تتساوى بيانات التطور في تطبيقها مـع النتائج الفعلية، يسـتطيع المـرء التمييز بينهم من خلال الإشـارة إلى تطبيقهم للنتائج الفرضيـة. وعلى هذا النحو، فكما لاحظنا في الفصل الأول، من المنطقي اسـتئناف «البرهان العكسـي» في الاختيار ما بين النظريات المتنافسـة، ويسـتغل العلماء العاملون هذا التكتيك طوال الوقت.

2. ومن ثم فإن المسـألة الأساسـية هي مـا إذا كانت نظرية التطور بمسـاعدة الانتقاء الطبيعي تسـتطيع توقع النتائج للمنافسـات الفرضية فحسـب، فإن لم تستطع، فلا يمكنها الاختيار ما بين السـمات المظهرية المتساوية محليًا، ولا أيُّها يمكنه تفسير التأثير على الكفاءة.

أخلاقيًـا؛ لا يمكـن للنظرية التـي لا يمكنها تحديـد القيمة الحقيقيـة للفرضيات المعنية تفسير توزيع السمات في العالم الحقيقي.

ولمـا كان الأمـر كذلك، فإن السـؤال الـذي يطرح نفسـه: ما الذي يدعـم -وفقاً لبيانات التكيف الوظيفي- الفرضيات المعنية المتعلقة بتطور السمات المظهرية؟ مما تتكون حقيقة أو زيف هذه الفرضيات وفقًا للتكيف الوظيفي؟

حيث إن هذا السـؤال تم مناقشته بشكل ملحوظ في إطار الأدب (سوبر (1993) يعد اسـتثناءً مشـرفًا، انظر أدنـاه)، ونحن لا نملـك أكثر أو أقل مـن ذلك. يمكننا التفكيـر بأربعة اقتراحات يمكن للمرء تجربتها - جمعيها غير مُرضٍ بوضوح تام، وإحداهـا بصراحة غير معقول. من الممكن طبعًـا أن يفكر أحد باقتراح خامس - وربما سادس أو سابع- ولكن لا تأمل كثيرًا.

الاختيار الأول: أعط فرصة للطبيعة الأم

هناك نوع من التشابه بين ما يفعله الانتقاء لطبيعي عندما يقوم بإعدام شعب بأكمله، وما يفعله المربون عندما ينتقون من شعب ما هؤلاء الأفراد الذين يرغبون في تكاثرهم. تم التأكيد على هذا التشابه من قبل داروين شخصيًا وأصبح الأكثر تأثيراً على الإطلاق فـي هذا النـوع الرائج مـن أدب التكيف الوظيفـي. فلنفترض أن الجَـدَّة تعتني بزهور الزينـة، وهي تنوي بيعها في يوم السـوق، إذًا فهي تنتقيها بناءً على قيمتها في السـوق، وليس من أجل قوة جذورها. هذا هو الحال، بالرغم من أنه من الطبيعي أن تكون أزهار الزينة ذات الجذور القوية هي تحديدًا التي تباع بأحسـن الأسـعار، كذلك فإن الحقيقة حول دوافعها النفسـية هي ما تفسر أي الزهور اختارت الجدة عند تصنيفها؛ حيث إنها مهتمة ببيعها وليس بقوة جذورها. (ربما لا تعلم الجَدَّة من الأسـاس العلاقة بين قيمة الأزهار في السـوق، وبين قوة جذورها، أو تعلم ولكنهـا لا تكترث لذلك). باختصار بمـا أن الجَدَّة مهتمة بالأمـر من أجل المال، وليس لصحة الأزهار، فإن هناك سـمات معينـة تبحث عنها وهي تنتقي بعضًا من الأزهار، وتترك البعض الآخر. ما تنتقيه الجَدَّة هو بناءً على ما كان يجول في خاطرها أثناء انتقائها لها.

لـذا؛ ربما يجب علينا أخذ التشـابه بين الانتقاء الطبيعـي والتربية الانتقائية بقيمتها الاسمية.

إن هـذا الكلام عن الجَدَّة يمكن تطبيقه أيضاً على نظريـة الانتقاء الطبيعي، إذ أنها تنتقـي بنـاءً على ما يجول فـي عقلها أثناء الانتقـاء، ونلاحظ أن هـذه الفرضيات يتم دحضهـا وفقاً لما إذا كانت الجَـدَّة تُعنى بالقيمة المادية، عـن اهتمامها بصحة جذور الأزهـار، فإن هذا يحـدد ما قد تفعل (كلٌّ يجري على قدم المسـاواة) فـي عالم تباع فيـه الأزهار قصيرة الجـذور، أو بلا جذور أصلاً، أو جذورها خضراء يشـوبها بعض الاصفـرار، أو أيًّا كانت؛ لهذا فإن وضعت نظريـة الانتقاء الطبيعي في اعتبارها أنه من الضـروري تواجد الكثير مـن الضفادع التي تلتقط الذبـاب، إذاً؛ ففي العالم الحقيقي حيث الذباب أو الحشـرات أغلبها بإمكانها الطيـران، فإنه يفضل الضفادع التي تلتهم الذباب، وتلك التي تلتهم الحشـرات الطنانة بشـكل عام، ولكن فـي العالم الفرضي حيث يغلب تواجد الحشرات الطنانة على تواجد الذباب، فإن نظرية الانتقاء الطبيعي سـتفضل فقـط الضفادع التي تلتهم الذبـاب. لذا فربما ينبغي علينـا التفكير في نظرية الانتقاء الطبيعي كتفكيرنا بالجَدَّة بشـكل عـام، ويكون كلامنا عن كليهما واحد، وهو أن طريقة الانتقاء تكون بناءً على ما يجول في العقل أثناء الانتقاء.

لذلك فعلى الأقل بقدر ما تحتاج الأشـياء المتعلقـة بالتصميم إلى مصممين، فإن الفكر الذي يفسـر أهمية تجسـيد نظرية الانتقـاء الطبيعي فـي أدب التكيف الوظيفي يحتاج إلى مثل: الطبيعة الأم، وصانع السـاعات الأعمى، والجين الأناني، أو في هذه المسألة يعني (الإله).

كل ما سـبق يحتـاج أن يكون ضمن «النظـام القصدي»، أي أنه مـن المفترض أن تكـون لهـم دوافع في ضـوء تصرفاتهم. لذا أن تشـرح الانتقاء الطبيعـي على نموذج اصطناعـي، هو إتاحتُك المجال للتفريق بين كونك اخترتَ تكاثر الضفادع التي تلتهم الذباب، واختيارك لتكاثر تلك التي تلتهم الحشرات الطنانة، وتحديداً لإتاحة المجال

للتفريق الذي سيساعد إن أردنا جعل طرق انتقاء السمات منطقيًّا.

عندما نتكلم عن هذا، فمن الواضح تماماً أن الخطأ في هذا التفكير هو أن الانتقاء الطبيعي ليس له عقل، وبالأحرى، فإنه لا يوجد شيء في عقله عندما ينتقي الضفادع، ومع ذلك، إن كان للجينات نظام قصدي، فإننا قد نجد إجابة على سؤال ما إذا كان الانتقاء يفضّل المخلوقات التي تهتم حقاً بأمر صغارها، أم يفضّل تلك التي تهتم فقط بنشر جيناتها الوراثية. كل ما عليك فعله هو أنك إن أردتَ أن تعلم أي المخلوقات نحن، عليك اكتشاف أي الجينات الوراثية نفضل.

إن كانت للجينات نظام قصدي، أو كانت هناك طبيعة أم تنتقي من أجل تحقيق أهداف مرجوة، لأصبح واضحاً أي السمات تنتقي، وأي سمات تتماثل مع تلك المنتقاة، وهذا خبر جيد، الخبر السيئ هو أن الطبيعة الأم بعكس الانتقاء الطبيعي هي محض خيال، والخيال ليس بمقدوره انتقاء أي شيء، ومع ذلك فإنهم يحاولون بجدية، لا شيء يمكنه كبح قوة الشيء إلا عدم وجوده من الأساس، إلا أنه ومع إجراء التعديلات اللازمة، فإن الجينات التي تجعلك تحاول جعل أبنائك يتكاثرون - إن كانت جينات مثل هذه متواجدة أصلًا -لن تكترث بالسبب وراء محاولتك لهذا، ويرجع هذا إلى كونها لا تكترث بأي شيء على الإطلاق.

نريد أن نوضح أن ما نطالب به هو الربط بين تفسير الانتقاء الطبيعي من خلال نموذج من الانتقاء المقصود من جهة، ومن جهة أخرى جعل أسباب الانتقاء الطبيعي منطقية. الموضوع هنا ليس - أكرر- ليس أنه لا يوجد تصميم بلا مصمم - على الرغم من أنه في الواقع لا يوجد (انظر الفصل السادس النقطة السادسة) -، بل إنه يكمن في أن تميز السمات يعتمد على صدق الفرضيات، إذ أن - وفقاً للافتراضات - جميع آكلي الذباب في العالم الحقيقي هم آكلو الحشرات كلها، والعكس صحيح، لذا؛ فالانتقاء ما بين الاثنين يجب أن يراعي تلك الفرضيات !التي تدعي أن آكلي الحشرات لا يأكلون الذباب.

من الأمور الجيدة عن النظام القصدي أنه يراعي جداً الفرضيات الطارئة. هذا يعني أن هذه المعتقدات يمكنها أن تأخذ بعين الاعتبار ما ستؤول إليه نتائج الأفعال، وعلى هذا الأساس يمكن للمعتقد التصرف. لذا فالتفكير في الانتقاء على أنه نظام قصدي هو إحدى الطرق لمراعاة الفرضيات التي نحتاجها للتفريق الذي نحتاجه أيضاً من أجل تمييز السمات المظهرية. - هناك طرق أخرى سنتطرق إليها الآن -.

نعيد فنقول: من مميزات الاعتماد على الطبيعة الأم ليس كونها معقدة أو ذكية أو واعية بالشكل الكافي لتكون في لعبة انتقاء السمات، ولكن لكونها -حسب الادعاءات- لها نظام قصدي، والنظام القصدي يُعنى كثيراً بنتائج الفرضيات، وبالتالي فإن وجود الطبيعة الأم سيكون بمثابة عون كبير للتكيف الوظيفي. وعلى كل حال، وبما أنه لا توجد واحدة، فإنها من الضعف بحيث لا يمكن الاعتماد عليها، والشيء نفسه ينطبق على جنية الأسنان، واليقطينة الكبيرة، وكذلك على الله. إن العوامل فقط لها عقل، ويمكنها التصرف وفقاً لدوافعها، ولكن الانتقاء الطبيعي لا يُعدُّ عاملاً.

ربما تعتقد أن الكلام السابق لا يشتمل على ما يفيد، بما يعني أننا في الواقع نتكلم هباءً. بالطبع يمكنك القول هل حقاً ليس بوسع أحد حمل تلك الجينات التي تقوم فقط باستنساخ نفسها؟ أو هل حقاً للانتقاء الطبيعي هدف في عقله عندما يقوم بانتقاء ما؟ أو هل حقاً لها نظام قصدي؟

ربما هذا صحيح، ولكن قبل أن تنكر ادعاء أي أحد لمثل هذا الكلام، من فضلك ألقِ نظرة غير متحيزة على آخر أعمال أدب التكيف الوظيفي -خصوصاً في علم النفس التطوري -.

في نفس الوقت، نحن نقترح أن يوضع في الاعتبار طرق مختلفة للجدال في أن التكيف الوظيفي يمكنه تحديد نتائج الفرضيات التي تفرق بين الضفادع آكلة الذباب، أو الضفادع آكلة الحشرات الطنانة، ومن ثَم إتاحة نموذج لآلية الانتقاء - وغايته العظيمة - للحالات العقلية.

الاختيار الثاني: قوانين الانتقاء

يمكـن للقوانين دعـم الفرضيات، حيث أن معظم ما يفعلونه من أجل الاسـتمرار فـي العيش، يمكن القول بأنه نفسـه ما يجعلهم مختلفين عـن كونهم مجرد تعميمات تجريبيـة. لذلك فلنفترض أن هناك قانونًا ينص على - أنه في حالات معينة - فإن t1s يتم انتقاؤه للتنافس مع t2s، إن كان هذا قانوناً، فإنه - وبلا مبرر - يشتمل على جميع الحالات الوجودية الممكنة للأمر، مما يعني أنه يحدد النتائج لأي أمر وجودي ممكن لمنافسة t1 وt2، متضمناً بعضها التي هي محض فرضيات.

لا شـيء مما سبق يثير الدهشـة، أو على الأقل لا يثير الدهشة من جهة الادعاءات بـأن القوانين هي علاقات بين الخصائـص، وأن الخصائص التي ليسـت متماثلة في العالـم الحقيقي، يمكن أن تصبـح - على الرغم من ذلك - متماثلة في بعض العوالم الافتراضيـة الممكنـة. لذا فإن قوانيـن الانتقاء من الممكن أن تدعـم الفرضيات التي يفترض أن تثبت صحة التفرقة بين الانتقاء وأسبابه.

من المفترض أن النموذج الذي يبحث عنه هذا النوع من القوانين يمكن أن يكون مثل: «عندما يكون الجميع على قدم المساواة، فإن احتمالية فوز t1 على t2 في الحالة البيئية E يكون P»، ولكن؛ هل هناك قانون مثل هذا؟ نحن نشـك في وجود - بالرغم مـن أنه بالطبع في شـق كبير منه يعد أمرًا تجريبيًّا -جدليـة بديهية لا يمكنها تقرير هذا بطريقـة أو بأخرى، ولكن يمكننا التفكير في عدة أسـباب لمـاذا يمكن تواجد قوانين للانتفاء بالرغم من أنه في الواقع لا يوجد أي قوانين؟

نـودّ النظر في بعضٍ من هذه الأمور لأنه بعكس فكـرة أن الانتقاء الطبيعي له نظام قصـدي، فإن الاقتراحات الفرضية حول الانتقـاء، والتي يتم تحديدها من قبل قوانين الانتقاء، ليست خرافية، هي فقط - بالنسبة لنا - غير حقيقية.

مغالطة التفاح السويسري

إنه من المعلوم عن القوانين أنها تطمح للتعميمات، ففي حالات بعض النماذج، من المفترض تطبيق قانون عن Fs على حالات لـ F. من جهة أخرى، فإن الحد الذي تتطبق فيه التعميمات على Fs ليس عاماً، وإنما يطبق في حالات معينة فقط، وبالتالي فإنه من غير المحتمل أن تكون التعميمات قانونًا في حد ذاتها - وإن كانت قانونًا فلا يحتمل أن تكون قانونًا لـ Fs بهذه الصفة -، وهذا يمكن اعتباره أساسًا مشتركًا، ولكن إن ثبت صحة هذا، فسيصبح هناك احتمال أنه لا يوجد قوانين للانتقاء، هذا بسبب أنه من يفوز في المنافسة بين t1 وt2 يكون مراعياً للسياق إلى حد كبير - وعلى نحو مكافئ، فإنه يراعى السياق إلى حد كبير ما إذا كانت السمات النمطية مواتية للياقة المخلوقات -. هناك عدة جوانب تثبت صحة هذا، بعضها واضح، والبعض الآخر ليس واضحًا بعد.

على سبيل المثال فإنه من الواضح أن بإمكان السمات مساعدة المخلوقات على التكيف بوجه عام، بالأحرى فإن تكييف السمات يعتمد على - من ضمن عدة أشياء أخرى - البيئة التي يعيش فيها حامل هذه السمات. مبدئياً إن كان هناك سمات لا يمكنها التكيف في سياق معين، فبإمكانك إصلاح هذا إما بتغيير السمات، أو تغيير السياق غير المناسب.

هل البيئة الخضراء مناسبة للياقة المخلوق؟ هذا يعتمد على ما إذا كان بإمكان هذا المخلوق التكيف مع البيئة الخضراء.

هل كون لون البيئة مطابقًا للون خلفية المخلوق جيدٌ من أجل لياقته؟ هذا أيضاً يعتمد على ما إذا كان التمويه الذي يجعل من الصعب على الحيوانات المفترسة إيجاد المخلوق، يجعل حصوله على شريك، صعب هو الآخر.

هل من الجيد للمخلوق أن يكون كبيرًا؟ حسناً، كونه كبيراً يجعل فراره من الحيوانات المفترسة صعباً.

هـل من الجيد للمخلوق أن يكون صغيراً؟ ربما لا، إن كان مفترسـوه ذوي حجم كبير.

هـل من الجيد للمخلـوق أن يكون ذكياً؟ اسـأل هاملت بهذا الشـأن - وَضَعْ في اعتبـارك أنـه عندما ينهي الانتقـاء دوره، فإنه مـن الراجح جـداً أن الصرصور هو من سيرث الأرض-.

بسـؤالك عما إذا كانت السـمات تعود بالنفع على لياقة المخلوق، فكأنك سألت عن وجود «بيئة ملائمة» للمخلوقات التي تمتلك سـمات للتكيف، وهذا دائماً يعتمد على ما يجري في البيئات المجاورة.

هـل من الجيد أن تكون خنزيـراً مربعًا؟ ليس ما إذا كانت الحفـر المعدة للاختباء أغلبها مستديرة.

نريد توضيح أن مرادنا ليس إيجاد قوانين خاصة بأي السـمات فازت بأي منافسة، فعلى جميعهم أن يتسـاووا - أي أن كلًّا يجري على قدم المساواة -، وعلى العكس، فإننا نعتبر هذا الكلام صحيحاً بشكل عام، وهو أن قوانين العلوم غير الأساسية تعمل فقـط بمبدأ: «كلٌّ يجري على قدم المسـاواة». إن كان هذا صحيحاً، فإنه لا يُعدّ بمثابة اعتراض على القوانين المزعومة للانتقاء؛ لفعلها الشيء نفسه.

نحن نعتقـد على أي حال أن الاعتبارات الحالية تأخذ منحنى أكثر عمقاً، ربما في هذه الحالة يمكن أن يسمح ببعض الفلسفة العلمية.

كتقدير أولي فإن الادعاء بأن: «كلٌّ يجري على قدم المساواة، وFs يؤدي إلى Gs»، يخبرنا بأنه: «بإعطاء معالجة مبررة ومستقلة، فإن Fs تؤدي إلى Gs بشكل أكيد».

البديهي في هذه الحالة أن وراء الفروق الملحوظة هناك علاقة حسنة النية، مؤكدة وداعمـة للفرضيات بيـن إيجاد F التي ينتج عنهـا Gs، هذه العملية عـادة يتم حجبها تحت تأثير تفاعل المتغيرات غير المنتظم.

تظهـر التعميمات الكامنة للعيان عندما تطبـق المعالجة الملائمة (عادة في معامل

الاختبار). وعلى النقيض - حسب ادعاءاتنا - لا توجد تعميمات مقننة عن أي السمات تفوز بأي المنافسات. هذا ببساطة غير صحيح، فعلى سبيل المثال أن تكون كبيراً بشكل عام، أفضل من أن تكون صغيراً - إلا عندما يكون هناك تأثير من المتغيرات المتفاعلة -، أو الطيران ببطء ولكن على ارتفاع كبير، أفضل من الطيران بسرعة ولكن على ارتفاع منخفض - إلا عندما يكون هناك تأثير من المتغيرات المتفاعلة -، أو تكون أحادي الزواج، أفضل من أن تكون متعدد الزوجات - بالطبع إلا إذا كان هناك تأثير من المتغيرات المتفاعلة -، إلخ.

نحن لا نقول إن التعميمات غير موجودة، إنها فقط غير ملحوظة في تلك الضوضاء المحيطة. بالأحرى، فإنه لا يوجد شيء للاختيار بين -على سبيل المثال- تعميم أن الصغر أفضل للياقة من الكبر، وتعميم أن الكبر هو الأفضل للياقة من الصغر.

لاحظ حقيقة أن العالم يتضمن كلا النوعين وبأعداد ضخمة. نحن لا نشك أن هناك تفسيرات لسبب كون المنافسات بين السمات المختلفة تنتهي بالشكل الذي تنتهي به، ولكن هذه التفسيرات لا تبقى صالحة في حالة إدراج الحقائق التي يفسرونها تحت القوانين العامة للياقة النسبية للسمات. (سنتحدث أكثر عن كيفية تفكيرنا، نفكر فيما يخص الطريق الحقيقي الذي يسلكونه للقيام بهذا العمل).

لا يمكن بأي طريقة أن تكون هذه هي الحقيقة الكاملة للسياق غير المستقل للسمة المنتقاة، من أجل شيء واحد وهو أن السمات المعزولة لا يتم انتقاؤها مطلقًا، وهذا أمر بديهي للغاية.

الحقيقة البديهية الأخرى هي أن المخلوقات لا تمتلك سمات معزولة، بل تمتلك مظهرًا كاملًا، ومن الجيد أن السمة المعززة تعتمد بشكل كبير على أي المظاهر تندرج تحتها، وهذا أيضاً يُعدّ عملياً أمرًا بديهيًّا، ولكنه الأمر الذي اعتادت -كعادة سيئة- نماذج التطور -مثلاً- أن تتجاهله.

مـا الـذي يمكن أن يحدث لشـعب ts إن تـم احتلالهم من قبل شـعب آخر؟ هذا يعتمد كثيراً على الاختلافات بين الشـعبين، نعم، ولكن بما أن: «كلٌّ يجري على قدم المسـاواة»، ماذا يمكن أن يحدث إن أراد شعب الـ ts غزو الشعب الآخر؟ من يعلم؟ علـى أي حـال، حيث إنه عملياً لا يوجد تسـاوي، فإن السـؤال يظل سـؤالاً أكاديمياً فقـط. في الواقع إن كونه سـؤالاً أكاديمياً يرجع إلى قانـون الطبيعة. فلنفترض أنه من الضـروري للشـكل الظاهري لـ t تضمن ملكيـة p، ولا يمتلكها مَن هم ليسـوا من الـ t، لذلـك، فإنه لا يمكن المنافسـة بيـن الاثنين، حيث إن الجميع متسـاوون، وبما أنه يفترض أن هناك قانونًا يقضي بعدم وجود خنازير طائرة، فمن يأبه ما الذي سـيحدث إن وجدت خنازير تستطيع الطيران؟

إحـدى طرق دراسـة هذا الأمر هـو أنك عندما تفكـر في احتمالية وجـود قوانين لتحديـد أي الأشـكال الظاهرية يفوز في أي المنافسـات، إنه مـن المهم أن تضع في اعتبارك أن نتائج هذه المنافسات تتأثر بالتفاعلات، لا يمكن افتراض هذا إلا من أجل مساعدة العمل الصارم الأكثر صرامة لهذه الأنماط مستقلة بشكل عام.

إن الأنماط لا تشـبه التفاح السويسـري، فعندما تقترب منهـا تتفكك إلى مكونات منفصلـة. بإمكان العملية التطورية انتقاء نمط معين فقط للآن، حيث إن تفاعلاتها مع الأنمـاط الأخرى لا تعتبر. كم يبعد هذا؟ مرة أخرى، لا أحد يعلم، لكنه بالتأكيد ليس شيئًا كالحالة العامة.

من الطرق التي تساعد على رؤية كيف يُعمَّم السياق غير المستقل على نطاق واسع من أجل لياقة الأنماط لاعتبار نقطة مهمة سبق أن أشرنا إليها أكثر من مرة، قيمة معيار السـمة، وصلاحيتها لنوع واحد من المخلوقات، يمكنه أن يختلف بشكل جذري عن قيمته الصالحة لنوع آخر.

بالنظر للحجم، فالحجم يؤثر على اللياقة، ولكن هذا لا يسـري على القوانين التي تحـدد لياقة المخلـوق وفقاً لحجمه، وعلـى العكس، فهناك تنوع كبيـر في الأحجام

صالـح، ولا يعتمد فقط علـى البيئة التي يتواجد فيها، بل يعتمد أيضاً على أي الأنماط الأخرى التي يمتلكها.

إن أصغـر حيـوان يعيش - نوع من الحشـرات - يقال إن طوله يبلـغ حوالي 1.7 مللي متر، أما أكبر حيوان - الحوت الأزرق، وهو في الغالب أكبر حيوان عاش على الإطلاق - يبلغ طوله حوالـي 90-80 قدماً، أما باقي المخلوقات فتتراوح أحجامها بشكل كبير بين هذه الأرقام، مما يعني أن الحجم الذي يناسب أحد أنواع المخلوقات ليس بالضرورة أن يكون مناسباً لنوع آخر - فإن كنت تزن عدة أطنان، فمن الأفضل أن يكون لك هيكل كبير، أو تعيش في الماء، أو كلاهما معاً -، هذا يعني أن تأثير الحجم على اللياقة يجـب أن يكون معتمداً على تفاعله مع المتغيرات المظهرية. علاوة على ذلـك، حيث إن المخلوقات التـي لها حجم معين يمكن أن تتكيف في بيئة معينة، ولا تتكيـف في أخرى، فهذا يعنـي أن تفاعل الحجم مع المتغيرات المظهرية الأخرى هو نفسه يتفاعل مع البيئات المختلفة لتحديد اللياقة.

كم عدد التفاعلات كتلك التي يمكن حدوثها؟

إن الأنماط الظاهرية ليست مجموعة من السمات، بل هي تشبه بشكل أكبر دمج بعض السـمات مع بعضها البعض - انظر الفصل السـادس -. ظاهرياً فإن وحدات التغيـر المظهري تعتبر أنماطـاً مظهرية كاملة. إن هذه الاعتبـارات ذاتها - بالطبع - تنطبـق على البيئات المختلفـة التي تتفاعل فيهـا الأنماط المتنوعـة، هذا بالإضافة إلـى أنهم يأتون في صورة اندماجيات مختلفة، وليسـت مجموعات، وإذًا، فإنك إن حاولت البحث سـتجد أن تخمين الناس عموماً سـينصرف إلـى ما الذي قد تضطر إلى تغييره. (انظر إلى حالنا المؤسـف، وعدم قدرتنا - المروع - على التنبؤ بالنتائج المحتملـة لبقاء الفصائل البحرية على قيد الحيـاة، إن حدث تغيير طفيف في درجة حرارة المحيطات).

باختصار فإنه من المرجح جداً أن حجم المخلوق يؤثر على قدرته على البقاء حياً، وهـذا لا يتوافق مع وجود قانون يحدد لياقـة المخلوق وفقاً لحجمه، بل إنه لا يتوافق مـع قانـون التفاعل بين حجم المخلوق مـن جهة، وبين لياقته في بيئـة معينة من جهة أخـرى. في الحقيقة إنه من الصعب تصديق وجود قانـون كهذا، حيث إن الحيوانات بجميع أنواعها وأحجامها غالباً ما تنجح في البقاء أحياءً في نفس البيئة.

بالتأكيـد لا شـيء من هذا يثبـت عدم وجود قوانيـن للانتقاء، ربمـا يوجد، فهناك وحدات التغير النمطي من جهة، ووحدات التغير البيئي من جهة أخرى، وربما توجد قوانين تربط بين الاثنين، ولكن لا يوجد سـبب لافتراض - كما يفعل مطبقو التكيف الوظيفـي عادةً - أن وحدات التغير النمطي تُعدّ كأي شـيء آخر نفكر فيه بشـكل عام كسـمة نمطية منفردة، ولا يوجد سـبب لافتراض أن وحدات التغير البيئي مثلها كأي شـيء آخر نفكر فيه بشـكل عام كسـمات بيئية. هذا مهم للغاية، حيث إنها تعني ذلك حتـى وإن كان هنـاك قوانين للانتقاء، فلا يمكننا الاعتماد على أنهم سـيدعمون أنواع الفرضيـات التي تحتاجها نظرية تمييز السـمات، هذا بالإضافـة إلى الفرضيات حول ماذا يحدث للياقة في العوالم المحيطة حيث تتغير السـمة النمطية المتاحة -أو السمة البيئية-، ويبقى أي شيء آخر سليماً. إن كان الأمر -كما نفترض- متعلقًا غالباً بقوانين تجريبية حول السـمات النمطية -أو البيئية- المتماثلة، فإنـه من الممكن عدم تواجد عوالم محيطة، حيث تلك السمة تتغير، ويبقى كل شيء آخر سليماً.

الاختيار الثالث: غربال «سوبر»

لقـد تطرقنـا إلى هذا الموضوع؛ لأنه إن كان لديك نظرية عن السـمات، فسـتحتاج إلى اسـتئناف الفرضيات حتى تسـتطيع تمييزهـا، والطريقة الوحيـدة لدعم الفرضيات هو الفصل بـأن احتياجات نظرية داروين إما بفرض أن نظرية الانتقاء الطبيعي هي نظام قصـدي -وهـو بأفضل التقديـرات أمر منافٍ للمنطـق-، وإما بفـرض أن هناك قوانين

للانتقاء -كلاهما غير معقول-، ولكن في عدة مرات تم طرح فكرة أن مثال إليوت سوبر (سوبر 1993، ص98 إلى ص 100) يتيح لنا اختيارًا ثالثًا، وهذا يتطلب عدة مناقشات.

تقريبًا فإن سوبر يتخيل أنه إذا تم وضع مجموعة من البلي بأحجام وألوان مختلفة في غربال فتحاته أوسع من أصغر البلي حجماً، فلنفترض أن جميع البلي الأصغر حجماً لونها أحمر، أما الأخرى فألوانها مختلفة، في هذه الحالة ستمر جميع البلي الحمراء من خلال الغربال، على الرغم من أنه كما أوضح سوبر أن جهازه يعمل على تصنيف الأحجام وليس الألوان.

في الحقيقة إن هذا المثال يهدف إلى توضيح المنتقى لتميزه ولكن بشكل مصغر. ما يتم تصنيفه هو البلي، وما يتم تصنيفها من أجله هو أحجامها، المشكلة هي على أي أساس يصلون إلى هذا الحدس؟

في الواقع نحن لا نعتقد أن هذا شيء بالغ الصعوبة، فنحن نعلم أسباب انتقاء غربال سوبر للبلي؛ لأننا نعلم كيف تجري الأمور، نحن نعلم الحقائق المتعلقة بهيكلها الداخلي. نحن نعلم تحديداً أن ما يفعله للبلي متعلق فقط بحجمها وليس بألوانها، وفي المقابل، فإنه من المفترض لقوانين التطور التي يحتاجها التكيف الوظيفي أن تعبر عن التعميمات التي من خلالها تحدد المتغيرات البيئية للياقة النسبية للأنماط. الفكرة أن قوانينها البيئية -القوانين التي تطبق على الميزات الخارجية للمخلوق- التي تدعم الفرضيات حول أي السمات التي ستؤدي إلى اختيار المخلوق إن كان يمتلكها، والقوانين البيئية لا تطلعنا على كل ما يتعلق بالسمات الخارجية -باستثناء أنهم يولدون المتغيرات النمطية بشكل عشوائي-.

باختصار فإنه على أفضل تقدير أن من البديهي حول غربال سوبر أنه يوضح لنا كيفية تمييز الانتقاء والمنتقى عندما يتم تحديد آلية الانتقاء، فإنها لا تطلعنا على أي شيء متعلق بكيفية طرحها في إطار عمل فرضيات مطبقي التكيف الوظيفي، وبهذا

فنحن نعلم أي السمات النمطية المتغايرة يتعلق باللياقة، إلا أننا لا نعلم -تحديداً- أي الآليات تتعلق بتلك بهذا التغاير.

إن مشكلة الانتفاع المجاني تكمن في أنه في بعض حالات تغاير السمات النمطية يحدث تغير في اللياقة كذلك، حيث إنها السبب في وجودها من الأساس، ولكن في بعض الحالات الأخرى تتغير مع أي تغيير في اللياقة فقط؛ لأنها تتغير بتغير أي مسبب لها.

في نموذج سوبر نحن لدينا الآلية التي تربط بين خصائص الأنماط، وبين نتائج التصنيف، ولكن بالنسبة للتفسيرات النموذجية لمطبقي التكييف الوظيفي فنحن لا نعلم أي شيء، لذا فإن استئناف غربال سوبر لا يوضح لنا أن تفسيرات مطبقي التكيف الوظيفي بإمكانها إعادة بناء الفرق بين الانتقاء وبين أسباب ذلك الانتقاء.

إن غربال سوبر لا يستطيع إعادة بناء ذلك الفرق بين الانتقاء وبين أسبابه، حتى وإن منحناهم الحدس المطلوب، ولكن في واقع الأمر نحن لا يمكننا منحهم ذلك؛ لأن الحدس الذي يستأنفه سوبر خيال بحد ذاته. إن قمت بمشاركتهم فسيكون هذا بسبب -كما يمكن أن يكون ويتجنستون قد قال- أن لديك تصورًا في عقلك، ولنرى ذلك، عليك أن تسأل نفسك أي البلي في نموذج غربال سوبر تجاوب مع المخلوقات التي لها لياقة معينة في حسابات أصحاب نظرية الانتقاء، وأي البلي تم إهماله.

إنه من الواضح أن سوبر وضع في عقله أن البلي التي تم انتقاؤها هي التي باستطاعتها المرور عبر فتحات الغربال وبلوغ القاع، بينما البلي التي ترفض فهي التي تبقى على سطح الغربال ولا تمر إلى القاع، ولكن لاحظ أن طريقة شرح ما حدث هي تعسفية تماماً، حتى وإن كانت آلية التصنيف محددة للغاية.

يجب أن يكون سوبر قد فكر في نوع التصنيف الذي سيستمر إن قمت بالنخل، فإن المواد المختلطة تذهب للأعلى، وما هو جيد منها ينزل إلى قاع الغربال عن طريق الفتحات، وما يترك فوق هو الرديء.

لنفرض أن هناك أحدًا يفكر في النخل، ولكن -على سبيل المثال- لتنقية الذهب،

فـي هـذه الحالة فإن المواد الجيدة هـي التي تبقى في الأعلـى، والرديئة هي من ينزل مـن الفتحـات. إن ما يصنفه الغربال يعتمد على ما يضعـه المنقب في عقله عند القيام بالتصنيف. هذا بالتحديد ما ينبغي توقعه، فللمنقبين أنظمة قصدية أيضاً.

باختصـار فإن غربال سـوبر يعاني من عـدم التحديد الذي يحـدث عندما تحاول تفسـير نظـام قصدي فـي مجال محدد بشـكل كبيـر. فلنقـل -إن أردت- إن الغربال يصنـف من أجل الحجم لا اللون، ولكن حيث إن البلـي الحمراء فقط هي التي تبقى فوق، فإنه يمكنك أن تقول كذلك إن الغربال يصنف من أجل اللون وليس الحجم.

في المثال الذي يقترحه سـوبر: التصنيف من أجل الحجم غير مميز عن التصنيف مـن أجل اللـون، وهذا يرجع إلـى أن الغربال بعكس المنقبين ليـس له نظام قصدي. هذا شـيء معتاد، فإن الوصف المتوسـع لنوع لا يمكنه ببساطة تحديد النوايا لوضعها في مصطلحات الفلاسـفة. إن غربال سوبر غير مسـتثنى من هذه الحقيقة المرة -ولا داروين كذلك-.

كل هذا يطرح وجهة نظر نحن نعتقد أنه من الجيد وضعها في الاعتبار؛ إن الادعاء بأن هناك قوانين تحدد فصل التطور هو أحدها، وهناك شيء آخر، وأكثر قوة، ألا وهو فـرض أن هناك -ما كنا نسـميه- « قوانين الانتقاء». إن عمليـة التطور مدرجة من قبل بعـض القوانين وغيرها ببسـاطة لافتـراض أن الفيزياء هي حقيقة كل شـيء، ومن ثم فإن ظاهرة التطور تنصاع لقوانين الفيزياء بالمحاذاة مع كل شـيء آخر ينبغي أن يكون أساساً للجدال الحالي.

إن نظريـة الماديـة في حد ذاتهـا لا يمكنها أن تثبت صحـة التكيف الوظيفي -ولا يمكنها بالمناسـبة إثبات صحة نظرية التعليم، وكالعادة فإن تشـبيه سـكينير وداروين دقيـق-، ويمكـن القول إن مـا يحدد أي سـمة يتم انتقاؤهـا هي القوانيـن التي تنظم الانتقـاء، وبإعطـاء القوانيـن فإن الفرضيـات تكـون التالية، وبإعطائهـا هي الأخرى فسيكون بإمكانك تمييز السمة المنتقاة من المتروكة، ولكن النظرية المادية غير ملتزمة

بأي قوانين محـددة، إنها فقط تخضع لقوانين الفيزياء، ويتضح من النظرية المادية أنه إن كان هناك عملية كعملية الانتقاء الطبيعي، فإنها سـتخضع لقوانين الفيزياء -بشكل مجمـل-، ولكن هذا لا يثبت مـا إذا كانت هناك عملية كهذه أم لا؟ لذا؛ فإنه في المرة المقبلة التي يخبرك فيها أحدهم بضرورة صحة التكيف الوظيفي؛ لأن نظرة المجتمع العلمي تقتضيه، فنحن نرشح أن تقوم بلَكْم أنفه.

مـا تم التوصل إليـه حتى الآن هو أن طريقـة الانتقاء لها نظام قصـدي، ولكن في حالـة تطور التكيف فإن هذا بالطبع لا يُعدّ عاملاً، وبدلاً عن ذلك إن كان هناك قوانين للتكيف -قوانين لها علاقة باللياقة النسـبية للنمط- هذا أيضاً يمكن أن يكون تفسـيرًا لقصد طريقة التصنيف، ولكن يبدو أنه لا يوجد أي منها.

الاختيـار الرابـع: ربما نظرية التطور ليسـت نظرية بعد كل شـيء، بـل هي مجرد مخطط لنظرية

مـاذا لو تعاملنا مع نظريـة الانتقاء الطبيعي على أنها مجرد مخطط؟ ربما سـنفعل في خلال الأسـطر القادمة، إن التكيف الوظيفي يفرض أن الادعاء التجريبي بأن لكل سمة نمطية -أو لكل سمة نمطية يمكنها التكييف- مشكلة بيئية يكمن حلها عن طريق السـمة المنتقـاة لأجلها. التكيف في حد ذاتـه لا يمكنه القول فـي أي حالة معينة أي السـمات النمطية انتقيت لها، وأي مشـكلة بيئية هي منتقاة لحلها، ولكنه يقول إنه في أي حالة تكيف موثوقة، فإن هناك دائماً سمة، وكذلك مشكلة.

إن الادعاءات تشكل الالتزامات التجريبية الأساسية للنظرية.

نحـن نعتقـد أن هذا جيـد إن -وفقـط إن- عرف كل مـن «التكيف»، و«أسـباب الانتقاء»، الخ، بشكل مستقل، بحيث -على سبيل المثال- يعتبر «التكيف كسمات لها أسباب انتقاء» كوحدة حقيقية، عوضاً عن مجرد تعريف س.ف.سكينير مرة أخرى.

