

فلسفہ زیست شناسی



سمیر عکاشہ
ترجمہ کاوہ فیض اللہی

انتخاب و نشر کتاب فلسفه زیست‌شناسی به منظور آشنایی هموطنان علاقه‌مند به مباحث جدید علمی بوده و نظرات نویسنده لزوماً مورد تأیید ناشر و مترجم نیست. توصیه می‌شود که علاقه‌مندان و دانش‌پژوهان، با مراجعه به بخش «برای مطالعه بیشتر»، با دیدگاه سایر صاحب‌نظران آشنا شوند و این اثر را همچون هر اثر دیگری، با بینشی تحلیلی و انتقادی مطالعه کنند.

فلسفه زیست‌شناسی

مقدمه‌ای بسیار کوتاه

سپیر عکاشه

ترجمه

کاوه فیض‌اللهی

فرهنگ‌نشر نو
با همکاری نشر آسیم
تهران - ۱۳۹۹

فلسفه زیست‌شناسی

مقدمه‌ای بسیار کوتاه

ترجمه کاوه فیض‌اللهی

از **Philosophy of Biology**

A Very Short Introduction

Samir Okasha

Oxford University Press, United Kingdom, 2019

فرهنگ‌نشر نو

تهران، خیابان میرعماد، خیابان سیزدهم، شماره سیزده

تلفن ۸۸۷۴۰۹۹۱

نوبت چاپ اول، ۱۳۹۹

شمارگان ۱۱۰۰

ویراستار مانی پارسا

صفحه‌آرا مرتضی فکوری

طراح جلد حکمت مرادی

چاپ غزال

ناظر چاپ بهمن سراج

همه حقوق محفوظ است.

فهرست کتابخانه ملی

سرشناسه عکاشه، سمیر

عنوان و نام پدیدآور فلسفه زیست‌شناسی: مقدمه‌ای بسیار کوتاه / سمیر عکاشه؛

ترجمه کاوه فیض‌اللهی.

مشخصات نشر تهران: فرهنگ نشر نو: آسیم، ۱۳۹۸.

مشخصات ظاهری ۲۲۲ ص.

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۴۹۰۲۰۰-۷

وضعیت فهرست‌نویسی فیپا

موضوع زیست‌شناسی -- فلسفه

شناسه افزوده فیض‌اللهی، کاوه، ۱۳۵۶ - ، مترجم

رده‌بندی کنگره QH۳۳۱

رده‌بندی دیویی ۵۷۴/۰۱

شماره کتاب‌شناسی ملی ۶۱۰۸۷۱۳

مرکز پخش آسیم

تلفن و دورنگار ۸۸۷۴۰۹۹۲-۵

فروشگاه اینترنتی www.nashrenow.com

قیمت ۴۴,۰۰۰ تومان

برای

اشکان ناصح

وقتی با هم فکر کردن را تمرین کردیم

فهرست مطالب

۹	یادداشت نویسنده برای ترجمه فارسی
۱۱	یادداشت مترجم
۵۱	۱ چرا فلسفه زیست‌شناسی؟
۶۳	۲ تکامل و انتخاب طبیعی
۸۷	۳ کارکرد و سازش
۱۰۹	۴ سطح انتخاب
۱۳۳	۵ گونه و رده‌بندی
۱۵۹	۶ ژن
۱۸۱	۷ رفتار، ذهن و فرهنگ انسان
۲۰۱	جمع‌بندی
۲۰۳	برای مطالعه بیشتر
۲۱۳	نمایه

یادداشت نویسنده برای ترجمه فارسی

مایه خوشحالی است که ترجمه فارسی کتابم منتشر می‌شود. امیدوارم این کتاب بتواند خوانندگان فارسی‌زبان را با رشته فلسفه زیست‌شناسی که زیررشته‌ای شکوفا و پررونق از فلسفه علم است آشنا کند، و به این ترتیب نقشی هرچند کوچک در تشویق گفت‌وگو و تبادل فکری میان فرهنگ‌ها داشته باشد.»

سمیر عکاشه

عضو فرهنگستان بریتانیا

مدیر گروه فلسفه دانشگاه بریستول، انگلستان

رئیس انجمن فلسفه علم اروپا

یادداشت مترجم

فلسفه زیست‌شناسی چه نیست؟

فلسفه علم همان‌قدر به کار دانشمندان می‌آید که پرنده‌شناسی به کار پرندگان.

ریچارد فاینمن

اگر ناگزیر به کشیدن خط تمایزی میان علوم تجربی و علوم انسانی شویم، می‌توانیم آن را درست از وسط زیست‌شناسی بکشیم، طوری که زیست‌شناسی تکاملی با علوم انسانی در یک طرف قرار گیرد.

ارنست مایر

در این یادداشت تلاش کرده‌ام «آنچه بعضی خوانندگان ممکن است گمان کنند این کتاب درباره آن است، اما در واقع نیست» را مشخص کنم. عبارت فلسفه زیست‌شناسی ممکن است معانی گوناگونی را به ذهن متبادر کند، در حالی که در این کتاب با تعریفی مشخص به کار رفته است. از این رو اجازه دهید تلاشی برای تحدید معنا داشته باشیم و ببینیم این کتاب درباره چه چیزهایی نیست.

فلسفه زیست‌شناسی خاص و عام

به گفته دیوید هال^۱ «در طول تاریخ زیست‌شناسی، هر از گاهی زیست‌شناسی تلاش کرده کمی کار فلسفی انجام دهد و گاهی فیلسوفی هم پیدا شده که توجهش به زیست‌شناسی جلب شده است.» کیم استرلنی^۲ و پل گریفیس^۳، دو فیلسوف زیست‌شناسی استرالیایی، کتاب سکس و مرگ: مقدمه‌ای بر فلسفه زیست‌شناسی (۱۹۹۹) را این‌طور آغاز می‌کنند: «بدیهی است که نتایج علوم زیستی توجه فیلسوفان را برانگیزد زیرا به ما می‌گویند که هستیم، چگونه به این شکل درآمدیم، و چه ارتباطی میان ما و بقیه جهان طبیعت وجود دارد.»

اما فلسفه زیست‌شناسی در معنای کنونی آن یکی از زیرشاخه‌های فلسفه علم است که بیش از ۵۰ تا ۶۰ سال قدمت ندارد. فلسفه زیست‌شناسی در معنای خاص آن، که گاه فلسفه زیست‌شناسی جدید نیز نامیده می‌شود، یک برنامه پژوهشی رو به رشد و بی‌رقیب و یک رشته دانشگاهی است که از اواخر دهه ۱۹۵۰ آغاز شد و در نیمه دهه ۱۹۷۰ به بلوغ رسید. فلسفه زیست‌شناسی در این معنا را جمعی از فیلسوفان، عمدتاً با ریشه‌هایی در سنت فلسفه تحلیلی، پدید آوردند که شروع به کار روی مسائل مفهومی ناشی از پژوهش‌های معاصر، به‌ویژه در رشته زیست‌شناسی تکاملی، کردند. بنابراین فلسفه زیست‌شناسی به این معنای خاص کلیت مباحث مورد علاقه مشترک زیست‌شناسان و فیلسوفان (و نیز دانشوران دیگر) از ابتدا تا اکنون را در بر نمی‌گیرد. کتابی که در دست دارید نیز به فلسفه زیست‌شناسی در این معنای خاص محدود می‌شود. می‌توان فلسفه زیست‌شناسی در معنای عام آن را تمام مسائل فلسفی دانست که در ارتباط با زیست‌شناسی، حتی پدیده‌های اجتماعی و فرهنگی، مطرح می‌شوند، اما

1. David L. Hull (1935-2010)

2. Kim Sterelny (1950-)

3. Paul E. Griffiths (1962-)

در معنای خاص آن مسائلی هستند که در ارتباط با زیست‌شناسی به عنوان یک علم مطرح می‌شوند.

سابقه فلسفه زیست‌شناسی به معنای عام آن به قرن چهارم پیش از میلاد و به آثار پدر فیلسوف زیست‌شناسی، یعنی ارسطو، به‌ویژه به پنج کتابی بازمی‌گردد که درباره جانوران نوشت. ارسطو شاید تنها فیلسوفی باشد که به جای آنکه زیست‌شناسی را در چارچوب فیزیک درک کند، فیزیک را در چارچوب زیست‌شناسی درک می‌کرد. از نظر ارسطو علم پارادایم زیست‌شناسی بود. او پیش از آنکه فیلسوف (در معنای امروزی آن) شود، زیست‌شناسی عملی بود و به همین دلیل پدر تاریخ طبیعی نیز نامیده می‌شود. به گفته مایکل روس^۱ «این خود را در اندیشه فلسفی او نشان می‌دهد، هم هنگامی که مستقیماً به جانداران می‌پردازد، مانند کتاب بخش‌های جانوران، و هم هنگامی که در ابعادی گسترده‌تر نظرپردازی می‌کند، و جهان را به شیوه‌ای تفسیر می‌کند که وام‌داری‌اش به اندیشه‌های زیستی را آشکار می‌سازد، مانند کتاب مابعدالطبیعه.» برخی دیدگاه‌های معرفت‌شناختی ارسطو همچون ذات‌باوری و غایت‌انگاری تا زمان داروین به قوت خویش باقی ماندند.

در دوران مدرن، توجه به زیست‌شناسی را در برخی آثار اسپینوزا می‌توان مشاهده کرد. ایمانوئل کانت، فیلسوف آلمانی، نیز در برخی از آثارش، مانند نقد عقل محض^۲ و به‌ویژه نقد قوه حکم^۳ به زیست‌شناسی علاقه ویژه‌ای نشان می‌دهد که به نوبه خود پیامدهایی برای کل فلسفه‌اش دارد. در قرن نوزدهم نیز افرادی همچون چارلز لایل، هربرت اسپنسر، و کلود برنار^۴ و در نیمه نخست قرن بیستم جان دیویی^۵، آنری برکسون، آلفرد نورس

1. Michael Ruse (1940-)

2. *Critique of Pure Reason* (1781)

3. *Critique of the Power of Judgment* (1790)

۴. Claude Bernard (۱۸۷۸-۱۸۱۳): فیزیولوژیست فرانسوی.

5. John Dewey (1859-1952)

وایتهد^۱ و دیگران به موضوعاتی پرداختند که می‌توان آنها را در حوزه فلسفه زیست‌شناسی به معنای عام آن جای داد. با این حال، ایده‌های این نویسندگان ارتباط چندانی با مباحثی که در فلسفه زیست‌شناسی کنونی مطرح می‌شوند ندارند و معمولاً جز در بستری تاریخی بررسی نمی‌شوند.

باید توجه داشت که هم فلسفه و هم زیست‌شناسی، به‌ویژه در بستر تاریخ، معانی گوناگونی داشتند. زیست‌شناسی به معنایی که امروزه از آن برداشت می‌کنیم تا پیش از دهه ۱۸۳۰ وجود نداشت و خود کلمه *biologi* را نخستین بار طبیعی‌دان سوئدی، کارل لینه^۲، در ۱۷۳۶ به کار برد. زیست‌شناسی امروز بر پایه چارچوبی مفهومی است که داروین در اصل انواع طرح‌ریزی کرد. از این رو، فیلسوفانی همچون ورنر کلبو^۳، نقطه آغاز فلسفه زیست‌شناسی را داروین می‌دانند که نظریه تکاملش نه تنها به سنگ بنای کل عمارت مفهومی زیست‌شناسی تبدیل شد، بلکه زمینه‌ساز بخش بزرگی از مباحث فلسفه زیست‌شناسی کنونی به‌ویژه در معرفت‌شناسی، هستی‌شناسی و اخلاق است.

کلبو می‌نویسد: «کانت در نقد قوه حکم (۱۷۹۰) احتمال ظهور نیوتنی در تاریخ طبیعی را منتفی دانسته بود. اما فیلسوفان در پیش‌گویی بسیار بدنام هستند... نظریه داروین درباره تکامل به وسیله انتخاب طبیعی فقط ۷۰ سال پس از این حکم کانت منتشر شد که نه تنها زیست‌شناسی روزگار خودش را یکپارچه کرد بلکه با تبدیل شدن به آنچه دنیل دنت^۴ اسید همگانی^۵ نامیده بخش عمده اندیشه فلسفه سنتی را از کار انداخت، زیرا تبیین ماشین‌انگارانه غایت‌انگاری در طبیعت، و از جمله ذهن را امکان‌پذیر ساخت.» امروزه فرایند طبیعی‌سازی تقریباً در تمام حوزه‌های فلسفه معاصر جریان دارد.

1. Alfred North Whitehead (1861-1947)

2. Carl Linnaeus (1707-1778)

۳. Werner Callebaut (۱۹۵۲ تا ۲۰۱۴)؛ فیلسوف زیست‌شناسی بلژیکی.

۴. Daniel Dennett (متولد ۱۹۴۲)؛ فیلسوف آمریکایی.

5. Universal Acid

در تمام این حوزه‌ها کمترین انتظار این است که نظریه‌های فلسفی با علم ناسازگار نباشند. فلسفه علم نیز باید توسط خود علم شکل داده شود. تعجبی ندارد که در میان تمام تولیدات علم زیست‌شناسی این نظریه داروین درباره تکامل از طریق انتخاب طبیعی بود که بیشترین توجه فلسفی را به خود جلب کرد. این نظریه توجه فیلسوفانی همچون کارل مارکس، هربرت اسپنسر، چارلز پارس، ویلیام جیمز، فریدریش نیچه، گئورگ زیمل، ماکس شلر، آنری برکسون، جان دیویی و ژان پیازه را به خود جلب کرد که یا آن را پذیرفتند یا رد کردند، اما همگی در مورد خطرناک بودن ایده داروین هم‌عقیده بودند. از سوی دیگر، گروهی از زیست‌شناسان نیز به پیامدهای فلسفی نظریه تکامل علاقه نشان دادند که از میان آنها علاوه بر خود داروین می‌توان به ارنست هکل، جولین هاکسلی، جان هالدین، تیودوسیوس دوبژانسکی، برنهارد رنش، جورج گیلورد سیمپسون، کنراد لورنتس، ارنست مایر، فرانسیسکو آیالا، ژاک مونو، فرانسوا ژاکوب، پتر مدور، جرالاد ادلمن، مایکل گیسلین، ریچارد لوونتین و استیون جی گولد اشاره کرد. در نیمه دوم قرن بیستم تحولات پیاپی در زیست‌شناسی، از زیست‌شناسی مولکولی گرفته تا علوم اعصاب، و نیز دورنماهای فناوری زیستی همچون همسان‌سازی و هوش مصنوعی، زمینه جذابی برای فلسفه‌پردازی فراهم کرد.