إن نظريـة التكيـف الوظيفـي لا يمكنهـا التنبؤ بنتائـج تجارب محفـز الانفصال، وهنـاك رد معقول لهذا «بالتأكيد إنـه يفعل، مثلاً فإنه يتنبأ بأن الحيوان سـيظل معممًا

لأي خصيصة محفزة فعالة أثناء التعلم بالتجربة. هذه التجارب الموثوقة تدعي إن كان -وفقط إن كان- تفسير الخصيصة المحفزة الفعالة لا يشير إلى نتائج التجارب التعميمية. إن كانت النظرية تحدد الحافز الفعال بقولها إنها تتحكم في التعميمات في تجارب الحافز الفعال، فإنها لا يمكنها التنبؤ بنتائج الاختبارات بقولها إن التعميمات يمكنها أن تكون لأي خصيصة كانت مؤثرة أثناء التدريب، ويعتبر قياسها على الانتقاء الطبيعي دقيقًا جداً، حيث إنه -عملياً- فإن مشاكل البيئة وما يشبهها متضمنة في تعريف التكيفات الوظيفية وما يشبهها».

إن الخاصية البيئية هي فقط ما تتكيف عليه السمات، والتكيف هو فقط السمات النمطية التي تحل المشكلات البيئية، لذا؛ فإن التكيف دائماً ما يكون حلاً للمشاكل البيئية، فهو ليس ادعاءً تجريبياً موثوقاً بعد كل شيء، إنه بديهي جداً مثل العزاب الذين دائماً ما يكونون غير متزوجين.

إن لم يكن من أجل مقصد «أسباب الانتقاء»، فإن المرء سيعامل التفشي لمشاكل الانتفاع المجاني كقضية تسجيل الخصائص كأساس لعلم النفس، والذي يُعدّ كدليل على كم أن قبضتنا واهية على حقيقة طبيعة الحالات، وعمليات المقاصد.

إن الفلاسفة الذين لم يؤمنوا كثيراً بالمعتقدات والرغبات كأمثال ديفيد سون، وكوين، ودينيت، الخ، سيكون لهم الحق في عدم الاكتراث للانتفاع المجاني الذي يظهر في علم النفس المعرفي، ولكن الآن يبدو أننا غارقون حتى آذاننا في المقاصد غير المحددة، ليس فقط في علم النفس الشعبي، والعلم المعرفي، ولكن أيضاً في نظرية التطور، والتي تبدو للكثيرين مثل ديفيد سون، وكوين، ودينيت، الخ، كجوهرة في تاج علم الأحياء الدقيقة، فإن كان هناك «محرك أساسي»، فإنها ليست نظرية للانتقاء الطبيعي، بل هي مشكلة المقصد.

لذا كما كان هنري جيمس يحب أن يقول: «ها نحن ذا».

إذاً؛ أي نوع من النظريات هو الانتقاء الطبيعي؟

يتحدثـون بحنقٍ قائليـن: «هل حقاً تريـدون القول بأن تفسـيرات مطبقي التكيف الوظيفي غير كافية، وإن تاريخ الانتقاء لم يفسِّـر أبداً السـمات النمطية، لا نفسـياً ولا خلافه، وبالتأكيد أنت مدرك أن الكتب المدرسية مليئة بأمثلة جيدة مخالفة لما نقول. إن تفسـيرات الكتب المدرسـية ترمـي إلى -وغالباً مـا تفعل ذلك بوضـوح- تقديم أسـباب لماذا السمات النمطية على ما هي عليه؟ ولماذا هناك الكثير من t1s، والقليل فقـط من t2s؟ حسـناً ما الذي بيدنـا لنفعله في نماذج الكتب حيال تفسـيرات مطبقي التكيف الوظيفي إن كان -كما تقول- التكيف ليس صحيحاً، وإنما محض هراء؟!!

نحـن نعتقد أن هناك بالفعل بعض التفسـيرات حسـنة النية، وأن مـا هم عليه حقاً هـو تحديداً ما يبـدو لنا منهم، وهو أنها تفسـيرات تاريخية. بشـكل تقريبي جدًّا، فإن التفسـيرات التاريخيـة لا تقدم قوانيـن، وإنما تقدم سـردًا معقولًا، يهـدف إلى بلورة السلسـلة السـببية؛ ليؤدي إلـى الحدث الذي يفترض تفسـيره. إن بعض التفسـيرات المقننة تدور حول -وهي ضرورية ميتافيزيقيًا- علاقة الخصائص؛ أما السرد التاريخي فإنه يدور حول العلاقات السببية بين الأحداث، وهذا هو السبب في أن ما سبق يدعم الفرضيات بعكس التالي.

إن السـرد التاريخي -على حد علمنـا- ممتاز، وبالتأكيد أنه غالبـاً ما يكون مقنعًا جـداً، ولكنـه لا يُخضِع الأحـداث للقوانين، وبالتالي لا يدعـم الفرضيات، وكما كنا نـرى، فإن تلك الفرضيات هـي ما نحتاج من أجل حل مشـاكل الانتفاع المجاني في مخطـط مطبقي التكيـف الوظيفي. إن كانت نظريـات مطبقي التكيـف الوظيفي تُعدّ تاريخية، ولكن هذا لا يفسـر لماذا لا يمكن حل مشـكلات الانتفاع المجاني بطريقة مطبقي التكيف الوظيفي؟

«لقد وقعت بسبب انزلاقها في قشرة موز»، من المرجح أن هذا هو السبب، ولكن لا يوجد حتى قانون إحصائي لديه «قشرة الموز» كسبب، و«الانزلاق والوقوع» كنتيجة لـه، وبالمثل، فإن خسـارة نابليون فـي واترلوو؛ لأن المطر ظل يهطـل لأيام، وكانت

الأرض ملطخة تماماً بالطين، وبالتالي كان من الصعب على الجنود أن يتقدموا -على أي حال هذا ما قيل، ومَن نحن لنقول عكسه-، ولكن هذا لا يعني وجود قوانين تربط بين الطين الذي لطخ الأرض، وبين نتائج المعركة.

نحن نفترض أن علماء ما وراء الطبيعة -مَن ندعي أنهم على علم- يجدر بهم القول بأن ما حدث في واترلوو يجب أن يكون خاضعاً لبعض القوانين الشاملة أو غيرها، مما لا شك فيه أن هناك -على سبيل المثال- قوانين متماثلة بشكل مجمل لآلية الأجسام متوسطة الحجم، ولكن هذا لا يعني أن هناك قوانين للطين، أو للمعركة، كما تم وصفهم، ناهيك عن العلاقة السببية التي تم طرحها بينهم، والتي ستكون ضرورية إن كانت خسارته بسبب الطين، لتصبح حالة لقانون محتمل لتفسير ما حدث، أو افتراضًا يدعم الفرضيات عن ماذا كان ليحدث إن لم تمطر السماء ذلك اليوم؟!

نحن نفترض على نحو مشابه أنه عندما يتنافس المخلوقان t1 وt2، فإنه يجب أن يكون هناك بعض القوانين التي تشمل العلاقة السببية بينهما، على أي حال، السؤال هنا هو: هل هي قوانين للتنافس، أو هل هي بالفعل قوانين لعلم الأحياء الدقيقة أساسًا؟ نحن لا نعتقد أن داروين سيكون سعيدًا إن اتضح أنه بالرغم من وجود تفسير لتنوع الفصائل بالفعل، فإنه لا يستغل مفردات التنافس، والانتقاء، وما يشبههما، ولكن يستغل -كما يمكن أن تكون- مفردات ميكانيكا الكم.

إنه لجزء الحقيقة أنهم لا ينشدون القوانين الشاملة، والتي يبدو أن تفسيرات السرد التاريخي غالباً قد وجدت لاحقًا، والسبب في أنها تبدو كذلك هو أنها حقًّا كذلك. ونظراً لأننا نعلم سلفاً من فاز، فإنه بإمكاننا أن نسرد حكاية معقولة جداً -لها علاقة بوجود طين كثير يلطخ الأرض- عن السبب الذي جعل نابليون يهزم، ولكن مع عدم وجود قانون شامل، فنحن نشك في أن نابليون، وولينجتون، أو أي شخص آخر، يمكنه التنبؤ بنتيجة المعركة قبل حصولها أصلاً، والمشكلة هي أنه كان من الممكن أن تكون الحكاية معقولة لتفسير ما حدث أي من كان الفائز. إن التنبؤ

والرجعية معروفان بظهورهما غير المبرر، ولما كان الأمر كذلك، فإن هناك الكثير من الحسابات التاريخية المنطقية لنفس ذات الحدث، لا تكون هناك حاجة للاختيار بينها. هل حقاً فاز ولينجتون بسبب الأمطار؟ أم أن المرتزقة اليروسيين ظهروا في الوقت المناسب؟ أم أن نابليون ببساطة قد فقد تأثيره؟ -وبينما أنت في غمار هذا الأمر سل نفسك: ما الذي أدى تحديداً إلى إعادة تشكيل الأمر؟-.

لا جدال في أن المنافسة بين المخلوقات التي لها أنماط مختلفة عادةً ما تختلف نتائجها، وبالطبع في كل حالة من تلك يجب أن يكون هناك بعض التفسيرات عن سبب فوز أحدهم وخسارة الآخر، ولكن لا سبب على الإطلاق لافتراض أن مثل هذه التفسيرات عادة ما تذكر القوانين التي تخضع لها المخلوقات بفضل سماتها النمطية، ولما كان الأمر كذلك، فإنه لا يجب أن يكون هناك شيء للاختيار بين ادعاءات الافتراضات المطابقة. إن الثدييات صغيرة الحجم تفوز في منافسة الديناصورات الضخمة، ولكن هل فوزها يرجع إلى صغر حجمها؟ هذا يعتمد -بشكل مجمل- على ما إذا كانت ستفوز أيضاً إن لم يكن هناك نيزك.

يمكننا سرد حكاية معقولة جدًّا عن سبب فوزها، فإن الحيوانات الصغيرة بإمكانها تهشيم بيض الديناصورات؛ لأكله عندما تكون الديناصورات غير منتبهة، (وهذا سيء من أجل لياقة الديناصورات).

على صعيد آخر يمكننا سرد حكاية معقولة عن: لماذا لم تكن الثدييات ستفوز إن لم يكن هناك نيزك؟ فعندها لم يكن الانتقاء ليكون على أساس من يستطيع تحمل حرارة أعلى، وهو الشيء الذي تتمتع به الثدييات، بعكس الديناصورات، (لاحظ أنه وفقاً للحكاية الأخيرة، فإن الثدييات لم تُنتقَ من أجل صغر حجمها، أو سرعتها، بل لأجل درجة الحرارة التي تستطيع تحملها)، لذا فإن السرد التطوري عن انقراض الديناصورات يدعم أيًّا من تلك الفرضيات؟ ولا واحدة؟ أم أنه يدعم كلتيهما؟ وأيضاً أي سمة كانت السبب في اختيار المخلوقات التي تقوم بحماية صغارها؟ أكان هذا

من أجل تحقيق المصلحة لنسلها، أم هو لخدمة مصالحها الخاصة بجيناتها؟ حسناً، هناك على أي حال نموذج لتفسيرات مطبقي التكيف الوظيفي والتي تبدو مناسبة للحقيقة بشكل كبير. إن كانت قابلة للتطبيق، فإنه يقترح أن مثل هذه التفسيرات وعلى الرغم من أنها لا تدعم الفرضيات، لها سوابق محترمة جداً. إن كانت تفسيرات مطبقي التكيف الوظيفي نوعًا من السرد التاريخي، فإن كل شيء يمكن حفظه من الخراب، إلا مفهوم أسباب الانتقاء، وهذا جيد؛ لأن آلية التطور ليست سبباً لانتقاء السمات النمطية، وإنما تكمن آليات التطور في المقالات الصغيرة التي فرقها التاريخ الطبيعي حالة تلو الأخرى، وليس في نظرية التطور نفسها. إن التطور هو نوع من التاريخ، والاثنان ها عبارة عن أشياء ملعونة متتابعة.

استنتاج بلاغي

هاك تشابهًا جزئيًا -و في الحقيقة نحن نعتقد أنه تشابه كبير- لا بد من أنه لكل شخص ثري سبب لكونه كذلك، ربما الإرث، أو الصفات الوراثية، أو الطمع والجشع، أو حدة الطباع، أو الغضب، أو كثرة الكذب، أو الكدح حتى تصل إلى مرادك، أو كونك وُجِدْتَ في الوقت والمكان المناسبين، أو امتلاك أصدقاء ذوي مراتب رفيعة، أو مواجهة حظ رائع، أو القيام بالسرقة على الطريق السريع، أو أي ما كان، أي من تلك الأشياء يفضي إلى جعل المرء ثرياً؟ هذا بالطبع يعتمد بشكل كبير على سير الأمر، وهذا بسبب اختلاف المواقف، حيث إنه مثلاً لا فرصة لأي أحد أن يصبح ثرياً بالطريقة التي اتبعها جنكيز خان، أو على غراره الطريقة التي اتبعها اندرو كارنجي، أو مثل ما فعل ورثته وغيرهم الكثيرون، وكما أن الحساسية الشديدة للطرق التي قد تجعلك غنياً تجعل من غير المرجح وجود نظرية مخصوصة لجعل الناس أثرياء، فكذلك فإن كل هذه الكتب التي تباع في المطارات، والتي تعطي للناس نصائح ليصبحوا أغنياء هي غير نافعة بالمرة.

على وجه الخصوص لا يرجح وجود تعميمات قانونية -بالتالي تدعم الفرضيات ليس لسبب معين ولكن ليس هباءً أيضاً- تحدد المواقف المختلفة التي تجعل من الممكن أن يصبح المرء ثرياً، وكذلك الخصائص المفضل وجودها في الشخص الذي يريد الثراء، وكيف سيصبح غنيًّا في تلك المواقف؟

وهذا -من فضلك انتبه- ملائم تماماً لحكاياتهم المقنعة للغاية، والتي ينبغي للمرء الاقتناع بها، ويفسر حالة بعد حالة، ما الذي حدث مع الفتى الذي أصبح ثرياً بفضل تصرفاته في الظروف التي فرضت عليه؟

نحن نعتقد أنه عندما تعمل تفسيرات مطبقي التكيف الوظيفي لتطور السمات التي يمكن توارثها، فإن هذا يرجع لكونهم يقدمون سردًا تاريخيًّا معقولًا، وليس لأنهم يستشهدون بالقوانين الشاملة. إن نسبة تقدم الداروينيين ومطبقي التكيف الوظيفي لا توضح آلية الانتقاء للسمات النمطية الوراثية؛ لأنه من الأساس لا توجد آلية كهذه. هناك الكثير والكثير من الطرق التي من خلالها نجح مختلف المخلوقات في التكاثر في المواقف البيئية المختلفة.

علق دايمون (في ماير P.x 2001) على أن داروين لم يقم فقط بتقديم نظرية تم التفكير فيها بعناية، بل الأهم أنه قدم نظرية التسبيب، وهي نظرية الانتقاء الطبيعي. حسناً إن كنا محقين، فإن هذا تحديداً ما لم يفعله داروين، إذ أن نظرية التسبيب بالذات لا علاقة لها بالانتقاء الطبيعي. ولكن بالتفكير في هذا فإنه لا يزال الشيء الوحيد الذي لا نملكه.

من وجهة نظر فلاسفة العلم، فإنه من الممكن أن الحد الأدنى لكل هذا هو أهمية إبقاء الاختلافات بين التفسيرات التاريخية والتفسيرات المقننة واضحة، كما أنه لا يوجد شيء خاطئ بوضوح فيما سبق، فبالتالي لا يوجد شيء خاطئ فيما سيلي.

عادة يبتدئون بعالم حيث الظروف البدائية والقوانين الطبيعية محددة، ويتم استنتاج التنبؤات عن المواقف التي قد تحدث في هذا العالم. إن من الصحيح

بالتعريف أن تفسيرات الأحداث بالنظر إلى القانون يجب أن تستشهد ببعض تبعات الأحداث بمقتضى القانون الذي تخضع له. لا شيء له تفسير مقنن إلا إذا كان ينتمي إلى نوع طبيعي -نحن نأخذ ما قيل للتو ليصبح خيطاً للحقيقة- حيث إن التفسيرات المقننة كان لها دور إيجابي في الفلسفة، وهم محقون في ذلك، سواء كانت هذه هي تفسيرات النماذج العلمية، أم لا، فإنه من الواضح جداً كأمر واقع أن الكثير من التفسيرات العلمية تجسد أو تناشد القوانين التجريبية.

ليس هناك أي خطأ في التفسيرات التي تتكون من السرد التاريخي، تقريباً فإن السرد التاريخي يبدأ بحدث يسعى إليه لتقديم سبب كافٍ تجريبيًا (فَقَدَ الحصان من أجل حاجته للحذاء).

إن السرد التاريخي لاحق في الأصل -بالرغم من عدم كونه كذلك بالطبع-، وهناك ظروف سببية وافية لكون السرد التاريخي ينتمي بطرق مألوفة لمجموعة تلك الظروف، والتي -على افتراض الحتمية- ترجع مرة أخرى بقدر ما تريد (لقد فقد الحذاء من أجل حاجته لمسمار وهكذا). إلى أي مدى زمني في الماضي يمكن لمثل هذه التفسيرات أن تمتد؟ هذا يعتمد -كما يمكن لأحدهم أن يقول ضاحكاً- على عدة عوامل عملية: ما الذي يتم تفسيره، ولمن، وإلى متى؟

نحن نفكر أن الكثير من نظريات النماذج العلمية يتم فهمها على أنها سرد تاريخي يشير -بشكل مجمل- إلى نظرية الجغرافيا القمرية، ونظرية عن أسباب انقراض الديناصورات، ونظريات كذلك عن أصل الوادي الكبير، أو النظام الشمسي، لنفكر هكذا في الكون كله. كل هذه المشاريع -وبالطبع الكثير غيرها- هي أبحاث مخصوصة عن الظروف السببية الوافية، والتي باستيفائها يتم تفسير وجود الحدث المراد السؤال عنه. إن كنا محقين، فإن نظريات مطبقي التكيف الوظيفي عن كيفية تطور السمات المورثة تكون من نفس هذا النوع.

هـذا كله كان من أجل القول بأن مجموعة من الآليات المختلفة للتكيف الوظيفي لن تشـكّل نوعًا طبيعيًّا، ليس -على الأقل- إن كان النموذج الموضوع للتفسير يحتج علـى أن يتم تصنيفه ضمن التعميمات الضـروري تقنينها، ولكن إن كان لا يوجد مثل هـذه التعميمات الضـروري تقنينها من آليـات التكيف الوظيفي، فـإن نظرية الانتقاء الطبيعي سـتصبح مجرد حقيقة مبتذلة، «إن نجح نوع مـن المخلوقات في التكاثر في بيئـة معينة، فيجب أن يكون هناك شـيء مميز بهذا المخلـوق -أو بالبيئة، أو كليهما- يقتضي فعله لذلك».

حسـناً بالطبـع يجب أن يكـون كذلك، حتـى إن المؤمنين بالخلـق لا بالتطور قد يؤيدون هذا.

إن ما يجعل أدب التكيف الوظيفي ممتعاً للقراء ليس نظريات التطور التي يطرحها -إنها لا تطرح أيًّا منها أصلاً- ، وكذلك ليسـت آليات تغير الأنماط التي تكشف عنها -فإنهـا أيضاً لا تكشـف عن أي منها-، إن ما يجعلها ممتعـة هو عدد الحكايات التي تسـردها عـن كم المخلوقات الغريبـة الموجودة في العالم، ولمـاذا كل مخلوق منها يُعدّ غريباً، وكيف بالرغم من غرابتها نجحت في إيجاد طريقة للاسـتمرار في العيش؟ ولكـن لتكرار العبرة الكبـرى نقول: انطلاقًا مـن حقيقة أن هناك تفسـيرات لمطبقي التكيـف الوظيفي لفرض اعتقادات عقلانية، فإن هذا لا يعنـي وجود قوانين للتكيف الوظيفـي، وإن كان لا يوجد قوانيـن للتكيف الوظيفي -كما يعلـم الجميع-، فإنه لا يمكن بناء أي مفهوم لأسباب الانتقاء، ولا يكون محض هراء.

إن مفهوم أسـباب الانتقاء هو شيء أساسـي، ولا يمكن لنظرية التطور الاستمرار بدونه.

[انتهى الفصل السابع]

الفصل الثامن

هل فقد طائر الدودو مكانته الإيكولوجية؟ أم العكس؟

خصصنا الفصول الثلاثة السابقة لإثبات وجود مشاكل خطيرة - وربما عصية على الحل - في النظرية القائلة بأن الانتقاء الطبيعي هو الآلية الأهم للتطور؛ لأن الانتقاء من أجل يقع في مغالطة التعريف الخاطئ intensional (أو لعلك تفضل أن نقول لأن ما يتم الانتقاء من أجله ليس الكائنات نفسها، ولكن الخصائص التي تملكها الكائنات، ومعاملة الخصائص وكأنها أفراد مستقلون هو تفكير بالتعريف الخاطئ). يمكن أن توجد خواص ظاهرية تشترك في الظروف ولكنها متباينة، وتزيد إحداها الصلاحية (بينما لا تزيدها البقية)، ولكن الانتقاء الطبيعي لا يستطيع تمييزها عن بعضها، وفي هذه الظروف لا يستطيع الانتقاء الطبيعي التمييز بين حدود الأقواس arches والركنيات spandrels [الصفة التي تنتقيها من الصفة التي تصاحبها وتأتي معها كناتج ثانوي].

ولذلك تعجز نظريات التطور التكيفية أن تؤدي ما تزعم أنها تؤديه، وهو تفسير توزع الخصائص الظاهرية في جمهرة ما كدالة على تاريخ انتقاء هذه الخصائص من أجل الصلاحية.

ثم إن نمط التفكير هذا، مُعدٍ، فالأمر لا يتوقف فقط على مبدأ الانتقاء من أجل، وإنما هناك بحر لا ساحل له من المفاهيم الأخرى التي تعتمد عليها التفسيرات التكيفية لتفسير ظواهر أخرى، وكلها تعاني من نفس المرض، ومن بينها أفكار مثل «المكانة الإيكولوجية ecological niche»، و«مشكلة التكيف problem of adaptation»، و«الوظيفة البيولوجية biological function»، وكلها تعتمد على مبدأ الانتقاء من أجل؛ ولذلك تتورط في المشاكل التي تسببها مغالطة التعريف الخاطئ.

تأمل مثلًا مفهوم «مشكلة التكيف»، نصل في الحالات المألوفة غير المتحيزة إلى الحلول بالتفكير في المشاكل التي تعالجها، وليس بطريق معاكس؛ ولذلك قد نجد الكثير من المشاكل غير المحلولة، ولكننا لا نجد حلولًا دون مشاكل تحلها، ونفتح الأقفال بمفاتيح، ولكننا لا نفتح المفاتيح بأقفال إلخ.

إن ترتيب الاعتماد الميتافيزيقي metaphysical dependence أن المفاتيح تحل مشكلة العثور على شيء يفتح الأقفال، وليس أن الأقفال تحل مشكلة العثور على شيء تفتحه المفاتيح، ولكن على النقيض نجد في النظرية التكيفية أن الأمور مقلوبة رأسًا على عقب: تحديد إن كانت خاصية معينة في البيئة تمثل مشكلة تطورية أمام الكائن يعتمد على قيام الانتقاء الطبيعي بانتقاء النمط الظاهري للكائن من أجل حل المشكلة. لو لم تكن هناك عناكب فمن سيتخيل أن كيفية نسج الشباك لاصطياد البعوض يمثل مشكلة إيكولوجية؟ أو أن هناك كائنات نتجت صلاحيتها من قدرتها على حل هذه المشكلة؟

إن التنافس بين الأسماك لن يتوقف على طول الأشجار المحيطة بالبحيرة التي تعيش فيها، ولكن التنافس بين الطيور سوف يعتمد على ذلك بالتأكيد؛ وبالتالي فإن طول الأشجار مشكلة تواجه الطيور ولا تواجه الأسماك، وعلى النقيض لو لم تكن الطيور قد كُيِّفَتْ على طول الأشجار، لا يعني ذلك أنها فشلت في حل مشكلة من مشاكل التكيف التي تواجهها، وإنما سيعني فقط أن التكيف على طول الأشجار ليس من ضمن المشاكل التي تطورت أنماط الطيور الظاهرية من أجل حلها.

إنها لعبة غير عادلة لا يمكنك أن تخسر فيها أبدًا، فالقاعدة هي: أنه لو فشل كائن ما في حل مشكلة تطورية، فهذا يعني بالضرورة أنه لم تواجه مشكلة تطورية هذا الكائن بالتحديد. عامةً لو فشلنا في توفيق كائن ما مع مكانة إيكولوجية معينة بشكل تام، فهذا يعني أنها ليست المكانة الإيكولوجية لهذا الكائن. جوهر الأمر أنه لو تم تحديد المشاكل التطورية بمنطق التفسير اللاحق post hoc، فلا عجب أن نجد أن الأنماط الظاهرية تحلها بكل براعة.

نؤكد على هذه النقطة لأن هناك حُجة تؤيد افتراض أن التطور ينبغي أن يتكون في غالبه من التكيف، ومن ثم يجب أن تكون المتغيرات الخارجية هي العوامل الأهم في تغير الأنماط الظاهرية، وهذه الحجة تبدو معقولة على ظاهرها، وهذا هو السبب

الرئيس الذي يجعل الكثيرين يظنون أنه مهما تكن الصعوبات التي تواجه التكيفية فسوف يتضح بالتأكيد أن إحدى تنويعات النظرية صحيحة. إننا نظن أن هذه الحجة مضطربة أشد الاضطراب، مهما بدت ظاهريًا أنها معقولة.

التلاؤم الفريد

النغمة المتكررة في كتابات التكيفيين هي تأكيدهم على الدرجة العالية جدًا من التلاؤم بين الخصائص الظاهرية المتطورة للكائنات، وبين الإيكولوجيا التي تعيش فيها الكائنات. مثلًا يقول صوبر (Sober (1993، ص186: «إن التلاؤم الفريد بين الكائنات وبيئاتها هو إحدى الظواهر الهامة التي تحاول نظرية التطور بالانتقاء الطبيعي تفسيرها». ويقول إرنست ماير:

«كيف نستطيع أن نفسر تكيف الكائنات المذهل مع البيئات التي تعيش فيها؟... إن للطائر أجنحة يطير بها، وخصائص أخرى لازمة لوجوده في الهواء، وإن للأسماك شكلًا إنسيابيًا، وزعانف تسبح بها...، وكذلك الحال مع كل الخصائص التي تتمتع بها الكائنات المتكيفة...، عندما تفكر بعمق في هذا تبدأ بالتساؤل: «كيف وصل عالم الحياة الرائع هذا إلى ما هو عليه من إتقان؟»، وأنا أعني بالإتقان صفة التكيف الواضحة في كل تركيب ونشاط وسلوك لكل كائن مع بيئته الحية والجامدة».

ماير 1963 ص147

لو كنت تقرأ الكتابات المعتمدة عن التطور فمن المؤكد أنك صادفت عددًا هائلًا من مثل تلك العبارات. من وجهة نظر الداروينيين هذا حجة إضمارية enthymeme لصالح النظرية التكيفية (أي حجة تكون إحدى مقدماتها «محذوفة»، أو «مخفية»).

تتطور الكائنات لتلائم إيكولوجياتها، وذلك يستحيل أن يكون قد حدث من قبيل المصادفة. عندما يجد الكائن نفسه في بيئة تتلاءم مع نمطه الظاهري وينمو ويزدهر،

فمن المستحيل أن يكون هذا مجرد حظ حسن. الرعاية الإلهية قد تفسر ذلك؛ فالجميع يعلم أن الله يلطف الريح للحمل الذي جز صوفه، ولكننا ملتزمون بعلم بيولوجيا مؤسس على المذهب الطبائعي؛ ولذلك فإجابة الإله غير مقبولة، فما هي الخيارات الطبيعية إذًا؟

لأول وهلة يبدو أن التكيفية تحل اللغز: الكائنات تتلاءم مع إيكولوجياتها، لأن إيكولوجياتها هي التي تصمم أنماطها الظاهرية، كما قال ستيرلني Streleny، وغريفث Griffith: «إحدى ميزات النظرة التكيفية المعترف بصحتها هي أناقة وبساطة تصورها [للعلاقات بين البيولوجيا التطورية والبيئة]. إن الانتقاء يصب الكائنات في قالب بيئاتها».

(ستيرلني وغريفث 1999 ص 48 - 49)

لو افترضتَ أن الأنماط الظاهرية تتنوع عشوائيًا من جيل إلى آخر، وافترضتَ أن العوامل الإيكولوجية الخارجية هي أهم العوامل التي تحدد حياة الكائن أو موته، وافترضتَ أن الكائنات الميتة كان نسلها أقل - في المتوسط - من الكائنات الحية، فعندئذ ستضمن الاحتمالات ميل التطور ناحية الأنماط الظاهرية التي تلائم الإيكولوجيات التي تعيش فيها (في حالة تساوي باقي العوامل).

ولكن لاحظ أن هذا الضمان لا يتوفر إلا في حالة افتراض أن اتجاه التطور يتأثر في المقام الأول بالعوامل الخارجية، ولو تخليت عن هذا الافتراض سيصبح التلاؤم الممتاز بين الكائنات وبيئاتها معجزة بينة، وفي النهاية ترى هذه الحجة أنه لا ينبغي لنا أن نتخلى عن هذا الافتراض.

ومهما يكن الثمن، فعلينا أن نتمسك بتفسير تكيفي لتغير الأنماط الظاهرية، (بالطبع التفسير يقبل التعديل والإضافة بالعديد من الظواهر الأخرى التي يُقر الجميع بأنها بارزة وملحوظة، مثل الانسياق الجيني genetic drift، والطفرات المحايدة neutral

mutations، والتأثير المؤسس founder effect، والهجرة migration إلخ).

هذا هو ملخص الحجة، ويراها كثيرون مقنعة تمامًا، بل وحاسمة، لكنها في الحقيقة مُغالِطة. في النهاية أنت لا تحتاج إلى تفسير تكيفي للتطور حتى تفسر حقيقة أن الأنماط الظاهريـة كثيرًا جدًا ما تكـون متوافقة مع الإيكولوجيات؛ لأنـه لا توجد حقيقة هكذا، بغض النظر عن الانطباعات الأولية التي تُشعِر بعكس ذلك، أو بكلام أكثر دقة نقول إنها ليست حقيقة مطلقة، إنه مجرد تحصيل حاصل tautology أن تقول إن النمط الظاهري للكائن (إن لم يكـن ميتًا) ملائم لبقائه حيًا في الإيكولوجيا التي يعيش فيها. دعونا نرى لماذا تكون هذه الحجة مضطربة تمامًا، رغم أنها تبدو للسامع مقنعة.

البيئة مقابل المكانة الإيكولوجية

هـذا هو مربـط الفرس: لا ينبغي أن نخلط بين إيكولوجيـا الكائن ecology وبيئته environment. البيئـة التـي تعيش فيها الكائنات هي حيز تشـترك فيـه جميعها، إنها «العالم» بالنسبة لهم (لقراءة مفهوم متعمق أكثر عن البيئة في البيولوجيا التطورية انظر براندون Brandon 1994).

أمـا إيكولوجيـا الكائن فتتكون مـن الأمور التي تجعـل النمط الظاهـري للكائن صالحًـا viable في عالمه، أي أن الإيكولوجيا تتكون من تلك الخصائص الموجودة في العالم المحيط بالكائن، والتي يتمكن بفضلها الكائن من البقاء حيًا في العالم.

إن مفهومـي الإيكولوجيـا والنمـط الظاهـري (بعكـس مفهومـي البيئـة والنمط الظاهـري) متدخـلان فـي تعريفهمـا interdefined، ويعتمـد كلاهما علـى الآخر. ولذلـك فليس من العجيب أن يتضح دومًا أن النمط الظاهري لكائن ما يتفق جيدًا مع إيكولوجيته، لذلك لا تتعجب من أن أجنحة النوارس تتوافق تمامًا مع المتطلبات التي تفرضهـا إيكولوجيتها الهوائية، لو لم تمتلـك النوارس أجنحة لما كانت إيكولوجيتها هوائية.

إليكم هذه العبارة من ماير 1963 التي يذهلنا درجة اضطرابها، حتى تبعًا للمقاييس السائدة:

«هناك طريقتان لتعريف المكانة الإيكولوجية، الطريقة القديمة هي اعتبار أن الطبيعة تتكون من ملايين المكانات الإيكولوجية المحتملة التي تشغلها الأنواع المختلفة التي تكيفت عليها، وتبعًا لهذا التفسير تكون المكانة خاصية من خواص البيئة، ولكن بعض علماء الإيكولوجيا يرون أن المكانة الإيكولوجية خاصية من خواص النوع الذي يشغله. بالنسبة لهم المكانة الإيكولوجية هي الإسقاط، أو التمثيل الخارجي لاحتياجات النوع...، هناك الكثير من الأدلة التي تبين أن التعريف الكلاسيكي للمكانة الإيكولوجية على أنها خاصية من خواص البيئة هو التعريف الأفضل. يعرف علماء الجغرافية البيولوجية أن كل نوع مُستعمِر يجب أن يتكيف على المكانات الإيكولوجية المحتملة التي يواجهها».

إذن يرى ماير أن المكانة الإيكولوجية شبيهة من ناحية أنطولوجية بالصداع الذي تخيل فلاسفة أكسفورد أنه يقبع في ناحية ما من الغرفة في انتظار أن يحتل رأس أحدهم. يبدو أن الصورة هكذا: المكانة الإيكولوجية تقبع هنا مشتاقة إلى أن يشغلها أحد، ومن حسن الحظ يأتي نمط ظاهري ما، ويشغلها. «من الخطأ أن نقول إنه ليست في غينيا الجديدة مكانات إيكولوجية مناسبة لنقار الخشب. في الحقيقة المكانات الإيكولوجية المفتوحة كأنها تدعوه إليها».

(ماير ص152).

يتساءل المرء، هل كانت هذه المكانات الإيكولوجية المفتوحة موجودة دومًا؟ وهل كانت مكانات الديناصورات الإيكولوجية العديدة «مفتوحة»، حتى عندما لم يوجد إلا الكائنات الأولية؟ وهل ما زالت مفتوحة الآن؟ ذكر ماير سريعًا أن طريقته في الحديث عن المكانات الإيكولوجية تجعل مفهوم البيئة غامضًا: «كلمة البيئة نفسها تستخدم

كثيـرًا بمعنيين مختلفيـن تمامًا، إما للحديث عن كل ما يحيط بالنوع، وإما للحديث عن المكونات المخصوصة بالمكانة الإيكولوجية». (ص152 - 153).

عمليًـا الطريقـة الأفلاطونية في إفـراد المكانـات الإيكولوجية كماهيات مسـتقلة لا تزيـد عن نقل المشـكلة من مـكان إلى آخر. إن ثمن طرح مفهـوم مطلق عن المكانة الإيكولوجيـة هـو طرح مفهوم نسـبي عـن البيئة، وهذه تجارة خاسـرة فـي المجمل. والمغزى هنا أنه في كلا الحالتين يلزم جعل شـيء ما نسـبيًا بالنسبة للكائنات التي يُراد تفسـير أنماطها الظاهرية، وأنه مهما يكن ذلك الشيء - سواءً أكان بيئة الكائن أم مكانته الإيكولوجية - فلن يلزم أن يوافقه النمط الظاهري. لا يبدو أن شـيئًا من هذا يقلق ماير، ولكن ينبغي أن يقلقه.

إن الحجة الأساسـية لهـذا الكتاب حتى الآن هي أنه بسـبب قصـور «الانتقاء من أجل»، و«الخصائص»، لا يمكنك أن تسـتنتج من «س تمتلك الخاصية ص، و س تم انتقاؤها»، أن «س تم انتقاؤها، لأنها تمتلك الخاصية ص»، والآن نرى أن نفس الأمر ينطبق على إفراد المكانات الإيكولوجية، وعلى مشاكل التكيف.

مثلًا قد تفترض أنه بما أن الطواويس كبيرة الذيول تفوز في المنافسة مع الطواويس صغيـرة الذيول، فإن هذا يعنـي أن هناك مكانة إيكولوجية للطواويـس كبيرة الذيول، وأن السـبب الذي جعل الطواويس تطور ذيولًا كبيرة أن ذلك يمكنها من شـغل تلك المكانـة. ولكـن فكر مرة أخرى وسـتجد أن ذلك خطأ. افتـرض أن الطواويس كبيرة الذيول سادت في جمهرة ما نتيجةً لتاريخ الطواويس الانتقائي، لا يعني ذلك أن هناك - أو أنـه كان هناك قـط - مكانة إيكولوجيـة للطواويس كبيرة الذيـول في حد ذاتها، إن المكانـات الإيكولوجية أشـياء معرفـة بالوصف، فحتى إن افترضنـا أن س قد تم انتقاؤها، وأن س هي ج، فلا يعني هذا وجود مكانة إيكولوجية لـ س التي هي ج.

جوهـر الأمـر أنه من ناحية نجـد من المثير ولكن مـن الخطأ القـول إن الكائنات متكيفـة جيدًا مع بيئاتهـا، ومن ناحية أخرى من الصحيح ولكن مـن غير المثير القول

إن الكائنات متكيفة جيدًا في إيكولوجياتها. إذن ما هي الحقيقة المثيرة عن صلاحية الأنماط الظاهرية التي نحتاج النزعة التكيفية لنفسرها؟ لقد حاولنا كثيرًا ولكننا لم نعثر على أي حقيقة كهذه.

نعتقد أن هذا مهم ولذلك سنكرره: إنك لا تحتاج نظرية التطور لتفسير أسباب تكيف نمط الكائن الظاهري جيدًا مع بيئته (أي مع العالم)؛ لأن ذلك ببساطة ينشأ من واقع وجود كائنات تمتلك ذلك النمط الظاهري، فكل الكائنات التي لم تنقرض وليست خيالية هي بحكم وجودها متكيفة في العالم، ولكن لا نحتاج نظرية التطور لتفسير تكيف نمط الكائن الظاهري مع مكانته الإيكولوجية؛ لأن المكانات الإيكولوجية يتم إفرادها بطريقة ما بعدية بالاستدلال عليها من الأنماط الظاهرية التي تعيش فيها، فلو لم توجد الكائنات لما وُجدت المكانات. نرى أن هذه معضلة تواجه التكيفيين، ولو لم يتعاملوا معها فلن يكون هناك تلاؤم فريد بين الأنماط الظاهرية والنظام المعيشي حتى تفسره نظريتهم التكيفية.