فلسفه زیست‌شناسی نادرینی

بسیاری از آثاری که پیش از این به فارسی ترجمه شده‌اند، با تعریف پیش‌گفته در زمره فلسفه زیست‌شناسی جای نمی‌گیرند، بلکه محصول سوءاستفاده برخی افراد از زیست‌شناسی هستند که انگیزه‌های متافیزیکی ضد علمی مانند غایت‌انگاری^۱، حیات‌باوری^۲ و دوگانه‌انگاری^۳ ذهن و جسم

داشتند. عمده این آثار متعلق به نیمه نخست قرن بیستم هستند و از فرانسوی و روسی به فارسی ترجمه شده‌اند. برای نمونه می‌توان به کتاب‌هایی از موريس مترلینک، آنری برکسون و نیز نویسندگان شوروی دوران استالین اشاره کرد. بررسی این آثار مجال دیگری می‌طلبد، اما اجازه دهید در اینجا به گفتن همین نکته بسنده کنیم که این دیدگاه‌ها بر پایه نظریه‌های نادرینی منسوخی همچون لامارکیسم (وراثت صفات اکتسابی) و راست‌زایی^۱ هستند که در دوران کسوف داروینیسم^۲ رواج داشتند، با این تفاوت که دوران کسوف اگرچه در بریتانیا و آمریکا کمابیش در دهه ۱۹۲۰ به پایان رسید، در فرانسه و شوروی تا اواخر دهه ۱۹۶۰ ادامه یافت و مترجمان ایرانی نیز در دهه‌های ۱۳۳۰ تا ۱۳۵۰ خورشیدی عمدتاً به آثار نویسندگان این دو کشور توجه داشتند.

در یک و نیم قرن گذشته، فیلسوفان بسیاری به نظریه تکامل علاقه نشان داده‌اند زیرا در آن پیامدهایی برای انسان می‌بینند. اما رویکرد بیشتر آنها این بوده که نشان دهند چگونه این نظریه نمی‌تواند به انسان بسط یابد، چگونه انسان از بقیه حیات متمایز است، و چگونه وجود دنیایی درونی در ذهن انسان نشان می‌دهد که نظریه تکامل برای تبیین ویژگی‌های مختص انسان کافی نیست. هرچند به گفته دیوید هال «اگر غیرممکن نباشد، به دشواری می‌توان نشان داد که چرا خودآگاهی انسان باید نسبت به سایر ویژگی‌های به اصطلاح نوپدید^۳ مسأله بزرگ‌تری برای تکامل به وجود آورد.» به گفته او «انسان بی‌همتا است. سوسک حمام نیز همین‌طور.»

متون متعلق به این ژانر متأسفانه بسیار فراوان است. یکی از جدیدترین نمونه‌های آن تلاش توماس نیگل^۴، فیلسوف ذهن آمریکایی، در کتاب ذهن و کیهان (۲۰۱۲) است^۵ که در آن طیفی از تصوراتی که در نیم قرن

1. Orthogenesis

2. Eclipse of Darwinism

3. Emergent

4. Thomas Nagel (1937-)

5. *Mind and Cosmos*

اخیر اشتباه بودنشان از سوی فیلسوفان زیست‌شناسی نشان داده شده، از فروکاست تا غایت‌انگاری، را تکرار می‌کند تا نشان دهد که تکامل قادر به تبیین پیدایش ذهن نیست و ذهن و جسم دو قلمرو کاملاً جدا از هم هستند. نیگل معتقد است که نیرویی در طبیعت جانداران را به سوی داشتن ذهن می‌راند. نیگل که خداناباور است اعتقاد ندارد که این نیرو خدا باشد، اما در عین حال معتقد است که در نظریه تکامل نیز تبیینی برای آن وجود ندارد. این در حالی است که با توجه به تنوع خیره‌کننده حیات به نظر می‌رسد که طبیعت اگر هم هدفی داشته باشد، اولاً تعداد این اهداف بسیار زیاد است و ثانیاً ذهن، یا هر ویژگی دیگری که شباهتی به هوش انسان یا جانوران عالی داشته باشد، در فهرست اولویت‌های آن جایگاه بالایی ندارد، زیرا اکثریت نزدیک به اتفاق انواع جانداران از آن بی‌بهره‌اند و با این حال با هر معیاری که در نظر گرفته شود، از مدت دوامشان روی سیاره زمین گرفته تا وزن زیتوده، تعداد افراد یا تنوع گونه‌ها، بسیار موفق‌اند. از این گذشته، نیگل بدون ارائه هیچ فرضیه جانشینی تنها به نوعی پیش‌گویی درباره انقلابی علمی در آینده بسنده می‌کند^۱. به علت بازگشت به فرضیه‌های منسوخ هم‌چون راست‌زایی است که دلیل دنت دیدگاه فلسفی او به تکامل را واپس‌گرایانه می‌نامد.

دیوید هال برخی از ویژگی‌های مشترک این نوع تحلیل‌های پابرهنه را چنین برمی‌شمارد: «طبق معمول گفته می‌شود که نظریه تکامل ثابت نشده و هرچه باشد فقط یک نظریه است. دانشمندان را سرزنش می‌کنند که جزم‌اندیش هستند و به جای آنکه شواهد را در نظر بگیرند بیش از حد به باورهایشان وابسته‌اند. به جای آنکه ذهنشان را درباره موضوع بازنگه دارند، نقشه می‌کشند که تمام نظرات مخالف را سرکوب کنند.» و ویژگی اغلب آنها توسط به سازوکاری غیر از انتخاب طبیعی برای ارائه نظریه‌ای نادرینی از تکامل است. کتابی که در دست دارید از این دست نیست.

۱. به نقدهای کتاب نیگل نوشته آلن اور، الیوت سوبر و دیگران مراجعه کنید.

سه نوع فلسفه زیست‌شناسی

فلسفه زیست‌شناسی را می‌توان به شیوه‌های گوناگونی تقسیم کرد، از جمله بر اساس رشته‌های مختلف درون زیست‌شناسی. زیست‌شناسی مجموعه متنوعی از رشته‌های گوناگون است، از علوم تاریخی مانند دیرین‌شناسی گرفته تا علوم مهندسی همچون زیست‌فناوری. مباحث فلسفی مختلف در هر کدام از این رشته‌ها مطرح می‌شود. در نتیجه فلسفه زیست‌شناسی بر اساس زیررشته‌های آن به زیررشته‌های گوناگونی همچون فلسفه زیست‌شناسی تکاملی، سیستماتیک، مولکولی، تکوینی، بوم‌شناسی و حفاظت تقسیم می‌شود که در فصل‌های مختلف کتاب حاضر تا اندازه‌ای به آنها پرداخته شده است. اما شکل دیگری از تقسیم‌بندی نیز وجود دارد که مبتنی بر رابطه میان زیست‌شناسی و فلسفه است. پل گریفیس، فیلسوف زیست‌شناسی دانشگاه سیدنی، در مدخل «فلسفه زیست‌شناسی» دانشنامه فلسفه استنفورد، سه نوع پژوهش فلسفی را ذیل عنوان کلی فلسفه زیست‌شناسی جای می‌دهد: نوع نخست سهم زیست‌شناسی در فلسفه علم است، نوع دوم کاربرد فلسفه در حل مسائل زیست‌شناسی، و نوع سوم سهم زیست‌شناسی در حل مسائل فلسفه. اجازه دهید در ادامه نگاه دقیق‌تری به هر کدام از این سه نوع فلسفه زیست‌شناسی داشته باشیم.

در نوع نخست، در بستر زیست‌شناسی به نظریه‌های کلی در فلسفه علم پرداخته می‌شود. نخستین بحث مهم در فلسفه زیست‌شناسی نمونه‌ای از این نوع، یعنی استفاده از علوم زیستی برای بررسی یک موضوع کلی در فلسفه علم، بود که در آن از زیست‌شناسی برای بررسی مسأله فروکاست نظریه‌های علوم در مدل تجربه‌باوری منطقی استفاده شد. کنت شافنر^۱، فیلسوف آمریکایی، فروکاست را در مورد رابطه میان ژنتیک مندلی کلاسیک و ژنتیک

1. Kenneth F. Schaffner (1939-)

مولکولی جدید به کار برد. دیوید هال استدلال کرد که آنچه از این تلاش می‌آموزیم این است که ژنتیک مندلی به ژنتیک مولکولی فروکاست‌ناپذیر است. این بحث به تقویت این اجماع تقریباً همگانی در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ انجامید که علوم خاص از علوم بنیادی‌تر مستقل و خودمختارند. این بحث‌ها در ادامه به تدوین مدل‌های دقیق‌تری از نظریهٔ فروکاست انجامید.

در نوع دوم فلسفهٔ زیست‌شناسی، معماهای مفهومی درون خود زیست‌شناسی در معرض تحلیل فلسفی قرار می‌گیرند. برای مثال، مفهوم شایستگی^۱ را در نظر بگیرید که در قلب نظریهٔ تکامل جای دارد، اما وضعیت آن از نظر فیلسوفان همواره مسأله‌دار بوده است. گفته می‌شد که اگر تلاش کنیم به معنای دقیق کلمه قانونی برای تکامل بسازیم کارمان به همان‌گویی^۲ خواهد کشید، زیرا در مفهوم بقای شایسته‌ترین‌ها^۳، که معادل هربرت اسپنسر برای انتخاب طبیعی داروین است، خود شایسته‌ترین را باید در چارچوب بقا تعریف کرد. بنابراین در شکل کلی این ایراد، انتخاب طبیعی بقای شایسته‌ترین‌ها است و شایسته‌ترین‌ها نیز همان‌هایی هستند که باقی می‌مانند. بنابراین، در واقع چیزی نگفته‌ایم جز آنکه آنها که باقی می‌مانند باقی می‌مانند. چنین تعریفی، در اصطلاح منطق، تعریف دوری^۴ نامیده می‌شود.

بررسی فلسفی این استدلال که معمولاً فیلسوفان ناآشنا با زیست‌شناسی آن را مطرح می‌کنند، بی‌اساس بودن آن را نشان داد. شایستگی به معنای بقا نیست، بلکه به معنای توانایی بقا در نتیجهٔ داشتن مجموعه‌ای از سازگاری‌ها

1. Fitness

2. Tautology

۳. Survival of the fittest؛ در گذشته «بقای اصلح» نیز ترجمه شده است. داروین در اصل انواع کلمه fit را مترادف adapted به معنای سازگار یا متناسب با محیط به کار برده است. با این حال، از آنجا که اصطلاح fitness در زیست‌شناسی تکاملی اغلب در ارتباط با موفقیت تولید مثلی مطرح می‌شود، معادل فارسی «شایستگی» مناسب‌تر به نظر می‌رسد.

4. Circular Definition

و ویژگی‌ها در گروهی از افراد یک جمعیت در مقایسه با افراد دیگر است، و بنابراین مفهومی آماری نیز است (زیرا هیچ تضمینی وجود ندارد که دو فرد دوقلو که به لحاظ ژنتیکی یکسان و بنابراین به یک اندازه شایسته هستند، هر دو از حوادث جان به در ببرند و تعداد فرزندان یکسانی داشته باشند). به گفته‌ی سوبر^۱، اگر این همان‌گویی باشد، آنگاه معادله‌ی نیوتنی $F=ma$ (نیرو مساوی است با حاصل ضرب جرم در شتاب) که مبنای بسیاری از تبیین‌ها در فیزیک است نیز چیزی جز همان‌گویی نیست. در دهه‌ی ۱۹۷۰ نسل جدید فیلسوفان زیست‌شناسی به تدریج پی بردند که شایستگی یکی از ویژگی‌های مبتنی^۲ جانداران است: شایستگی هر جاندار خاص پیامد مجموعه‌ای اختصاصی از ویژگی‌های جسمانی آن جاندار و محیط خاص آن است (شایستگی یک شیر در محیطی پر از گورخر با شایستگی همان شیر در محیطی پر از شکارچیان شیر برابر نیست)، اما دو جاندار که سطح شایستگی یکسانی دارند ممکن است آن را مدیون مجموعه‌های بسیار متفاوتی از ویژگی‌های جسمانی باشند.

کتابی که در دست دارید عمدتاً به دو نوع نخست فلسفه‌ی زیست‌شناسی می‌پردازد. البته به عقیده‌ی بعضی فیلسوفان زیست‌شناسی، همچون ورنر کلبو، تنها پژوهش‌های نوع اول و دوم را می‌توان فلسفه‌ی زیست‌شناسی به شمار آورد زیرا نتایج آنها دوباره به خورد زیست‌شناسی می‌رود. به گفته‌ی کلبو «همه‌ی پژوهش‌های فلسفی را که با الهام از یافته‌های زیست‌شناسی انجام می‌شوند نباید بی‌درنگ ذیل فلسفه‌ی زیست‌شناسی جای داد. به این دلیل که نتایج چنین پژوهش‌هایی ممکن است هیچ نقشی در بهبود شناخت ما از هیچ کدام از مباحث زیست‌شناختی مرتبط با آن نداشته باشد.»

1. Elliott R. Sober (1948-)

۲. Supervenient؛ در کل به معنای وابستگی است. اما در تعریف دقیق فلسفی آن، الف مبتنی بر ب است اگر و تنها اگر برای هر تغییری در الف تغییری در ب لازم باشد. برای مثال، خواص مولکولی مبتنی بر خواص اتمی است.

زیست‌فلسفه

اما شکل سومی از فلسفه زیست‌شناسی نیز وجود دارد که در آن برای حل مسائل سنتی فلسفه به زیست‌شناسی رجوع می‌شود. به عبارت دیگر، فیلسوفان برای تقویت مواضع خود درباره موضوعات فلسفی سنتی، همچون اخلاق یا معرفت‌شناسی، سراغ زیست‌شناسی می‌روند. این نوع فلسفه زیست‌شناسی معمولاً به پیامدهای نظریه تکامل برای پرسش‌های بزرگ و کهن فلسفه، همچون شناخت، خودآگاهی، زبان، جنسیت، نژاد، اخلاق، دین و معنای زندگی می‌پردازد، پرسش‌هایی که در فصل مشترک میان زیست‌شناسی و علوم انسانی قرار می‌گیرند. آیا در نتیجه تکامل، زنان و مردان اساساً با هم متفاوت شده‌اند؟ آیا مفهوم نژاد چیزی جز یک برساخته اجتماعی نیست؟ آیا اخلاق نتیجه تکامل رفتارهای اجتماعی در انسان است؟ آیا دین‌داری و باور به نظریه تکامل با هم سازگاری دارند؟ آیا تکامل زندگی را پوچ و بی‌معنا می‌کند؟ در این نوع سوم، به گفته مایکل روس «به جای آنکه از فلسفه برای تحلیل زیست‌شناسی استفاده کنیم، از زیست‌شناسی برای مطلع کردن فلسفه و گسترش آن استفاده می‌کنیم.»^۱

برای مثال، یکی از نمونه‌های نوع سوم فلسفه زیست‌شناسی در تاریخ اخیر آن را می‌توان در استفاده از مفهوم تغییرات^۲ و اندیشه جمعیتی داروینی در مقابله با فلسفه کهن ذات‌باوری و مفاهیم سنتی آن همچون ذات انسان مشاهده کرد (نک. فصل پنجم کتاب حاضر). مبحث معرفت‌شناسی تکاملی^۳ که این روزها بسیار مورد توجه قرار گرفته و رویکردی طبیعت‌باورانه به معرفت‌شناسی با تأکید بر اهمیت انتخاب طبیعی است نیز در همین نوع جای می‌گیرد. رجوع فیلسوفان به علم به عنوان منبعی از مثال‌ها، یا منبعی

1. Ruse, Michael. 2017. The role of biology in philosophy. *Metascience*, 26 (2): 285-288.

2. Variation

3. Evolutionary Epistemology

برای الهام مفهومی و نظری، نه تازگی دارد و نه مختص زیست‌شناسی است. برای مثال، فیلسوفان ذهن برای حل مسائلی همچون جبر و اختیار به علوم اعصاب رجوع می‌کنند یا بعضی فیلسوفان برای حل مسألهٔ فردیت^۱ سراغ ایمنی‌شناسی رفته‌اند.