مما يُذكر لريتشارد دوكنز أنه من حين لآخر يشعر بهذا القلق. في كتابه صانع الساعات الأعمى The Blind Watchmaker تخيل فيلسوفًا يقول: «طائر السنونو يطير ولكنه لا يسبح، والحوت يسبح ولكنه لا يطير، عندما ننظر إلى الأمر لاحقًا نحدد أننا سنحكم بعد الإدراك اللاحق على نجاح كل كائن، هل كان في الطيران أم السباحة». (دوكنز 1986 ص8 - 9). هكذا بالضبط. ولكن كيف نتجنب التفكير الدائري «الدور»، لو استخدمنا تاريخ الانتقاء من أجل الصلاحية لنمط ظاهري ما لتفسير تكيفه مع بيئته؟ دوكنز لديه إجابة:

لو أن بعثرة المادة عشوائيًا ستنتج دومًا تجمعات يمكن أن ننظر فيها بعد حدوثها - مهما تكن النتيجة - ونقول إنها مفيدة في أمر ما، فحينئذ من الصواب أن نقول إنني خدعتكم في موضوع السنونو والحوت، ولكن علماء البيولوجيا بمقدورهم أن يحددوا ما يقصدونه بقولهم «مفيد في أمر ما» تحديدًا أكبر بكثير. إن الحد الأدنى الذي نحتاجه

لإدراك أن شـيئًا ما هو حيوان أو نبات، هو أن يقدر ذلك الشـيء على أن يكسـب رزقه ويحيا بطريقة أو أخـرى...، صحيح أن هناك عدة طرق للبقاء حيًا...، ولكن مهما يكن عدد الطرق التي يحيا بها الكائن، فهي بالقطع أكثر بكثير من الطرق التي يكون بها ميتًا.
دوكنز 1986 ص9

نحـن أيضًا بالطبع نحب الملاحظات البارعة، ولكـن هذه العبارة تبدو لنا محيرة. تأمـل: «إن الحد الأدنى الذي نحتاجه لإدراك أن شـيئًا ما هو حيـوان أو نبات، هو أن يقدر ذلك الشـيء على أن يكسب رزقه ويحيا بطريقة أو أخرى»، بالطبع من الصحيح أن الحد الأدنى الذي نحتاجه لإدراك أن شـيئًا ما هو حيوان أو نبات حي، هو أنه يقدر على كسـب رزقه بطريقة ما، ولكن هذا أمر بديهي؛ لأن الشـيء الذي لا يسـتطيع أن يحيـا هو بطبيعة الحال غير حـي، والحيوان أو النبات الميت ليـس حيوانًا أو نباتًا بلا جـدال. إذن بالتأكيد جوهر تعقيب دوكنز هو زعمـه أن «علماء البيولوجيا بمقدورهم أن يحـددوا مـا يقصـدوه بقولهم «مفيد فـي أمر ما» تحديـدًا أكبر بكثيـر»، ولكن هل يسـتطيعون ذلك حقًا؟ على حد علمنا ليس هناك تفسـير لـ«كون الشيء مفيدًا في أمر مـا»، لا يقل مصـادرةً على المطلوب، مـن المصادرة على المطلـوب الموجودة في تفسـير «كون الشـيء تكيفًا»؛ فكلاهما يُفسَّر بالاسـتدلال بالآخر، ومن ثمّ لا يستطيع أحدهمـا أن يقوم بذاته: هناك أمر ما تكون الصفة الظاهرية «مفيدة من أجله»، فقط في حالة لو كانت هناك مشـكلة إيكولوجية تـم انتقاء الصفة من أجل حلها، وهناك أمر ما تم انتقاء الصفة من أجله، فقط في حالة لو كان هناك أمر ما، سـتكون الصفة مفيدة من أجلـه (بمعنى: فقط في حالة لو كان امتلاك الكائن لهـذه الصفة هو طريقة الكائن في كسـب رزقه). حجتان تُقِيم إحداهما الأخرى، وهما نفس الشيء تقريبًا، وسينهار كل شيء عاجلًا أو آجلًا.

حسـب ما فهمنا دوكنز يريـد إفراد المكانات الإيكولوجية، والمشـاكل التطورية،

وغيرها بالاستدلال بمفهوم مستقل، عن طريقة الكائن في «كسب رزقه»، ولكن عندما نفكر ثانية في الأمر، نجد أن ذلك لن يكفي، لأنه لا يوجد مفهوم كهذا. وعلى النقيض، مفهوم «يكسب رزقه عن طريق...»، مفهوم معرف بالوصف في حد ذاته، وينتمي لنفس مجموعة الأمور متداخلة التعريف، مثل «الانتقاء من أجل»، و«المكانة»، و«مشكلة التكيف»، وغيرها.

بما أنه لا يوجد مفهوم عن صفة «كون الشيء مفيدًا في أمر ما»، لا يفترض مسبقًا مفهوم التكيف، فإنه لا يمكن التسليم بسهولة بمفهوم طريقة كسب الرزق عند تحليل المفاهيم التكيفية الأخرى. لو أن علماء البيولوجيا - كما يزعم دوكنز - لديهم مفهوم عن «طريقة كسب الرزق» لا ينسب إلى مفاهيم مثل التكيف، والإيكولوجيا، والانتقاء من أجل، فقد تكتموا عليه بشكل غريب جدًا.

اسأل نفسك: كم طريقة هناك لكسب الرزق؟

لأول وهلة قد يبدو لك أنه يستحيل تخمين الإجابة، ولكن الأمر ليس كذلك، بل العكس هو الصحيح، فالإجابة واضحة تمامًا: هناك على الأقل طرق لكسب الرزق بعدد الأنواع الموجودة فعلًا، وهناك على الأكثر طرق لكسب الرزق بعدد الأنواع المحتملة. بالتأكيد هذه هي الحال؛ لأن الشرط الضروري والكافي ليكون نوع ما ممكنًا أن تمتلك كائنات النوع طريقة للحياة في المكانة الإيكولوجية التي تشغلها. ولذلك لو انقرض نوع ما، فهذا يعني أن الشيء الذي كان يكسب رزقه من خلاله قد زال. إن انقراض طائر الدودو كان نفس حدث انقراض طريقة الدودو في كسب رزقه؛ ولذلك لا يمكن أن تستخدم إحدى الأمرين لتفسير الآخر.

إذن ماذا عن كل الكلام حول الضبط الدقيق للأنماط الظاهرية لتوافق الاحتياجات التي تفرضها الإيكولوجيات؟ من كلام دوكنز يتضح أنه ليس هناك إلا أمر واحد تطلبه الإيكولوجيات من ساكنها: «أن يقدر ذلك الشيء على أن يكسب رزقه ويحيا بطريقة

أو أخرى (تحديدًا أن يستطيع الكائن - أو على الأقل أحد أفراد النوع - أن يعيش فترة كافية للتكاثر). إذن كل كائن حي بالتأكيد قد توصل لإجابة هذا السؤال، وهذا صحيح بحسب تعريف الكائن الحي، لأنه قد عاش آباؤه بالتأكيد فترة تكفي ليتكاثروا ويلدوه.

بالطبع الكائنات تتلاءم مع مكاناتها الإيكولوجية بدقة هائلة: لو فشل نوع معين في شغل مكانة إيكولوجية ما بشكل كامل، فذلك سيعني أن تلك المكانة ليست هي التي يشغلها النوع. تخيل برنامجًا بحثيًا يهدف لتفسير لماذا يتلاءم كل كائن بدقة مع مكانه الخاص في الفراغ، هل ستكون مؤسسة العلوم الوطنية National Science Foundation محقة في تمويله؟ (لا نستبعد ذلك منهم). أو تخيل العم دهب البخيل Scrooge قبل تحوله الكبير يقول: «الرجل الذي يعيش في المجاري، ويأكل بقايا ما يرميه الأغنياء ليس له أن يشتكي، طالما أن قدرته على التكاثر تعمل بكفاءة؛ لأن هذا يعني أنه متكيف تمامًا على كسب رزقه بهذه الطريقة التي يعيش بها في المجاري آكلًا بقايا ما يرميه الأغنياء»! ستكون هذه نكتة، إن كانت مضحكة أصلًا.

الخلاصة: على الرغم من أنه كثيرًا ما يُذكر «التلاؤم الفريد» بين الأنماط الظاهرية ومكاناتها الإيكولوجية في الدفاع عن الداروينية، إلا أنه إما أمرٌ صحيح ولكنه تحصيل حاصل، أو أمرٌ لا علاقة له بالأسئلة حول كيفية تطور الأنماط الظاهرية، وفي كلا الحالتين لا يقدم دليلًا على التكيفية. ولما كان الأمر كذلك، يسعك أن تتساءل ما نوع النظرية التي تفسر وجود الأنماط الظاهرية الموجودة فعلًا؟ وهذا سؤال سنعود إليه في الفصل التاسع، ولكننا نريد أن نقول كلمة أو كلمتين هنا.

كثيرًا ما يقال إن نظرية الانتقاء الطبيعي تطرح آلية لتطور الأنماط الظاهرية، ولكن في الحقيقة هذا بالتحديد ما لا تقدمه النظرية. إن ما يفسر وجود الأنماط الظاهرية الموجودة فعلًا هو التاريخ الطبيعي وليس الانتقاء الطبيعي. لقد رأينا منذ قليل أنه من البديهي أن تكون الطيور متكيفة على إيكولوجيتها الهوائية، ولكن ليس من

البديهـي أن تكون أجنحة الطائر هي آلية هذا التكيف. لو أن الطيور ذات الأجنحة لها أفضليـة في إيكولوجيتها عن الطيـور غير ذات الأجنحة، فهذا يعني أن هناك شـيئًا ما فـي الإيكولوجيا، أو في الطيور، أو في كليهما معًا، يتسـبب في أفضلية الطيور ذوات الأجنحة على الطيور غير ذات الأجنحة.

هذا مجرد تطبيق مباشـر لمبدأ العلـة الكافيـة principle of sufficient reason، ولذلـك فهو صحيـح قَبْليًا، وينطبـق دون تفكير على الطيـور ذوات الأجنحة، وعلى الأسـماك ذوات الخياشـيم، وعلى الجراثيم المقاومة للبنسلين، إلخ، إلى ما لا نهاية. أين الكلام المهم إذن؟

المهم لا تأتي به التكيفية، ولكن يظهر في تفاصيل التاريخ الطبيعي. يجب أن تنظر في تركيب المكانات (كيف تستطيع الطيور الطيران، وكيف تستطيع الأسماك التنفس تحت الماء؟ إلخ)، لتعرف كيف يزيد امتلاك الأجنحة صلاحية الطيور.

إن التاريـخ الطبيعي هو مـا يخرجك من التفكيـر الدائري الذي تعانـي منه نظرية الانتقـاء، دائرة تعريـف المكانة الإيكولوجية على أسـاس التكيف، وتعريف التكيف على أساس المكانة الإيكولوجية.

إن التعريـف بالوصـف الموجود في سـياق مثل «يكسـب رزقه عـن طريق...»، يضعـف من مزاعم أن نظرية الانتقاء الطبيعي تقدم آلية التطور، ولكنه يتوافق تمامًا مع تفسير تلك الآليات بالتاريخ الطبيعي. ما يحدث عمليًا أن العلماء لا يتبعون نظرياتهم فقط، ولكنهم يتبعون أيضًا خبرتهم السـابقة وحدسهم، وكثيرًا (وليس دائمًا) ما يكون من الواضح بنظرة عابرة كيف تؤثر بعض صفات الكائن على صلاحيته في بيئة معينة، في حين لا تؤثر صفات أخرى.

من الواضح أن أسـنان القـرش مهمة جدًا للكيفية التي تدبـر بها القروش أمورها، في حين أن العدد المحدد لهذه الأسـنان ليس مهمًا على الأرجح، وهذا واضح تمامًا دون جدال لأي شـخص تعامل مع القروش من قبل. إن تعاملنا مع القروش هو الذي

يخبرنا بم تنفع أسنان القرش، ولا تقول نظرية التطور أي شيء عن ذلك إطلاقًا. إن ما يستطيع العالم أن يقوله بعد نظرة عابرة أو تدقيق طويل، يختلف تمامًا عما تقوله نظرية العالم.

يجب أن نلاحظ أمرين بخصوص التواريخ الطبيعية (على نقيض نظريات التطور من وجهة نظر التكيفية): أولًا؛ تكون التواريخ الطبيعية دائمًا بعدية؛ فمن دون مشاهدة العناكب لا شيء (بالأحرى ولا نظرية الانتقاء الطبيعي) يستطيع أن يتنبأ بوجود كائنات تمتلك نوع التكيف الذي تمتلكه العناكب في مكاناتها. الذي حدث أن شخصًا ما يعرف أن العناكب تكسب رزقها بالتهام البعوض، وتفحص جيدًا تاريخ العناكب الطبيعي، ومن ثم تمكن من استنتاج أن غزل الشباك هو الطريقة التي تستخدمها العناكب لفعل ذلك. إن التاريخ الطبيعي - على عكس نظرية الانتقاء - بعيد كل البعد عن التعميمات، ويكتظ بالتفاصيل وأغلبها مدهش وكثير منها مريع.

ثانيًا؛ (أو ربما هي نفس النقطة الأولى ولكن من منظور آخر)، التواريخ الطبيعية تختلف كثيرًا من كائن إلى كائن. هناك قصة عن اصطياد العناكب بعوضًا لتأكله، وهناك قصة أخرى عن توزيع شجرة البلوط بذورها، ولكن القصتين ليس بينهما شيء مشترك، وكما قد يقول الفيلسوف: ليست هناك قوانين - أو حتى تعميمات تجريبية موثوقة - عن آليات تكيفها أو تركيب مكاناتها. بعضها يعمل بطريقة ما، وبعضها يعمل بطرق مختلفة تمامًا، ولا يعمل اثنان منها بطريقة واحدة. إن التاريخ الطبيعي يشبه - ببساطة - التاريخ كثيرًا، فهو يتعلق بما حدث فعلًا. توجد كثيرًا أمور مهمة يمكن أن تُذكر عما حدث فعلًا، ولكن ليس من بينها تخيلات تدعم ما الذي كان سيحدث في الحالة المخالفة للواقع counterfactual supporting، وليس من بينها ضروريات القواعد الداروينية nomologically necessary، وكلها أمور تسرد بعد حدوث الأمر، أي أن كل الأمور التي يمكن أن تُذكر عما حدث فعلًا لا تبلغ أن تكون نظرية في التاريخ.

قد تقول: «أليس هناك أي شيء ينتج عن نظرية الانتقاء الطبيعي، ويتسم بأنه عام وعارضٌ وليس بعديًا؟»، في الواقع نظن أن هناك شيئًا كهذا: تحديدًا مزعم أن القوى التي تُشكِّل الأنماط الظاهرية على مدار الزمن هي - في الأغلب - خارجية، ولكن على الرغم من أن ذلك يتسم بالعموم والعرضية وأنه ليس بعديًا، إلا أن صحته ليست واضحة على الإطلاق. ازدهر مؤخرًا بين علماء البيولوجيا فكرة أن دور العوامل الداخلية قد يكون حاسمًا في تفسير كيفية تطور الأنماط الظاهرية (انظر الفصل الثاني).

كان داروين مهتمًا بسؤال لماذا توجد أنواع؟ أي لماذا تتجمع الأنماط الظاهرية في عائلات عندما يتم تصنيفها حسب التشابه؟ لقد تصور أن التشابه بين الأنواع يرجع بالدرجة الأولى إلى انحدارها من سلف مشترك، وقد كان محقًا بالقطع في ذلك - باستثناء بعض الأمثلة التي لا ينطبق عليها ذلك -.

ولكن يوجد سؤال آخر لم يسأله داروين، وهو سؤال لو تُتُبِّع لأثمر ثمارًا لا تقل أهمية عن السؤال الأول-ولازال الأمر ممكناً-، وهو لماذا لا تظهر بعض الأنماط الظاهرية التي يمكن تصورها في العالم الحالي أو في السجل الحفري؟ مثلًا لماذا لا توجد خنازير ذوات أجنحة؟ بالتأكيد الإجابة ليست في الاحتكام إلى العوامل الخارجية للصلاحية. لا أحد يظن أن عدم وجود خنازير ذوات أجنحة يرجع إلى أن الخنازير ذوات الأجنحة خسرت في منافسة الانتقاء الخارجية في غابر الزمان، أمام الخنازير غير ذات الأجنحة، ولكن الخنازير لا تمتلك أجنحة لأنه لا يوجد مكان في جسد الخنزير توضع عليه الأجنحة. سيتعين عليك أن تغير الكثير جدًا في الخنزير لو كنت تريد إضافة أجنحة، يلزم أن تغير وزنه، وشكله، وتركيبه العضلي، وجهازه العصبي، وعظامه، فضلًا عن إضافة الأجنحة لاحقًا. بمجرد أن يسلك الكائن في السبيل التطورية الموصلة إلى الخنزير، لن توجد وسيلة أمامه لإضافة الأجنحة إلى جسمه. كل ذلك لا

علاقـة له بالقوى الخارجية. كثيرًا ما يكون سـبب عدم ظهور نمط ظاهري معين هـو أن بعض ترتيبات أجـزاء النمط الظاهري غير ممكنة، وليس أن الانتقاء عمل علـى عدم ظهور النمـط. هناك قيود علـى الأنماط الظاهرية تؤثر من المسـتوى السفلي، وليس من الخارج.

مـا عدد القيـود الداخلية الموجودة؟ وما هي أنواعهـا؟ لا أحد يعلم بالضبط، ولا نزعـم أننا نعلم، ولكـن من الواضح أنه كلمـا زادت القيود الداخلية قـلَّ الدور الذي يجـب أن تؤديـه الإيكولوجيا في تشـكيل الأنماط الظاهرية. فـي أقصى الحالات لا يكـون في يد الإيكولوجيا أي شـيء تفعله، وفي الحالة القصـوى تكون المخلوقات على حالتها؛ لأنه لم يكن من الممكن أن تكون غير ذلك.

لـو أن الأنماط الظاهرية المحتملة داخليًا في مرحلـة ما من التطور اقتصرت على الديناصـورات الضخمـة والثدييات الصغيرة فقـط، لن يكون أمام الانتقاء أي شـيء يفعله لتحديد مسـار التطور بعد تلك المرحلة. كل المطلوب فقط أن تسـقط النيازك على رؤوس الديناصورات.

سنعود إلى هذه القضية وما يتعلق بها في الفصل الأخير، ولكن يكفي الآن أن نقول:

1. لا نحتاج إلى تفسير «التكيف الفريد بين الكائنات وإيكولوجياتها»، لأنه حتى مع صحة ذلك فهو أمر بديهي.
2. لا نحتاج إلى تفسـير ما هي الخاصية المحددة في نمط الكائن الظاهري التي تمكنه من كسب رزقه في إيكولوجيته. تلك التفسيرات تقع في مجال ما يمكن تسـميته بـ «التاريخ الطبيعـي المتزامـن synchronic natural history»، ولا تزعـم النظريات التطورية حتى أنها تقدم تلك التفسـيرات. لو أردت أن تفهم ما الذي يشـكل تكيف النمط الظاهري للكائن اسأل هذا السؤال (المتزامن): «كيف يكسب الكائن رزقه؟»، وليس (السؤال التعاقبي diachronic): «كيف توصل الكائن إلى كسب رزقه بهذه الطريقة؟».

3. ما نحتاج تفسيره بالفعل هو كيف توصلت الكائنات إلى الأنماط الظاهرية التي تملكها الآن - أي ما العملية التاريخية الفعلية -؟ هذا مجال ما قد يسميه المرء بـ«التاريخ الطبيعي التعاقبي diachronic natural history»، الذي تعتبر التكيفية نوعًا منه، ولكن لا يوجد سبب واضح لافتراض أن الخصائص الظاهرية نتجت في المجمل بسبب التكيف على المتغيرات الخارجية، كما يفترض أنصار الانتقاء الطبيعي.

قد تخسر بعض معاركك وتكسب أخرى: أحيانًا تكون المصيبة مقدرة لك، وأحيانًا تكون فيك أنت، وأحيانًا قد يسقط نيزك على رأسك. تلك الأمور تحدث، كما أشار ديناصور معروف، ولذلك ذكر غولد أنك لو أجريت شريط التاريخ التطوري مرة ثانية، ستحصل غالبًا على نتيجة مختلفة.

يتعلق التاريخ (بما في ذلك التاريخ الطبيعي) بما حدث فعلًا، وليس بما كان يجب أن يحدث، أو حتى بما سيحدث لو حاولت أمُّنا الطبيعة مرة أخرى، ما كان يجب أن يحدث يقبع في مجال التنظير، وليس في مجال التاريخ، ولا توجد هناك أي نظرية في التطور.

[انتهى الفصل الثامن]

الفصل التاسع

موجز وختام

إذن؛ إن كان داروين قد أخطأ، فما الذي تعتقدون أنه قد يكون آلية للتطور؟

كإجابـة مختصرة نحن لا نعلم ما هي آلية التطـور؟ على حد ما فهمنا، فإنه لا أحد يعلم تحديـداً كيف تتطور الأنماط الظاهرية؟ نحن نعتقد أنـه من المحتمل جداً أنهم يتطورون بطرق مختلفة، ربما هناك أنواع مختلفة من الطرق التي تسبب تثبيت الأنماط الظاهرية، بقدر ما هنـاك من أنواع مختلفة للطبيعة التاريخية للمخلوقات التي تغيرت أنماطها الظاهرية (انظر الفصل السابق).

ما زال لدينا بعض الملاحظات المشـتتة التي قد تسـاعد في تجميع الخيوط معاً، واقتـراح بعض طرق التفكيـر في نظريات التطـور، التي تختلف مـع التوافق الحالي للتكيف الوظيفي.

ناقـش الفصل الأول أوجه التشـابه البارزة بين حسـابات الانتقـاء الطبيعي لتطور الأنماط الظاهرية، وبين حسابات نظريات التعلم للحصول على أدلة سلوكية للتكيف الوظيفي، وكلاهما يقدم الكائنات على أنها المولد العشـوائي للسـمات -السـمات النمطية في حالة، وسـلوكيات للتكيف فـي أخرى- وكلاهما أيضاً يفكران في هياكل تهدف إلى تفسـير أسـاس تشـكيلهم، باسـتخدام عملية الانتقاء الخارجي، وكلاهما يجابهان بشكل بديهي الاعتراضات على الانتفاع المجاني، وفي الانتقاء الطبيعي فإن هذا يأخذ شكل مشكلات القوس والعروة.

كيف يمكن للانتقاء الطبيعي أن يفرق بين السـمات النمطية التي تؤثر على اللياقة مـن جهـة، وبين الأنمـاط الظاهريـة المرتبطة داخليـاً ؟ إن هذا يبدو كلغـز في نظرية التكيـف الوظيفي حول «ما يتم تعلمه؟»، كيف يمكـن للتعزيز أن يميز الحافز -أو رد الفعـل- المؤثر عن خصائص الحافز -أو رد الفعل- المترابط الذي هي مجرد فائض لا حاجة له؟

نحـن نقتـرح أن فـي الانتقاء الطبيعـي ونظريـة التكيف الوظيفي تظل مشـكلات الانتفـاع المجاني كصعوبات عامة، ولا أي منهما يمكنه التكيف بشـكل مختلف عن الآخـر في الخصائص المتجانسـة. إن كانت خصائص p1 وp2 متجانسـة، فإن انتقاء الأول سـيعتمد طوعـاً أو كرهاً على انتقاء الثاني، وكذلك فـإن تكيف أحدهما معتمد على تكيف كليهما.

أخيـراً نكـرر أنه فـي كلا الحالتين، فإن الفشـل فـي التعامل مع مشـاكل الانتفاع المجاني يُنظَر إليه بشكل عقلاني على أنه فشل في دعم الفرضيات ذات الصلة.

إن قولنـا إن الانتقاء الطبيعي لا يمكنه التفريق بين السـمات النمطية المتجانسـة، فهذا يعني أننا نقول إنه لا يسـتطيع التنبؤ بلياقة المخلوق الذي لديه سمة نمطية معينة، ويفتقـر إلى أخرى، ولا يمكنه كذلـك التفريق بين القوس والعروة، وقولنا إن التكيف الوظيفـي لا يمكنه التفريق بين الحافز المؤثر والحافـز المترابط غير المهم، يعني أننا نقول بأنه لا يستطيع التنبؤ بنتائج اختبارات تقسيم الحافز.

على أي حال بعد هذه النقطة فشـل التناظر، فعندما جاءت نظرية التعليم لسـكينير مشوشـة، فـإن رد الفعل المفروض هـو رفض نظريته السـلوكية، وهكـذا، فإنه وفقاً للعلـوم المعرفية، فإن التعليم يتم بواسـطة تصورات ذهنية، وهـذه التصورات يمكن تمييزها من ضمن الخصائص المتجانسة. إن كان p1 وp2 متجانسين، فإن تعزيز حافز p1 هو نفسـه تعزيز حافزp2، والعكس، ولكن حتى مع تجانس الحوافز، فإن التصور الذهني للحافز p1 لا يعني أنه نفس التصور الذهني للحافز p2.

إن « التصـور الذهني لـ .....» متعمد، وليس كـ «التعزيز بـ .....». وبناءً على ذلـك، فإن علـم النفس الذي يعتـرف بالتصـورات الذهنية يمكنه علـى الأقل كمبدأ التفريق بين الحافز المؤثر -أو رد الفعل- والحافز غير المهم.

مع بداية ملاحظة هذا، فإن خطة أبحاث العلوم المعرفية أصبحت جميعها صالحة لتفسـير سـلوك المخلوقـات عن طريـق نظرية تحدد كيـف يمكن للمخلـوق تصور

الحوافز ذات الصلة به، وردود الأفعال في حالات الطوارئ.

علـى أي حال؛ إن العلاج اللازم أمر مستبعد في حالة تكلمنـا عن نظرية التطور، ولكـي نكون متأكدين، فإن تضميـن الحالات الذهنية في عمليـة الانتقاء الطبيعي قد يسـمح لها بإعادة تأسيس الفرق بين الانتقاء وأسباب الانتقاء، وكما كنا نرى، فإن هذا هـو التفريق الذي تحتاجه مشـاكل الانتفاع المجاني من أجـل معالجة مرضية، ولكن تكلفتها قد تكون مفجعة.

إن العمليات العقلية تحتاج إلى عقل تقوم فيه بعملها، لذا؛ فإن السماح لهم ليكونوا جزءًا من نظرية التطور يمكن أن يعني ارتكابنا لنفس الخطأ الذي كنا ندين به داروين، ألا وهو تفسير الانتقاء الطبيعي بمثال من التربية الانتقائية.

ينبغي أن يكون هذا أساسًا مشتركًا بين علماء الطبيعة، وهو أن نظرية التطور ليست عملية معتمدة، ولا تدار من قبل الطبيعة الأم، أو الجينات الأنانية، ولا بجنية الأسنان، ولا حتى بالإله. إن التربية الانتقائية هي شيء يفعله شخص ما، ولكن الانتقاء الطبيعي ليس كذلك، إنه شيء يحدث فقط هكذا.

نحن الآن نواجه مشـكلة لطالما حاولنا التملص منها. نحن نحتاج أسباب الانتقاء لنميز بين السـمات التـي تؤثر على اللياقة، من تلك التي فقـط تنتفع مجانياً، ولكن لا يمكننا -في الواقع لا يجب- افتراض أن أسـباب الانتقاء الطبيعي هي نتيجة عمليات ذهنية، والطريق الذي أثبت جدواه في علم النفس مغلق أمامنا هنا.

إن الجوهـر والمضمـون هو أنه بالرغم مـن أن علم الأحياء التطـوري يبدو علماً متعمـداً، ولكن بكل وضوح هذا غير ممكن. مـاذا الآن؟ لقد بدأ الأمر يبدو كمعضلة حقيقية، ولكن في الواقع يوجد مخرج من هذا، والذي سنطرحه الآن.

إن الحـالات الذهنية عادة تكـون مقصودة، حتى وإن كانـت جميع الخراف ذات الصـوف غبيـة، فسـيكون بإمكاننـا تمييـز المربيين الذيـن ينتقون الخـراف من أجل صوفها، من أولئك الذين ينتقون الخراف حسـب ذكائها، ولكن السـياقات المتعمدة

ليست الوحيدة التي تعمل بهذه الطريقة، السياقات المقننة يمكنها أن تفعل ذلك أيضاً. على سبيل المثال قد يكون صحيحاً ولكنه ليس قانوناً أن الخراف ذات الصوف غبية، قد تكون مجرد صدفة، بمقارنتها مع عبارة «كل الخراف من الفقريات»، فإنها ليست فقط حقيقة، بل إنها احتياج تقنيني، إنها حقيقة لأنها تطرح قانوناً طبيعياً.

هناك طرق مكافئة، ولكنها تختلف بطريقة أو بأخرى، ولإيضاح هذا الاختلاف، يمكن لأحدهم أن يقول: إنه حتى وإن كانت الخراف ذات الصوف غبية في العالم الحقيقي، فإنه لا يزال هناك -بشكل مقنن- عوالم محتملة حيث تكون فيها الخراف ذات الصوف ذكية، وبالعكس، وبما أن هناك قانونًا يقضي بأن الخراف من الفقريات، فإنه لا يمكن أن يكون هناك -بشكل مقنن- عوالم محتملة تكون فيها الخراف من اللافقريات، أو يمكن لأحدهم أن يقول: بأن الفرق بين القوانين والتعميمات الصحيحة بمحض الصدفة هو أن ما سبق يدعم الفرضيات بعكس ما سيلي.

إن كان هناك قانون يقضي بأن الخراف ذات الصوف غبية، فإن هذا يعني أنه إن كان هناك خراف ذات صوف في العلية[1]، فمعناه أن هناك خرافًا غبية في العلية.

إن هذه الطريقة لها صلة وطيدة بالاهتمامات الحالية؛ لأن -كما كنا نرى- مشاكل الانتفاع المجاني هي مشاكل فرضيات. إن كان الانتقاء من أجل الأقواس -بدلًا من العراوي-، إذاً، فإن الجميع يجري على قدم المساواة، وسيكون من الممكن تواجد القوس حتى وإن لم يكن هناك عروة. هذا سارٍ حتى على الافتراض بأنه في العلاقات الحقيقية انتقاء أحدهم يعني انتقاء الآخر.

إن المحطة النهائية لذلك هي وعلى أقل تقدير افتراضنا أن التعميمات للانتقاء الطبيعي تدعم الفرضيات، ليس بسبب كون الانتقاء الطبيعي عملية قصدية، ولكن لأن بعض التعميمات الصحيحة للانتقاء الطبيعي عبارة عن قوانين، ومن ضمن مميزاتها الأخرى هذا النوع من الحسابات الذي يمكنه تفسير لماذا التربية بالرغم من كل هذا ليست نموذجًا جيدًا للانتقاء الطبيعي، عندما يكون ما يدعم الفرضيات

الصحيحة للتربية هو نوايا وأفضليات المربي؟ ولكن وفقاً للطرح الحالي فعندما تكون الفرضيات عن الانتقاء الطبيعي صحيحة، فإن ما يدعمها هو كون الانتقاء الطبيعي عبارة عن قوانين.

لذلك ربما وبعد كل شيء يمكن أن يكون بإمكاننا توفير ما يحتاجه علماء الطبيعة بالتحديد كالانتقاء القصدي. بالنظر إلى هذا، فإنه من المفترض أن يكون بإمكاننا أيضاً التفريق بين خصائص الأنماط الظاهرية التي تكون سبباً ليتم انتقاؤها، وبين مجرد المنتفعين مجانياً، ويمكننا فعل ذلك من دون الإشارة إلى الله، أو الطبيعة الأم، أو الجين الأناني، أو حتى الإشارة إلى أي عامل آخر من عوامل الانتقاء الطبيعي.

إن الانتقاء الطبيعي لا يملك -بالطبع- أي عامل، ولكنه يمكن تمييزه من ضمن الأنماط الظاهرية المتجانسة، حيث إن الخصائص المتجانسة يمكنها أن تختلف فيما يتعلق بالقوانين التي تخضع لها، لذا؛ فإن الحكاية ما يزال لها بقية.

لا يوجد غداء مجاني، ولقد رأينا لماذا هذا النوع من الاقتراحات من غير المرجح أن يطبق؟ إن المشكلة تكمن في أنه من غير المرجح وجود قوانين للانتقاء الطبيعي، فلنفرض أن p1 وp2 متجانسان، ولكن بحيث يكون السابق خاصية تؤثر على اللياقة، ويكون التالي متصل بالخاصية التي تفعل ذلك. إننا نفترض أن صحة كل هذا تثبت عندما تكون العلاقة بين p1 واللياقة لها قانون، بينما العلاقة بين p2 واللياقة ليست كذلك، ولكن كما ناقشنا خلال الفصل السابع فإن الأمر ليس معقولًا أن هناك قوانين تربط الأنماط الظاهرية نفسها باللياقة. ماذا إن كان هناك ما يؤثر على الأنماط التي لها لياقة تعتمد على نوع الأنماط الظاهرية التي تتكون كجزء لا يتجزأ منها؟ وأي بيئة يمكن للمخلوق الذي يمتلك تلك السمة أن يتكيف فيها؟ هذا لنقل -إن كنت تريد ذلك- إن تفسير التأثير الذي تملكه الأنماط الظاهرية على لياقة المخلوق لا يحتاج إلى تاريخ الانتقاء، بل يحتاج إلى التاريخ الطبيعي، والتاريخ الطبيعي لا يتيح قوانين، وإنما يتيح حسابًا لسرد العلاقات السببية التي تؤدي إلى تثبيت السمات النمطية،

بالرغـم من أن القوانين تدعم الفرضيات، فإن التاريخ الطبيعي لا يفعل، وكما لاحظنا أكثر من مرة، فإنه يدعم الفرضيات التي يعتمد عليها في التفريق بين القوس والعروة.

مـرة أخرى نلقي بالضوء على المقارنة مع علم النفـس، إنه ليبدو معقولاً أن هناك قوانيـن للحـالات والعمليـات القصدية، مـا تلك القوانيـن، وما مـدى تطبيقها، وما الفرضيات التي تدعمها؟، كل هذه الأسئلة مفتوحة، ولا يستطيع إجابتها إلا الأبحاث التجريبية، مثل -في هذا الشـأن- الادعاء بأن جميع التفسيرات القصدية هي النماذج المناسـبة لنظريات علم النفس. ولا يزال يبدو أن هناك قوانين لعلم النفس القصدي، بالرغم من أنه لا يبدو من المرجح تواجد قوانين للانتقاء.

هنـاك بعض الأمثلـة كتواجد فرضيـات معقولة جـداً تدعم -كلٌّ يجـري على قدم المسـاواة- بأن مكعبـات نيكير تبـدو غامضة، وأن الذاكـرة العاملة محـدودة إلى حد كبيـر، وأن البريـق الظاهر يتغيـر كدالّة لوغاريتمية لشـدة إضاءتـه، وأن الجدليات التي تعتمـد على عكس النقيض، أصعب مـن حيث التقييم من الجدليـات التي تعتمد على القياس الاسـتثنائي، وأن حالات التصور النمطية لنوع معين تكون ملاحظتها أسهل من الحالات المهمشـة، والمفهوم القائل بأن الأجسام متوسطة الحجم يتم تعلمها أكثر من المفاهيم التي تعبر عن الأجسام المجردة، والتذكير المجاني للحافز غير المنطقي يولد منحنيًا لمكان متسلسل، وهكذا الكثير والكثير من أمثلة الكتب، وكما أشرنا في الفصل الخامـس أنه من الصعب أن نفكر مجـرد تفكير في أمثلة معقولة للقانون الذي يشـكل الأنمـاط الظاهرية لـ p1، ومن المرجح أن تكون لياقته أعلى من لياقة الأنماط الظاهرية لـ p2. هذه النقطة ليست -بالطبع- الظاهرة الذهنية التي تندرج بواسطة القوانين، ولكن تثبيت الأنماط الظاهرية ليس كذلك. والعكس تماماً، فإن كانت الحتمية صحيحة، فإن كل شـيء حدث مندرج بواسـطة قوانين، والحتمية -التي نفرضها- هي أساس مشترك فـي الجدال الحالـي. وبالأحرى فقد اتضح أن الاختلاف هـو أن علم النفس القصدي يبني مستوى من التغير، ولكن علم الأحياء التطوري لا يفعل ذلك.

كتقدير تقريبي، فإن الظاهرة الذهنية تفسر بالإشارة إلى الظواهر الذهنية.

هنـاك مرة أخرى أمثلة متواجدة بوفرة مثل: إن طريقة إيمان الشـخص بكيف تبدو الأشياء، يعتمد على كيف يراها هذا الشخص، (وعلى أو على معتقداته الأخرى).

إن مـا يفعله المرء يعتمد على ما يقرر أن يفعله، وما يقرر فعله يعتمد على ما يريده ومـا يؤمن به -وما يحدد ما يعتمـد عليه المرء هو اهتماماته، ومـا يراه المرء يعتمد- بشـكل كافٍ عادة -على ما يتوقع رؤيته، وما يتوقع رؤيته يعتمد -بشـكل كافٍ عادة- على معتقدات المرء السابقة، وهكذا.

قـد يبدو الأمـر معقولًا، فباختصار، هناك مسـتوى قصدي للتفسـيرات النفسـية، ويبـدو مـن المحتمل بشـكل معقول أن علـم الوجود فـي هذا المسـتوى يتكون من أجسـام وحالات وعمليات نفسـية، سـواء أكان ما حـدث قد تم تشـكيله نطاق علم النفـس (المعرفي)، أم كان خارجه. وهناك طريقة أخرى نطرحها وهي أن علم النفس المعرفـي على أي حال يدعى أنه نظرية بمسـتوى واحد، أو ظاهـرة على درجة تتميز بالقصدية.

ماذا الآن فيما يتعلق بنظرية التطور؟

كمـا قرأنا فـي التكيف الوظيفي أنه أيضًـا يعتبر نظرية من مسـتوى واحد، ويدعي تفسـير خصائص الأنماط الظاهرية جراء تأثير انتقائهـا للتغيرات البيئية. إن العمليات التي تخضع للتعميمات في هذا المستوي ليست في نطاق تفسيرات التكيف الوظيفي بالرغـم من أنها قد تقدم -بالطبع- الآليات التي بها تتحقق العمليات النفسـية، وعلى نحو مشابه، فإن العمليات الجينية وتنوع الآليات التنظيمية المتطورة التي تم تلخيصها في الجزء الأول ليسـت مخصصة لنظريات الانتقاء، ولكن يمكن لأحد المراهنة على أنه من المصادر التي يمكن أن تصبح تكيفًا وظيفيًا.

إن جوهـر التكيـف الوظيفي كمـا يتبين من هـذا المنظور هو على وجـه التحديد الادعاء بأنه مستوى من التفسيرات التطورية. نحن نعتقد أن هذا الادعاء خاطئ بشكل

واضح، ونعتقد كذلك أن التفسيرات الناجحة لتثبيت السمات النمطية في التنوعات البيئية تنتمي عادة ليس لنظرية التطور، وإنما إلى التاريخ الطبيعي، وأنه فقط ليس هناك نهاية لنوع الأشياء المتعلقة بالتاريخ الطبيعي، والتي يمكنها المساهمة في تفسير تثبيت بعض مميزات الأنماط الظاهرية للمخلوق. إن التاريخ الطبيعي ليس نظرية للتطور، وإنما هو مجموعة من السيناريوهات التطورية، وهذا هو سبب أن التفسيرات التي يقدمها غالبًا ما تكون قديمة وغير ممنهجة.

إنها من طبيعة التفسيرات في التاريخ الطبيعي الانهيار من خلال مستويات علم الوجود، وربما ما يحدد بعض جوانب السمات المظهرية للمخلوق في الطقس المحلي، أو تكوين الغلاف الجوي المحلي، أو تمليح المياه المحلية، أو ما يتعلق بالكيمياء الحيوية للمخلوق، أو ما يتعلق بالكيمياء الحيوية لفريسته، أو ربما بحجمه النسبي، أو بقدرته على الطفو على سطح الماء، أو لون الأشياء في البيئة المحيطة به، أو الكثافة التي تتأهل فيها تلك البيئة، أو النظام التشريحي في قناة الولادة الخاصة به، أو ربما بعض الجوانب للأشعة الكونية التي يتعرض لها، أو ربما تأثير كل هذا في آن واحد.

عمليًّا فإن أي شيء متعلق بالحجم الكبير، أو الصغير، أو بالبيئة الداخلية، أو الخارجية، يمكنه أن يلعب دورًا في تثبيت الأنماط الظاهرية للمخلوق. إن تم وضعها ضمن شروط دينيت، فإن الانتقاء الطبيعي سيعتبر كنظرية لما تحمله الأنماط الظاهرية للمخلوق من معلومات -إنها نظرية لما تحمله السمات الظاهرية للمخلوق عن بيئتها-، إذن؛ فإن البديل الذي نوصي به هو أن الأنماط التي تحمل معلومات عن التاريخ الطبيعي للمخلوق، ومميزاته التي تحمل سماته، هي غير متجانسة على نحو تحكمي. إن التاريخ الطبيعي هو مجرد تتابع لأشياء ملعونة، ومن المفترض أن يبدو هذا غير مفاجئ بعد تفكير عميق، حيث إن التاريخ الطبيعي هو نوع من التاريخ، والتاريخ في حد ذاته مجرد تتابع لأشياء ملعونة.

إن ماركس والكثيرين غيره من نجوم القرن التاسع عشر أقروا بأنه لا توجد مستويات للتفسيرات التاريخية، ومن باب أولى، لا توجد نظرية للتاريخ الطبيعي، بالأحرى فإن التاريخ يتكون من الكثير والكثير من العلاقات السببية، وما يربطها يختلف بشكل كبير، ليس من منظور العلوم الأساسية كالفيزياء فحسب، ولكن أيضاً من منظور العلوم الخاصة.

«لقد فَقَد الحذاء لحاجته لمسمارٍ لتثبيته، وفَقَد الحصان لحاجته للحذاء، وفَقَد السائق لحاجته للحصان، وفَقَدت الرسالة لحاجتها للسائق ليوصلها، وخَسِرت المعركة لحاجتها لتلك الرسالة»، وهكذا. هذا يمكنه تفسير الخسارة في المعركة، ولكن لم تتم صياغته في مفردات أي من العلوم، والانتقال من حدث إلى آخر؛ لأنها تستشهد بنماذج القوانين -أو حتى التعميمات التجريبية التي يمكن الاعتماد عليها- التي توضح أي نوع من العلوم، أو يرجح أنها تفعل من خلال النظرة الحالية للأمور، إن داروين قد قام بعمل نفس الخطأ الذي فعله ماركس، لقد تصور أن التاريخ الطبيعي هو مجرد مجال نظري، ولكن ما في الأمر حقيقةً هو أنه مجرد تجانس بين السبب والنتيجة.

في المقابل لقد كان سكينير محقاً بشأن وجود مستوى من التفسيرات النفسية، ولكن ما أخطأ فيه هو النظام المفسر للنظريات في هذا المستوى. لقد ظن أنه يتكون من علاقات نموذج الحافز ورد الفعل، حيث اتضح أنها تتكون من نموذج علاقات تضمن حالات وعمليات قصدية. إن خطأ داروين كان -على أي حال- أعمق بكثير من خطأ سكينير، فقد كان سكينير مخطئاً بشأن أي نوع من النظريات النفسية يمكنه أن يصبح كذلك، ولكن داروين اعتقد أن هناك مستوى من التفسير، إلا إنه في الواقع يوجد مجموعات من التاريخ السببي فقط.

بافتراض أنه كما اقترحنا فإن الظواهر التاريخية تتكون من نموذج تطوري يختص بأخطاء القرن التاسع عشر، وربما يكون من غير المفاجئ أن داروين قد وقع في هذا الخطأ.

علـى أي حال، هذا فقط نصف النظرية التي سـنطلعك عليهـا. إن القارئ الصبور سـيتذكر أن عدم قدرتها على حل مشـكلات الانتفاع المجاني (بشكل أكثر عمومية: مشاكل السمات النمطية المتجانسة، أو الخصائص البيئية)، هي فقط واحدة من ضمن الشكاوى التي لدينا عن الانتقاء الطبيعي.

الأمر الآخر هو أن الانتقاء الطبيعي يستخف كثيراً -وبشكل سيء- بأهمية العوامل الذاتية المؤثرة على النمو في تحديد الأنماط الظاهرية.

نحن نفكر أن الأطروحة الأساسـية هي أن التوليد العشـوائي للمخلوقات من قبل الأنمـاط الظاهرية لا يمكنه أن يكون مسـتداماً حتى كتقدير أولي لتفسـير لماذا توجد الأنماط الظاهرية بهذا الشكل؟

اسـتعرضنا في الفصل الأول بعض الاعتبـارات التجريبية التي تكافح الادعاء بأن المخلوقات تولد بشكل عشوائي من الأنماط الظاهرية. إنه لجزء لا يتجزأ من الانتقاء الطبيعـي أنـه لا يقدم أي فكرة عن: لمـاذا ليس هناك بعض أنـواع الأنماط الظاهرية، ويوجـد البعض الآخر؟ (ولماذا يوجد في مصطلحـات الفصل الخامس فجوات في أشـكال الفضـاء البيولوجية؟). إنه لا يوجد ولـم يكن هناك أبداً خنازيـر لها أجنحة، ولهذا لم تكن هناك حاجة أبداً لتفسـير وجودها، ولكن التفسـيرات بالطبع لا يمكنها أن تنتقـي. إن الطبيعـة الأم لم يكن لديها أبـداً خنازير بأجنحة ليتـم انتقاؤها، ولذلك فـإن الخنازيـر التي لا تملك أجنحة لا يمكن أن يكون لهـا تكيف وظيفي. نحن نفكر أن مثـل هذه الادعـاءات ترجح وبقوة أن هناك قيـودًا ذاتية -ومـن المحتمل جدًّا أن يكـون العميق منها- علـى الأنماط الظاهرية. وعلى قدر مـا يمكننا القول بذلك، فإن هذا يصبح ببطء الرأي العام حول علم الأحياء التطوري (انظر الفصل الثاني والرابع).

علـى أي حال، من الخطأ افتراض أن الأنماط الظاهرية مولدة بعشـوائية. إنه على الأقـل خطأ على قدر يتسـاوى مع الافتـراض بأن التشـابهات المتنوعة بيـن البيئات والأنمـاط الظاهرية هـو أمر غير متوقع. هـذا هو ما أصاب فيه داروين، وهو ظنه أن

الادعاء بأن السمات النمطية يمكن تفسيرها بشكل عام بالتكيف الوظيفي. نحن نعتقد بـأن الملاحم المعتادة عن ما هو «رائـع»، أو «مثالي»، أو «جميل»، أو «مدهش»، وما إلى ذلك، يصلح ليكون شيئاً بين المخلوقات وبين بيئاتها بشكل واضح.

إن الكثيـر مما يصر عليه هـذا النوع هو حقيقة جميلة للتعريفات الداخلية لـ «علوم البيئـة»، و«الأنمـاط الظاهرية»، -انظـر الفصل الثامـن-، ولكن نحن نتفـق على أنه سـيكون جنوناً تاماً إن شككنا في كون الأنماط الظاهرية غالباً ما تحمل معلومات عن البيئات التي تتطور فيها المخلوقات. إن ما نشك به هو محاولة إخضاع أسباب ظهور الأنمـاط الظاهريـة لنظرية موحدة، وهـذا الأمر يُعدّ حكيماً. وكما يبدو، فإن السـعي للتاريـخ الطبيعي يقترح أن المصـادر التي توفق بين الكائنات الحيـة وبين بيئاتها غير المتجانسة فقط.

لقد اعتقد داروين أن الانتقاء البيئي للياقة يكشف عن التشابه الأساسي لجميع -أو علـى الأقل أغلب- هذه الحالات، ولكنه كان مخطئاً؛ لأن نظريات التكيف الوظيفي يمكنهـا دعـم الفرضيات التي لهـا صلة بانتقاء السـمات، أو أنها تذكـر كل المفاهيم الرئيسـية -مثـل علم البيئـة، أو الأنماط الظاهريـة- التي يتبين بالفحـص الدقيق أنها تعريفات داخلية.

نحن نشك بأن -كتقدير أولي- التاريخ الطبيعي لتثبيت الأنماط الظاهرية هو فقط مثلمـا يبدو في السـرد. وهناك ادعاءات مألوفة على العكس مـن ذلك بأن داروين لم ينجح في الحصول على أسـباب ذهنية في حسـبانه لكيفية عمل نظرية التطور. ولكن الذي قام بعمله هو أنه أخفاها ضمن التشابه غير المدروس بين الانتقاء بالتربية، وبين الانتقـاء الطبيعي، لذا فإن داروين بعد كل هذا لم يوضح الآليات التي تبنى بواسـطتها الأنماط الظاهرية.

هنـاك تشـبيه نفضله فيما يخص داروين، وهو أن الكائنات الحيـة تلتقط أنماطها الظاهريـة من بيئتها بطريقة تشـبه طريقـة التقاط البرد من بيئتها. إن العمليات السـببية

تقتضي أن الأنماط الظاهرية تستجيب للبيئات بطريقة تشبه انتقال العدوى أكثر مما تشبه الانتقاء. هناك على الأقل ناحيتان لهذا الأمر:

الأولى: هي أن المرض الذي يلتقطه المخلوق لا يعتمد على نوع العالم الذي يسكنه فحسب، ولكن يعتمد أيضاً -بشكل لا يمكن استبعاده- على خصائص هيكله الداخلي، وتلك الخصائص قد تكون لديها بالفطرة، أو ربما اكتسبتها نتيجة تفاعلاتها السابقة مع البيئة. إن البراميسيا لا تصاب بالبرد، وإن إصابة أحدنا بالبرد لا تعني أنه لن يصاب به مرة أخرى -قارنه بمرض الجدري-.

إن كلا الحقيقتين تحتاجان إلى تفسير، ولكن لا سبب على الإطلاق لافتراض أن هذه السمات النمطية يتم انتقاؤها لأجل ذلك، أو أنها تحمل معلومات عن علم البيئة حيث نتطور نحن والبراميسيا. (من المحتمل أن ما تفعله هو حمل معلومات عن وظائف الأعضاء المعتبرة).

ثانياً: إن المرض المعدي يعتمد -وبشكل محتمل جدًّا- على عوامل تعمل في مستويات مختلفة جداً من المنظمة، وهكذا فنحن نفكر أن هذا ما يفعله تثبيت الأنماط الظاهرية. إن جزءًا من الحكاية هو عن ما يحدث عندما يصاب أحدهم بالبرد، فإنه يتعلق بمسببات المرض، والجهاز المناعي للمصاب، وجزءاً آخر يتعلق بما يفعله حمل الفيروس في الغشاء المخاطي، وجزءاً أخيرًا يتعلق بالسن، والجنس، والصحة، ودرجة إصابة حامل المرض، هذه مجموعة من الحقائق عن كل تلك الأنواع -ولا شك أن هناك الكثير غيرها- تساهم في تفسير كيف، ولماذا نحن نصاب بالبرد؟

إن ما يفاجئ ليس أن بعض التفسيرات التجريبية اتضح أنها مجرد تواريخ مسببة، بل ما يفاجئ هو أن ليس جميعها كذلك.

بالتأكيد بعض أنواع التفاعلات بين الكائنات الحية والبيئة الخاصة بها، متداخلة بشكل سببي مع بعض السمات النمطية. إن لم يكن الأمر كذلك، فإن هذا كان سيكون حقاً معجزة بأن هناك تواصلًا يعتمد عليه بين الاثنين، ولكن ليس هناك سبب واضح

للشك في أن هذه التفاعلات أنشأت بالتزامن مع مستويات متعددة من التحليل، وإنه من الممكن جداً أن الحكاية عن سبب التوافق بين الكائنات الحية والبيئة المحيطة بها يمكن أن تختلف مع اختلاف نوع السمة النمطية، إن كان الأمر هكذا إذاً فالإجابة الصحيحة لسؤال: «ما هي آلية تثبيت الأنماط الظاهرية؟» هي «حسناً، في الواقع يوجد الكثير من الأسباب»، نحن نكرر أن هذا ليس أقل ما نقترحه من أن تثبيت الأنماط الظاهرية ليس عملية محددة، أو سببية، أو تخضع لقانون بكل معنى الكلمة. لا توجد جنية أسنان بحاجة إلى تطبيق، وما تم إنكاره على أي حال هو وجود نظرية وحدوية -نظرية وحدوية للكائنات الحية وتفاعلاتها البيئية- وفقاً لأغلب أو جميع الظواهر، أو مختلف الآراء التي تفسرها، والتي تعني بشكل عام أن هناك قوانين للانتقاء الخارجي.

ربما ما يضايقك ليس بكثير، وربما تفضل وجود نظرية وحدوية -للانتقاء الطبيعي- لتثبيت الأنماط الظاهرية التطورية، ولذلك يمكننا ادعاء شيء لم يستطع داروين ادعاءه. لا يوجد شبح في جهازنا، لا إله، أو طبيعة أم، أو جين أناني، أو روح العلم، أو النوايا الحرة، ولا يوجد كذلك المربون الوهميون. ما يوجد الأشباح في الداروينية هو نداؤها السري للتفسيرات القصدية لعلم الأحياء، والذي نقترح أن نعمل من دونه.

لقد أشار داروين إلى طريق طبيعي تماماً -في الواقع هو إلحادي تماماً- لنظرية تكوين الأنماط الظاهرية، ولكنه لم يفكر كيف سيكمل هذا الطريق للنهاية؟

لنقل إنه نجح في أن يقضي على وجود الإله -إن كنت تريد اعتقاد ذلك-، ولكن الطبيعة الأم، وبعض العوامل الزائفة الأخرى، خرجت سالمة.

نحن نعتقد أنه قد حان الوقت للتخلص منها أيضاً.

[انتهى الفصل التاسع والأخير]

ملحق

«ذلك» النوع من الداروينية في علم النفس وفلسفة العقل

حلّل الأثر العميق للنظرية الداروينية على علم النفس السلوكي بالتفصيل في الفصل الأول، وقد جمعنا في هذا الملحق اقتباسات تمثل أعمال الباحثين في علم المعرفة التطوّري evolutionary epistemology، وعلم النفس التطوّري، وفلسفة العقل التطوّرية، وعلى مرّ الزمن صعودًا حتّى عام 2009. مع اعتذاري لأصدقائنا العاملين في البيولوجيا العملية، كان ولا يزال هنالك ذلك النمط من الداروينية، وأعني بذلك متبعي التلاؤمية adaptationism الجريئين، وهم ذوو تأثير كبير. سنبدأ بملخص وجيز عن تاريخ تأثير الداروينية على نظريّات العقل والسلوك. (لأجل إعادة تشكيل مفصّل، اطلع على Richards, 1987).

من بولتزمان إلى و. ف. كواين

أعلن الفيزيائي لودفيغ بولتزمان Ludwig Boltzmann، وهو أحد مؤسّسي الميكانيكا الإحصائية statistical mechanics والنظرية الحركية للغازات، في محاضرة شهيرة ألقيت في فيينا عام 1900 عن أنّ القرن التاسع عشر سيذكر في التاريخ على أنّه قرن داروين، وصرّح بعدها:

من وجهة نظري فإن جميع محاولات الإنقاذ في الفلسفة يمكن أن يتوقّع قدومها من نظرية داروين... أين سيقع محلّ ما يُسمّى قوانين الفكر laws of thought في المنطق؟ حسنًا، بضوء نظرية داروين لن تكون هذه إلا عادات موروثة في الفكر... يمكن للمرء أن يدعو قوانين الفكر هذه بأنّها بديهية قبلية a priori لأنّهاعبر آلاف السنين من تجربة نوعنا أصبحت متأصلة في الفرد، ولكن يبدو أنّها مجرد غلطة بينة لدى كانط Kant أن يستدل على عصمتها من الخطأ في جميع الحالات. تبعًا لنظرية داروين تعدّ هذه الغلطة قابلة للتفسير تمامًا، ما هو مؤكّد قد أصبح موروثًا فقط ؛ بينما ما كان خاطئًا فقد نبذ، وبذلك تصبح قوانين الفكر مكتسبة كشكل للعصمة من الخطأ،

حتّى أنّ الخبرة العملية يعتقد أنّها مؤاخذة بحكمها.

يكمل بولتزمان بعدها بقوله إنّ النظريات والاستنتاجات ليست صحيحة أولًا ثمّ مفيدة نتيجة لذلك، بل كانت مفيدة أولًا ثمّ اعتبرت صحيحة نتيجة لفائدتها. (بولتزمان، 1904، صفحة 193 وفي ثنايا الكتاب).

نظرية المعرفة epistemology لدى ويليم جيمس William James ترتكز على مبادئ الداروينية، فالعقل يأتي مجهّزًا مسبقًا باستجابات حسية وعاطفية، وتفاعلات غريزية، وقدرات عقلانية أساسية؛ تكوّن إرثنا التطوّري، لكنّ اكتساب أفكار جديدة يعدّ داروينيًا أيضًا؛ فالفرضيات والتخمينات والأفكار العفوية تنبثق من المصادفات الاعتيادية والعلمية مع العالم؛ وتلك التي تقاوم القوة عديمة الشفقة للحقيقة تعيش لتبقى يومًا آخر.

ريتشارد، 1987، صفحة 440

منطقيًا فيما يتعلّق بمسائل عملية (إن فُهِم ذلك ليس بمعنى القديم، بل بمعنى قائم على وحدة حكيمة من الحماية مع تفكير مثمر)، هو الميّزة الأكثر فائدة التي يمكن للحيوان أن يمتلكها، ولذلك قد ينتج عن أثر الانتقاء الطبيعي؛ ولكن بعيدًا عن ذلك من المُحتمل كمنفعة أكبر للحيوان أن يُملأ عقله برؤى مُرضية ومُشجّعة، بصورة مستقلة عن حقيقتها؛ ولذلك قد يُحدِث الانتقاء الطبيعي ميلًا خادعًا في الفكر في مواضيع غير عملية.

بيرس، 1877، صفحة 2

في حلقة دراسية مفتوحة قدّمتها جامعة كولومبيا عن «تشارلز داروين وتأثيره على العلم Charles Darwin and His Influence on Science» في شتاء وربيع عام 1909، صرّح جون ديوي John Dewey بأنّ تأثير الداروينية على الفلسفة «يكمن

فـي احتلاله ظواهر الحيـاة ضمن مبدأ التحوّل، وبالتالي حـرّر المنطق الجديد ليطبّق على العقل والأخلاق والحياة».

(أعيد طبعه في ديوي، 1910، صفحة 9).

بعد عدّة عقود، كتب عالم المنطق والفيلسوف الأمريكي البارز ويلارد فان أورمان كواين Willard Van Orman Quine:

لماذا تتوافق وضع الصفات الذاتي الفطري تمامًا مع تصنيفاتنا ذات الصلة الوظيفية في الطبيعة، بما يجعل استقراءاتنا تميل لتكون صحيحة؟ لماذا نجد في وضعنا الذاتي للصفات بضاعة مقبولة في الطبيعة وحقًا مسـتقبليًا؟ هنالك بعض التشجيع في نظرية داروين. إن كان الوضع الفطري لدى الناس يمثّل سـمة trait مرتبطة بمورثة، عندها يكون الوضع الذي قدم أكثر الاسـتقراءات نجاحًا يميل للهيمنة عبر الانتقاء الطبيعي. أمـا الكائنات التي تأصل الخطأ في اسـتقراءاتها ففيها ميل محزن، ولكن جدير بالثناء عليها بالموت قبل تكثير نوعها.

كواين، 1969، صفحة 13

كان كواين فيلسـوفًا متعمقًا بحيث لا يرضى كليًا بهذا التفسـير، فقد لاحظ وجود «الدور» أو الاسـتدلال الدائري فيه. فمثال من الاستقراء (النظرية الداروينية) في علم خاص (البيولوجيا التطوّرية)، لا يقدّم أساسًـا راسخًا لنجاح الاستقراء عمومًا، ولكنّه في سـعيه مـدى حياته على جعـل نظرية المعرفـة موافقة للمذهـب الطبيعي، وجعل الفلسـفة علمًـا ضمـن العلوم، اعتقـد أنّ هذا النوع من الاسـتدلال الدائـري لم يكن مزعجًا جدًا بالنهاية.

كان الخبيـر بعلـم النفـس والعالـم الاجتماعـي الأمريكي دونالـد ت كامبل Donald T. Campbell، والخبيـر بنظريـة المعرفة النمسـاوي البريطاني كارل ر بوبر Karl R. Popper، على مسـتوى أقل من التعقيد، حيث يعود الفضل لكامبل

لابتكاره مصطلح «نظرية المعرفة التطوّرية evolutionary epistemology»، والذي انتشر لاحقًا وبنجاح أكبر على يد بوبر. وفق تعريف كامبل تعدّ نظرية المعرفة التطوّرية «نظرية معرفة تعتبر وتتوافق مع عملية إدراك في حالة الإنسان كناتج لتطوّر بيولوجي واجتماعي»، (كامبل، 1974، صفحة 413). بعرضه التطوّر بذاته كعملية معرفية لرفع المعرفة، يكتب كامبل: «بإمكان نموذج الانتقاء الطبيعي لمثل هذه الزيادات في المعرفة أن تعمّم إلى نشاطات معرفية epistemic أخرى مثل التعلّم والفكر والعلوم (المصدر ذاته). في خضم (سوء) معاملة بولتزمان لكانط، نشر كامبل قسمًا مميزًا من ورقة بحثية بعنوان: «فئات الإدراك والفكر لدى كانط كنواتج تطوّرية»، (في Radnitzky وزملائه، 1987). (بالإمكان العثور على مسرد مصادر كامل عن نظرية المعرفة التطوّرية حتى عام 1985 في كامبل وزملائه، 1987).

كان تقدّم الأفكار والنظريات العلمية بحسب كارل ر. بوبر تمثّل عملية من الانتقاء الداروينى، بحيث «نتخلص من نظرية سيئة التلاؤم قبل أن يجعلنا تبنّي هذه النظرية غير ملائمين للبقاء»، (بوبر، 1975، ص 78)، وعبر هذه العملية الداروينية «ندع نظريّاتنا [المنفية] تموت لأجل صالحنا» (المصدر ذاته). رغم ادّعاء بوبر الشهير بأنّ «الداروينية ليست نظرية علمية قابلة للاختبار، بل برنامج بحثي ميتافيزيقي metaphysical»، (بوبر 1976، ص 151)، إلا أنّه استدرك القول وصرّح: «ومع ذلك، فالنظرية لا تقدّر بثمن، ولا أرى كيف يمكن أن تنمو معرفتنا من دونها كما فعلت منذ زمن داروين»

(المصدر ذاته، ص 72-171).

علم النفس التطوّري (1988 - 2009)

سيكون من المستحيل لعدم توفر مساحة كافية أن نستخلص ولو مجموعة كافية من الاقتباسات من أعمال ريتشارد دوكنز Richard Dawkins، ودانيال دينيت

Daniel Dennett، وستيفن بينكر Steven Pinker. بإمكاننا فقط توجيه القارئ لكتبهم ومقالاتهم العديدة. استخلصت الاقتباسات التالية من مجموعة ضخمة من الأدبيّات عن علم النفس التطوّري، وهي باعتقادنا ممثلة لأفكار توجيهية لخبراء نفس وفلاسفة الداروينية الجديدة neo-Darwinian حديثون آخرون. يُدرج كتيب علم النفس التطوّري Handbook of Evolutionary Psychology (بوس 2005، buss) في صفحاته الـ1028 أسماء Leda Cosmides، وJohn Tooby، وDon Symons، وteve Pinker، وMartin Daly، وMargo Wilson، وHelena Cronin، «كنجوم ساطعة». لدينا هنا اقتباسات من بعضهم، ومن بعض الآخرين كذلك.

إن الكتاب المنشور عام 1988 بعنوان القتل Homicide لمارتن ديلي Martin Daly، ومارغو ويلسون Margo Wilson، الأستاذين في علم النفس من جامعة ماكماستر في هاملتون، أونتاريو، كندا، ترك أثرًا عميقًا، وبإلهام وفق تعبيرهما من نظرية العمليات التطوّرية الداروينية، استخلصا الدليل على وجود رابط عميق بين العلاقة الجينية (أو عدمها)، والإيذاء والعنف في أسر الربائب step-families، وقد ابتكرا المصطلح «تأثير سندريلا»، والذي خصّص ليكون أساسيًا في هذا المصدر:

كلانا خبراء نفس بالتدريب، وألهمنا باحتمالية التفكير الانتقائي كنظرية تالية metatheory في علم النفس. كامل المبادرات العلمية المجتمعية مهتمة بتوصيف الطبيعة البشرية. كيف لا تكون نظرية داروين الأكثر شمولية في الطبيعة العضوية - وهي ذات طبيعة استكشافية عالية في كثير من مجالات العلوم الطبيعية وصحيحة بلا جدل في أسسها - ذات صلة بالمهمة؟ إنّ تطوير علم نفس تطوّري أمر محتوم ومرحّب به، وسيستعمل التفكير الانتقائي لتوليد فرضيّات قابلة للاختبار عن الدوافع والمشاعر والمعرفة ونمو الطفل، كما سيربط العمليات النفسية بالمحصّلات السلوكية، وأيضًا بالضغوط الانتقائية التي شكّلتها. يمثل هذا الكتاب جهدًا في هذه الوجهات.

ديلي وويلسون، 1988، ص 9

مع انتشار الإساءة إلى الربائب stepchildren في التقاليد الشعبية، والنمط الشائع السلبي المنتشر لزوج الأم أو زوجة الأب stepparents، أصبح أيّ باحث في إساءة معاملة الطفل يتساءل إن كانت العلاقة مع زوجة الأب، أو زوج الأم، تعدّ عامل خطورة حقيقي، لكن بالواقع لم يفكّر هؤلاء الذين اتسقت مخيّلاتهم بتفسير الداروينية لهذا السؤال أبدًا، وقد أجرينا أوّل مقارنة لمعدّلات الإساءة في أسر الربائب، مقابل أسر الولادة السليمة، وتبين أنّ الاختلاف كبير.

ديلي وويلسون، 2008، ص 383 (انظر أيضًا ويلسون وزملائه، 1980)

روبرت رايت Robert Wright، عضو زمالة شفارتز الأول Schwartz Senior Fellow في مؤسسة أمريكا الجديدة New America Foundation، ومؤلف كتاب الحيوان الأخلاقي: علم النفس التطوّري والحياة اليومية The Moral Animal: Evolutionary Psychology and Everyday Life، الكتاب الذي اعتبر في مراجعة كتب نيو يورك تايمز New York Times Book Review كأحد الكتب الاثني عشر الأفضل لعام 1994 ونشر باثني عشر لغة:

إنّ آلاف وآلاف الجينات التي تؤثّر في السلوك - جينات تبني الدماغ وتسيطر على النواقل العصبية neurotransmitters والهرمونات الأخرى، وبالتالي تحدّد «أعضاءنا العقلية» - قد وجدت هنا لسبب، وعلّة ذلك أنّها حثّت أسلافنا على نقل جيناتهم إلى الجيل التالي. إن كانت نظرية الانتقاء الطبيعي صحيحة، عندها سيفهم كلّ شيء عن العقل البشري أساسًا وفق ذلك - فقد تبيّن أنّ الانتقاء الطبيعي مسؤول بصورة معقولة عن كثير من أمور الحياة بالعموم والعقل البشري بالخصوص مما لا يجعلني أشك إلا قليلًا أنّه مسؤول عن الباقي.

رايت، 1994، ص 28

الفيلسوفة في البيولوجيا وعلم النفس والعقل واللغة روث غاريت ميلِكان

Ruth Garrett Millikan من جامعة كونيتيكت، والحائزة على جائزة جان نيكود Jean Nicod Prize عام 2002:

الآليات الفاعلة في تثبيت الوظائف الخاصة بوسائل اللغة العامة public language devices تشبه كثيرًا باعتبارات هامة معيّنة تلك الآليات الفاعلة في التطوّر البيولوجي تحت الانتقاء الطبيعي، ويتضح خصيصًا التشابه بين تثبيت وظائف نماذج اللغة العامة المختلفة عبر عمليّات انتقاء اجتماعية، وتثبيت وظائف ذات إشارات حيوانية، مثل إيحاءات التزاوج، وعلامات الخطر، وعلامات تحديد المنطقة، ورقصات النحل، وهلمّ جرًّا، عبر عمليات انتقاء جينية.

ميلكان، 2001، ص 159

باختصار، إن نظرنا إلى كامل الشخص البشري بضوء تاريخنا التطوّري بالانتقاء الطبيعي، وراعينا الاتصالات بين البشر والحيوانات الأخرى، يتجلى أنّ جميع مستويات الغايات لديها أصل في التأقلم بشكل ما من الانتقاء، وبهذا المفهوم تجد أنّ جميع الغايات هي «غايات طبيعية»، رغم وجود اختلافات هامة كثيرة بالطبع بين هذه الأنماط من الغايات، إلا أنّ هنالك مفهومًا متفرّدًا من «الغايات» تكون فيه جميعها متطابقة تمامًا.

ميلكان، 2004، ص 7

لم يكن بإمكان التمثيلات العقلية أن توضّح غاياتها الخاصة ما لم يكن لديها غايات لتعرضها، وهذه الغايات مشتقة من مستويات مختلفة من الانتقاء، فالرغبات والنوايا الجلية هي تمثيلات عقلية ذات غايات تساعد على إنتاج ما تمثله، وقد انتقيت للمساعدة في تحقيق الشروط التي تمثلها، ولم تنتق بالطبع واحدًا تلو الآخر، وبالتأكيد ليس على مستوى التطوّر الجيني، بينما الآليات العقلية والإرادية المسؤولة

عـن تشـكيل الرغبـات والنوايا فقط قـد صمّمت/ اختيـرت بالانتقـاء الطبيعي، فقد اختيرت لقدرتها، وفق أسـاس الخبرة، على تشـكيل تمثيـلات للغايات، والحالات المستقبلية الممكنة للعلاقات، والتي عندما تُحقق، تؤيّد أحيانًا مصالحنا البيولوجية.

ميلكان، 2004، ص 13

عالمـة النفس الأمريكية ليدا كوزميـدز Leda Cosmides و(زوجها) عالم النفس والأنثروبولوجـي (علم الإنسـان anthropology) جون توبـي John Tooby (مركز علم النفس التطوّري، جامعة كاليفورنيا سانترا باربارا):

[1] الانتقـاء الطبيعي - عملية لها تأثير خفـي - فهو المكوّن الوحيد في العملية التطوّريـة الذي ينتج آليـة وظيفية معقدة في الكائنـات... [2] يبني الانتقاء الطبيعي آلية صنع القرار في العقول البشرية. [3] تولّد هذه المجموعة من الأدوات المعرفية كل السـلوك الاقتصادي. [4] لذلك تتضمّن نظريات السلوك الاقتصادي بالضرورة نظريّات عن بنية الآليات المعرفية التي تولّد ذلك السلوك. فضلًا على ذلك، ميّزات التصميم في هذه الأدوات تحدّد وتؤسـس المبادئ البشرية الشاملة التي توجّه صنع القرار الاقتصادي.

كوزميدز وتوبي، 1994، ص 328

يعـدُّ علـم النفس التطـوري توجهًا غير اعتيـادي - وربما فريدًا - مـن التوجهات النظريـة في علم النفس، وهو في درجة بحيث يمكن أن يشـتق منه تنبؤات مبدئية عن السـمات المجهولة السابقة لهندسـات النوع النموذجي النفسـية species-typical للبشـر والأنـواع الأخرى...، وقـد تنبأَ ووجَدَ جـون توبي Tooby وليـدا كوزميدس Cosmides وزملاؤهـم عددًا كبيـرًا من الأنماط في أداء التفكير الإنسـاني لم يمكن الوصول لها سـابقًا بالطريقة التجريبية، حيث اشـتقوها من فرضية أنَّ الانتقاء الطبيعي

بنـى أنظمـة تفكير منطقـي متخصصة تتضمـن إجـراءاتٍ مرتبطة بكفـاءة بالخواص المتكررة للمشاكل الاستنتاجية التكيفية التي تنطوي على التعاون.

Tooby et al., 2003, p. 860

الدرس الأكثر أساسـية أنَّ الانتقاء الطبيعي هو العملية الطبيعية الوحيدة المعروفة التي تدفع بجمهـرات الكائنات ثيرموديناميكيًا صعودًا إلى درجاتٍ أعلى من الترتيب الوظيفـي، أو حتـى يحقق تـوازن الزيادة الحتميـة في اضطرابٍ من شـأنه أن يحدث بطريقة ما. لذلك فكل تنظيمٍ وظيفي في الكائنات البرية أعظم مما يمكن توقع نشـوئه بالصدفة (والتي هي تقريبًا جميع الأنظمة الوظيفية) هو في النهاية نتيجة عملية الانتقاء الطبيعي، ولذلك يجب تفسـيره طبقًا لها (إن كان يجب تفسـيره أساسًـا). ولهذا فإنَّ فهـم الانتقاء الطبيعي لـه فائدة هائلة لأي علم نفسٍ مؤسـسٍ نظريًا علـى مبادئ. في الحقيقة يعرف الانتقاء الطبيعي معايير التصميم التي بُنيت الكائنات لتحقيقها. ولذلك فإنَّ الدراية بالانتقاء الطبيعي السـلالي للبيئات السـلفية تـزود بإطار عمل نظري قائم على مبادئ لاشتقاق تنبؤات حول تصميم العقل البشري الآخذ بالتطور بموثوقية. إنَّ الانتقاء الطبيعي هو (أ) ضبط متواصل enduring غير عشوائي للعلاقات بين السبب والتأثير في العالم الذي (ب) يتفاعل مع سـمات الكائنـات الآخذة بالتطور بموثوقية (ج) بطريقة تسـبب فيها باستمرار بعض التنوعات التصميمية مكاثرة تصميماتها أكثر مما تفعله باقي التصاميم، بسبب اختلافاتها التصميمية.

Tooby et al., 2003, p. 362

يربط الإقرار التأسيسـي - بأنَّ الآليات النفسية هي تكيفات متطورة - علمَ الأحياء التطـوري بعلم النفس بأقوى شـكلٍ ممكن، سـامحًا بتطبيق كل ما نعرفه عن دراسـة التكيفات على دراسة الآليات النفسية.

Tooby and Cosmides, 2005, p. 9

يجب على الانتقاء أن يحفظ أو يبعد تصاميم الدارات العصبية البديلة من البنيات العصبية للأنواع على أساس مقدار جودة دعمها للعلاقات بين المعلومات والسلوك الذي تنتجه بغرض ترويج الأسس الجينية لتصاميمها. فتصاميم الدارات التي تعزز تكاثر نفسها سيُحتفظ بها وتنتشر، لتصبح في النهاية نوعًا نموذجيًا (أو معتمدة على التكرار بدقة)؛ فتلك التي لن تختفي في النهاية من جمهرة الكائنات. إنَّ فكرة ربط السلوك بسببٍ تطوري مؤديًا لسلوكٍ راسخٍ متصلب هي فكرة مخالفة للحقيقة: فالبنيات العصبية المتطورة هي مواصفات أنظمة عرضية جدًا لتوليد استجابات للمدخلات المعلوماتية.

Tooby and Cosmides, 2005, p. 13

صمَّمَ الانتقاء الطبيعي البرامج المتضمنة العقلَ البشري لحل المشاكل التكيفية التي واجهت بانتظام أسلافنا الصيادين وجامعي الطعام؛ مشاكل مثل العثور على شريك التزاوج، والتعاون مع الآخرين، والصيد وجمع الطعام، وحماية الأطفال، والملاحة، وتجنب المفترسين، وتفادي الاستغلال، وهلم جرا. تسمح معرفة ذلك لعلماء النفس التطوري بالوصول لدراسة العقل كالمهندسين.

Tooby and Cosmides, 2005, p. 16

حقيقة أنَّ الدماغ يعالج المعلومات ليست تأثيرًا جانبيًا عرضيًا لبعض العمليات الاستقلابية، فقد صَمم الانتقاء الطبيعي الدماغَ ليكون حاسبًا، ولذلك إذا رغبت بوصف عمله بطريقة تحيط بوظيفته المتطورة، فعليك النظر إليه على أنَّه مكون من برامج تعالج المعلومات.

Tooby and Cosmides, 2005, pp. 16-17

ذكر كل من فيلسوف العلوم وفيلسوف الطب النفسي دومينيك ميرفي Dominic Murphy من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، وفيلسوف عالم الإدراك ستيفين ستيتش Stephen Stich من جامعة روتجرز:

من العقائد المركزية في علم النفس التطوري أنَّ العقل البشري مصمم ليعمل في بيئة أسلافنا للصيد وجمع الطعام. لم يصمم الانتقاء الطبيعي العقل للعالم المعاصر. لكن بالطبع يمكن أن يعمل نظام ما على نحو جدير بالإعجاب في بيئة ما، ويعمل بطريقة رديئة في بيئة أخرى. لذا من المرجح جدًا احتواء العقل على نماذج أو أنواع أخرى من الأنظمة كانت تكيفية جدًا في بيئة سلفية سابقة، إلا أنَّها لا تؤدي لسلوك وظيفي في بيئاتنا المعاصرة المبتكرة.