اخیراً دیوید لیوینگستون اسمیت^۲، فیلسوف انگلیسی، در مجموعه مقاله‌ای با عنوان چگونه زیست‌شناسی به فلسفه شکل می‌دهد^۳ این شکل از فلسفهٔ زیست‌شناسی را زیست‌فلسفه^۴ نامید. اگرچه این اصطلاح پیش از این به معناهای دیگری نیز به کار برده شده، اما لیوینگستون اسمیت آن را در معنایی خاص و متمایز از فلسفهٔ زیست‌شناسی به کار می‌برد، یعنی شکل‌دهی زیست‌شناسی به فلسفه و پی‌ریزی شالودهٔ طبیعت‌باوری^۵. اگرچه زیست‌فیلسوفان و فیلسوفان زیست‌شناسی هر دو به فصل مشترک میان فلسفه و زیست‌شناسی توجه دارند، اما گروه نخست زیست‌شناسی را در فلسفه به کار می‌برند و گروه دوم فلسفه را در زیست‌شناسی. از این نظر، زیست‌فلسفه تصویر آینه‌ای فلسفهٔ زیست‌شناسی است؛ فیلسوفان زیست‌شناسی از فلسفه به عنوان منبعی برای زیست‌شناسی استفاده می‌کنند، و زیست‌فیلسوفان از زیست‌شناسی به عنوان منبعی برای فلسفه.

لیوینگستون اسمیت می‌گوید «نوع سوم فلسفهٔ زیست‌شناسی از نظر گریفیس، که برای پرداختن به آنچه او مباحث فلسفی سنتی می‌نامد به زیست‌شناسی رو می‌کند، همان چیزی است که من زیست‌فلسفه می‌نامم.» لیوینگستون اسمیت نیز همچون ورنر کلبو موافق نیست که این نوع فلسفه بخشی از فلسفهٔ زیست‌شناسی به شمار آید، زیرا «معمولاً در عبارتهایی به شکل فلسفهٔ فلان، فلان به معنای هر چیزی است که دربارهٔ آن فلسفیده می‌شود. از فلسفهٔ زیست‌شناسی چنین برمی‌آید که آنچه دربارهٔ اش فلسفیده

1. Selfhood

2. David Livingstone Smith (1953-)

3. How Biology Shapes Philosophy (2017)

4. Biophilosophy

5. Naturalism

می‌شود، زیست‌شناسی است.» اما این در مورد نوع سوم گریفیس صدق نمی‌کند. در عوض، در زیست‌فلسفه از شیوه نام‌گذاری شبیه به عصب‌فلسفه^۱ استفاده شده که به معنای رویکردی زیست‌شناختی به فلسفه است. با این حال، این نام پیشنهادی به نظر مایکل روس «بسیار زشت» می‌آید. روس اصطلاح فلسفه طبیعت^۲ را ترجیح می‌دهد که پیتر گادفری اسمیت^۳ در کتاب جمعیت‌های داروینی و انتخاب طبیعی^۴ پیشنهاد کرده است، اما این اصطلاح استفاده از فیزیک و علوم دیگر برای پیشبرد فلسفه را نیز در بر می‌گیرد.

گادفری اسمیت می‌نویسد: «به تعبیر وسیع، تمام فلسفه زیست‌شناسی بخشی از فلسفه علم است. اما... به تعبیری باریک‌تر می‌توان فلسفه علم را از فلسفه طبیعت تمیز داد. فلسفه علم در این تعبیر باریک‌تر، تلاشی برای درک فعالیت و محصولات خود علم است اما هنگامی که به فلسفه طبیعت می‌پردازیم، تلاش می‌کنیم که جهان و جایگاه ما در آن را درک کنیم. علم زیست‌شناسی به ابزاری همچون یک عدسی تبدیل می‌شود که از طریق آن به جهان طبیعت می‌نگریم. به این ترتیب علم به منبعی برای فلسفه تبدیل می‌شود و نه موضوعی برای آن.» به این ترتیب، در سپهر علم زیست‌شناسی، فلسفه علم گادفری اسمیت با انواع اول و دوم گریفیس از فلسفه زیست‌شناسی مطابقت دارد و فلسفه طبیعت او با نوع سوم گریفیس، یا همان چیزی که لیوینگستون اسمیت زیست‌فلسفه می‌نامد. بنابراین می‌توان گفت که زیست‌فلسفه نوع خاصی از فلسفه طبیعت است.

اما چه ارتباطی میان این فلسفه زیست‌شناسی (نوع اول و دوم گریفیس) با زیست‌فلسفه وجود دارد؟ به گفته گادفری اسمیت «این دو نوع کار فلسفی متقابلاً بر هم اثر دارند. آنچه فکر می‌کنید علم درباره جهان به ما

1. Neurophilosophy

2. Philosophy of Nature

3. Peter Godfrey-Smith (1965-)

4. Darwinian Populations and Natural Selection (2009)

می‌گوید بستگی به این خواهد داشت که فکر می‌کنیم آن بخش از علم چگونه کار می‌کند.» به عبارت دیگر، برای پرداختن درست به زیست‌فلسفه، ابتدا باید علم زیست‌شناسی را درست بفهمیم و انجام این کار هم نیازمند سواد در بخش‌های مختلف علم زیست‌شناسی است و هم درک مسائل فلسفی مرتبط با آنها.

فلسفه علم یا فلسفه فیزیک؟

با توجه به اینکه قرن نوزدهم تحت تأثیر انتشار کتاب اصل انواع داروین و نظریه تکامل بود که پیامدهای فلسفی بی‌شماری دارد، شاید این در نگاه نخست غیرمنتظره به نظر رسد که در دو قرن گذشته زیست‌شناسی عمدتاً با بی‌مهری فیلسوفان روبه‌رو شده یا به ابزاری برای رفتن به بیراهه تبدیل شده است. در تمام این مدت فیزیک بود که به عنوان نمونه استاندارد و معیار علم حقیقی مورد توجه فیلسوفان قرار گرفت. حتی در ۱۹۶۹ نیز ارنست مایر^۱، جانورشناس آلمانی-آمریکایی، این گلایه را مطرح کرد که عنوان کتاب‌هایی که فلسفه علم نامیده می‌شوند همگی گمراه‌کننده‌اند و در واقع باید فلسفه فیزیک نامیده شوند.

شکل‌گیری فلسفه زیست‌شناسی به عنوان یک رشته دانشگاهی و زیررشته‌ای از فلسفه علم از دهه ۱۹۷۰ آغاز شد، در حالی که خود فلسفه علم تا دهه ۱۹۵۰ به عنوان یک رشته دانشگاهی کاملاً جا افتاده بود. نخستین نسل فیلسوفان زیست‌شناسی جدید در آثارشان مدعی شدند که علت این تأخیر بی‌توجهی به زیست‌شناسی و انحصار توجه به علوم فیزیکی در دوران شکل‌گیری فلسفه علم جدید در دهه‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ است. نگاهی به آثاری که فیلسوفان در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ درباره فلسفه علم تولید کرده‌اند نشان می‌دهد که واقعاً همین‌طور است و زیست‌شناسی یا

1. Ernst Mayr (1904-2005)

به کلی نادیده گرفته شده یا خیلی گذرا از آن عبور شده است. بقایای این طرز فکر را امروزه می‌توان در رشته‌های دانشگاهی فلسفه علم در ایران نیز مشاهده کرد که در عمل توجه چندانی به زیست‌شناسی در آن نمی‌شود.

برخی از این آثار به فارسی نیز ترجمه شده‌اند و منظور از علم در عنوان بیشتر این آثار در واقع چیزی جز فیزیک نیست. در کتاب قدیمی‌تر ادوین آرتور برت که در چاپ نخست مبانی متافیزیکی علوم فیزیکی مدرن (۱۹۲۵) نامیده شده بود، در چاپ‌های جدیدتر نیازی به ذکر کلمه فیزیکی دیده نشد!^۱ ترجمه کتاب مبانی فلسفی فیزیک (۱۹۶۶) از ردولف کارنپ در فارسی با عنوان مقدمه‌ای بر فلسفه علم^۲ منتشر شده است. برخی دیگر از این دسته آثار که به فارسی ترجمه شده‌اند عبارت‌اند از: مدخل فلسفه علم^۳ (۱۹۵۳) از استیون تولمین، منطق اکتشاف علمی^۴ (۱۹۵۹) و حدس‌ها و ابطال‌ها^۵ (۱۹۶۲) از کارل ریموند پاپر، فلسفه علوم طبیعی^۶ (۱۹۶۶) از کارل همپل، فلسفه علم^۷ (۱۹۶۶) از نیکلاس کاپالدی، و چیست این چیزی که علم می‌نامند؟^۸ (۱۹۷۶) از آلن چالمرز. در هیچ کدام از این کتاب‌ها چیز زیادی درباره زیست‌شناسی دیده نمی‌شود. حتی در کتابی با عنوان فلسفه علم در قرن بیستم^۹ (۱۹۹۳) از دونالد گیلیس نیز نویسنده لزومی ندیده که نه به زیست‌شناسی و نه به فلسفه زیست‌شناسی که تا آن زمان رشته‌ای جاافتاده

۱. با ترجمه عبدالکریم سروش و با عنوان مبادی مابعدالطبیعی علوم نوین به فارسی منتشر شده است (علمی و فرهنگی، ۱۳۶۷).

۲. با ترجمه یوسف عقیقی (نیلوفر، ۱۳۶۳).

۳. با ترجمه محمدرضا شادرو (علم، ۱۳۹۴).

۴. با دو ترجمه احمد آرام (سروش، ۱۳۷۳) و سید حسین کمالی (علمی و فرهنگی، ۱۳۸۱).

۵. با دو ترجمه احمد آرام (شرکت سهامی انتشار، ۱۳۶۳) و رحمت‌الله جباری (شرکت سهامی انتشار، ۱۳۹۲).

۶. با ترجمه حسین معصومی همدانی (مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۹).

۷. با ترجمه علی حقی (سروش، ۱۳۷۷).

۸. با نام علم چیست؟ به ترجمه محمد مشایخی (شرکت سهامی انتشار، ۱۳۷۳) و با نام چیستی علم به ترجمه سعید زیباکلام (علمی و فرهنگی، ۱۳۷۴).

۹. با ترجمه حسن میاننداری (سمت، ۱۳۹۴).

بود اشاره‌ای بکند. این وضعیت تنها در کتاب‌های به نسبت جدیدتری اصلاح شده که فیلسوفان زیست‌شناسی درباره فلسفه علم نوشته‌اند: فلسفه علم^۱ (۲۰۰۰) از الکساندر روزنبرگ، فلسفه علم: مقدمه‌ای بسیار کوتاه از نویسنده کتاب حاضر^۲ و نظریه و واقعیت^۳ (۲۰۰۳) از پیتر گادفری اسمیت.

حتی هنگامی هم که فیلسوفان توجه خود را به زیست‌شناسی معطوف می‌کردند معمولاً خودشان را به چند مبحث خاص مانند حیات‌باوری، غایت‌انگاری، فروکاست و موضوعاتی شبیه اینها محدود می‌کردند. چیزی که از این فهرست برمی‌آید این است که فیلسوفان در انتخاب موضوعاتی که به آنها می‌پرداختند به هیچ وجه توجه‌شان به مباحثی جلب نمی‌شود که مورد علاقه و توجه زیست‌شناسان است. برای مثال، موضوعاتی همچون حیات‌باوری و غایت‌انگاری مدت‌هاست که در زیست‌شناسی منسوخ شده‌اند و از نظر عملی و نظری مسأله‌ای برای زیست‌شناسان مطرح نمی‌کنند. طرح دوباره این مباحث، بی‌آنکه به نکته جدیدی اشاره شده باشد، نه کمکی به پیشرفت زیست‌شناسی می‌کند و نه به تعمیمی فلسفی می‌انجامد.

بسیاری از فیلسوفان پرداختن به موضوعاتی که به نظر زیست‌شناسان مهم می‌آیند را کسر شأن خود می‌دانند و در عوض به سراغ مسائلی می‌روند که زیست‌شناسان به اهمیت‌شان پی نبرده‌اند. ضمناً بسیاری از آنها تلاش می‌کنند مسائل واقعی زیست‌شناسی را به مباحث معناشناختی تقلیل دهند که مطلقاً تحت تأثیر داده‌های تجربی قرار نمی‌گیرند. گرایش وسوسه‌آمیزی در میان فیلسوفان هست که مراقب باشند زیست‌شناسان نظریه‌ای ندهند که با داده‌های تجربی نتوان ابطالش کرد، و در عوض خودشان همواره در پی تعمیم‌هایی هستند که مستقل از داده‌های تجربی باشند.

۱. با ترجمه مهدی دشت‌بزرگی و فاضل اسدی امجد (طه، ۱۳۸۴).

۲. با دو ترجمه هومن پناهنده (فرهنگ معاصر، ۱۳۸۷) و ابوالفضل حقیری (امیرکبیر، ۱۳۸۹) با عنوان درآمدی بر فلسفه علم.

۳. با عنوان درآمدی بر فلسفه علم با ترجمه نواب مقربی (پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، ۱۳۹۲).

چگونه نباید درباره زیست‌شناسی فلسفید

یکی از ویژگی‌های چشمگیر نظرهایی که فیلسوفان درباره زیست‌شناسی داده‌اند بی‌اطلاعی آنها درباره این علم است. در یکی از نمونه‌های نسبتاً مشهور آن، دیوید هال در مقاله «فلسفه زیست‌شناسی چه نیست» (۱۹۶۹) از یک فیزیک‌دان و فیلسوف علم آرژانتینی به نام ماریو بونگی^۱ خرده می‌گیرد که گفته بود «تیرگی صنعتی^۲ در پروانه‌ها یک قرن پس از انتشار اصل انواع داروین مشاهده شد.» هال پس از آنکه نشان می‌دهد این فاصله نه یک قرن بلکه فقط سی سال بوده، می‌نویسد «و گرچه ممکن است برای یک فیلسوف نکته بی‌اهمیتی به نظر برسد، اما تقریباً تمام مشاهدات مربوط به شب‌پره‌ها بودند و نه پروانه‌ها. مطمئنم که او با نظریه کوانتوم با این بی‌قیدی برخورد نخواهد کرد. تفاوت میان مزون و پیون اهمیت دارد. تفاوت میان شب‌پره و پروانه ظاهراً نه.»