Murphy and Stich, 2000, pp. 18-19

من العِبَر المستقاة من... الفرضيات حول الاكتئاب هنالك عبرة عامة جدًا، وهي أنَّ البيئة التي تعمل فيها الضغوط الانتقائية بحيث تتركنا بهبتنا العقلية الحالية ليست هي نفس البيئة التي نعيش فيها الآن. يعني ذلك أنَّ أي آلية عقلية تنتج سلوكًا مؤذيًا في العالم الحديث ربما كانت تفي بمواصفات تصميمها حرفيًا، لكن في بيئة لم تُصمم لها.

Murphy and Stich, 2000, p. 21

عالم النفس وعالم الحاسوب بيتر إم تود Peter M. Todd من جامعة إنديانا (رئيس تحرير مجلة السلوك التكيفي Adaptive Behavior)، وعالم النفس ومؤرخ الاحتمالية historian of probability جيرد جيجيرينزر Gerd Gigerenzer مدير مركز الإدراك والسلوك التكيفي في معهد ماكس بلانك للسلوك البشري في جامعة برلين الحرة، ألمانيا:

يمكـن النظر للعقلانية المحدودة Bounded على أنَّها منبثقة من التأثير المشـترك للمكونـات المتشـابكة: المحـددات الداخلية للعقل (البشـري)، وهيكليـة البيئات الخارجية التي يعمل فيها العقل. هذا التلاؤم بين الهيكلية الإدراكية الداخلية، وهيكلية المعلومات الخارجية التي تشكل أساس تصور العقلانية المحدودة على أنَّها عقلانية إيكولوجية، (اتخاذ قرارات جيدة [بما يكفي] من خلال استغلال هيكلية البيئة).

Todd and Gigerenzer, 2003, pp. 147-48

تهدف النماذج الإحصائيـة المعيارية، والنظريات المعيارية للعقلانية لتكون عامة قـدر الإمـكان، لذلك فهي تطـرح افتراضات واسـعة وملائمة رياضيًـا للبيانات التي سـتطبق عليها، لكن الطريقة التي بنيت فيها المعلومات فـي بيئات العالم الحقيقي لا تتبع غالبًا افتراضاتٍ تبسيطيةً ملائمة...، وفي حين أنَّ الطرق الإحصائية العامة تجاهد لإهمـال مثل تلك العوامل التـي يمكن أن تحد من القدرة على تطبيقها، إلا أنَّ التطور يمكـن أن يحيط بمثل تلـك التبعيات البيئية الغنية بالمعلومات، ويسـتغلها مع قواعد عملية heuristics محددة، إذا أمكنها أن تعطي لكائن قادر على اتخاذ القرارات حافةً تكيفية. إن اكتشـاف متى وكيف يمكن اسـتخدام بُنى المعلومات فـي البيئات لتكون ذات فائدة جيدة من خلال القواعد العملية البسيطة، هو بالتالي مكون مركزي لبرنامج بحوث العقلانية الإيكولوجية.

Todd and Gigerenzer, 2003, p. 151

إتـش كلارك باريت H. Clark Barrett من قسـم الأنثربولوجي (علم الإنسـان) فـي جامعة كاليفورنيا في لوس أنجلوس، وروبـرت كورزبان Robert Kurzban من قسم علم النفس في جامعة بنسلفانيا، وإدوارد ماشيري Edouard Machery من قسم التاريخ وفلسفة العلوم في جامعة بيتسبيرغ:

من الجدير بالملاحظة أنه رغم وجود أسباب لتوقع تفضيل الانتقاء الطبيعي للآليات النوعيـة بدل العامة، إلا أنَّ هذا المبدأ ينطبق - بالقدر ذاته - على الأنظمة ذات الوظيفة الخاصـة والأنظمـة ذات الوظيفة العامـة. وحتى الأنظمة ذات الوظائـف العامة جدًا - مهما تكن تلك الوظائف - يجب أن تكون أنظمةً مقبولة في إطار العمل التكيفي.

Barren and Kurzban, 2006, p. 643

خذ على سـبيل المثال مشـاكل تجنب المخاطر البيئية المخفضة للصلاحية، مثل المفترسين، والعوامل الممرضة، والسموم، والمرتفعات. يَعُدُّ علماء النفس التطوري (ويفترض أن غيرهم كذلك) تلك المخاطر مشـاكلَ تكيفية بلا خلاف نسـبيًا (وحتى كثيرٌ من علماء النفس الذين يرون علم النفس التطوري مع اعتقاد شكوكي بأنَّ القَرَف disgust علـى سـبيل المثال هو تكيـف لمنع هضم السـموم والعوامـل الممرضة). فـي حين أنَّه لا يمكـن التنبؤ تمامًا بالطبيعة الصحيحة لحلول هذه المشـكلات، ومن المشـروع ومـن المحتمل جدًا اسـتخدام طبيعة هذه المشـاكل لتوليـد فرضيات عن سمات التصميم الممكن للتكيفات.

Machery and Barrett, 2006, pp. 237-38

ذكر عالم النفس الإدراكـي إدوارد كوكلي Edward T. Cokely من معهد ماكس بلانك للسلوك البشري، من جامعة برلين الحرة، وعالم المعرفيات epistemologist آدم فليتز Adam Feltz مدير مختبر الفلسـفة السـلوكية في جامعة شرينير Schreiner في كيرفيل، تكساس:

نقترح أنَّ البديهيات ذات الصلة الفلسفية يمكن تمييزها نظريًا وبفعالية ضمن إطار عمل تكيفي أو إيكولوجي؛ أي: منظور ملهم بالداروينية عن طبيعة الإدراك الأساسية الممكنة من الوصول للغاية.

Cokely and Feltz, 2009, p. 358

ضمن النظرة التكيفية فإنَّ أهداف واحتياجات الكائنات (مثل إيجاد الطعام، وإيجاد شركاء التزاوج، وحماية الذرية) قد / وقد لا تستفيد من وجود إدراكٍ متماسكٍ منطقيًا coherent، أو ثابتٍ فلسفيًا invariant؛ لأنه بالنسبة لهذه الكائنات أفضل ما يخدم الصلاحية هو أن يكون الإدراك متنوعًا، ومنقسمًا ومحققًا للمتطلبات والقيود الإيكولوجية. يعتمد نجاح الكائن على المدى الذي يمكن أن يستفيد فيه إدراكه من استغلال التلاؤم بين البيئات الداخلية (أي النفسية)، والخارجية (أي الاجتماعية والمادية)، بغض النظر عن وجود التماسك المنطقي (أو فقده هنا). في عالم معقد ومضطرب مثل عالمنا علينا ألا نتوقع - أو حتى نرغب - بأن تحكمنا دائمًا العمليات التي تحافظ منطقيًا على إدراك متماسك...، في الواقع من المعروف أنَّ قيود إدراكنا تحد قدرتنا على أن نكون «عقلانيين،» لكن الأمر المستفز أكثر من ذلك هو أن البيانات المشيرة إلى أنَّ القيود الإدراكية يمكنها تسهيل الحكم التكيفي...، ووفقًا لذلك، فإنَّ منهج وبرنامج بحثنا يهتم أساسًا بـ متى وكيف ولمَاذا تكون العمليات السلوكية التكيفية (مثل الحساسية الإدراكية، والانحياز العاطفي، والاستدلالات البسيطة)، ممكنة، أو متعقبةً، أو مناقضة، للبديهيات التي تنتجها الفلسفة التحليلية التقليدية. يتضمن حجر الزاوية لهذه الجهود استقصاء العلاقات المعقدة والمتنوعة بين الاختلافات الفردية (مثل السمات الشخصية)، والبديهيات المتعلقة بها فلسفيًا.

Cokely and Feltz, 2009, p. 358

ذكر عالم النفس الاجتماعي والتطوري الأمريكي ديفيد باس David M. Buss رئيس منطقة علم النفس التطوري والاختلافات الفردية في جامعة تكساس من أوستن، ومحرر كتيب ويلي كتيب علم النفس التطوري Handbook of Evolutionary Psychology (2005)، في قضية خاصة لمجلة عالم النفس الأمريكي American Psychologist حول «تشارلز داروين وعلم النفس»:

يشير ظهور علم النفس التطوري والمجالات المتعلقة به إلى إثمار رؤية داروين. ترشد نظرية الانتقاء الطبيعي العلماء لاكتشاف تكيفات البقاء، وتنير نظرية الانتقاء الجنسي الكفاح الجنسي، مبرزة اختيار الشريك، وتكيفات المنافسة، ضمن الجنس الواحد. التطورات النظرية منذ نشر كتاب أصل الأنواع تحدد الصراعات الهامة التي كان يجهلها داروين، وخصوصًا النزاعات داخل العوائل والنزاع بين الأجناس. يصطنع علم النفس التطوري علم نفسٍ وعلم أحياءٍ تطوريين حديثين لحل بعض ألغاز الحياة العميقة...

Buss, 2009, p. 90

رغم أنَّ الأمر يعدُّ خلافيًا لدى البعض، إلا أنَّ علم النفس التطوري الحديث يشير إلى واقعية تنبؤ داروين في إمكانية قيام علم النفس على أساسٍ جديد. حددت نظرياته عن الانتقاء الطبيعي، والانتقاء الجنسي، العمليات المركزية التي تطورت من خلالها الآليات النفسية الوظيفية، (الصراع من أجل البقاء، والصراع من أجل التزاوج). يخدم الانتقاء الطبيعي والانتقاء الجنسي بكونهما وظيفتين هامتين تميزان النظريات العلمية الأفضل، فهما توجهان الاستقصاءات نحو مجالات هامة للاستقصاء، وتولدان تنبؤات مبتكرة، وتزودان بتفسيرات مقنعة للحقائق المعروفة، وينتجان اكتشافات تجريبية لم تكن لتوجد لولاهما.

Buss, 2009, p. 146

تقدم علم النفس التطوري إلى ما بعد رؤية داروين بطرقٍ عدة. كانت الفروع الأولى من التطورات النظرية في النظرية التطورية التي حدثت بعد داروين (اكتشاف الوراثة الجزيئية، والاصطناع الحديث، ونظرية الصلاحية الشاملة، وفهم التداعيات المنطقية للانتقاء الجيني). الثانية كانت قد صاغتها الثورة الإدراكية (الرؤية

أنَّ التكيفات النفسية يمكن تصورها كأجهزة معالجة للمعلومات في الدماغ)، (Tooby and Cosmides, 2005). والثالثة تلت اكتشاف مجالات جديدة، مثل النزاع الجنسي والنزاع ضمن العائلة، والتي أنارتها الثورة التطورية الحديثة...، وفي عام 1859 قدم داروين رؤيةً للمستقبل البعيد يستند فيها علم النفس على أساس جديد. ذلك المستقبل البعيد الذي تصوره داروين نحن على مشارفه. فقد تشرف علماء النفس المعاصرين باختبار الثورة العلمية التي تشير إلى إدراك تلك الرؤية.

Buss, 2009, pp. 146-47

نظن أنَّ الخلاصة الملائمة لهذه المختارات الأدبية هي بيان النصر the paean المعنون لعلم النفس التطوري الذي قاله أستاذ كرسي جونستون البارز لعلم النفس في جامعة هارفارد ستيفن بينكر Steven Pinker، مؤلف الكتب الأفضل مبيعًا، وذكر أنه أحد أكثر مائة شخص تأثيرًا في العالم لعام 2004 حسب مجلة تايم Time Magazine، وأحد المثقفين المائة الشعبيين لمجلة Prospect and Foreign Policy's لعام 2005، والذي وصل للنهائيات مرتين في جائزة بوليتزر، مرة عام 1998 ومرة عام 2003:

إنَّ علم النفس التطوري هو العلاج الشافي لمشكلتنا الأخيرة التي تمرض علم النفس التقليدي: تجنبه لمعظم السمات المذهلة للحياة البشرية الاجتماعية والعقلية المزيل للوهم عند الطلاب. حتى إن لم يقدم علم النفس التطوري علمَ نفسٍ ذا معايير تفسير كافية، إلا أنَّه أثبت قيمته بفتح المجال لأبحاث في مجالات التجربة البشرية التي لطالما كانت مذهلة للأشخاص التأمليين، لكنَّه كان غائبًا من منهج علم النفس لعقود. بدون مبالغة فقد فتح باب البحث المعاصر حول مواضيع مثل الجنس، والانجذاب، والغيرة، والحب، والطعام، والاشمئزاز، والمنزلة الاجتماعية، والهيمنة، والصداقة، والدين، والفن، والخيال، والمبادئ الأخلاقية، والأمومة، والأبوة، وتنافس الأشقاء، والتعاون، ووجهته وأرشدته أفكار علم النفس التطوري. حتى في المواضيع الأكثر

تقليديـة في علم النفس، يغير علم النفـس التطوري وجه تلك النظريات، جاعلًا إياها ذات تصـور أفضل للنـاس الحقيقيين الذيـن نقابلهم في حياتنا، وجاعـلًا العلم أكثر انسجامًا مع المنطق العام وحكمة الأجيال.

Pinker's Foreword to Buss, 2005

[انتهى الملحق]

الملاحظات

الفصل الأول:

1. هـذا كأننا نقول تعداد الصفات القابلة للتوريث التي تشـترك فيها. قد يختلف المـرء (وبعضهم يفعل ذلك فعلًا) حول كيفية تعريف مفهوم النمط الظاهري بالضبط، ولكننا لا نريد أن ندخل في هذا الخلاف: أولًا لأن التفاصيل لن تهم فيما نحن بصدده هنـا، وثانيًا لأننا نظن أن الاختلاف حول التعريفات مضيعة للوقت.
2. هذه ليست إلا قاعدة مبدئية لأن بعض التشابهات بين الأنماط الظاهرية لبعض الأنواع يُفترض أنها ثمرة التطور التقاربي convergent evolution، وسنسلم دون جدال بأن هذه اسـتثناءات عارضة للمبدأ العام، وهو أن التشـابهات في الأنماط الظاهرية يمكن تفسيرها عادة بالسلف المشترك.
3. التشـابهات بين نظريـة التطور ونظريـة التعلم بالإشـراط الإجرائي هي نمط عام متكرر في كتابات سـكينر: «تمامًا مثلما نفسـر الانعكاس غير المشـروط بالبقاء، يمكننا تفسـير الانعكاس المشـروط بـ«عَرَضيًّات التعزيز». (سـكينر 1976 ص 43). «غيَّـرت نظريـة التطور الغاية التي تظهر فـي نظام الجينات البشـري من التصميم المسـبق إلى الانتقاء اللاحق الذي يقوم على عرضيات البقاء، وغيَّرت نظرية الإشـراط الغاية التي تظهر في الفعل البشري من الإرادة أو التخطيط المسبق إلى الانتقاء اللاحق الذي يقوم على عرضيات التعزيز... تشـابه عرضيات التعزيز أيضًا عرضيات البقاء في إنتاجها للنواتج الجديدة... إن ظهور «الطفرات» ضروري جدًا في كل من نظرية التطور ونظرية الإشراط». (سكينر 1976 ص246 - 247).
4. مـا يوفق بين هاتين الطريقتين في التفكير فـي الانتقاء الطبيعي هو أن الانتواع في حد ذاته عملية يتباين فيها توزيع الأنماط الظاهرية في الجمهرة الواحدة.

5. من المهم التفريق بين «تفكير الجمهرات» (أي المنظور العام الذي يرى أن الهدف الأساسي لنظرية التطور هو توضيح العمليات التي يتغير بها التكرار النسبي للأنماط الظاهرية في جمهرة ما بمرور الوقت)، وبين فكرة أن الجمهرات هي «وحدات الانتقاء الطبيعي» (أي فرضية أن صلاحية الجمهرات لا صلاحية أفراد الجمهرات هي التي تزيد بثبات تحت الضغوط الانتقائية). أهمية «تفكير الجمهرات» مشتركة في كل النظريات المعاصرة حول التطور، ولكن على النقيض من ذلك، فالمزاعم حول وحدات التطور هي محل جدل كثير، خاصة عند مناقشة تطور الإيثار altruism (انظر صوبر وويلسون 1998).
6. وهكذا نفرق بين الوضع النفسي العام للكائن، وبين نمطه النفسي الظاهري. من المُقرَّر أن الثاني يشتمل على الخصائص النفسية القابلة للتوريث، ومن المجمع عليه أن الخصائص المُتعَلَّمة لا تندرج تحت الخصائص القابلة للتوريث.
7. تطلُّب أن يكون المؤثر والاستجابة كلاهما «قابلين للملاحظة العلنية» هو ما يجعل ارتباطية سكينر سلوكية.
8. هي قيود خاصة بمعنى أنها تفرض مطلبًا من النظريات المنافسة أكثر من مجرد قيامها بتوقعات تجريبية صحيحة عن كيفية تغير الأنماط الظاهرية عبر الزمن (أو تغير الأوضاع السلوكية العامة في نظرية التعلم).
9. لو فكرت في نظرية الإشراط الإجرائي ونظرية التطور على أنهما -حرفيًا- دالتا إدخال-إخراج، فمن الطبيعي والآمن أن تفكر في القيود «الخارجية» على أنها شروط كفاية تحكم كيفية معالجة هذه الدوال، (ومن ثمّ، بشكل غير مباشر، كيفية تطبيق هذه الدوال)، سوف نتكلم بهذه الطريقة من حين لآخر.
10. مثلًا تطلُّب أن تكون النظرية المختارة «ميكانيكية mechanistic»، و«فيزيائية physicalistic»، بغض النظر عما يفضي إليه ذلك.

11. ليس من المفاجئ أن نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي اتخذت الرأي الذي يرى أن العوامل البيئية هي أهم ما يشكل الأوضاع النفسية العامة؛ فلقد كان سكينر سلوكيًا، والسلوكيون لا يحبون النظريات التي تحتكم إلى «ما لا يمكن ملاحظته»، وبالقطع لا تحب العمليات العقلية التي لا يمكن ملاحظتها. لكن الأمر الأقل وضوحًا بكثير هو السبب الذي جعل داروين يسلّم - دون كثير تفكير - بأن مسار التطور مُقيَّد بالدرجة الأولى بالعوامل الخارجية. إن داروين لم يكن مثل سكينر منجذبًا إلى فلسفة وضعية للعلم، وهذا مهم جدًا في السياق الحالي؛ لأنه قد يكون هناك بديل طبيعي للتكيف عبارة عن تفسير للتطور تلعب فيه العوامل الداخلية الدور الرئيس، ويبدو أن هناك شيئًا كهذا بدأ يظهر تدرجيًا في حركة النماء التطوري evo-devo.

12. يزعم الداروينيون عامة أنه لا توجد خصائص «أساسية» أو «مُحدِّدة» للأنواع، وهو ما يتوقعه المرء منهم نظرًا لالتزامهم بقيد التدرج.

13. لا يعرف أحد إن كانت قابلية البقاء viability المحتملة للطفرات الضخمة صغيرة بما يكفي لاستبعاد أن يكون لها دور مؤثر في التباين الواضح بين الأنماط الظاهرية، بل لا يعرف أحد الحجم الذي يجب أن تكون عليه تلك الطفرات الضخمة الصالحة حتى تستطيع أن تؤدي ذلك الدور، ونحن لا نستطيع تخيل كيف يمكن تقدير ذلك عمليًا بشكل أكيد. أحيانًا تُطرَح هذه القضية بتشبيهها بعدم احتمالية أن يقوم إعصار في ساحة خردوات ببناء طائرة بوينغ 707، وهو ما يبدو لنا طرحًا غير مسؤول إطلاقًا؛ لأن أحدًا لا يعلم ما هي الاحتماليات في كلتا الحالتين.

14. من المختلف فيه - حتى في الحالات النموذجية للإشراط الإجرائي - مقدار انسيابية منحنيات التعلم بالضبط. ما يبدو أنه منحنيات انسيابية قد يظهر عندما تُجمع البيانات عبر مجموعات أفراد الدراسة. قد تظهر الانقطاعات التي

تنير التعلـم بالبصيرة المفاجئة insight learning عندمـا يتم تحليل البيانات لـكل فرد على حـدة. للمزيد عن هذا الموضوع وما يتعلق به، انظر غالسـتيل (Gallistel 2000، 2002).

15. هناك بالتأكيد حالات من «التقهقر» التطـوري evolutionary regression، (مثلًا السـمك الذي يعيش في الكهوف قد يفقد القـدرة على الرؤية)، ولكن هـذه الحالات تُعزى فـي الغالب إلى تغيرات في الضغـوط الانتقائية، وليس إلـى تغيـرات في العلاقة بين الانتقـاء والصلاحية؛ لأنه فـي البيئة المظلمة لا تقدم الرؤية أي ميزة تنافسية.

16. «الفاعلية» هي نسبة الاستجابات المعزَّزة إلى مجمل الاستجابات.

17. لا أحد ينكر دور الانتقاء في تطور الانزياح الاحتمالي، وتأثيرات المؤسـس ومـا يشـبهها، ولكن غالبًـا لا يكون مؤثـرًا إلا في ظروف خاصة نسـبيًا (مثل الجمهرات الصغيرة أو المنعزلة أو الصغيرة المنعزلة).

18. هناك مشـاكل شـهيرة بخصـوص إن كانت هـذه المزاعم أكثـر من تحصيل حاصـل tautology: ربمـا الصلاحيـة هي أي شـيء يـزداد بسـبب الانتقاء، وربمـا التعزيز هو أي شـيء يزيد قـوة العادة، ولكننا لن نذكـر هذه النقطة في الاعتراضات التي سنتحدث عنها.

19. المقصـود أنه في الحالتين (لو اسـتبعدنا آثار المتغيرات العشـوائية) لا تؤثر احتمالات وجود بدائل أفضل على المسار الفعلي للتطور أو التعلم، ولو كان هناك تحرك في اتجاه بعيد عن المقادير القصوى المحلية فهي صدفة بالتأكيد. ولذلك لو علقت شـبكة ربط في إحدى المقادير القصـوى المحلية، فأفضل شيء يمكن أن تفعله هو «ترفع درجة الحرارة»، أي تزيد من كثرة الاستجابات العشـوائية، التي قد يكون بعضها أكثر فاعلية من التي وصل لها النظام حاليًا. يبدو هذا بديلًا ضعيفًا لاسـتخدام البصيرة المستقبلية foresight، وهذا يمثل

عقبة كبيرة أمام الارتباطيين بعامة associationists، وللربطيين بخاصة connectionists.

20. ستبدو لبقًا راقيًا لو قلتَ في حفلات مختلطة إن الانتقاء الصناعي هو (مجرد) نوع من الانتقاء الطبيعي، ولكنه ليس كذلك، وخاصة إن كان داروين محقًا في أن الانتقاء الطبيعي لا يمكن أن يتم بواسطة السببية العقلية.

21. ذكرنا ذلك التنويه بين القوسين لأنه من الممكن إنكار أن الأسباب العقلية كلها ممثِّلة، فقد يكون الألم والإحساس وما شابه أسبابًا، وقد لا يكون بعضها أو كلها تمثيلات عقلية. هناك جدل حامي الوطيس حول هذا في الكتابات الفلسفية، ولكننا سنتجاهل كل ذلك في الصفحات التالية. في هذا الكتاب ستعني كلمة «عقلية» دائمًا «إرادية وقصدية وتمثيلية»، ما لم ننوه بعكس ذلك بوضوح.

22. انظر الهامش رقم 3 «غيَّرت نظرية التطور الغاية التي تظهر في نظام الجينات البشري من التصميم المسبق إلى الانتقاء اللاحق الذي يقوم على عرضيات البقاء» (سكينر 1976 ص246 - 247).

23. باستثناء نظريات العقل ونظريات التطور لا نعلم أي نظرية علمية جادة أخرى مبنية على نموذج إنتاج وترشيح عشوائي إلا النظرية الكلاسيكية للسوق، التي ترى أن منتجي السلع منتجون ذوو كفايات عشوائية، وأن المستهلكين يختارون من بين المنتجات تبعًا لمبادئ تنظير عقلانية في اتخاذ القرار. (طبعًا كان داروين منتبهًا تمامًا للتشابه بين نظرية السوق وبين تفسيره للتطور)، أما كون التشابه شيئًا مطمئنًا لأتباع أي من النظريتين فأمر قد يدور حوله جدل.

24. على كل حال سكينر لا يقصد ذلك بالتحديد، فهو يذكر بوضوح أن نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي «تفترض الكائن السليم المكتمل»، وهذه الصياغة الأخيرة تسمح باحتمالية وجود خصائص غير شرطية (أي فطرية) في

الأوضاع النفسية العامة التي تعمل عليها نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي. يفترض سكينر أنه لو وجد شيء كهذا فسوف يتكون نفسه من أزواج مؤثر واستجابة، وستكون انعكاسات بافلوف Pavlov غير الشرطية نموذج ذلك.

25. بما أن نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي تعمل تحت قيد التكرارية، فسوف تنطبق كذلك على عدد لا يحصى من الأوضاع النفسية العامة التي تكون فيها قوة الارتباط بين المؤثر والاستجابة أكثر من الصفر اعتباطيًا، وستكون هذه الأوضاع النفسية العامة نفسها ناتجة عن تلقي معزِّزات سابقة.

26. على النقيض كان هيوم Hume وهال Hull يريان أن قوة الارتباط عُرضة لمبادئ التقارب contiguity والتشابه، على الرغم من أن هذا الأمر يبدو الآن قديمًا للغاية، ولكنها كانت قضية في ذلك الوقت.

27. يجب أن توفق نظرية التطور ونظرية التعلم بالإشراط الإجرائي بين التدرج وبين فرضية الإنتاج العشوائي للأشكال الجديدة التي تختار المتغيرات البيئية من بينها، والنظريتان تفعلان ذلك بنفس الطريقة بالضبط، عن طريق افتراض أن عشوائية العمليات الإنتاجية هي عبارة عن تنويعات جاءت من وسط سلفي، فلو كانت فراشات الجيل الأول بنية محمرة، فسوف تتضمن فراشات الجيل الثاني فراشات لونها الأحمر يغلب لونها البني، وفراشات أخرى لونها البني يغلب لونها الأحمر، ثم ستختار الضغوط الانتقائية من بين هذين النوعين، وهكذا توجه اللون الأساسي لنسل الجيل الثاني في اتجاه لون من الاثنين.

28. معنى «التعبير expressing» واسع جدًا، إلا أنه من الواضح أنه ليس علاقة واحد إلى واحد على الإطلاق: من الخطأ أن نتكلم عن الجين «المحدد» الذي «يتسبب» في صفة ظاهرية ما، أو الصفة الظاهرية «المحددة» التي تعبر عن جين ما، ولمزيد من الكلام الدقيق حول هذا اقرأ فيشر Fisher 2006.

29. التفكير المتوازي كان هامًا جدًا بالنسبة للنقاشات البعيدة تمامًا عن نظريات التعلم ونظريات التطور. انتاب أهل الإبستمولوجيا القلق لقرون طويلة حول كيف أنه يمكن أن تكون معتقداتنا الحالية صحيحة إن كان العالم لا يستمد حقيقته من العقل، أو - على الطرف الآخر - لو كان العقل «نشطًا» في عملية تثبيت المعتقدات. يظل نقد كانط الأول Kant's First Critique المحاولة الأكثر جدية في التوفيق المطلوب بين الصورتين، ولكن قليل من الناس يظنون أنه قد نجح.

الفصل الثاني:

1. نرى البيانات التجريبية، ودراسات المُحاكاة الحاسوبية، عن الانتقاء الطبيعي المباشر المؤثر في الطفرات الجينية العشوائية، تُنشر في أكثر المجلات البيولوجية اعتمادًا كالتي ذكرت في هذا النص (مارس 2009). اطلع على سبيل المثال على Teo'tonio et al. (2009)، كمثال واحد فحسب من بين أمثلة أخرى كثيرة.
2. نقلًا عن خبير في تاريخ نظريات التطوّر: «تركّز نظرية داروين في الانتقاء الطبيعي... على ضغط الطبيعة الثابت عندما تكون التغيّرات بطيئة جدًا... لا يمكن لاتجاه أن يُفرض على التطوّر من قبل عوامل داخلية في الكائنات، لأنّ الاختلاف الذي يعمل عليه الانتقاء يعدّ عشوائيًا، بمعنى أنّه يتألف من تعديلات بنيوية مختلفة كثيرة وعديمة الهدف كما يبدو. تقرّر الطبيعة من عليه أن يعيش ويتكاثر، ومن عليه أن يموت، وبالتالي تحدّد الاتجاه الذي تتطوّر فيه الجمهرة... في مثل هذه القصة، يعدّ مسار التطوّر مفتوحًا بلا نهاية وغير مُتوقّع، لأنّ كلّ جمهرة مُعرّضة للتغيّرات في بيئتها المحلية، أو قد تصادفها بيئات جديدة كليًا نتيجة للهجرة» (Bowler, 2003, pp. 10-11). نقرّ بجزيل الشكر للبروفيسور توماس لندل Thomas Lindell من جامعة أريزونا لهذا التعليق).
3. قُدّم التعبير «توازن متبدّل shifting balance» إلى نظريّات التطوّر من قبل سيوال رايت Sewell Wright عام 1932 (Wright, 1932)، وهذا هو العنصر في «اليد الخفية invisible hand» الذي ساقه داروين بنفسه ربّما من آدم سميث Adam Smith وتطوّر الأسواق الحرّة. ظهر التعبير في كتاب سميث ثروة الأمم The Wealth of Nations، وفي كتابه نظرية المشاعر الأخلاقية The Theory of Moral Sentiments، مع أوصاف مختلفة قليلًا.

4. يسمح برنامج حاسوبي ذكي وبسيط يسمّى NetLogo بتصوير تطوّر الحالات النموذجية خطوة بخطوة، والحدس المُسبق لا يسمح بتوقّع النتائج.
5. يلزمنا طرح تحذير هنا، لن يفترض متبع الداروينية الحديثة أنّ صعود التلة مُرجّحٌ لأن يُنتج سمة جديدة تتطلب تغيّرًا في أساس واحد، كما هو مرجّحٌ بأن يُنتج سمة جديدة تتطلب تغييرات في عشرة أسس. لا تنبثق السمات باحتمالات متساوية من «مساحة سمة trait space» منبسطة ومنتظمة، فعديد من الفوارق الاحتمالية، والحسابات، كانت جزءًا من الصورة المعترف بها رسميًا (Rice, 2004)، ولكنّنا نعتقد أننا معذورن لعدم التطرّق لهذه الفوارق هنا. الصفة «العمياء» للاختلاف الداخلي بواسطة الطفرات يعدّ في الواقع مكوّنًا بارزًا في الصورة الداروينية الحديثة (انظر خاصة Dawkins, 1986). أن تحصل على الكثير (أشكال حياة عالية التعقيد كثيرة) من القليل جدًا (مصدر تنوّع أعمى)، يفترض أنّه فخر الداروينية الحديثة، وجوهر (بتعبير دينيت Dennett) «فكرة داروين الخطيرة» (Dennett, 1995) (على القارئ أن يحذر: يعتقد دينيت أنّها فكرة مدهشة – ربّما أفضل ما يمكن أن يفكّر به المرء؛ انظر أيضًا Dennett, 2007). باختصار، يفترض أنّ الاختلاف الداخلي بواسطة الطفرات يعدّ عشوائيًا تمامًا فيما يتعلق بالبيئة الانتقائية؛ ولا يوجد «نظرة مسستقبلية» في اختيار أيّ الطفرات سيتمّ إنتاجها. لن نقدّم أكثر من هذا القدر، رغم أنّ علم الإبيجنيتك أو ما فوق الجينات epigenetics (انظر أدناه) يبدو أنّه يقترح أحيانًا قصة مختلفة عن ذلك.
6. المشكلة الاختصاصية الهامة التي تستحق الذكر هنا هي أنّ هذه التوضيحات تمثل المُشاركة بين تواترات الجين وتواترات المُشاركة بينها، وتمثل المُشاركة بين معدّل التوالد عبر نمط جيني rate of reproduction by a genotype ،

ومعدّل التوالد لذلك النمط الجيني rate of reproduction of that genotype، (لنقد تفصيلي لهذه الالتباسات في النماذج الأساسية للصلاحية الداروينية Darwinian fitness، اطلع على Ariew and Lewontin, 2004).

7. من أجل تطبيق لمنظورات الصلاحية (فلتساعدنا السماء) في شبكات الإمداد الصناعية، اطلع على Li et al. (2008).

8. من أجل تقييم وسطي حديث لدفاع هولدين Haldane، اطلع على Ewens (2008).

9. نقرأ في مراجعة مميزة باكرة (1985) للقيود النمائية في التطوّر ما يلي: «[في التطوّر التكيفي] يحدث غالبًا أنّ التغيّرات الصغيرة في النمط الجيني تسبّب غالبًا تغيّرات صغيرة في النمط الظاهري، وتلك التغيّرات الجينية المبدّلة لسمة واحدة لا تؤدّي دائمًا إلى تغيّرات شديدة سيئة التكيف maladaptive في سمات أخرى. إن كانت التلاؤمات المعقدة المشتملة على جينات كثيرة ستتطوّر بالانتقاء الطبيعي، عندها يكون من الممكن لسمات مفردة أن تتبدّل دون التشويش على السمات الأخرى، وذلك بشكل يخفّض الصلاحية الكلية...، لكن التطور فيه أكثر من مجرّد زيادة في التلاؤم، وهنالك أنواع مختلفة من القيود النمائية الرابطة بين السمات المختلفة». (Maynard Smith et al., 1985, p266 قد أضيف التأكيد بالخط السميك). سنعود لهذه الورقة البحثية لاحقًا.

10. ذكر أصل هذه القصة في مقالة ويكيبيديا «Bert & I» (انظر http://en.wikipedia.org/wiki/Bert_and_I تاريخ الدخول ديسمبر 2017)

11. ذُكِّرنا حديثًا (أكتوبر 2008) بأهمية تتاليات الـDNA غير المنقطعة unabated في افتتاحية لمجلة ساينس Science، والتي تحمل العنوان «إنّه التتالي، يا غبي! (It's the sequence, stupid!» (Coller and Kruglyak, 2008). باختصار، يوضّح زرع كروموسوم بشري بكامله (الكروموسوم 21) في

خليـة فأر، والتي تحتوي أيضًا على المتممة الكاملة من جينوم الفأر، أنّ تتالي الـDNA التنظيمي، وليس أيّ عامل آخر خاص بالنوع، هو ما يؤلّف المحدّد المفرد الأهم في التعبير الجيني (Wilson et al., 2008).

12. ابتكر هذا المصطلح في أواسط تسعينيّات القرن الماضي من كلمتي «التطوّر evolution» و«النمـاء development»، باعتبارهمـا وجهيـن لعملة واحدة، وأصبـح المصطلح ناجحًا على الفور، وهو الآن عملة متداولة في البيولوجيا الخاصة وفي التبسيط العلمي.

13. تتوفـر شـروحات ممتـازة ومتاحـة الآن: West-Eberhard, 2003؛ Kirschner and Gerhart, 2005؛ Carroll, 2005, 2006. جـاء تقديـر هام مبكّـر مع جائزة نوبل لعام 1995 في الفيزيولوجيا، أو الطب لـ Lewis، وNüsslein-Volhard، وWieschaus. (انظر Lewis et al., 1997).

14. هنالـك على الأقل 282 جينًا في البشـر ترتبط بشـكل ما بالإعاقـة العقلية، ومنها 16 ٪ لديها أنداد orthologues (جينات مطابقة بدقة، بالموقع والتتالي والوظيفـة) في ذبابـة الفاكهـة (Restifo, 2005). تجرى دراسـات تفصيلية للأسـباب العصبية لأشكال خاصة من الإعاقة العقلية لدى الأطفال (متلازمة نونان Noonan syndrome) عبر «تعطيل knocking out» جينات مطابقة في الفأر، وبدراسـة الدور النمائي لجينات مماثلـة analogous في ذبابة الفاكهة (Gauthier et al., 2007).

15. حدث مبكرًا منذ عام 1992، بيان أن نقل الجين الرئيسي البشري (HOX4B) يُنتج تعبيرًا نوعيًا بالرأس في أجنة الدروسـوفيلا Drosophila (ذبابة الفاكهة) (Malicki et al., 1992).

16. قدّم حديثًا مايكل شـيرمان Mickael Sherman من جامعة بوسـتون فرضية جريئة عن جينوم شـامل، يقول: «أقترح [فرضية] جينومًا شـاملًا يرمّز لجميع

البرامج النمائية الرئيسية والأساسية لشعب مختلفة من المتزوا Metazoa (الحيوانات التوالي) التي برزت ككائنات وحيدة الخلية، أو كائنات بدائية متعدّدة الخلايا، قبل العصر الكامبري بفترة قصيرة...شعب المتزوا، جميعها ذات جينومات متشابهة، رغم ذلك فهي مختلفة جدًا لأنّها تستخدم مشاركات خاصة من البرامج النمائية. في هذا النموذج تنبّؤان رئيسيّان، الأول أنّ قسمًا معتبرًا من المعلومات الجينية في الأصانيف (جمع أصنوفة taxon) الدنيا من المفترض أنّها عديمة الفائدة، ولكنّها تصبح مفيدة في الأصانيف العليا، والثاني أنّه من الممكن تفعيل بعض البرامج النمائية المعقدة الكامنة لدى الأصانيف الدنيا، مثلًا برنامج نشوء العين أو تصنيع الأجسام المضادة antibody في قنفذ البحر» (Sherman, 2007).

17. من أجل القطبية العكسية opposite polarity في نشوء الأجهزة العصبية في الحشرات والفقاريات، اطلع على Sprecher and Reichert (2003).

18. في الفصل الثامن الكثير من النقد لهذا التصور الخاطئ بأن «مشاكل» تطورية يفترض أنها قد «حلت» من قبل النوع. (يعثر على اعتبارات ذات صلة في Pigliucci 2009a, page 223).

19. كانت أوّل إعادة إنتاج مختبرية لحدث تطوّري معقول من قبل Ronshaugen وزملائه (2002).