بعضی فیلسوفان علم نیز بر اساس ملاحظات معرفت‌شناختی و متافیزیکی کلی ادعاهایی را درباره زیست‌شناسی مطرح کردند. شاید یکی از مشهورترین آنها این ادعای جک اسمارت^۳، فیلسوف استرالیایی، در دهه ۱۹۶۰ باشد که گفت زیست‌شناسی علمی خودمختار نیست، بلکه مانند مهندسی، کاربرد فنی علوم پایه‌ای‌تر است. به گفته او زیست‌شناسی نیز همچون مهندسی قادر نیست چیزی به قوانین طبیعت اضافه کند، بلکه فقط نشان می‌دهد که قوانین فیزیک و شیمی چگونه در شرایطی خاص اجرا می‌شوند. این همان دیدگاهی است که به ایالت‌باوری^۴ معروف شده و بر اساس آن زیست‌شناسی فقط یکی از استان‌های فیزیک است، رشته‌ای که در آن قوانین فیزیک به کار می‌روند اما قانونی که متعلق به خودش باشد ندارد. تعجبی ندارد که بسیاری از آثار نخستین در فلسفه زیست‌شناسی را واکنش

1. Mario Bunge (1919-)

2. Industrial Melanism

3. John J. C. Smart (1920-2012)

4. Provincialism

به این نوع ادعاهای تحقیرآمیز تشکیل داده و به فرضیه خودمختاری^۱ زیست‌شناسی انجامیده است.

یکی از نمونه‌های کلاسیک فلسفه زیست‌شناسی بد را می‌توان در مقاله‌ای با عنوان «دو نظریه تکامل»^۲ از مارگری گرین^۳ یافت که گاه مادر بزرگ فلسفه زیست‌شناسی نیز نامیده شده است. گرین با آنکه در دوره کارشناسی جانورشناسی خوانده و سپس در ادامه به فلسفه تغییر رشته داده بود، در این مقاله چنان به دستاوردهای چند دهه زیست‌شناسی و اجماع گسترده آن در قالب نظریه تلفیق تکاملی نوین^۴ بی‌توجهی نشان داد که هیچ انتقادی از نظریه تکامل به اندازه آن زیست‌شناسان را نرنجاند و خشمگین نکرد. گرین در دهه ۱۹۵۰ با مایکل پولانی^۵، شیمی‌فیزیک‌دان مجار و فیلسوف علم کار می‌کرد. وظیفه‌ای که پولانی به گرین محول کرد این بود که دنبال بدعت‌ها و عقاید مخالف با عقایدی بگردد که در نظریه تکامل از پذیرش گسترده‌ای برخوردارند.

دو نظریه‌ای که گرین در مقاله‌اش با هم مقایسه کرد متعلق به دو دیرین‌شناس بود: اتو شیندولف^۶ آلمانی و جورج گیلورد سیمپسون^۷ آمریکایی. گرین مدعی شد که داده‌های موجود کمابیش به یک اندازه نظریه‌های این دو دانشمند را تأیید می‌کنند، اما به عقیده گرین، وقتی پای معرفت‌شناسی به میان می‌آمد، نظریه شیندولف بسیار منسجم بود اما نظریه سیمپسون چنین نبود. این در حالی بود که به نظر زیست‌شناسان داده‌های موجود نظریه سیمپسون، یعنی همان تکامل تدریجی داروینی یا تصویری همگان‌پذیر که در نتیجه تلفیق نوداروینی شکل گرفته بود، را کاملاً تأیید و

1. Autonomy

2. Grene, Marjorie. 1958. Two Evolutionary Theories (I & II). *The British Journal for the Philosophy of Science*, 9 (34): 110-127 & (35): 185-193.

3. Marjorie Grene (1910-2009)

4. Modern Synthesis

5. Michael Polanyi (1891-1976)

6. Otto H. Schindewolf (1896-1971)

7. George Gaylord Simpson (1902-1984)

نظریه پرش باورانه شیندولف، یعنی این باور عجیب که از تخم یک خرنده یک شبه جوجه پرنده بیرون آید، را کاملاً رد می‌کرد. با این همه، گرین نوشت که این دو نظریه صرفاً دو چارچوب متفاوت برای درک داده‌ها فراهم می‌کنند. در مورد دسته‌ای از داده‌ها می‌توان یک نظریه را ترجیح داد و برای دسته‌ای دیگر نظریه دیگر را. بنابراین به گفته گرین «اینکه کدام یک را ترجیح می‌دهیم مطلقاً سلیقه‌ای به نظر می‌رسد.» این تلویحاً به معنای آن است که کار به جایی رسیده که زیست‌شناسان با هیچ مقداری از داده تجربی از عهده حل مسأله برنخواهند آمد و اکنون یک فیلسوف لازم است تا به آنها بگوید که از نظر معرفت‌شناختی کدام‌شان را می‌پسندد.

مشکل اصلی حمله گرین به نوداروینیسم یا نظریه تلفیقی، علاوه بر ناسازگاری آن با داده‌های تجربی، دیرهنگامی آن بود. این نظریه پیش از آن به اندازه کافی با شدیدترین انتقادهای روبه‌رو شده و به همه آنها پاسخ داده بود. اکنون زیست‌شناسان با مقاله‌ای از یک فیلسوف روبه‌رو بودند که واقعیت‌ها را وارونه جلوه می‌داد و سپس ادعا می‌کرد که یک نظریه علمی اشتباه را می‌توان به دلیل بعضی ملاحظات معرفت‌شناختی مبهم به نظریه‌ای تأییدشده با شواهد ترجیح داد. به‌ویژه آنکه معلوم شد معرفت‌شناسی مورد نظر گرین همان سنخ‌شناسی^۱ بر پایه ذات‌باوری^۲ افلاطونی و مفهوم انواع طبیعی^۳ است که در زیست‌شناسی پساداروینی جایی ندارد. برای زیست‌شناسان پذیرفتنی نبود که ملاحظات معرفت‌شناختی، با هر معنایی که ممکن بود داشته باشند، از حقیقت تجربی وزن بیشتری داشته باشند.

پیش-از-تاریخ فلسفه زیست‌شناسی

به تدریج فیلسوفان پی بردند که مسائل مفهومی بخش مهمی از علم نادیده گرفته شده است. از سوی دیگر، تعدادی از زیست‌شناسان نیز که

پی برده بودند برای پیشبرد پژوهش‌هایشان نیاز به تحلیل فلسفی بعضی نظریه‌ها و مدل‌ها دارند، خودشان دست به کار شدند. در ابتدای قرن بیستم یک زیست‌شناس نظری به نام جوزف هنری وودجر^۱ که عمدتاً در زمینه زیست‌شناسی سلولی و جنین‌شناسی فعالیت می‌کرد، تلاش کرد با روش‌های منطق صوری و ریاضی ابهامات واژه‌شناختی در زیست‌شناسی را برطرف کند. پروژه وودجر به انتشار کتاب‌هایی همچون اصول زیست‌شناختی (۱۹۲۹) و زیست‌شناسی و زبان (۱۹۵۲) انجامید که البته چندان مورد توجه واقع نشدند.

سرانجام در سال ۱۹۵۹ و در صدمین سالگرد انتشار کتاب اصل انواع داروین، کتابی منتشر شد که می‌توان آن را نخستین کتاب استاندارد در زمینه فلسفه زیست‌شناسی دانست: طرز فکر زیست‌شناختی^۲ نوشته مورتون بکنر^۳، فیلسوف آمریکایی. این کتاب اگرچه به اندازه آثار وودجر صوری نبود، اما باز فنی‌تر از آن بود که بیشتر زیست‌شناسان بتوانند آن را بخوانند. اما وضعیت دانشجویان فلسفه کاملاً متفاوت بود و نسل اول فیلسوفان زیست‌شناسی با مطالعه اثر بکنر وارد این رشته شدند. بکنر در این کتاب از خودمختاری زیست‌شناسی به عنوان رشته‌ای دفاع کرد که مفاهیم و قوانین مختص به خودش دارد. در روایت رسمی از شکل‌گیری رشته فلسفه زیست‌شناسی، آثار این دو فیلسوف اصطلاحاً «پیش-از-تاریخ فلسفه زیست‌شناسی» نامیده می‌شود، زیرا این آثار به تداوم انتشار متون فلسفی منجر نشد.