20. نريد أن نشير هنا، وليس أن نفصّل، إلى التماثل الوثيق بين المفهوم بأنّ أشكالًا مختلفة من الحياة قد نشأت عن الاختلافات في العمليات التنظيمية المؤثرة في الجينات ذاتها (أو المتشابهة جدًا)، والفكرة بأنّ الاختلافات البارزة في لغات العالم قد تكون نشأت نتيجة لتغيّرات في مجموعة صغيرة من «المتثابتات parameters» المؤثرة في المبادئ اللغوية الأساسية ذاتها (أو المتشابهة جدًا). (من أجل استعراض حديث، اطلع على Chomsky, 2009؛

ومن أجل استعراض كلاسيكي، اطلع على Chomsky, 1981؛ ومن أجل إحدى الحالات التفصيلية الأولى، اطلع على Rizzi, 1989). من الواضح أنّ اقتراح تشومسكي Chomsky الأوّل (في محاضرات في جامعة MIT عام 1978 و1979) قد أخذ إلهامه من أفكار الباحث في الجينات (والحائز على جائزة نوبل) الفرنسي فرنسوا جاكوب François Jacob عن كيف يكون من المحتمل لأحداث إعادة ترتيب طفيفة لتوقيت وتنظيم دارات تنظيمية أن تؤدي لاختلاف بين الفيل والذبابة؟ (انظر أيضًا Chomsky, 2009).

21. حدّد حديثًا عامل نمائي بشري فريد (معزّز جيني gene enhancer يسمّى HACNSI) مسؤول عن التكوين الخاص لأطراف الإنسان، وذلك بالمقارنة مع العامل المطابق له في الفئران المعدلة وراثيًا، وقردة ريسوس rhesus، والشمبانزي (Prabhakar et al., 2008).

22. من أجل مراجعات شاملة حديثة، اطلع على Mattick, 2005؛ وAmaral and Mattick, 2008؛ وMattick and Mehler, 2008؛ وStefani and Slack, 2008.

23. يخضع RNA المرسال لتعديلات ومعالجات عديدة (خاصة الوصل splicing، انظر أدناه)، و«يترجم» بعدها في الريبوسومات إلى تتالٍ من الحموض الأمينية يُسمّى عديد الببتيد polypeptide، وأخيرًا يعطي طوي هذا التتالي هيئة ثلاثية الأبعاد، وهي البروتين الذي يُقال إنّ الجين «يُشفّر code» عنه. درست العلاقة المعقدة بين التتالي الخطي للحموض الأمينية، وهيئة البروتين ثلاثية الأبعاد بنشاط لعقود من الزمن، لكنّها لا تزال إلى اليوم محيّرة (من أجل تطوّرات حديثة عن «عقد knotting» سلسلة عديد الببتيد، اطلع على Mallam et al., 2008).

24. اقترح حديثًا، اعتمادًا على أدلة مثبتة ونظريات سليمة، أنّ البنية الداخلية للخلايا الحية (باستثناء البكتيريا) تشبه بصورة وثيقة بنية الزجاج (Trepat et al., 2007)

(نقدّم شكرنا للبروفيسور فيرناندو مارتينز Fernando Martinez من جامعة أريزونا لجذب انتباهنا لهذه الفكرة المثيرة). قدّمت مقترحات أخرى عمومًا عن بنية «زجاجية glass-like» لمنظورات الصلاحية في نموذج رياضي للانتواع speciation من قبل Heo et al. (2009).

25. اطلع على الفصل التالي عن تجارب كونراد وادينجتون Waddington الرائدة.

26. دفع التحليل الحديث للأثر الدارئ للطفرات بواسطة البروتين HSP90 في نبات رشاد أذن الفأر Arabidopsis thaliana الباحثين إلى القول: «تقوّي هذه النتيجة معقولية المقترحات السابقة بأنّ البروتين HSP90 قد يلعب دورًا هامًا في تعزيز معدّل التغيّر التطوّري، وفضلًا على ذلك نفترض أنّ مزيدًا من الاختلافات الجينية قد تكون متاحة لتبديل النمط الظاهري أكثر ممّا تقدّمه عمومًا الدراسات الجينية الكمية». (Sangster et al., 2008, p. 2973). أما جوابهم عن السؤال البسيط كم من السمات يمكنها أن تتأثر فهو «تقريبًا كلّ واحدة». «نوضّح أنّ الاختلاف الجيني الطبيعي المستجيب للـ HSP90 يمكن أن يُلاحظ في نبات A. thaliana بتكرار يعادل أنّ كلّ سمة تقريبًا من المتوقّع أن تتأثر».

27. بديهيًا وبافتراض أنّ جينًا ما يحوي عشرة إكسونات، ففي حالة ما (نموذجيًا في نوع واحد من الأنسجة) تنتسخ جميعها، ويعبّر عنها بذلك الترتيب، بينما في حالة أخرى (في نوع آخر من الأنسجة) يمكننا الحصول مثلًا على التتالي 1، 2، 5، 6، 7، 8، 9، 10، بينما في آخر نحصل على 1، 2، 3، 5، 7، 8، 9، 10 وهكذا، فالطفرة التي تؤثر في إحدى الإكسونات، ستؤثر في جميع البروتينات التي تعبّر فيها، وبالتالي تؤثر في نسج عديدة معًا.

28. تنصّ صيغة مناسبة وضعها Schmucker و(2009) Chen أثناء مراجعة البيانات من الوصل المتبادل لعدد من الجينات المتعلقة بالجهاز المناعي، والتوصيلات

العصبيـة، والتصـاق الخلايا ببعضها، فـي أنواع مختلفة علـى التالي: «جينات معقدة في حيوانات بسيطة، حيوانات معقدة ولكن بجينات بسيطة».

29. يبـدو أنّ الوصل المتبـادل يتّصل أيضًا بعملية (تسـمّى اختصاصيًـا «التذييل بعديـد الأدينيـلات polyadenylation»)، حيـث تضـاف فيهـا مجموعات كيميائيـة (الأدينين adenine) في نهاية الـmRNA للمسـاعدة في حفظ ثباته، ويبدو أنّ كلا العمليّتين (الوصل المتبادل والتثبيت) تنظّمهما آلية مشتركة.

30. التحـوّل الجيني المنحاز BGC ليس الآلية الوحيدة في تصوّر دوفر الأصلي، بينمـا هنالك أيضًـا التحوّل الجيني غيـر المنحاز، وهي عمليـة ذات تأثيرات مماثلة للـ BGC بالأساس، ولكن على مدى أزمة تطوّرية أطول بكثير.

31. بالأخـص جيرالـد إدلمـان Gerald Edelman، الـذي روّج في كتـب عامة (مثلًا Edelman, 1987)، ومقـالات اختصاصيـة، عن نظريته «نظريـة انتقاء المجموعة العصبونيـة theory of neuronal group selection (TNGS)»، كمـا افترضـت آليات داروينية «داخلية» شبيهة لنشوء الدماغ من قبل الباحث الفرنسي في البيولوجيا العصبية. (جان-بيير شانتوكس Jean-Pierre Changeux Dehaene et al., 1987).

الفصل الثالث:

1. هنالك مراجعة قصيرة وممتازة للتنظيم الجيني في الكائنات الراقية (حقيقيات النوى) على الرابط:
http: / /users.rcn.com /jkimball.ma.ultranet /BiologyPages /P /Promoter.html
(تم دخول الموقع في سبتمبر 2009).
2. لنتذكر التصنيف البيولوجي، من الأعلى إلى الأسفل، مع ذكر بعض الأمثلة المعروفة لكل مجموعة. يعود هذا التصنيف تاريخيًا إلى كارل لينوس (1707 - 1778):
النطاق (البكتريا الحقيقية، البكتريا القديمة، حقيقيات النوى)
المملكة (الأولانيات protista، الطلائعيات chromista، الفطور، النباتات، الحيوانات، التوالي metazoa)
الشعبة (الحبليات، مفصليات الأرجل، الرخويات، الحلقيات، شائكات الجلد)
تحت الشعبة (حبليات الذيل، حبليات الرأس، الفقاريات، القشريات)
الصف (الثدييات)
الرتبة (الرئيسيات)
الفصيلة (الليموريات)
الجنس (الليمور)
النوع (الليمور حلقي الذيل)
3. حصل جدال مثير في مجلة ساينس بين ديفدسون وإروين ضد جيري أ. كوين وهو مدافع عن الداروينية الأكثر تقليدية، حيث شكك في هذه الافتراضات وادعى أنه يستطيع إثبات أن الانتقاء الطبيعي كافٍ لتفسير نشأة الشعب

الجديـدة. قال كوين على نحو مميز (ومربك) إنه «من غير المرجح ممارسـة الطفـرات الكبيرة دورًا مهمًا في التغير التطوري الرئيسـي» (كوين، 2006). انظر رد إروين وديفدسون (2006)، وانظر أيضًا كوين (2009).

4. بالطبع لم يزعم أحد أبدًا أن التغايرات تنشـأ كليًا على نحو عشـوائي. كما قلنا سـابقًا، حتى في الصـورة الداروينية الحديثـة المعترف بها، فإن نشـوء تغاير ناتج عن، لنقل، عشـر طفرات، أقل احتمالًا من نشـوء تغايـر ناجم عن طفرة واحدة فقـط. ولقد افترضت هذه الطـرز الاحتمالية المتفاوتـة كمعيار، لكن السمة «العمياء» للطفرات، ونوع من «المحرك» العشوائي في جذور التغايرية الجينية، هما لب هذه الصورة.

5. لكنهـم لـم يخبرونـا أن الآلية التـي تطورت بها هـي الانتقاء الطبيعي. تشـير الداروينيـة إلى المذهـب البيئي، لكن العكس غير صحيـح، وهذا الأمر مهم لأننا كما سـنرى فـي الفصول اللاحقة، مازالت هنالك أشـياء خاطئة جدًا في مذهب الانتقاء حتى مع افتراض صحة المذهب البيئي.

6. يتصل هذا بشدة بفكرة الفراغات بين الأقواس التطورية، التي سنعود إليها في الفصل السادس.

7. طور هؤلاء المؤلفون اعتبارات مثيرة للاهتمام، مسـتندين إلى بيانات تجريبية ونمـاذج رياضيـة دقيقة. «النتيجة الأكثر اتسـاقًا لأكثر مـن عقدين من التطور التجريبـي هي أن ملائمـة الجماعات المتكيفـة لبيئة ثابتة لا تـزداد بلا نهاية، إنما تصل إلى هضبة وتسـتقر. باستعمال التطور التجريبي بفيروسات بالعات البكتريا «باكتريوفاج»، أظهرنا هنـا أن العكس صحيح أيضًا. ففي الجماعات الصغيرة كفاية بحيث يتغلب الانزياح على الانتقاء ويسـبب نقصان الملائمة، تنحـدر الملائمـة إلى هضبة وتسـتقر. لا بـد أن كلا الظاهرتيـن ترجعان إلى تغيرات في نسـبة الطفرات المفيدة إلى الطفرات المهلكة. وبالعكس لا يتغير

حجـم تأثيـرات الطفـرات إلا قليلًا، حتى لـو تغيرت ملائمة الكائـن أضعافًا مضاعفـة (زيادة بـ 300 رتبة في هذه الحالة)، (سـيلاندر وزملاؤه، 2007). ثبت أن حجم الجماعة الكلي هام جدًا في تحديد إمكانية تثبيت أو اختفاء كلًا من الطفرات المفيدة والضارة.

8. انظر شلوسر (2004).

9. يمكـن إيجاد دفـاع قوي عن فكـرة أن الوحـدات النمائية الديناميكيـة قد تكون الأساس لانفجار أشكال الحياة في العصر الكمبري في نيومان وبهات (2008).

10. نـرى أن تعريف فكرة الوحـدات النمائية والتطورية ليس بسـيطًا جدًا فعليًا، لكنه سـهل الفهم بالحدس. لنقل إن المكونات تنتمي إلى وحدة عندما يكون التواصل مع بعضها البعض أسـهل، مقارنة بالتواصل مع أي شيء آخر. تخيل هيئة محلفيـن لديها متحدث: يمكن أن يتكلم الأعضـاء مع بعضهم البعض، لكن المتحدث فقط هو من يمكنه التحدث للقاضي.

11. في ذبابة الفاكهة، يمكن تنمية قرون استشعار حيث تنمو ساق عادة، أو يمكن تنمية أساسات عين في أي مكان آخر بتفعيل المعقد الجيني Pax6.

12. بروتين BMP4 (بروتين مخلق للعظم واسـع الانتشار)، والعامل CaMKII (كيناز الكالمودولين 2).

13. كالعـادة لا نقول إننـا أصبنا فيما أخطأ بـه أتباع المذهب البيئـي. فكرتنا هي فقـط أنه عكـس المزاعم التي نسـمعها كثيرًا؛ من أن الداروينيـة الجديدة هي اللاعب الوحيد في الملعب، هنالك في الواقع بدائل ممكنة جليّة، ولا يعرف أحد كيف يعمل التطور بالضبط، لذا فأتباع المذهب الداخلي يسردون أحيانًا «مجرد قصص» أيضًا.

14. رغـم أن التغير التطوري، والإقليم الجغرافي الحيوي، والبيئات القديمة، قد مارسـت أدوارًا في التطور التصنيفي للعصـر الإيديكاري، إلا أنه لا يبدو أنها

قد تحكمت بالمجال الكامل لفضاء الأشكال المحقق، الذي يبدو ثابتًا مقارنة بالفروق التصنيفية الملحوظة. بالتالي حصلت تغيرات في التنوع التصنيفي عبر الزمن، فيما بقي مجال الفضاء الشكلي ثابتًا نسبيًا، ولا بد أنه قد أثر على البنية الداخلية لفضاء الأشكال. (شين وزملاؤه، 2008).

15. يمكن إيجاد أحد الإثباتات الحديثة لانقطاع العمليات التطورية في ثايسن (2009)، (وهي ملاحظة شاذة بشكل واضح، ومقصود في الاحتفالات الداروينية بمرور مائتي سنة). لنتذكر إحدى فقرات داروين المقتبسة كثيرًا والحزينة (بالنظر للوراء) والتي نسخناها في بداية هذا الكتاب: «لو تمكن أحد من إثبات أن أي عضو معقد لا يمكن تشكيله عبر عدة تعديلات طفيفة متعاقبة فستنهار نظريتي تمامًا». (داروين 1859، ص. 194).

16. نديـن (أكثر من مرة) لريتشارد لونتين لإصراره الصحيح على مدى سنين عديدة على الأهمية الخطيرة لافتراض التعدي transitivity في تفسيرات أتباع المذهب التكيفي.

17. تعني الروكبة epistasis أن نتائج طفرة ما على النمط الظاهري تعتمد على الخلفية الجينية (التسلسل الجيني) التي تحصل فيه...، وهذه الفروقات هامة جدًا في سياق الانتقاء. الطفرات التي تبدي روكبة متضاعفة، أو لا تبدي أي روكبة، هي طفرات مفضلة دائمًا (أو غير مفضلة دائمًا)، بغض النظر عن الخلفية الجينية التي تظهر فيها. وعلى العكس، يمكن أن يرفض الانتقاء الطبيعي الروكبة المعاكسة، حتى لو كانت مطلوبة في النهاية لزيادة الملائمة. بعبارة أخرى، بعض طرق الحالة الأفضل عندها قصور في الملائمة، في حين تزداد الملائمة في طرق أخرى بصورة ثابتة. عندما تحتوي كل الطرق بين تسلسلين قصورًا في الملائمة، توجد قمتان منفصلتان أو أكثر. يدل وجود عدة قمم على روكبة عكسية تبادلية، ويمكن أن تسبب تثبيطًا شديدًا للتطور.

فالروكبة السلبية التبادلية حالة ضرورية لتعدد القمم، رغم أنها لا تضمن حصول ذلك. يمكن أن ترتبط قمتان بطريق من الملائمة المتزايدة متضمنًا طفرات في موقع ثالث». (بويلويجك وزملاؤه، 2007، ص.383).

18. يصر ريتشارد لونتين وهو محق، على القيمة الأكبر لهذه الاستعارة المختلفة.

19. أجري تحليل جيني للهيدرا متعددة المجسات (والغنية بالأساطير)، وذلك على 16 نمطًا مختلفًا من الهيدرا، من 15 أمكنة منفصلة باتساع، ومتمايزة بيئيًا في الهند، فتبين أن التكيف المحلي نجم ببساطة عن تشغيل جينات معينة، على نحوٍ معتمد على المتطلبات البيئية. (راستوجي وباندي، 1992، هوينغسبيرغ، 2002).

20. ميز سيوال رايت (رايت، 1931) منذ فترة طويلة المقتضيات المميزة لهذه الأنظمة على فعل الانتقاء الطبيعي.

21. في ردهم على كوين، أعلن إروين وديفدسون مؤكدين على أنهما «لم يرفضا في أي مكان من ورقتهم العلمية الانتقاء الطبيعي، لأنهم يدعمونه».

22. هنالك حاليًا لدى أتباع المذهب التكيفي، حالة إعادة بناء واحدة فقط للأنماط الظاهرية البشرية مدعومة جيدًا: وهي الوقاية من الملاريا نتيجة الزيجوت متغاير الألائل heterozygotes لجين الهيموغلوبين المنجلي S. وهنالك حالة أخرى أضعف بكثير وهي الفيتامين د، وعلاقة الجلد الفاتح بقلة التعرض لضوء الشمس. بعكس العديد من مزاعم علماء النفس التطوريين، لا توجد حالة واضحة أبدًا في مجال السلوك والإدراك البشري. (انظر لونتين، 1998).

الفصل الرابع:

1. تدعى هذه التنوعات فوق ثنائي الصدر ultrabithorax وهو اسم يناسبها جدًا، ويدعى الجين الأساسي المتحكم بهذا السبيل النمائي Ubx. ومن الحالات الأخرى المثيرة للاهتمام لقابلية تبدل التفاعلات تجاه التغيرات الخارجية المفاجئة والتغيرات الجينية، هي أن الأنماط الظاهرية الناتجة عن الطفرات الطفيفة المميزة جدًا (المتماثلة homeotic) في جين Ubx تشبه ولدرجة كبيرة الأنماط الظاهرية الناتجة عن التعرض الباكر لأدخنة الإيثر.
2. لن نوفي ريتشارد تشارلز لونتين Richard Lewontin حقه لاقتراحاته التي أدلى بها على كامل هذا القسم.
3. وفي عمل لاحق لجون إم رندل Rendel (Rendel, 1968, 1969) (خصوصًا الذي ركز فيه على طفرة «الترس scute» في ذبابة الفاكهة)، بيَّنَ جون وجود جينات تدرأ النمو، وبالتالي فإنَّ التغيرات الداخلية الطفيفة والتغيرات الطفيفة في البيئة الاعتيادية ليس لها تأثير على النمو ضمن مسار الظروف. لكن التغير المفاجئ الشديد في البيئة من ناحية أخرى يكشف عن تأثيرات للتنوع المبطن، ما يؤدي إلى إخراج بضعة أفراد من الكائنات خارج منطقة الدرء buffering. لا تقوم بعض الجينات في جينوم تلك الأفراد بمثل هذا العمل، ومع التربية الانتقائية المتكررة يزداد اختلاف هذه الجينات، ويخرج المزيد والمزيد من الأفراد كليًا من منطقة الدرء، ويصبح بإمكانهم إنتاج ذراري شاذة، دون الحاجة لأي تغير مفاجئ شديد في البيئة. أشار جون إم رندل، وريتشارد تشارلز لونتين، أنَّ هذا هو تفسير ما سماه كونراد هال وادينجتون تسمية مناسبة بـ « الاستقناء الجيني، أو المتانة الجينية»، و«الاستيعاب الجيني».

4. يمكن صياغة الادعاءات بـ: لم نكتشف بعد الدور التكيفي لهذه الأنماط الظاهرية. يميل أنصار التكيفية لطرح مثل هذه الادعاءات، لكننا نأمل اقتراح أنَّه من المرجح ألا يكون لهذه الأنماط الظاهرية أي دور تكيفي على الإطلاق. الديناميكيات المعقدة للانتقاء المتكرر، والتربية المتقاطعة على أجيال متعاقبة في المختبر، تكشف طفراتٍ صامتةً سابقة، وتحفز تلك الجينات سبلًا تنموية مختلفة، تسبب ظهورَ أنماطٍ ظاهرية جديدة، ولا توجد حاجة لعملية تكيفية، وبلا شك قد حصلت ظواهر مماثلة في التطور.
5. سنعود لهذه القضية في الفصل الثامن.
6. لمعالجة رياضية كاملة راجع Rice (2004).
7. نحن مدينون لريتشارد لونتين للفت انتباهنا لهذه الحالة، ولتعليقاته واقتراحاته على المسودة الأولية لهذا القسم.
8. استطاعت سلالتان بدئيتان فقط من أصل أربع هضم السكر 2، وقد أُخذت هاتان السلالتان وجرب عليهما انتقاء لاحق للسكر 3، أظهرت إحداهما أنَّه من المستحيل الحصول على السلالة المطلوبة، وبالمحصلة توجد عدة نهايات مسدودة بعد المرحلة الأولى، ونهاية مسدودة واحدة بعد المرحلة الثانية.
9. نُشرت مؤخرًا إحدى الحالات البارزة الأخرى لدور الحالة الطارئة في التطور (Blount et al., 2008). فبعد مراقبة 31،500 جيل في 12 جمهرة متطابقة لجراثيم الإشريكية القولونية، ظهر أخيرًا تنوعٌ قادر على استخدام السيترات. خلص هؤلاء المؤلفون إلى أنَّها قد تكون طفرة عادية، لكنها طفرةٌ كان ظهورها الجسدي (أو تعبيرها في النمط الظاهري) طارئ على الطفرات السابقة في تلك الجمهرة. ولقد قالوا: «... تطور هذا النمط

الظاهـري كان طارئًا في التاريخ المعين لتلك الجمهرة. وعلى العموم نقترح أنَّ تلـك الحالة الطارئـة التاريخية هي ذات أهمية، خاصة عندما تسـاهم في تطـور أمور أساسـية جديـدة لا يمكن أن تتطور بسـهولة عن طريـق الانتقاء التراكمـي التدريجـي». (ص. 7899). تدعم أهمية الحالـة الطارئة (والتي تعد الآن ذات أهمية كبيرة في علم الأحياء الصحيح) اقتراحنا أنَّ التفسـيرات التطوريـة القائمـة علـى التكيـف والانتقاء الطبيعي ليسـت في نفـس بوتقة القوانين العلميـة الصحيحة، إنما بالأحرى في بوتقة التفسـيرات التاريخية، (راجع الفصل التاسـع)، (اقترح دارْسِـي وِنْتوُورث طومسـون ببصيرة نافذة هذا بالضبط، وذلك عام 1917 في مقاله الذي لا ينسى «حول النمو والشكل On growth and form» [Thompson, 1917]).

10. إنَّ حجـم كل مـن هـذه المجموعـات الكيميائيـة التـي يمكـن أن تلتصـق بالهيسـتونات (أو بالدنا) نسـبةً لحجم الهيسـتونات نفسـها (أو لحجم الدنا المكـون لكامل الجين) كحجـم حصاة علقت في أخدود إطار نسـبة لحجم كامل الحافلة. ورغم هذا، فصغر الحجم لا يعني عدم الأهمية.

11. تحليل جيني وفوق جيني مفصل لتسلسلات الدنا في خلايا متنوعة من توائم متطابقة (أحادية الزيجوت)، وأخويـة (ثنائية الزيجوت)، مع الانتباه الخاص إلى الاختلافات في مواقع متيلة الدنا، كان قد أُكمل (في شـباط عام 2009) فـي اتفاق جرى بين مختبرات في كندا والولايات المتحدة الأمريكية وتايوان والسويد. قاطعين بذلك قصةً طويلة ساحرة من بدايتها، خلص مؤلفو التقرير الـ 16 إلـى أنَّ «الآليات الجزيئية للقدرة على التوريـث قد لا تكون محدودةً باختلافات تسلسل الدنا». (Kaminsky et al., 2009).

12. إذا كنت من أصول سـويدية، فهنالك احتمال كبير أنَّ أجدادك لم يكن لديهم الكثير ليأكلوه، بخلاف جداتك.

13. أصـر جان بابتسـت لامـارك (Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829 علـى أنَّ التطور - والانتواع علـى وجه الخصوص - يحدث عن طريق وراثة الـذراري لتعديلات فرديـة - ناتجة عن البيئـة - من آبائها. رغـم أنَّ داروين كان يعـرف نفسـه على أنَّه لاماركـي نوعًا مـا، إلا أنَّ الداروينيـة حاربت كل الأفكار المشـابهة لذلك، وما تزال الإشارة البسـيطة للاماركية تسبب لغالبية علمـاء الأحياء الغضب الشـديد. ومن هنـا نتجت الحيـرة الحالية عن بعض سـمات المسـتوى فـوق الجيني. دعنـا نوضح أنَّـه وفي الوقـت الحاضر لم تؤسـس سوى صلات تجريبية فقط بين وراثة السمات فوق الجينية والانتواع (Randy Jirtle, personal communication, February 2009). نحـن نورد المسـتوى فـوق الجيني فـي موضوعنا؛ لأنَّـه مجال جديد لاسـتقصاء حيـوي للغاية، لأنَّـه يعرض حالة بـارزة للتعدد ودقـة «البيئـات المختلفة»، وللتأكيـد أيضًا على الفروقـات الدقيقة الكثيرة التي على المـرء أخذها بعين الاعتبار، عندمـا يربط الجينات بالأنماط الظاهرية. (لمراجعات سـابقة انظر Hoenigsberg (2002) and Pembrey (2002)).

14. في تحليل حديث (تشرين الأول 2008) لإحدى الجينات البشرية SEPN1، والتي يعرف عنها أنَّها ذات علاقة بنوع من الحثل العضلي، بالترافق مع بيانات مقارنة من أنسـجة قردة الشـمبانزي والمكاك، اقترح هـذا التحليل أنَّ وجود الإكسون المشتق من الينقول العكوس Alu الخاص بالعضلات نتج عن تغير بشري، حصل بعد تباعد البشر والشمبانزي تطوريًا. (Lin et al., 2008).

15. وفـي تقرير حديث (تشـرين الأول لعام 2008) استكشـف فريق من علماء الجينـات من جامعـة سـتانفورد الديناميكيات الجماهيريـة، وتطور العناصر القابلة للنقل في ذبابـة الفاكهة (Drosophila)، مع تولية انتباه خاص لدورها التكيفي المحتمل، وقد كان ذلك المسـح الأول الشامل لجينوم ذبابة الفاكهة

بحثًا عن إدخالات عناصر تكيفية حديثة قابلة للنقل، وباستخدام معايير مستقلة متعددة حددوا مجموعةً مكونة من 13 عنصرًا «تكيفيًا» قابلًا للنقل، ويقدر أنَّ 50-25 عنصرًا قابلًا للنقل، كان لها أدوار تكيفية منذ هجرة ذبابة الفاكهة من إفريقيا، ويرى هؤلاء المؤلفون أنَّ لهذه العناصر إسهامات هامة جدًا في التكيف المحلي لهذا النوع. (Gonzalez et al., 2008).

16. على وجه الخصوص: نمو نواة جذع الدماغ ثلاثية التوائم (والتي تسمى أجسامًا برميلية صغيرة barrelettes)، من الأجسام شبه البرميلية barreloids في المهاد، ومن البراميل في القشرة الحديثة.

الفصل الخامس:

1. «فوقية» لا تعني بالطبع «من الله»؛ بل تعني عوامل متعددة الخلايا، ومتعددة الجزيئات، ومبادئ شكلية مجردة، لا أكثر من ذلك.
2. ملاحظة تقنية: في سلاسل فيبوناتشي كل رقم مساوٍ لمجموع الرقمين قبله (1، 1، 2، 3، 5، 8، 13، 21، 34، 55، وهلم جر). والقمم الخارجية للنمط المرتب للمربعات المتلاصقة التي لها مساحات تتوافق مع سلسلة ليوناردو فيبوناتشي، عند وصلها ببعضها بمنحنٍ مستمر نحصل على لولب فيبوناتشي. تميل النسبة بين كل رقمين متتاليين من سلسلة فيبوناتشي إلى متوسط النسبة الذهبية (تقريبًا 1.61803399). تتشكل لوالب فيبوناتشي عادةً عندما تحسن عناصر نموذج ما تموضعها تبعًا لقوتين متعاكستين. وتنتشر أنماط فيبوناتشي انتشارًا واسعًا في النباتات (اصطفاف الأوراق (phyllotaxis (Maynard Smith et al., 1985))، ولقد بيَّن الفيزيائيان الفرنسيان ستيفان دوادي Stephane Douady، وإيف كودر Yves Couder، من خلال تجربة مختبرية (باستخدام قطيرات مشحونة مغناطيسيًا)، ومحاكاة رياضية، كيف تظهر تلك الأنماط في الطبيعة من تنظيم ذاتي لعملية تكرارية. تعتمد هذه الأنماط - وبإدراك حلول التحزيم المثلى - فقط على الشروط البدئية، وعلى مؤشر واحد يحدد الظهور المتعاقب للعناصر الجديدة. يوضح الترتيب ميل النظام لتجنب التنظيم العقلاني (الدوري)، وبهذا يؤدي إلى تقارب تجاه زاوية يفرضها المتوسط الذهبي. وللاطلاع على أشكال جميلة ومعالجة رسمية انظر Douady and Couder (1992). ولمشاهدة مقطع فيديو يعرض المعلومات عن لوالب فيبوناتشي من خلال القطيرات بالوقت الحقيقي انظر:
http://maven.smith.edu/-phyllo/Assets/Movies/DouadyCouderExP5.9MB.mov
(آخر وصول في أيلول عام 2009).

3. إنَّ اللوالب اللوغاريتمية شائعة في الرخويات، وفي ذوات القوائم الذراعية brachiopods، وفي بعض المثقبيات، كما لاحظ ذلك مسبقًا دارْسِي وِنْتوُورث طومسون (Thompson, 1917, 1992)، وكما كانت نتاج تحليل رياضياتي وتجريبي لاحق قام به ديفيد إم روب David M. Raup، وستيفن جاي غولد Steven Jay Gould وألبرت ميكلسون A. Michelson. (للاطلاع على تحليل وقائمة مراجع bibliography غنية، انظر المراجعة التي استشهد بها ماينارد سميث Maynard Smith وآخرون [1985]؛ راجع أيضًا Raup [1966, 1967]).

4. استخدم مؤخرًا زيكسيان تساو Zexian Cao وزملاؤه في الأكاديمية الصينية للعلوم هندسة الإجهاد stress engineering لإنشاء بنىً ميكروية مختلفة الأشكال ذات مقطع طوله 12 ميكرومتر، مع مركز فضة وغلاف من ثنائي أوكسيد السيليكون، فاكتشفوا أنَّه إذا حفزت الأغلفة لتأخذ أشكالًا كروية أثناء عملية التبريد، تتشكل نماذج إجهادية مثلثية «ذهبية» على الأغلفة، لكن إذا حُفزت لتأخذ أشكالًا مخروطية، تتشكل نماذج إجهادية حلزونية، وكانت هذه النماذج الحلزونية هي حلزونات فيبوناتشي. تعليقهم على ذلك هو أنَّ علماء الأحياء شكوا ولأمد بعيد أنَّ تفرع الأشجار وباقي حالات تسلسل فيبوناتشي في الطبيعة هي ببساطة رد فعلٍ لتقليل الإجهاد؛ وقالوا بأنَّ تجربتهم «باستخدام مواد لا عضوية صرفة يمكن أن تقدم دليلًا على هذا المبدأ». (Cartwright, 2007 راجع أيضًا Li et al., 2007).

5. للاطلاع على (ما قد يعد أكثر جرأة) تطبيقات لأعداد فيبوناتشي على التراكيب اللغوية في مستويات مختلفة، انظر:

Medeiros, 2008; Piattelli-Palmarini and Uriagereka, 2008; Soschen, 2008.

6. يتعلق الأمر بالاهتمام التاريخي أنَّ الشاعر الألماني العظيم ومتبع مذهب الطبيعية يوهان فولفغانغ فون غوته Johann Wolfgang von Goethe بعد أن ألهمته نظرية أفلاطون عن الخلود والأشكال الثابتة، وألهمه مذهب باروخ سبينوزا Spinoza عن التركيب اللانهائي «للأنماط»، وبذلك كله خطرت له فكرة المخطط البدئي Urpflanze، (الأشكال الأصلية archetypal) والتي حاكتها كل النباتات الأخرى. لكن يبدأ المشهد المعاصر لهذا في الواقع مع دارْسِي وِنْتوُورث طومسون.

7. لقد اقْتَرح (كما اقترحنا في الفصل السابع) أنَّ طبيعة التفسيرات التطورية تاريخيةٌ وقصصية، موظفة ذات المصطلحات القصدية والغائية التي نستخدمها في عرض التاريخ البشري، وهكذا رغم أنها قد تكون أحيانًا ذات قيمة كقاعدة عملية، فإنها ليست جزءًا من علم الأحياء كعلم طبيعي. (انظر أيضًا Leiber, 2001).

8. تبدو بعض جمل آلان تورنغ في تلك الورقة بعيدة عن الواقع اليوم، ومنها: «... الأمر فقط وعلى سبيل المجاملة أنَّ الجينات باستطاعتها إعداد جزيئات منفصلة. سيكون من الأدق (ضمن أي معدل من الانقسام الخلوي) اعتبارها على أنَّها جذور من جزيئات عملاقة تعرف بالكروموسومات...، وظيفة الجينات حسب ما يُفترض تحفيزية فقط. فهي تحفز إنتاج باقي محدثات التخلق morphogens، والتي قد تكون بدورها مجرد محفزات».

9. الحكاية المثيرة هي كالتالي: قدم عام 1951 بوريس بافلوفيتش بيلوسوف (مدير معهد الفيزياء الحيوية في موسكو) ورقةً لمجلة علمية تذكر اكتشاف تفاعل كيميائي متذبذب oscillating. رُفضت الورقة رفضًا قاطعًا مع ملاحظة نقدية من المحرر أنَّ ذلك مستحيل جدًا. ثقة المحرر في استحالة ذلك كانت لدرجة أنَّه رغم إرفاق إجراء بسيط نسبيًا مع الورقة لتجربة التفاعل، لكن

المحرر لم يزعج نفسه بالقيام به. إذا خُلط حمض الليمون (حمض السيتريك)، مع بروم محمض، ومع ملح السيريك ceric، ينتج لدينا محلولٌ يتذبذب دوريًا بين اللـون الأصفر وعديـم اللون. لقد اكتشـف تذبذبًا كيميائيًـا. (انظر موقع روبين آر. أليف Rubin R. Aliev، معهد الفيزياء الحيوية التجريبية والنظرية، بوشتشينو، موسكو، روسيا، مقاطع الفيديو لمثل هذه التفاعلات على الرابط: http://online.redwoods.cc.ca.uslinstruct/darnold/DEProj/Sp98/Gabelintro.htm [آخر وصول في أيلول عام 2009]).

10. الكوارث في الأنظمة ذات متغير وحيد للحالة فقط هي: الطيfold (مؤشر أو متثابت سيطرة واحد)، والقرنة cusp (مؤشرا سيطرة اثنين)، والذيل الخطافي (ثلاثة مؤشـرات سيطرة)، والفراشة (أربعة مؤشـرات سيطرة). أما الكوارث في الأنظمة ذات المتغيرين الاثنين للحالة: السرة زائدية المقطع hyperbolic umbilic (ثلاثة مؤشرات للسـيطرة)، والسرة الإهليليجية elliptic umbilic (ثلاثة مؤشـرات للسيطرة)، والسـرة الدورانية المكافئة parabolic umbilic (أربعة مؤشـرات للسـيطرة). وقد أثبـت ثوم أنَّه لا يمكن أبـدًا وضع تصنيف للأنظمة ذات مؤشرات السيطرة التي تزيد عن أربع.

11. من الاستثناءات على ذلك هو تولية اهتمام وتصديق لعمل كونراد وادينجتون الذي عبر عنه ماينارد سـميث، وكوفمان وريتشـارد بوريـان Burian ولويس وولبرت Wolpert، وزملاؤهم عام 1985 (Maynard Smith et al., 2005). قَدم عمَلُ جون إم رندل ومدرسـته الأسـترالية (كما ذكر في الفصل السـابق) تفسيرًا للظاهرة التي اكتشفها كونراد وادينجتون، وكان نموذجه للدرء النمائي المعدل جينيًا جسرًا نحو المجال الحديث للمستوى فوق الجيني.

12. يجـب أن نقول أيضًا: مع التأكيـد على أهمية قوانين الشـكل للتطور والنمو بدلًا من تقديم نماذج ثابتة فعالة.

13. أكـد مايـنارد سـميث وآر جـاي جـي سـافاج (Savage (1956، على كيف يتطلـب قانـون العتلة lever أنَّ أي تغيرات غير معوضة في السـرعة يمكن أن يتحرك معها ذراع الحركة limb ستنقص القوة الممارسة.

14. عبـر مؤخـرًا ريتشـارد تشـارلز لونتين عـن الحيرة تجـاه مصطلـح «قوانين الشـكل»، بأنه يشـك بوجود أي «قوانيـن» ذكية في علم الأحيـاء. (التواصل الشخصي، تشرين الأول من عام 2008).

15. إنَّ كتـاب إيفا جابلونـكا Eva Jablonka وماريون لامـب Marion Lamb، من عام 2005 يشـرح بوضوحٍ تام معظم التطورات الأخيرة في علم الأحياء التطـوري، ويطالـب بحق بإعادة نظر جذرية في نظريـة التطور، قد أنكر ذلك الكتاب تمامًا قضية قوانين الشـكل. (راجـع Piattelli-Palmarini, 2008). وتجدهم يؤكدون بفضول على الحاجة إلى «بعدٍ رابع» في التطور، متجاهلين أنَّ جيوفري ويست West، وجيمس براون Brown، وبريان إنكيست Enquist، قدمـوا عـام 1999 هذا التعبير ذاته لسـمة مختلفـة كليًا عن التطـور. (قانون الكسيرات fractal (West et al., 1997, 1999, 2002).

16. المعادلـة العامـة الطبيعيـة هي من الشـكل $Y = Y_o(M)^b$، حيـث b هو أس التناسب، وM هي كتلة الجسم، وY_o هو ثابت تسوية normalization. يظهر أنَّ b هو مضاعف بسيط لـ 1/4. فمثلًا:

- قطر جذوع الأشجار والشرايين الأبهرية b=3/8 (لذلك وبالنسبة لمساحة مقطعها العرضي فإن b= 3/4).
- معدلات الاستقلاب الخلوي وضربات القلب b= 1/4 تقريبًا.
- زمن الدوران الدموي والعمر الحيوي b= 1/4.
- معدل الاستقلاب الكلي عند الكائن b= 3/4.

17. نضج هذا المجال في سبعينيات القرن العشرين في التصميم الدارات متناهية الصغر microcircuit، وكان ذلك نموذجيًا لتقليل الطول الكلي للسلك اللازم لإعطاء الضبط المطلوب للتوصيلات بين المكونات.

18. إنَّ الصفة الأقرب للمثالية للشيفرة الجينية هي حالة أخرى، فمن آلاف البدائل الممكنة فإن الشيفرة الجينية كما نعرفها هي الأمثل لتقليل تأثير الطفرات المسببة لانزياح الإطار إلى الحد الأدنى، وتقليل الطاقة الضائعة في اصطناع بداية تسلسلات وحدات بروتينية شاذة. وكما قال المؤلفون: «يمكن أن تحمل الشيفرة الجينية الكلية بكفاءة الرموز المتوازية الاعتباطية أفضل بكثير من الغالبية الواسعة من الشيفرات الجينية الأخرى الممكنة». (Itzkovitz and Alon, 2007).

19. في حالة التوصيل الدماغي الأمثل لكريستوفر شيرنياك a la Cherniak وزملاؤه لدينا حسابات دقيقة جدًا لفضاء البحث الافتراضي. إنَّ توزع كلف التوصيل (مجموع أطوال الوصلات) لكل المخططات الممكنة لعُقد ديدان الممسودات nematodes الربداء الرشيقة Caenorhabditis elegans «البسيطة» (10,000 خانة في المخطط النسيجي histogram) تمثل تقريبًا 40,000,000 احتمالًا (39,916,800 بديل من الترتيبات). وتتصاعد أعداد المخططات الممكنة للأنظمة العصبية للأنواع الأحدث الأكثر تعقيدًا تصاعدًا حادًا. لذلك فإنَّ إمكانية القيام ببحث أعمى متبوع بانتقاء طبيعي في مثل هذه الفضاءات الهائلة غير منطقي أبدًا.

20. كما ذُكر في مكان آخر من الكتاب (في القسم الثاني)، نستخدم هنا الفكرة المعيارية (للأسف) ذريعةً فقط «للمشاكل» المطروحة على تطور الكائنات، ولـ «حلول» هذه المشاكل، مع علامات تنصيص تحذر من عدم الملائمة.

21. نحن مدينون للأستاذ مارك هوسر Marc Hauser من جامعة هارفارد لتقديم هـذه البيانات عن إدريان بيجان Bejan، وجيمس ماردين Marden، في ندوة أجراها عام 2005 قبل أن تنشر.

22. لقـد قالـوا: «إن التطور طويل الأمـد للنباتـات الوعائية أدى إلـى تنوعٍ هائل للشـبكات الطبيعية المسـؤولة عن نقل الماء المدفوع بالتبخير. وعلى الرغم من هذا [فحتى الآن] لم يعرف الكثير عن المبادئ الفيزيائية التي تقيد الهندسة الوعائية». (Noblin et al., p. 9140).

23. الأدبيـات المتخصصـة حول البحـث الأمثل عن الطعام ضخمـةٌ جدًا، وهي تغطي السـلوكيات الفرديـة والجماعية لأنـواع متعددة من السـمك والنحل والطيور والغزلان والقردة والسعادين.

24. دلنا كلٌ من ريتشـارد ليونيتن، وآنـا دورنهاوس Anna Dornhaus، على هذا في اتصالات شخصية.

25. لنؤكـد هنا والآن على أنَّ الاسـتعارة الشـائعة جـدًا «للمشـاكل» التي تتطلب «حلولًا» في مجال التطور مضللة لدرجة سيئة جدًا (انظر القسم الثاني للاطلاع على نقاش مفصل، وراجع أيضًا Lewontin [2000]، و[Pigliucci [2009a]). لقد اسـتخدمناها مسبقًا وسنستخدمها مجددًا هنا لأجل التبسيط فقط، لكن لا تعتمـد اعتباراتنـا الحالية على أخذ هذه الاسـتعارة بجدية. فهـي تجعل حالة الداروينية الحديثة التكيفية أسوأ.

26. صيـغ مصطلـح «إرضائي»، بدايةً فـي مجال اتخـاذ القرارات علـى يد عالم الاقتصـاد وعالم النفس هيربرت سـيمون Herbert Simon (1916-2001)، الحائز على جائزة نوبل في الاقتصاد لعام 1978، مميزًا به استراتيجية تحاول - بطريقة أسـرع وأكثر حداثة بعض الشـيء - مقابلة معايير الكفاية، بدلًا من تحديد الحل الأمثل. وتحت هذا العنوان، أو تحت عناوين مشابهة تبنى علماء

الأحياء التطوريون هذا المفهوم على نحو واسع مثل جون سميث، وعلماء الإدراك من أتباع الداروينية الحديثة مثل دانيل دينيت، وجيرد جيجيرينزر Gerd Gigerenzer، (قواعد عملية heuristics سريعة ومقتصدة)، وتبناه باحثون في الذكاء الاصطناعي وعلوم الحاسوب.

27. يهتم علم الأحياء التطوري تقليديًا بتفسير سبب وجود أشكال الحياة الموجودة بالفعل. لكن وعلى النقيض من ذلك إن قضيتنا الحالية هي: لمَاذا لا توجد أشكال الحياة غير الموجودة حاليًا (راجع الفصل السابق). وسنعود للتطرق لمثل هذه القضايا في الفصل السابع.

28. على سبيل المثال، ففي علم الأشكال الحلزوني لمستعمرات حيوانات الأشنة التي تدعى مرجانيات bryozoans (وهي أحافير شائعة جدًا في أنحاء العالم) تتجمع الأشكال الفعلية في ثلة من الأشكال، مظهرةً فضاءً فارغًا على نحو واسع. (McKinney and McGhee, 2003).

الفصل السادس:

1. ملاحظة تتعلق بالاصطلاحات: سنذكر من الآن وصاعدًا في بعض الأحيان جملًا مثل «انتقيت الدببة البيضاء من أجل لونها»، وسنذكر أحيانًا أخرى جملًا مثل «انتقي البياض من أجل في الدببة القطبية»، يقصد بتلك أن تكون مترادفات؛ مجرد تنوعات أسلوبية لمفهوم واحد، لكن كلاهما يخالف الجملة «انتقيت الدببة البيضاء القطبية»؛ فيمكن استخدام أول جملتين تباديًا مع بعضهما، لكن لا يمكن استخدامهما بالتبادل مع الجملة الثالثة.
2. إنَّ مسألة تحديد الصلاحية المقصودة جدليةٌ جدًا (للاطلاع على نقدٍ مثير للاهتمام للمفهوم المعياري انظر Ariew and Lewontin, 2004; for a mathematical treatment, see Rice, 2004)، لكن ما يخدم غرضنا هو أن نفترض - كما يفترض علماء التكيفية - أنَّ أيًا ما تتضمنه الصلاحية، فهو نسبيٌ لإمكانية تكاثر الكائن. بافتراض أنَّ هذا يسهل الشرح، لكن لن تعتمد حججنا على تبني تعريفٍ واحد للصلاحية وإهمال غيره.
3. قد يكون القسم الحالي متعلقًا على نحو خاص بأهدافنا الرئيسية، فكثيرًا ما يقال لنا إنَّ كل علم الأحياء يستند إلى فكرة الوظيفة الغائية، وهي مستبعدة دائمًا في النظرة الداروينية للتطور؛ التقريب الأول (لكن راجع Gould and Lewontin, 1979)، أنَّ وظيفة العضو الحيوي هي أي وظيفة تنتقى من أجل تنفيذها، لكن نشك بعمق بهذه الطريقة من التفكير، فمن ناحية فإنَّ لزومية علم الأحياء بفكرة الوظيفة الحيوية - رغم أنَّه يؤكد عليها على نحو واسع - فهي لم تُناقش بعمق وفق ما نعرفه، وهو موضوع يجب على شخصٍ ما تأليف كتابٍ عنه. ومن ناحية أخرى فإنَّ الرؤية الداروينية للوظيفة الحيوية تحمل سيئة قاسمة بكونها متدرجة زمنيًا؛ فالوظيفة التي يقوم بها قلب

المرء تعتمد على أي وظيفة بالضبط انتقي القلب من أجلها منذ ملايين السنين؛ ويبدو أنَّه إذا ثبت خطأ داروين في اعتماد التطور على الانتقاء، فسيتبع ذلك أن نصل للنتيجة الغريبة بأنَّ قلب المرء ليس له وظيفة. لكن ما يزال من المؤكد حتمًا أنَّه إذا كانت قصة داروين ضعيفة بخصوص دور الانتقاء في التثبيت التطوري لسمات النمط الظاهري، فعندها يجب القيام بإعادة هامة لاعتبار الرؤى المعيارية الحالية عن الغائية ولزوميتها في النظريات الحيوية، وهذا لا يزعجنا بل هو إيجابي.

4. هنالك المزيد عن الطبيعة الأم في الفصل السابع، لكن الآن افترض رجاءً أنَّها فقط طريقة للتحدث.

5. إنَّ علماء النفس الذين انغمسوا في نظرية المعرفة الوضعية positivist epistemology التي سايرت نظرية التعلم عمومًا اعتادوا أحيانًا على ادعاء أنَّه لا توجد حقيقة محددة لما يتعلمه الكائن عندما يشكل ارتباطًا إشراطيًا بين المؤثر والاستجابة، (أو أنَّه ليس هنالك حقيقة محددة ليقوم شخصٌ ما بالفعل بتجربة شطر المؤثر؛ ولعله تناظرٌ من علم النفس للحالة المريبة لقطة شرودنجر). وهنا على سبيل المثال يكتب هاورد كيندلر Howard Kendler عام 1952: «لن يوجد خلط بمعاني مثل هذه المصطلحات لو تذكرنا دائمًا أنَّ هذه التغيرات التي تدخل هنا تخدم كأدوات اقتصادية [كذا]. فهي أوصاف «اختزالية» [كذا] ليس إلا للتأثير على سلوك متغيرات مستقلة متعددة.... إنَّ هيكلية التعليم (سواءً فهمناها كتعديلات في خريطة الإدراك أو كالارتباطات مؤثر-استجابة)، لا تشير لأي كيانٍ أو شيء كما يقول أولئك المهتمون بمسألة ما الذي قد تُعلِّم» (Kendler, 1952., p. 271). من الصادم أنَّه بعد تشرب كل تلك المنهجية المريبة مازلنا لا نعلم كيف رغب هاورد كيندلر بوصف «التغيرات المستقلة المتعددة» التي تعمل في تجربة مضبوطة الشروط. هل

كان المؤثـر الـذي تعرضت له الحمامة إشـراطيًا مثلثًا أم مثلثًا أصفر أم شـيئًا أصفـر؟ تعطـي قراءة ورقة هاورد كيندلر شـعورًا سـاحرًا عنـد قراءتها، لكن ذلك الشـعور فقط لأنَّها تُذكـر بحجم الفوضى التي يمكن أن يعيشـها علماء النفس بتصديقهم ما يخبرهم به بعض الفلاسفة. «إنَّ فلسفة علوم اليوم مهتمة بتأسـيس معايير للتمييز بين المسـائل ذات المعنى، والمسـائل التي لا معنى لها». (ibid., p. 269). قريبًا جدًا؛ لكن لا تسألني متى.

6. قصـة أيِّ المتغيـرات قد تؤثر على ما قد تُعلِّم في تجربة إشـراطية ما هي قصة معقـدة تعقيدًا بالغًا؛ وتبقـى في الواقع هي النقطة الأساسـية عند التجريبيين. وللاطلاع على تحاليل متبصرة راجع: Gallistel, 2000, 2002.

7. أول ما سـمعنا عـن تجربة التفكيـر الصغيـرة البديعة هذه كانت من الأسـتاذ الراحل تشارلز أوسغود Charles Osgood قبل حوالي 200 سنة خلت.

8. وليـس نظرية التعلـم فقط، انظر النقـاش حول الاحتكام إلى اسـتدلال قعدة «الكلـب النائـم sleeping dog»، فـي الـذكاء الاصطناعي فـي كتاب فودور Fodor (2008).

9. بخلاف نظريات سـكينر، تفترض النظريات الإدراكية للتعلم السؤال عن «ما الذي قد تُعلم» عند الإشـراط بين المؤثر والاسـتجابة، وذلك بما يكافئ عند سـكينر السـؤال عن كيف يتصـور المتعلم عقليًـا المؤثر والاسـتجابة؟ (هل يتصـور المؤثـر على أنَّه مثلث، أم على أنَّه شـيء أصفر؟ هـل تصور المتعلم الاسـتجابة كانعطـاف نحو اليميـن؟ أم كانعطاف نحو الشـرق؟ وهلم جر). لاحظ مجددًا التشابه مع مشـكلة الأقواس والركنيات، الركنيات هي الراكب المجاني لأنَّ الأقواس هي ما انتقاه المهندس المعماري من أجل؛ فما كان في ذهنه أنَّ على الأقواس أن تمسـك القبة، وسـيصبح دور الاحتكام للتصورات العقلية في حل مشاكل الانتقاء من أجل حاليًا أحد موضوعاتنا الرئيسية.

10. لكـن يجب أن لا تلتبـس مع نوع شـاول كريبك Saul Kripke مـن النظرية السـببية للمحتوى (المرجعي)، وهـي نظرية غير اختزالية بوضوح. التفسـير الذي يضعه عن كيفية إشـارة الأسماء يستلزم أفكارًا القصدية تشبه «المقاصد المعمدية baptismal» للمتحدثين والمستمعين، ولم نكن لنفترض أنَّ شاول كريبك يشعر بحماس كبير لبرنامج طبيعي.

11. أي الافتـراض أنَّـه (إمـا في هذا الجـزء من الغابـة أو عمومًـا) تكون جميع مسببات الإزعاج البيئية السوداء فقط ذبابًا.

12. وعلى نفس المنوال، ففي عالم يكون فيه جميع الذباب مسـببات إزعاج بيئية سـوداء وهي فقط كذلك، فجواب أي منهما سـتصطاده الضفـادع؛ (أي كما يمكن القول «الهدف المقصود» لعمليات الاصطياد التي تقوم بها الضفادع)، لـن يؤثـر على عدد الذبـاب الذي تقوم الضفـادع بأكلـه. إذا كان كل الذباب مسـببات إزعاج بيئية سـوداء وهو فقـط كذلك، فإن الميـل لاصطياد الذباب سـيضيف لصلاحيتـك العامـة تمامًـا كما يضيـف الميل لاصطياد مسـببات الإزعاج البيئية السوداء؛ دون أن تنقص أو تزيد ذبابة واحدة.

13. بالطبع لا تكون مرتبطة بكيفية تكون الأشـياء في العالم الحقيقي (أي العالم الفعلـي)؛ بالتعريـف، فـلا توجد حالـة مخالفـة للواقع ترتبـط بكيفية وجود الأشياء في العالم الحقيقي.

14. لاحـظ أنَّـه إذا لـم تكن لديـك فكرة عن «سـمة منتقـاة من أجـل»، فعندها (بالأحـرى) ليـس لديك أدنى فكـرة عن انتقاء السـمات، لذلـك لا يمكنك تحديـد الأطروحة الداروينية الأساسـية بـ: أنَّ الكائنات التي تملك سـماتٍ، تمتلكها لأنَّ هذه السـمات منتقاة من أجل ارتباطها بالصلاحية، وهذا يقوض فكـرة أنَّه يمكنك إصلاح نظرية انتقاء معياريـة فقط عبر ترك عدم القلق حيال السـمات المنتقـاة من أجل. ربما كان لسـتيفن جاي غولد وريتشـارد لونتين

مثل هذا التعديل اللاتحسيني ameliorist للداروينية الصارمة في تفكيرهما. إذا كان الأمر كذلك فقد استهانوا جدًا بالمشكلة التي تطرحها الركنيات في التكيفية.

15. من أجل الأهداف الحالية فإنَّ «الدور السببي لخاصية» هو مجموعة الأشياء التي تعززها، جنبًا إلى جنب مع مجموعة الأشياء التي هي أسباب معززة.

16. في المفردات التخصصية الفلسفية: تظهر مشكلات الانتقاء من أجل عندما توظف نظرية سببية (أو تفسيرية... الخ) السياقات «تعريفية». يكون السياق تعريفيًا إذا كان التبديل بين المصطلحات المتوازية بالوجود لا يحافظ على الحقيقة في ذلك السياق. افترض أنَّ جميع الـ F هي G سيكون عندها السياق C قصديًا إذا كان تبديل مصطلح ما يشير لأحدها بمصطلح يشير للآخر لا يلزم أن يحافظ على الحقيقة. تتضمن الأمثلة التقليدية تنسيبات [إسنادات] ascriptions لـ «مواقف مفترضة». وقد يكون من الصحيح أنَّ «جون يحترم شيشرون»، ومن الخاطئ أنَّ «جون يحترم تولي»، رغم أنَّ «شيشرون» و«تولي» هي أسماء متوازية وجوديًا، (يشيران للشخص الروماني نفسه). الحالات القصدية قصدية و ؟؟؟

17. على أي حال إن كان من المشروع تعريف كائن بما يمتلكه من حزمة من السمات، لكلٍ منها تأثير مميز على صلاحية الكائن في إيكولوجيته. فقد حذَّر كثير من المنظرين التطوريين أنَّ التأثير الذي تملكه سمة النمط الظاهري على صلاحية الكائن تعتمد كثيرًا ونمطيًا على باقي سمات النمط الظاهري التي يتفاعل معها، لذلك فإنَّ هذا الحديث عن «انتقاء السمات لتأثيرها على الصلاحية» يتضمن تجريدًا غير مشروع. لم نكن لنتفاجأ كثيرًا إذا تبين أنَّ مثل هذه الاعتراضات صحيحة. سنرجع إلى هذه المسألة في الفصل 8.

18. لقد اصطدم داروين بذلك على وجه الخصوص في استقصاءاته التي قام

بهـا في غالاباغوس Galapagos. هنالـك جمهرات مختلفة بدرجة كبيرة من الحيوانات والنباتات حتى على جزر متقاربة. على سـبيل الافتراض نتج ذلك لأنَّ تلك الجمهرات كانت متباعدة كفاية عن الأخرى لضمان العزل السببي.

19. ذلـك أنَّ عدم إمكانية حصول التأثير الفعلي على سـبب مخالف للواقع هي حالـة خاصة من مبادئ الحكمـة التعليميـة scholastic maxim أنَّ التأثير لا يمكنـه امتـلاك «حقيقةٍ أكثر» عمقًا من سـببه. ظن القديس تومـا الأكويني أنَّ ذلك يثبت وجود إله؛ لكنَّه ليس كذلك.

20. السـخريات وافرة، نظن أنَّه من المرجح أنَّ داروين قد غَفَل عن أهمية مشاكل الانتقـاء من أجل في نظرية الانتقـاء الطبيعي لأنَّه أغري بالقياس البسـيط مع الانتقـاء الاصطناعي. فـي الواقع كانت نزعته التكيفيـة مبنية على قياس على حالة تصميم ذكي. أي على التصميم الذكي للمربين للأنماط الظاهرية.

الفصل السابع:

1. هذه هي الترجمة المطابقة للنص الإنجليزي، وربما لا تكون ملائمة للأسلوب العربي، فلعل من الأنسب أن تترجم هكذا: قم بتشويش التعميمات، وضاعف تشويش الفرضيات بسوابق زائفة.

الفصل التاسع:

1. الغرفة التي تكون بالطابق الثاني من المنزل أو السندرة.

مـــراجـــع

REFERENCES

- Abzhanov, A., Kuo, W. P., Hartmann, C., Grant, B. R., Grant, P. R. and Tabin, c.]., 'The calmodulin pathway and evolution of elongated beak morphology in Darwin's finches', Nature, vol. 442,2006,pp. 563-67.
- Agrawal, A., Eastman, Q. M. and Schatz, 0. G., 'Implications of transposition mediated by V(D)J-recombination proteins RAGI and RAG2 for origins of antigen-specific immunity', Nature, vol. 394,1998, pp. 744-51.
- Allis, C. D., Jenuwein, T., Reinberg, 0. and Caparros, M.-L.,
- Epigenetics, Cold Spring Harbor, Cold Spring Harbor
- Laboratory Press, 2006.
- Amaral, P. P. and Mattick,]. 5., 'Noncoding RNA in development', Mammalian Genome, vol. 19,2008, pp. 454-92.
- Amundson, R. A., 'EvoDevo as Cognitive Psychology', Biological Theory, vol. I, 2006, pp. 10-11.
- Anway, M. 0. and Skinner, M. K., 'Epigenetic transgenerational
- actions of endocrine disruptors', Endocrinology, vol. 147 (6 Suppl.), 2006, pp. 543-549.
- Arbib, M. A., 'From monkey-like action recognition to human
- language: an evolutionary framework for neurolinguistics',
- Behavioral and Brain Sciences, vol. 28, 2005, pp. 105-67.
- Ariew, A. and Lewontin, R. c., 'The confusions of fitness', British Journal for the Philosophy of Science, vol. 55,2004, pp. 347-63
- Armstrong, D. P. and Seddon, P.]., 'Directions in reintroduction biology', Trends in Ecology and Evolution, vol. 23, 2.008, PP. 2.0-25.

- Baguna,]. and Garcia-Fernandez, J., 'Evo-devo: the long and winding road', International Journal of Developmental Biology, vol. 47, 2.003, pp. 705-13.
- Barrett, H. and Kurzban, R., 'Modularity in cognition: framing the debate', Psychological Review, vol. I 13, 2.006, pp. 628-47.
- Barton, N. H., Briggs, D. E. G, Eisen, J. A., Goldstein, D. B. and
- Patel, N. H., Evolution, Cold Spring Harbor, NY, Cold Spring
- Harbor Laboratory Press (2007), Part III, Chapter 13 'Variation in DNA and proteins', 360.
- Bejan, A. and Marden,]. H., 'Unifying constructal theory for scale effects in running, swimming and flying', Journal of Experimental Biology, vol. 209, 2.006, pp. 238-48.
- Ben-Tabou de Leon, S. and Davidson, E. H., 'Modeling the dynamics of transcriptional gene regulatory networks for animal development.' Developmental Biology, vol. 325, issue 2, 15 January 2009, 317-328.
- Berglund,]., Pollard, K. S. and Webster, M. T., 'Hotspots of biased nucleotide substitutions in human genes', PLoS Biology, vol. 7, 2009, e26.
- Blount, Z. D., Borland, C. Z. and Lensky, R. E., 'Historical contingency and the evolution of a key innovation in an experimental population of Escherichia coli, Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. I05, 2.008, pp. 7899-906.
- Bois, P. R.]., 'Hypermutable minisatellites, a human affair?', Genomics, vol. 8I, 2003, 349-55.

- Boltzmann, L., 'On a thesis of Schopenhauer', translated and reprinted in B. McGuinness (ed.), Theoretical Physics and Philosophical Problems, Dordrecht, D. Reidel, 1974.
- Boncinelli, E., I Nostri Geni: la Natura Biologica dell'Uomo e Ie Frontiere della Ricerca, Torino, Giulio Einaudi Editore, 1998.
- Boncinelli, E., Le Forme della Vita: l'Evoluzione e l'Origine dell'Uomo, Torino, Giulio Einaudi Editore, 2000.
- Bowler, P., Evolution: the History of an Idea, City, CA, University of California Press, 2003.
- Bradshaw, A. 0. and Hardwick, K., 'Evolution and stress - genotypic and phenotypic components', Biological Journal of the Linnean Society, vol. 37, 1989, pp. 137-55.
- Brandon, R. N., 'Environment', in E. Fox Keller and E. A. Lloyd (eds), Keywords in Evolutionary Biology, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1994, pp. 81-86.
- Bunzl, M., 'Boas, Foucault, and the 'native anthropologist:' notes towards a neo-Boasian anthropology', American Anthropologist, vol. ro6, 2004, pp. 435-42.
- Buss, D., The Handbook of Evolutionary Psychology, Hoboken, N], Wi ley, 2005.
- Buss, D., 'The great struggles of life: Darwin and the emergence of evolutionary psychology', American Psychologist, vol. 64, 2009, p. 140-48.

- Campbell, D., 'Evolutionary epistemology', in P. Schilpp (ed.), The Philosophy of Karl Popper, La Salle, IL, Open Court Press, 1974, PP. 4 1 3-63.
- Campbell, D., Heyes, C. and Callebaut, W., 'Evolutionary epistemology bibliography', in W. Callebaut and R. Pinxten (eds), Evolutionary Epistemology: a Multiparadigm Program, Dordrecht, 1987, pp. 405-3I.
- Carroll, S. B., 'Homeotic genes and the evolution of arthropods and chordates', Nature, vol. 376, 1995, pp. 479-85.
- Carroll, S. B., Endless Forms Most Beautiful: the New Science of Evo Devo and the Making of the Animal Kingdom, New York, W. W. Norton & Company, 2005.
- Carroll, S. B., The Making of the Fittest: DNA and the Ultimate Forensic Record of Evolution. New York, W. W. Norton & Company, 2006.
- Cartwright,]., 'News: Fibonacci spirals in nature could be stressrelated',2007, available online at physicsworld.com: http:// physicsworld.com/ cws/ article/news/ 2 7722 [accessed August2009]'
- Cherniak, c., 'Brain wiring optimization and non-genomic nativism' in M. Piattelli-Palmarini, J. Uriagereka and P. Salaburu (eds), Of Minds and Language: a Dialogue with Noam
- Chomsky in the Basque Country, Oxford, Oxford University Press, 2009, pp. 108-19.

- Cherniak, c., Changizi, M. and Kang, D., 'Large-scale optimization of neuron arbors', Physical Review E, Statistical Physics,Plasmas, Fluids, and Related Interdisciplinary Topics, vol. 59,1999, p. 6001.
- Cherniak, c., Mokhtarzada, Z., Rodriguez-Esteban, R. and Changizi, K., 'Global optimization of cerebral cortex layout', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 101, 2004, pp. 1081-86.
- Chomsky, N., 'A review of B. F. Skinner's Verbal Behavior', Language, vol. 35,1959, pp. 26-58. Reprinted in N. Block (ed.), Readings in the Philosophy of Psychology, Volume I,
- The Language and Thought Series, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1980.
- Chomsky, N., Language and Mind, New York, Harcourt, Brace & Jovanovich, 1972.
- Chomsky, N., Lectures on Government and Binding: the Pisa Lectures. Dordrecht, Foris Publications, 1981.
- Chomsky, N., 'Opening remarks' , in M. Piattelli-Palmarini, J.
- Uriagereka and P. Salaburu (eds), Of Minds and Language: a
- Dialogue with Noam Chomsky in the Basque Country, Oxford, Oxford University Press, 2009, pp. 13-43.
- Churchland, P., 'Eliminative materialism and the propositional attitudes', Journal of Philosophy, vol. 78, 1981, pp. 67~0.
- Cokely, E. T. and Feltz, A., 'Adaptive variation in judgment and philosophical intuition', Consciousness and Cognition, vol. 18, 2009, pp. 35 6-58.

- Coller, H. A. and Kruglyak, L., 'It's the sequence, stupid!', Science,vol. 322, 2008, pp. 380-81.
- Cosmides, L. and Tooby, J., 'Better than rational: evolutionary psychology and the invisible hand', American Economic Review, vol. 84, 1994, pp. 327-32.
- Cowperthwaite, M. c., Economo, E. P., Harcombe, W. R., Miller, E. L. and Meyers, L. A., 'The ascent of the abundant: how mutational networks constrain evolution', PLoS Computational Biology, vol. 4, 2008, elOOOIIO.
- Coyne,]. A., 'Comment on «gene regulatory networks and the evolution of animal body plans"', Science, vol. 313,2006, p. 761.
- Coyne, J. A., Why Evolution is True, New York, Viking Penguin, 2009.
- Daly, M. and Wilson, M., Homicide, Aldine de Gruyter, 1988.
- Daly, M. and Wilson, M., 'Is the 'Cinderella Effect' controversial?', in C. Crawford and D. Krebs (eds), Foundations of Evolutionary Psychology, New York, Psychology Press, 2008, pp. 383-400.
- Darwin, c., On the Origin of Species by Natural Selection, London, Murray, 1859, p. 458.
- Davidson, E. H., The Regulatory Genome: Gene Regulatory Networks in Development and Evolution, London, Elsevier Academic Press, 2006.
- Davidson, E. H. and Erwin, D. H., 'Gene regulatory networks and the evolution of animal body plans', Science, vol. 3Il, 2006, 796-800.

- Dawkins, R., The Blind Watchmaker: Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe Without Design, New York, W. W. Norton & Company, 1986.
- Dechaume-Moncharmont, F.-X., Dornhaus, A., Houston, A. I.,
- McNamara,]. M., Collins, E.]. and Franks, N. R., 'The hidden cost of information in collective foraging', Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences, vol. 272, 2005, 1689~5.
- Dehaene, S., Changeux, J. P. and Nadal,]. P., 'Neural networks that learn temporal sequences by selection', Proceedings of the National Academy of Sciences USA vol. 84, 1987, pp. 2727-31.
- De Leon, B. S. B. T. and Davidson, E. H., 'Review: modeling the dynamics of transcriptional gene regulatory networks for animal development', Developmental Biology, vol. 325,2009, PP. 317-28.
- Dennett, D., Darwin 5 Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life, New York, Simon & Schuster, 1995.
- Dennett, D., 'Response to Fodor «Why pigs don't have wings'" [letter], London Review of Books, vol. 29, 2007.
- Dennett, D., 'Fun and games in fantasy land', Mind & Language, vol. 23,2008, pp. 25-31.
- Dewey, J., The Influence of Darwin 0 n Philosophy and Other Essays in Contemporary Thought, New York, Henry Holt and Company, 1910.

- Dial, K., Jackson, B. and Segre, P., 'A fundamental avian wing-stroke provides a new perspective on the evolution of flight', Nature, vol. 451, 2008, pp. 985-89.
- Diamond, j., Gilpin, M. and Mayr, E., 'Species-distance relation for birds of the Solomon Archipelago, and the paradox of the great speciators', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 73, 1976, pp. 2160-64.
- Dobson, C. M., 'Protein folding and misfolding', Nature, vol. 426, 2003, pp. 884-90.
- Dobzhansky, T., 'Nothing in biology makes sense except in the light of evolution', American Biology Teacher, vol. 35, 1973, PP. 125-29.
- Doolittle, W. E, 'Phylogenetic classification and the universal tree', Science, vol. 284, 1999, pp. 2124-28.
- Douady, S. and Couder, Y., 'Phyllotaxis as a physical self-organized growth process', Physical Review Letters, vol. 68, 1992, pp. 2098-10 I.
- Dover, G. A., 'A molecular drive through evolution', BioScience, vol. 32,1982a,pp. 526-33.
- Dover, G. A., 'Molecular drive: a cohesive mode of species evolution', Nature, vol. 299, 1982b, I I 1-17.
- Dover, G. A., Dear Mr. Darwin: Letters on the Evolution of Life and Human Nature, London, Orion Publishing, 2001.
- Dover, G. A., 'Darwin and the idea of natural selection', Encyclopedia of Life Sciences, London, John Wiley and Sons Ltd, 2006.Dray, W., Philosophy of History, Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1964.

- Duret, L., 'Mutation patterns in the human genome: more variable than expected', PLoS Biology, vol. 7, 2009, e28.
- Edelman, G., Neural Darwinism: the Theory of Neuronal Group Selection, New York, Basic Books, 1987.
- Eder, W., Klimecki, L., Yu, E., von Mutius,]., Riedler, c., Braun Fahrlander,D. et al., 'Toll-like receptor 2 as a major gene for asthma in children of European farmers', Journal of Allergy and Clinical Immunology, vol. 113,2004, pp. 482-88.
- Eldredge, N., Reinventing Darwin: the Great Evolutionary Debate, Phoenix, 1996.
- Ellis, 8., The Philosophy of Nature: a Guide to the New Essentialism, Montreal, McGill-Queens University Press, 2002.
- Engel, M. and Grimaldi, D., 'New light shed on the oldest insect', Nature, vol. 427, 2004, pp. 627-30.
- Erwin, 0. H., 'Wonderful ediacarans, wonderful cnidarians?', Evolution & Development, vol. 10, 2008, pp. 263-64.
- Erwin, 0. H. and Davidson, E. H., 'Response to comment on «gene regulatory networks and the evolution of animal body plans"', Science, vol. 313, 2006, p. 761.
- Ewens, W.]., 'Commentary: On Haldane's «defense of beanbag genetics"', International Journal of Epidemiology, vol. 37,2008, PP. 447-51.
- Felix, M.-A. and Wagner, A., 'Robustness and evolution: concepts, insights and challenges from a developmental model system', Heredity, vol. 100, 2008, pp. 132-40.

- Feuerhahn, S. and Egly, J.-M., 'Tools to study DNA repair: what's in the box?', Trends in Genetics, vol. 24, 2008, pp. 467-74.
- Filipowicz, W., Bhattacharyya, S. N. and Sonenberg, N., 'Mechanisms of post-transcriptional regulation by microRNAs: are the answers in sight?', Nature Reviews Genetics, vol. 9, 2008, pp.102-14.
- Fisher, S. E., 'Tangled webs: tracing the connections between genes and cognition', Cognition, vol. 101,2006, pp. 27CT-97.
- Fodor, j., A Theory of Content and Other Essays, Cambridge, MA, MIT Press, 1990.
- Fodor, j., L02: The Language of Thought Revisited, New York, Oxford, 2008.
- Fouad, K., Libersat, F. and Rathmayer, W., 'The venom of the cockroach-hunting wasp Ampulex compressa changes motor thresholds: a novel tool for studying the neural control of arousal', Zoology, vol. 98, 1994, pp. 23-34.
- Fraga, M. F., Ballestar, E., Paz, M. F., Ropero, S., Setien, F., Ballestar, M. L. et al., 'Epigenetic differences arise during the lifetime of monozygotic twins', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 102,2005, pp. 10604-09.
- Fusco, G., 'How many processes are responsible for phenotypic evolution?', Evolution & Development, vol. 3,2001, pp. 279-86.
- Gallistel, C. R., 'The replacement of general-purpose learning models with adaptively specialized learning modules', in M. S.
- Gazzaniga (ed.), The New Cognitive Neuroscience, 2nd edn, Cambridge, MA, Bradford Books/MIT Press, 2000, pp. 1179-91.

- Gallistel, C. R., 'Frequency, contingency and the information
- processing theory of conditioning', in P. Sedlmeier and T. Betsch (eds), Frequency Processing and Cognition, Oxford, Oxford University Press, 2002, pp. 153-7 I.
- Galtier, N., Duret, L., Glemin, S. and Ranwez, v., 'Gc-biased gene conversion promotes the fixation of deleterious amino acid changes in primates', Trends in Genetics, vol. 25,2009, pp. 1-5.
- Gauthier, A. S., Furstoss, 0., Araki, T., Chan, R., Neel, B. G., Kaplan, D. R. et al., 'Control of cns cell-fate decisions by shp-2 and its dysregulation in noonan syndrome', Neuron, vol. 54, 2007, pp. 245-62.
- Gibson, G., 'Systems biology: the origins of stability', Science, vol. 310,2005, p. 237.
- Gonzalez,)., Lenkov, K., Lipatov, M., Macpherson, J. M. and Petrov, 0. A., 'High rate of recent transposable element-induced adaptation in Drosophila melanogaster', PloS Biology, vol. 6, 2008, e25I.
- Gopnik, A., 'Rewriting nature', The New Yorker, vol. 82,2006, pp. 52-59.
- Gould, S.)., Quando i Cavalli Avevano Ie Dita, Milan, Feltrinelli, 1989.
- Gould, S.). and Lewontin, R. c., 'The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme', Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences, vol. 205,1979, pp. 581-98.

- Hall, B. G., 'Experimental evolution of a new enzymatic function.
- II. Evolution of multiple functions for ebg enzyme in E. coli', Genetics, vol. 89,1978, pp. 453-65.
- Hall, B. G., 'Changes in the substrate specificities of an enzyme during directed evolution of new functions', Biochemistry, vol. 20, 1981, 4042-49.
- Hempel, C. G., Aspects of Scientific Explanation and Other Essaysin the Philosophy of Science, New York, Free Press, 1965.
- Heo, M., Kang, L. and Shakhnovich, E. I., 'Emergence of species in evolutionary «simulated annealing"', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, voL 106, 2009, 1869-74.
- Hiom, K., Melek, M. and Gellert, M., 'DNA transposition by the rag1 and rag2 proteins: a possible source of oncogenic translocations', Cell, vol. 94, 1998, pp. 463-70.
- Hodgkinson, A., Ladoukakis, E. and Eyre-Walker, A., 'Crypticvariation in the human mutation rate', PLoS Biology, vol. 7, 2009, e1OO0027.
- Hoenigsberg, H., 'The future of selection: individuality, the twin legacies of Lamarck & Darwin', Genetics and Molecular Research, vol. 1,2002,39-50.
- Hurst, L. D., 'A positive becomes a negative', Nature, vol. 457, 2009, pp. 543-44
- Itzkovitz, s. and Alon, U., 'The genetic code is nearly optimal for allowing arbitrary additional information within protein-coding sequences', Genome Research, vol. 17,2007, pp. 405-12.

- Jackendoff, R., Foundations of Language: Brain, Meaning, Grammar, Evolution, New York, Oxford University Press, 2002.
- Jackendoff, R. and Pinker,S., 'The nature of the language faculty and its implications for evolution of language (reply to Fitch, Hauser and Chomsky)', Cognition, vol. 97, 2005, pp. 2II-25.
- Jirtle, R. L. and Skinner, M. K., 'Environmental epigenomics and disease susceptibility', Nature Reviews Genetics, vol. 8, 2007, PP.253-62.
- Jockusch, E. L. and Ober, K. A., 'Hypothesis testing in evolutionary developmental biology: a case study from insect wings', Journal of Heredity, vol. 95, 2004, pp. 382-96.
- Kaati, G., Bygren, L. D., and Edvinsson, 5., 'Cardiovascular and diabetes mortality determined by nutrition during parents' and grandparents' slow growth period', European Journal of Human Genetics, vol. 10, 2002, pp. 682-88.
- Kaminsky, Z. A., Tang, T., Wang, S.-c., Ptak, c., Oh, G.
- H. T., Wong, A. H. C. et al., 'DNA methylation profiles in monozygotic and dizygotic twins', Nature Genetics, vol. 41, 2009, pp. 240-45.
- Kauffman, S., 'Developmental logic and its evolution', BioEssays, vol. 6, 1987, pp. 82-87.
- Kauffman, S. A., The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution, Oxford, Oxford University Press, 1993.
- Kendler, H., 'What is learned? A theoretical blind alley', Psychological Review, vol. 59, 1952, pp. 269-77.

- Kingsolver, J. and Koehl, M., 'Aerodynamics, thermoregulation, and the evolution of insect wings: differential scaling and evolutionary change', Evolution, vol. 39, 1985, pp. 488-504.
- Kioussis, D., 'Gene regulation: kissing chromosomes', Nature, vol. 435.2005, pp. 579-80.
- Kirschner, M. W. and Gerhart, J. c., The Plausibility of Life: Resolving Darwin's Dilemma, New Haven, cr, Yale University Press, 2.005.
- Kitano, H., 'Biological robustness', Nature Reviews Genetics, vol. 5, 2.004, pp. 82.6-37'
- Laken, S. J., Petersen, G. M., Gruber, S. B., Oddoux, C., Ostrer, H., Giardiello, F. M., et ai., 'Familial colorectal cancer in Ashkenazim due to a hypermutable tract in APC', Nature Genetics, vol. 17,1997, pp. 79-83.
- Leiber, J., 'Turing and the fragility and insubstantiality of evolutionary explanations: a puzzle about the unity of Alan Turing's work with some larger implications', Philosophical Psychology, vol. 14, 2.001, pp. 83-94.
- Levit, G. S., Hossfeld, U. and Olsson, L., 'From the «Modern synthesis» to cybernetics: Ivan Ivanovich Schmalhausen (1884-1963) and his research program for a synthesis of evolutionary and developmental biology', Journal of Experimental Zoology.
- Part B. Molecular and Developmental Evolution, vol. 306, 2.006, pp.89-106.

- Lewis, E. B., Nlisslein-Volhard, C. and Wieschaus, E., in N. Ringertz (ed.), Nobel Lectures, Physiology or Medicine I99I-I995,Singapore, World Scientific Publishing Co., 1997.
- Lewontin, R. c., 'The evolution of cognition: questions we will never answer', in D. Scarborough and S. Sternberg (eds), An Invitation to Cognitive Science: Vol. 4 Methods, Models and Conceptual Issues, Cambridge, MA, The MIT Press, 1998, pp. 107-32..
- Lewontin, R. c., The Triple Helix: Gene, Organism and Environment, Cambridge, MA, Harvard University Press, 2.000.
- Lewontin, R. c., Paul, D. B., Beatty, J. and Krimbas, C. B., 'Interview with R. C. Lewontin', in R. S. Singh, C. B. Krimbas, D. B. Paul and J. Beatty (eds), Thinking about Evolution:
- Historical, Philosophical, and Political Perspectives (Essays in Honor of Richard Lewontin), Vol. 2., Cambridge, UK, Cambridge University Press, 2.001, pp. 2.2.-63.
- Li, c., Ji, A. and Cao, Z., 'Stressed Fibonacci spiral patterns of definite chirality', Applied Physics Letters, vol. 90, 2007, I64I02.
- Li, G., Ji, P., Sun, L. Y. and Lee, W B., 'Modeling and simulation of supply network evolution based on complex adaptive system and fitness landscape', Computers and Industrial Engineering, vol. 56,2008,pp.839-53.
- Libersat, F., 'Wasp uses venom cocktail to manipulate the behavior of its cockroach prey', Journal of Comparative Physiology A, vol. I89, 2003, pp. 497-508 .

- Lickliter, R. and Honeycutt, H., 'Developmental dynamics and contemporary evolutionary psychology: status quo or irreconcilable views? Replies to critics', Psychological Bulletin, vol. 129, 2oo3a, pp. 866-72.
- Lickliter, R. and Honeycutt, H., 'Developmental dynamics: toward a biologically plausible evolutionary psychology', Psychological Bulletin, vol. I29, 2003b, pp. 8I9-35.
- Lieberman, P., Toward an Evolutionary Biology of Language,
- Cambridge, MA, Harvard University Press, 2006.
- Lin, L., Shen, 5., Tye, A., Cai, J. J. et al. 'Diverse splicing patterns of exonized Alu elements in human tissues', PLoS Genetics, vol. 4, 2008, eloo0225.
- Lotka, A.]., Elements of Mathematical Biology, New York, Dover,I956. Originally published as Lotka, A. J. (I925) Elements of Physical Biology, Baltimore, MD, Williams and Wilkins Company.
- MacFarlane, D. A., 'The role of kinesthesis in maze learning', University of California Publications in Psychology, vol. 4, I930, PP.27/305.
- Machery, E. and Barrett, H., 'Essay review: debunking adapting minds', Philosophy of Science, vol. 73, 2006, pp. 232-46.
- Malecek, K., Lee, v., Feng, W., Huang, J. L., Flajnik, M. F., Ohta,Y. et al., 'Immunoglobulin heavy chain exclusion in the shark', PLoS Biology, vol. 6,2008, eI57.

- Malicki, J., Cianetti, L. c., Pesch Ie, C. and McGinnis, W., 'A human HOX4B regulatory element provides head-specific expression in Drosophila embryos', Nature, vol. 358, I992, pp. 345-47.
- Mallam, A. L., Morris, E. R. and Jackson, S. E., 'Exploring knotting mechanisms in protein folding', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. lO5, 2008, pp. I8740-45.
- Marcus, Gary F. The Birth of the Mind: how a tiny number of genes create the complexities of human thought, New York, Basic Books, 2004.
- Marcus, G., The Birth of the Mind, New York, Basic Books, 2004.
- Martinez, F. D., 'Gene-environment interactions in asthma: with apologies to William of Ockham', Proceedings of the American Thoracic Society, voL 4, 2007, pp. 26-3I.
- Mattick, J. S., 'The functional genomics 0 f noncoding RNA', Science, vol. 309,2005, pp. I527-28.
- Mattick, J. S. and Mehler, M. F., 'RNA editing, DNA recoding and the evolution of human cognition', Trends in Neurosciences, vol. 3I, 2008, pp. 227-33.
- Maynard Smith, J. and Savage, R. J. G., 'Some adaptations in mammals', Biological Journal of the Linnean Society, vol. 42, I956, pp. 603-22.
- Maynard Smith, J., Burian, R., Kauffman, S., Alberch, P., Campbell, J., Goodwin, B., et al., 'Developmental constraints and evolution: a perspective from the mountain lake conference on development and evolution', Quarterly Review of Biology, vol. 60, I985, pp. 265-87.

- Mayr, E., Animal Species and Evolution, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1963.
- Mayr, E., What Evolution Is, New York, Basic Books, 200 I.
- McGhee, G., The Geometry of Evolution: Adaptive Landscapes and Theoretical Morphospaces, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 2007.
- McKinney, F. K. and McGhee, G. R., 'Evolution of erect helical colony form in the bryozoa: phylogenetic, functional, and ecological factors', Biological Journal of the Linnean Society, vol. 80, 2003, pp. 235-60.
- McKinney, M. L and Gittelman,]. L, 'Ontogeny and philogeny:
- tinkering with covariation in life history, morphology and behaviour', in K.]. McNamara (ed.), Evolutionary Change and Heterochrony, Chichester, Wiley, 1995, pp. 2I-47.
- Medeiros, D. P., 'Optimal growth in phrase structure', Biolinguistics,vol. 2,2008, pp. I52-95.
- Meister, P., Poidevin, M., Francesconi,S., Tratner, I., Zarzov, P. and Baldacci, G., 'Nuclear factories for signalling and repairing DNA double strand breaks in living fission yeast', Nucleic Acids Research, vol. 3I, 2003, pp. 5064-5073.
- Michod, R. E., Darwinian Dynamics: Evolutionary Transitions in Fitness and Individuality, Princeton, NJ, Princeton University Press, 1999.
- Mill,]. 5., A System of Logic: Ratiocinative and Inductive, New York, Harper and Brothers, 1846, p. 469.

- Millikan, R., 'The language-thought partnership a bird's eye view', Language and Communication, vol. 2I, 2001, pp. 157-66.
- Millikan, R., Varieties of Meaning: the 2002 Jean-Nicod Lectures, Cambridge, MA, MIT Press, 2004- Moyle, R. G., Filardi, C. E., Smith, C. E. and Diamond, J., 'Explosive Pleistocene diversification and hemispheric expansion of a «great speciator"', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 106, 2009, pp. I863-68.
- Murphy, D. and Stich, 5., 'Darwin in the madhouse: evolutionary psychology and the classification of mental disorders', in 238 Peter Carruthers and Andrew Chamberlain (eds), Evolution and the Human Mind: Modularity, Language and MetaCognition, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 2000, pp. 62-92, available online at: http://www.philosophy.uconn.edu/department/millikan/ratam.pdf [accessed August 2009], pp. I-34.
- Newman, S. A. and Bhat, R., 'Dynamical patterning modules:
- physico-genetic determinants of morphological development and evolution', Physical Biology, vol. 5,2008,15008.
- Nijhout, H. E, 'The nature of robustness in development'. BioEssays, vol. 24,2002, pp. 553-63.
- Noblin, X., Mahadevan, L., Coomaraswamy, I., Weitz, D., Holbrook, N. and Zwieniecki, M., 'Optimal vein density in artificial and real leaves', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 10 5, 2008, pp. 9140-9144.
- Oliveri, P. and Davidson, E. H., 'Development: built to run, not fail', Science, vol. 315,2007, pp. 1510-11.

- Peirce, c., 'The fixation of belief', Popular Science Monthly, vol. 12, 1877,PP. 1-15' Pembrey, M. E., 'Time to take epigenetic inheritance seriously', European Journal of Human Genetics, vol. 10,2002, pp. 669-71.
- Pennisi, E., 'Evolutionary biology. Evo-devo enthusiasts get down to details', Science, vol. 298, 2002, pp. 953-55.
- Peters,]. and Robson,]. E., 'Imprinted non-coding RNAs', Mammalian Genome, vol. 19,2008, pp. 493-502.
- Piattelli-Palmarini, M. (ed.), Language and Learning: the Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky, Cambridge, MA, Harvard University Press. 1980.
- Piattelli-Palmarini, M., 'Novel tools at the service of old ideas', Biolinguistics, vol. 2,2008, pp. 185-94.
- Piattelli-Palmarini, M. and Uriagereka,]., 'Still a bridge too far?
- Biolinguistic questions for grounding language on brains', Physics of Life Reviews, vol. 5, 2008, pp. 207-24.
- Pigliucci, M. and Kaplan,]., Making Sense of Evolution: the Conceptual Foundations of Evolutionary Biology, Chicago, IL, The University of Chicago Press, 2006.
- Pinker, S., How the Mind Works, New York, W. W. Norton & Company. 1997.
- Pinker, S. and Bloom, P., 'Natural language and natural selection', Behavioral and Brain Sciences, vol. 13,1990, pp. 707-84.

- Poelwiijk, F. J., Kiviet, D.]., Weinreich, D. M. and Tans, S. J., 'Empirical fitness landscapes reveal accessible evolutionary paths', Nature, vol. 445, 2007, pp. 383-86.
- Popper, K., 'The rationality of scientific revolutions', in R. Harre (ed.), Problems of Scientific Revolution, Oxford, Clarendon Press, 1975, pp. 72-101.
- Popper, K., 'Unended quest: an intellectual biography', London, Fontana, 1976.
- Prabhakar, S., Visel, A., Akiyama, J. A., Shoukry, M., Lewis, K. D., Holt, A. et al., 'Human-specific gain of function in a developmental enhancer', Science, vol. 321,2008, pp. 1346-50.
- Pray, L. A., 'Epigenetics: genome, meet your environment', The Scientist, 18,2004, pp. 1-10.
- Prigogine, I., 'Time, structure and fluctuations', in S. Forsen (ed.), Nobel Lectures, Chemistry 1971-1980, Singapore, World Scientific Publishing Co., 1993.
- Pigliucci, M. (2009a) 'An extended synthesis for evolutionary biology?' Annals of the New York Academy of Sciences 1168 (The Year in Evolutionary Biology 2009), pp. 218-28.
- Pigliucci, M. (20Q9b) 'Down with natural selection?' Perspectives in Biology and Medicine vol. 52 (Winter), pp. 134-40.
- Queltsch, c., Sangster, T. A. and Lindquist, S., 'HsP90 as a capacitor of phenotypic variation', Nature, vol. 417, 2002, pp.618-24.

- Quine, W. V 0., 'Natural kinds', in N. Rescher (ed.) Essays in Honor of Carl G. Hempel, Dordrecht, Reidel, 1969, pp. 5-23.
- Reprinted in Quine Ontological Relativity and Other Essays, Irvington, NY, Columbia University Press, 1997.
- Quinn, A. E., Georges, A., Sarre, S. D., Guarino, E, Ezaz, T. and Graves, J. A. M., 'Temperature sex reversal implies sex gene dosage in a reptile', Science, vol. 316,2007, p. 411.
- Radnitzky, G., Bartley, W. and Popper, K., Evolutionary Epistemology, Rationality, and the Sociology of Knowledge, Chicago, IL, Open Court Publishing, 1987.
- Rakic, P., 'Confusing cortical columns', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 105, pp. 12099-100.
- Rastogy, N. and Pandey, M. :Statistical analysis of geographical variability in 16 ecotypes of Indian Hydra', Evolutionary Biology, vol. 6, 1992, pp. 195-204.
- Raup, D. M., 'Geometric analysis of shell coiling: general problems', Journal of Paleontology, vol. 40, 1966, pp. 1178-90.
- Raup, D. M., 'Geometric analysis of shell coiling: coiling in ammonoids', Journal of Paleontology, vol. 41, 1967, pp. 43-65.
- Rendel, J. M., 'Genetic control of a developmental process', in R. C. Lewontin (ed.), Population Biology and Evolution, Syracuse, NY, Syracuse University Press, 1968, pp. 47-66.
- Rendel, J. M., 'Model relating gene replicas and gene repression to phenotypic expression and variability', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 64, 1969, pp. 578-83.

- Restifo, L. L., 'Mental retardation genes in Drosophila: new approaches to understanding and treating developmental brain disorders', Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews, vol. 11,2005, pp. 286-94.
- Rice, S. H., Evolutionary Theory: Mathematical and Conceptual Foundations, Sunderland, MA, Sinauer Associates, 2004.
- Richards, R., Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behavior, Chicago, IL, University of Chicago Press,1987.
- Rizzi, L., Relativiud Minimality, Linguistic Inquiry Monograph Series, Cambridge, MA, MIT Press, 1989.
- Ronshaugen, M., McGinnis, N. and McGinnis, W., 'Hox protein mutation and macroevolution of the insect body plan', Nature, vol. 415, 2002, pp. 914-17.
- Rueber, L. and Adams, D. c., 'Evolutionary convergence of body shape and trophic morphology in cichlids from Lake Tanganyika', Journal of Evolutionary Biology, vol. 14,2001, 325-32.
- Rutherford, S. L. and Henicoff, S., 'Quantitative epigenetics', Nature Genetics, vol. 33,2003, pp. 6-8.
- Rutherford, S. L. and Lindquist, S., 'HsP90 as a capacitor for morphological evolution', Nature, vol. 396,1998, pp. 336-42.
- Sangster, T. A., Salathia, N., Lee, H. N., Watabnabe, E., Schellenberg, K., Morneau, K. et al., 'HsP90-buffered genetic variation is common in Arabidopsis thaliana', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 105,2008, pp. 2969-74'
- Saunders, P. T., An Introduction to Catastrophe Theory, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1980.

- Saunders, P. T. (ed.), Morphogenesis: Collected Works of A. M. Turing, Volume 3, Amsterdam, North-Holland, 1992.
- Schank, J. J. and Wimsatt, W. c., 'Evolvability: adaptation and modularity', in R. S. Singh, C. B. Krimbas, D. B. Paul and J. Beatty (eds) , Thinking about Evolution: Historical, Philosophical, and Political Perspectives (Essays in Honor of Richard Lewontin), Volume 2, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 2001, pp. 322-35.
- Schlosser. G., 'The role of modules in development and evolution', in G. Schlosser and G. P. Wagner (eds), Modularity in Development and Evolution, Chicago, IL, University of Chicago Press, 2004, pp. 519-82.
- Schlosser, G. and Wagner, G., Modularity in Development and Evolution, Chicago, IL, University of Chicago Press, 2004.
- Schmucker, D. and Chen, B., 'Dscam and DSCAM: complex genes in simple animals, complex animals yet simple genes', Genes and Development, vol. 23,2009, pp. 147-156.
- Seager, William, 'The «Intrinsic Nature» Argument for Panpsychism' Journal of Consciousness Studies, Vol. 13, No. lo-II, 2006, 129-45.
- Shen, B., Dong, L., Xiao, S. and Kowalewski, M., 'The Avalon explosion: evolution of Ediacara morphospace', Science, vol. 319,2008, pp. 81-84.
- Shen, H. M. and Storb, u., 'Activation-induced cytidine deaminase (AID) can target both DNA strands when the DNA is supercoiled', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 101, 2.004, pp. 12.997-13002.

- Sherman, M., 'Universal genome in the origin of metazoa: thoughts about evolution', Cell Cycle, vol. 6,2.007,1873-77.
- Silander, O. K., Tenaillon, o. and Chao, L., 'Understanding the evolutionary fate of finite populations: the dynamics of mutational effects', PLoS Biology, vol. 5,2.007, e94.
- Simeone, A., 'OtXI and otX2. in the development and evolution of the mammalian brain', EMBO Journal, vol. 17, 1998, pp. 6790-98.
- Simeone, A., Acampora, D., Gulisano, M., Stornaiuolo, A. and Boncinelli, E., 'Nested expression domains of four homeobox genes in developing rostral brain', Nature, vol. 358,1992., pp. 687~0.
- Simeone, A., Acampora, D., Mallamaci, A., Stornaiuoto, A., D' Apice, M. R. and Nigro, v., 'A vertebrate gene related to orthodenticle contains a homeodomain of the bicoid class and demarcates anterior neuroectoderm in the gastrulating mouse embryo', EMBO Journal, vol. 12.,1993, pp. 2.735-47.
- Skinner, B. E, 'Superstition in the pigeon', Journal of Experimental Psychology, vol. 38, 1948, pp. 168-72..
- Skinner, B. E, About Behaviorism, New York, Vintage Books, 1976.
- Sober, E., The Nature of Selection: Evolutionary Theory in Philosophical Focus, Chicago, IL, University of Chicago Press, 1993.
- Sober, E. and Wilson, D., Unto Others: the Evolution and Psychology of Unselfish Behavior, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1998.

- Soschen, A., 'On the nature of syntax', Biolinguistics, vol. 2., 2.008, pp. 196-2.2.4.
- Sprecher, S. G. and Reichert, H., 'The urbilateral brain: developmental insights into the evolutionary origin of the brain in insects and vertebrates', Arthropod Structure and Development, vol. 32.,2.003, pp. 141-56.
- Stefani, G. and Slack, F. J., 'Small non-coding RNAs in animal development', Nature Reviews Molecular Cell Biology, vol. 9, 2008, pp. 219-30.
- Sterelny, Kim, and Griffiths, Paul, E., Sex and Death: an Introduction to Philosophy of Biology, Chicago, University of Chicago Press, 1999.
- Sterelny, K. and Griffiths, P. E., Sex and Death: An Introduction to the Philosophy of Biology, Chicago, IL, University of Chicago Press, 1999.
- Strawson, G., Consciousness and its place in nature, New York, NY, Oxford University Press, 2006.
- Stromswold, K., 'Why aren't identical twins linguistically identical: genetic, prenatal and postnatal factors', Cognition, vol. IOI, 2006, pp. 333-84.
- Stuart-Fox, 0. and Moussalli, A., 'Selection for social signalling drives the evolution of chameleon colour change', PLoS Biology, vol. 6, 2008,pp. 22-29.

- Suda, Y., Kurokawa, D., Takeuchi, M., Kajikawa, E., Kuratani, S., Amemiya, C. et al. 'Evolution of Otx paralogue usages in early patterning of the vertebrate head', Developmental Biology, vol. 325,2009, pp. 282-95.
- Sultan, S. E. and Bazzaz, F. A., 'Phenotypic plasticity in Polygonum persicaria II: norms of reaction to soil moisture and the maintenance of genetic diversity', Evolution, vol. 47, 1993, pp. 1032-49.
- Suzuki, 0. T., Griffiths, A. J. F. and Lewontin, R. c., An Introduction to Genetic Analysis, 2nd edition, San Francisco, CA, W. H. Freeman, 1981.
- Tariq, M., Nussbaumer, U., Chen, Y., Beisel, C. and Paro, R., 'Trithorax requires hSP90 for maintenance of active chromatin at sites of gene expression', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 106, 2009, pp. 1157-62.
- Teo'tonio, H., Chelo, I. M., Bradic, M., Rose, M. R. and Long, A. D., 'Experimental evolution reveals natural selection on standing genetic variation', Nature Genetics, vol. 41, 2009, PP.25 1-57.
- Theissen, G., 'Saltational evolution: hopeful monsters are here to stay', Theory in Biosciences, vol. 128, 2009, pp. 43-5 I.
- Thorn, R., Structural Stability and Morphogenesis, Reading, MA, W. A. Benjamin, 1975.
- Thompson, D. W., On Growth and Form, Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1917 (abridged edition). Reprinted and edited by John Tyler Bonner, New York, Dover, 1992.

- Todd, P. and Gigerenzer, G., 'Bounding rationality to the world', Journal of Economic Psychology, vol. 24, 2003, pp. 143-65.
- Tolman, E. c., 'Cognitive maps in rats and men', Psychological Review, vol. 55, 1948, pp. 189-208.
- Tooby,]. and Cosmides, L., 'Evolutionary psychology: conceptual foundations', in 0. E. Buss (ed.), Handbook of Evolutionary Psychology, Hoboken, NJ, Wiley, 2005, pp. 5-67.
- Tooby,]., Cosmides, L. and Barrett, C. H., 'The second law of thermodynamics is the first law of psychology: evolutionary developmental psychology and the theory of tandem, coordinated inheritances' [comment on Lickliter and Honeycutt], Psychological Bulletin, vol. 129.2003, pp. 858-65.
- Trepat, X., Deng, L., An, S. S., Navajas, D., Tschumperlin, 0.]., Gerthoffer, W. T. et al., 'Universal physical responses to stretch in the living cell', Nature, vol. 447,2007, pp. 592-95.
- Trevisan, M. A., Mindlin, G. B. and Goller, E, 'Nonlinear model predicts diverse respiratory patterns of birdsongs', Physical Review Letters, vol. 96, 2006, pp. 1-4.
- True, H. L., Berlin, I. and Lindquist, S. L., 'Epigenetic regulation of translation reveals hidden genetic variation to produce complex traits', Nature, vol. 431,2004, pp. 184-89.
- Trut, L. N., 'Early canid domestication: the farm-fox experiment', American Scientist, vol. 87, 1999, pp. 160-69.
- Turing, A. M., 'The chemical basis of morphogenesis', Philosophical Transactions of the Royal Society B of London. Series B. Biological Sciences, vol. 237, 1952, pp. 37-72.

- Vercelli, D., 'Genetics, epigenetics and the environment: switching, buffering, releasing', Journal of Allergy and Clinical Immunology, vol. II3, 2004, pp. 381-86.
- Vercelli, D., 'Discovering susceptibility genes for asthma and allergy', Nature Reviews in Immunology, vol. 8, 2008, pp. 169-82.
- Volterra, v., Le~ons sur la Theorie Mathematique de la Lutte pour la Vie, Paris, Gauthier-Villars, 193I.
- von Frisch, K., The Dance Language and Orientation 0 f Bees, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1967.
- von Mutius, E., 'Allergies, infections and the hygiene hypothesis - the epidemiological evidence', Immunobiology, vol. 212,2007, PP.433-39.
- Waddington, C. H., 'The genetic basis of the 'assimilated bithorax' stock', Journal of Genetics, vol. 55,1956, pp. 241-45'
- Waddington, C. H., The Strategy of the Genes, London, Routledge, 1957.
- Wagner, A., Robustness and Evolvability in Living Systems, Princeton, NJ, Princeton University Press, 2005.
- Wang, E. T., Sandberg, R., Luo, S., Khrebtukova, I., Zhang, L., Mayr, C. et al., 'Alternative isoform regulation in human tissue transcriptomes', Nature, vol. 456, 2008, pp. 470-76.
- Watson, J. and Crick, E, 'The structure of DNA', in Cold Spring H arbor Symposia on Quantitative Biology, vol. 18, 1953, pp. 123-3I.

- Wen, Q. and Chklovskii, D. B., 'Segregation of the brain into grey and white matter: a design minimizing conduction delays', PLoS Computational Biology, vol. I, 2005, 617-30.
- Wesson, R., Beyond N atuml Selection, Cambridge, MA, The MIT Press, 199 I.
- West, G., Brown, J. and Enquist, B., 'A general model for the allometric scaling laws in biology', Science, vol. 276, 1997, pp.I22-26.
- West, G. B., Brown, j. H. and Enquist, B. j., 'The fourth dimension of life: fractal geometry and allometric scaling of organisms', Science, vol. 284, 1999, pp. 1677-79.
- West, G., Woodruff, W. H. and Brown, j., 'Allometric scaling of metabolic rate from molecules and mitochondria to cells and mammals', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 99, 2002, pp. 2473-78.
- West-Eberhard, M.-j., Developmental Plasticity and Evolution, Oxford, UK, Oxford University Press, 2003.
- West-Eberhard, M.-J., 'Developmental plasticity and the origin of species differences', Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vol. 102,2005, pp. 6543-49.
- Williams, E, Ampulex compressa (Fabr.), a cockroach-hunting wasp introduced from New Caledonia into Hawaii', Proceedings of the Hawaiian Entomological Society, vol. II, 1942, pp. 221 - 33.

- Wilson, M. D., Barbosa-Morais, N. L., Schmidt, D., Conboy, C. M., Vanes, L., Tybulewicz, V L. j. et al., 'Species-specific transcription in mice carrying human chromosome 21', Science, vol. 322,2008, pp. 434-38.
- Wilson, M., Daly, M. and Weghorts, S. j., 'Household composition and the risk of child abuse and neglect', Journal of Biosocial Science, vol. 12, 1980, pp. 333-40.
- Wimsatt, W., 'False models as means to truer theories', in M. Nitecki and A. Hoffman (eds), Neutral Models in Biology, London, Oxford University Press, 1987, pp. 23-55.
- Wimsatt, W. C., 'Generative entrenchment and the developmental systems approach to evolutionary processes', in S. Oyama, P. E. Griffiths and R. 0. Gray (eds), Cycles of Contingency: Developmental Systems and Evolution, Cambridge, MA, MIT Press, 2003, pp. 219-38.
- Wright, R., The Moral Animal: Evolutionary Psychology and Everyday Life, New York, Vintage Books, 1994.
- Wright, S., 'Evolution in Mendelian populations', Genetics, vol. 16, 1931, pp. 97-159.
- Wright, S., 'The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding, and selection in evolution', in Proceedings of the Sixth Congress on Genetics, Ithaca, New York, 1932., pp. 356-66.
- Yang, A. 5., 'Modularity, evolvability, and adaptive radiations: a comparison of the hemi- and holometabolous insects', Evolution & Development, vol. 3, 2.001, pp. 59-72..

- Yauk, c., 'Monitoring for induced heritable mutations in natural populations: application of minisatellite DNA screening', Mutation Research, vol. 411, 1998, pp. 1-10.
- Zelditch, M. L., Wood, A. R., Bonett, R. M. and Swiderski, D. L., 'Modularity of the rodent mandible: integrating bones, muscles, and teeth', Evolution & Development, vol. 10,2.008, pp. 756-68.
- Zhao, Z., Fu, Y. X., Hewett-Emmett, D. and Boerwinkle, E., 'Investigating single nucleotide polymorphism (SNP) density in the human genome and its implications for molecular evolution', Gene, vol. 312., 2.003, pp. 2.07-13.

المصطلحات

Aberrant	شاذ
ad hoc	عبارة لاتينية معناها: لأجل هذا، لهذا أو لذلك. تستعمل للإشارة إلى حل تم تصميمه لأجل مشكلة أو مهمة ما، وتستعمل كمغالطة (قصة «فقط هكذا»)
adaptationism	مذهب التكيفية
adaptive landscapes	منظورات التلاؤم
Agent	فاعل
allele	أليل
allometry	قياس التنامي
ameliorist	لا تحسيني
amendment	تعديل رسمي - تعديل قانوني
anecdotal evidence	أدلة شفهية
Annealed	مطوع
appealing	استحضار - احتكام
arbitrary	اعتباطي
articulate	توضيح - تفصيل
artificial selection	الانتقاء الصناعي
ascription	تنسيب - إسناد
associationism	مذهب الارتباطية
at face value	بالمعنى الظاهري
atomism	الذريّة
attends to	يقبل على - ينكب على - ينشغل بـ
austere	صارم
avatar	تجسيم
behavioural repertoire	المَلَكات السلوكية
behaviourism	مذهب السلوكية
behaviourist theory	النظرية السلوكية

beholder	المشاهد
binary polarity inversion	انقلاب القطبية الثنائي
biological function	الوظيفة البيولوجية
biological teleology	الغائية البيولوجية
body plan	مخطط جسدي (توزيع الأعضاء..)
bona fide	حسن النية - غير زائف - صحيح
brachiopods	ذوات القوائم الذراعية
bryozoans	مرجانيات
buoyancy	الطفو - العوم
Camouflage	تمويه
Carboniferous	العصر الكربوني
Caveats	محاذير
ceteris paribus	بقاء الأشياء الأخرى على حالها - ثبات ما عدا ذلك
cf.	قارن
Class, Order and Family	صف، رتبة، فصيلة
Coextensive	متوازية
cognitive sciences	العلوم الإدراكية
Combination	توليفة
Come unglued	أخفق
commensalism	تطاعم
commonsense psychology	علم النفس البسيط
Compartmentalization	التقسيم
conceptualization	صياغة التصور
conditioning	الإشراط
consensus view	توافق الآراء - نظرة مجمع عليها
construe	توضيح
Contingent	عرضية أو جائزة

convergent evolution	تطوّر تقاربي
counterfactual supporting	تخيـلات عمـا كان سـيحدث لـو كان الواقع خلاف ما هو عليه
counterfactuals	الحالات المخالفة للواقع
crux	صلب الموضوع - النقطة الأساسية
cupidity	الجشع
cursorial legs	أرجل التحرك السريع
deduction	استنباط
developmental biology	البيولوجيا النمائية
developmental genetics	الوراثيات النمائية
developmental noise	الضجيج النمائي
developmental psychology	علم نفس النماء
diachronic natural history	التاريخ الطبيعي التعاقبي
Discontinuous	منقطعة
dismantle	يفكك
disposition	النزعة - الاستعداد
dissipative	المشتتة
Doomed	محكوم عليه بالفشل
ecological niche	المكانة الإيكولوجية
ecology	إيكولوجيا
élan vital	القوة الحيوية
elementary catastrophes	كوارث أولية (تصنيف في نظرية الكوارث)
Embryology	علم الأجنة
empirical	تجريبية
empiricists	التجريبيون
entelechy	روح - قوة التحقق
enthymeme	حجة إضمارية
Entrenchment	تحصن

environment	بيئة
Environmentalism	النزعة البيئية
epigenetic	فوق جيني
evo-devo	النماء التطوّري
evolutionary aesthetics	الجماليات التطورية
evolutionary capacitors	المخازن التطورية
Exaptationist	التكيف المسبق
exegetical	تفسيري
fitness	الصلاحية
fitness landscapes	منظورات الصلاحية
fleshing out	يوضح تفاصيل
florets	زهيرات
fortiori	بالأحرى
founder effect	تأثير المؤسس
free-rider	راكب مجاني (صفة حصلت عرضًا نتيجة ظهور صفة أخرى)
free-riding	الركوب المجاني
gene configuration	هيئة الجين
gene duplication	مضاعفة جينية
gene duplications	تضاعف جيني
Genealogy of species	تسلسل أنساب الأنواع
genetic assimilation	استيعاب وراثي
genetic drift	انسياق جيني ، انحراف، جنوح
genetic organization	التعضّي الجيني
genomic imprinting	التطبّع الجينومي
Genotype	النمط الجيني
germane to	وثيق الصلة بـ
glaciations	عصور جليدية

glial cells	الخلايا الدبقية
Gradients	التدرجات
gradualism	التدرج
grandiose	فخم
hang out with	يصاحب
Heuristics	قواعد عملية
highway robbery	قطع الطريق - الأسعار المبالغ بها جدًا
Homeorhesis	تماثل التدفق - تماثل المجريات
homologous genes	جينات متماثلة
Homology	التماثل
Hotspots	نقاط ساخنة
Humanism	المذهب الإنساني
Hypermutable	زائد التطفّر
in character	في طابعها
in the interest of	لمصلحة
in the least	على الإطلاق - بأي شكلٍ من الأشكال
Indeterminacy	عدم التعيين
Individuality	الصفة الفردية
intensional fallacy	مغالطة التعريف الخاطئ
intentional causation	السببية القصدية
inter alia	من بين الأمور الأخرى
Interaction	تآثر - تداخل
Interdefined	متدخلان في تعريفهما
Intractable	عسير
ipso facto	بطبيعة الحال
iterativity	تكرار
Judgment and decision-making	إصدار الأحكام واتخاذ القرارات
kinematics	حركيات

law of effect	قانون التأثير
learning by operant conditioning	نظرية التعلم بالإشراط الإجرائي
lily pad	ورقة زنبق
local	محلي
local maximums	المقادير القصوى المحلية
locus	موضع
Macroevolution	تطوّر كبروي
macro-level	المستوى الكبير
macromutations	الطفرات الكبرى
manifold	متشعب
master genes	جينات رئيسية
Memes	الميمات
mendacity	الكذب
Mendelian	المندلية
metaphysical dependence	الاعتماد الميتافيزيقي
metaphysics of reference	ميتافيزيقيا الدلالة
methodological positivism	مذهب الوضعية المنهجية
Micro evolutionary	التطورية الدقيقة
microcircuit	متناهي الصغر
microevolution	تطوّر صغري
migration	الهجرة
mindlessness	العمى
minisatellites	توابع دقيقة
modern synthesis	التركيبية الحديثة (دمج للدارونية القديمة مع قوانين الوراثة بعد عدة عقود من انطلاقتها)
Module	وحدة
modus ponens	قياس استثنائي

molecular drive	السوق الجزيئي
Monotonicity	ثبات الوتيرة
muralists	لوحات جدارية
mutatis mutandis	مع ما يلزم من تبديل
natural language semantics	الدلالة الطبيعية للّغة
natural selection	الانتقاء الطبيعي
naturalism	مذهب الطبيعية
Nematode	ديدان أسطوانية
neo-Darwinism	الداروينية الجديدة
neutral mutations	الطفرات المحايدة
nomologically necessary	ضروريات وفق قواعد الداروينية
Non-deterministic Polynomial acceptable problems	المسائل المقبولة لكثيرات الحدود غير الحتمية
Non-genomic nativism	فطرية لا جينية
not in the least	بأي شكلٍ من الأشكال
Novel	مستجد
nutty	مجنون
one way or the other	بشكل أو بآخر
ontogenesis	تنشّؤ الفرد
ontogeny	تنشّؤ (نشوء) الفرد
overblown	مبالغ به
Oviposition	مكان وضع البيوض - سرء
Paramecia	المُتَناعِلاَت
Parameters	أركان المتغيرات [المحدِّدات، المتثابتات]
Part and parcel	جزءٌ لا يتجزأ - بقضه وقضيضه
pendulum	نواس - رقاص-بندول
per se	بحد ذاته
Phenotype	النمط الظاهري

philosophy of mind	فلسفة العقل
Phlogiston	اللاهوب (الفلوجستون - مادة كيميائية ثبت أنها غير موجودة)
Phyla	شعب
phyllotaxis	اصطفاف الأوراق
phylogenesis	علم تطور السلالات
pivotal	محوري
Pivots	المحاور
Pleiotropism	تعدد النمط الظاهري
pleiotropy	تعدد النمط الظاهري
point masses	جسيمات نُقَطِيّة
polemical	الانفعالي - سجالي
polymorphic	متعدّد الأشكال
population genetics	الوراثيات السكانية
population thinking	تفكير الجمهرات
post-hoc	معد قبل - مغالطة حدث قبله إذًا هو سببه
Postlude	المقطع الختامي
pragmatics	علم التداوليات
predation	افتراس
preposterous	غير معقول
prescient	غيبي
Prima facie	بديهي - مقبول - للوهلة الأولى
primates	الرئيسيات
principle of sufficient reason	مبدأ العلة الكافية
problem of adaptation	مشكلة التكيف
problem solving	بحل المشاكل
proprietary constraints	قيود الخواص
protozoa	الأوالي

provenance	مصدر
provides for	تنص على
psycholinguistics	علم النفس اللغوي
psychological profile	الوضع النفسي العام
psychology of learning	علم نفس التعلّم
purport	يفيد
qua	بمثابة - كَ - بوصفه
quadruplication	مضاعفة رباعية
Quadruplications	تضاعف رباعي (للجينات)
recapitulation	خلاصة
recur	يتكرر
redundant	عاطل - زائد عن الحاجة
reintroduction biology	علم أحياء إعادة الإدخال (إعادة كائن إلى مكانه الإيكلولوجي الطبيعي من جديد)
repertoire	مخزون، ملكات
revisionism	النزعة التعديلية
rhapsodies	قصائد ملحمية
rhetorical	بلاغي
Robustness	متانة
saltations	القفزات التطورية
selfish genes	الجينات الأنانية
semantics	علم دراسة معاني الكلمات «سمانطقيا»
sepciation	انتواع
Signal case	حالة مؤشرة
smooth functions	دوالّ انسيابية
speciation	الإنتواع (ظهور نوع جديد تمامًا)
species	أنواع
spell out	توضيح

Stimulus-Response associations	الارتباطات بين المؤثر والاستجابة
strictures	قيود
structural biology	البيولوجيا البنيوية
subdivisions	مجاميع
Subsumption	تضمين
subtend	يقابل
such and such circumstances	ظروف كذا وكذا
synchronic natural history	التاريخ الطبيعي اللحظي
tandem repeat	تكرار مترادف
tautology	تحصيل حاصل
teem	يعج
telencephalon	الدماغ الانتهائي
teleological	غائية
that's to say	بمعنى آخر
Theory of syntax	نظرية بناء الجملة (تركيب اللغة - النحو)
Trait	سمة
Transposons	يُنقولات
Underdetermine	لا يفسر يقينًا (لا يعين)
unidimensionality	أحادية البُعد
Urpflanze	المخطط البدئي
vacuous	بلا معنى
Variant	شكل متفاوت
viable	صالح
Viz.	بمعنى
Well-brought-up	حسن التربية
wet biology	البيولوجيا «التجريبية»
when push comes to shove when push comes to shove	عندما تصبح الحالة حرجة

wild type	نمط برّي
willy-nilly	شئت أم أبيت
writ large	واضح - يوضح
Zinnias	زهور زينة