یکی از موانعی که در ابتدای کار فلسفه زیست‌شناسی جدید آشکار شد شیوه نامناسبی بود که فیلسوفان برای ارتباط با زیست‌شناسان انتخاب می‌کردند. بسیاری از این فیلسوفان بر اساس آموزشی که دیده بودند برای

1. Joseph Henry Woodger (1894–1981)

2. The Biological Way of Thought (1959)

3. Morton O. Beckner (1928 - 2001)

بیان استدلال‌هایشان از منطق ریاضی استفاده می‌کردند. برای مثال، جوزف وودجر، با آنکه خود زیست‌شناس بود، از منطق ریاضی برای نشان دادن تمایز میان تاکسون^۱ و تراز^۲ استفاده کرد. یعنی برای مثال نشان داد که میان تاکسون گونه (محتوا) و تراز گونه (ظرف) که یکی از ترازهای سلسله‌مراتب رده‌بندی لینه‌ای است، تمایز وجود دارد. اما این مثل آن بود که مقاله‌اش را به زبان اسپرانتو نوشته باشد. متأسفانه مقاله وودجر مورد توجه هیچ زیست‌شناسی قرار نگرفت و سرانجام ۱۰ سال بعد خود زیست‌شناسان به تفاوت‌های مهم میان تاکسون‌ها و ترازها پی بردند. منطق صوری و ریاضی شاید روش فوق‌العاده‌ای برای حل مسائل در فلسفه علم باشد، اما قطعاً روش خوبی برای بیان نتایج این تحقیقات نیست، زیرا تعداد زیست‌شناسانی که با این روش آشنایی داشته باشند زیاد نیست. به گفته دیوید هال «آیا این تقصیر زیست‌شناسان نیست؟ آیا آنها نیستند که باید بروند نظریه مجموعه‌ها یا منطق ریاضی بیاموزند تا از منافع چنین آثاری بهره‌مند شوند؟ تنها پاسخی که صادقانه می‌توانم به این پرسش بدهم این است: نه ... کمتر نتیجه‌ای در این آثار هست که نتوان آن را بدون استفاده گسترده از نمادهای ریاضی به‌روشنی بیان کرد.» هال چه شیوه‌ای را پیشنهاد می‌کند؟ چند جمله به زبان ساده!

تاریخ فلسفه زیست‌شناسی

در دهه ۱۹۶۰ رشته فلسفه زیست‌شناسی با رشد چشمگیری همراه نبود. نسل نخست فیلسوفان زیست‌شناسی همچون دیوید هال، مایکل روس، و ویلیام ویمست^۳ مقاله‌هایی در زمینه‌های مختلف از سیستماتیک و غایت‌انگاری گرفته تا فروکاست و پیچیدگی در ژورنال‌های زیست‌شناسی و فلسفه علم منتشر کردند. در ابتدای دهه ۱۹۷۰ دو کتاب درسی مقدماتی منتشر شد:

1. Taxon

2. Category

3. William C. Wimsatt (1941-)

فلسفه زیست‌شناسی (۱۹۷۳) نوشته مایکل روس و فلسفه علوم زیستی (۱۹۷۴) نوشته دیوید هال. در هیچ کدام از این دو کتاب استفاده چندانی از منطق ریاضی نشده و بنابراین مطالعه آنها برای زیست‌شناسان نسبتاً آسان‌تر بود. دیوید هال درباره تفاوت این دو اثر با کتاب‌های مشابه می‌نویسد: «ما نسبت به پیشینیان مان زیست‌شناسی را جدی‌تر می‌گرفتیم و معتقد بودیم که بیشتر انتقادات فلسفی آن زمان از نظریه تکامل اشتباه است.»

پس از آن این رشته با سرعت رشد کرد. رابرت برند^۱، فیلسوف آمریکایی، درباره اواخر دهه ۱۹۷۰ می‌گوید که در آن زمان «پنج فیلسوف زیست‌شناسی می‌شناختم: مارجری گرین، دیوید هال، مایکل روس، مری ویلیامز^۲ و ویلیام ویلمست.» اما تا سال ۱۹۸۶ تعدادشان به حدی رسیده بود که صفحات ژورنال جدید زیست‌شناسی و فلسفه با سردبیری مایکل روس را پر کنند. دو مجموعه مقاله نیز در همان دهه ۱۹۷۰ منتشر شد: مطالعاتی در فلسفه زیست‌شناسی (۱۹۷۴) با دبیری دو زیست‌شناس برجسته به نام‌های فرانسیسکو آیالا^۳ و تیودوسیوس دوبژانسکی^۴ و مقاله‌هایی که عمدتاً زیست‌شناسان نوشته‌اند، و موضوعاتی در فلسفه زیست‌شناسی (۱۹۷۶) با دبیری دو فیلسوف به نام‌های مارجری گرین و اورت مندلسون^۵ و مقاله‌هایی که عمدتاً فیلسوفان نوشته‌اند. در هیچ کدام از مقاله‌های این دو مجموعه نیز خبری از منطق ریاضی نبود.

از نیمه دوم دهه ۱۹۸۰ به تدریج نسل دوم فیلسوفان زیست‌شناسی آثارشان را منتشر کردند: سوءاستفاده از علم (۱۹۸۲) از فیلیپ کیچر^۶؛ ساختار علوم زیستی (۱۹۸۵) از الکساندر روزنبرگ؛ مباحث مفهومی در زیست‌شناسی تکاملی (۱۹۸۴)، ماهیت انتخاب (۱۹۸۴)، بازسازی گذشته (۱۹۸۸) و فلسفه زیست‌شناسی (۱۹۹۳) از الیوت سوبر؛ علم

1. Robert N. Brandon (1952-) 2. Mary B. Williams (1936-)

3. Francisco J. Ayala (1934-) 4. Theodosius Dobzhansky (1900-1975)

5. Everett Mendelsohn (1931-) 6. Philip Kitcher (1947-)

همچون فرایند (۱۹۸۸) از دیوید هال؛ ساختار و تأیید نظریه تکامل (۱۹۸۸) از الیزابت لوید^۱؛ سازش و محیط (۱۹۹۰) از رابرت برندن و بسیاری دیگر. مسأله بسیار بحث‌انگیز سطح انتخاب و توجه به شاخه‌های دیگر زیست‌شناسی غیر از تکامل، همچون زیست‌شناسی مولکولی، سلولی، تکوینی و زیست‌شیمی از جمله مباحثی بودند که در این نسل مطرح شد. ژورنال‌های اصلی این رشته نیز تقریباً از همین زمان شکل می‌گیرند: تاریخ و فلسفه علوم حیاتی^۲ (از ۱۹۷۹)، زیست‌شناسی و فلسفه^۳ (از ۱۹۸۶)، عرصه حیاتی^۴ (از ۱۹۹۳، در مکزیک و به اسپانیایی)، سالنامه تاریخ و فلسفه زیست‌شناسی^۵ (از ۱۹۹۴، به آلمانی) و مطالعات تاریخ و فلسفه علوم زیستی و زیست‌پزشکی^۶ (از ۱۹۹۸). دو انجمن علمی این رشته نیز نسبتاً اخیر هستند: انجمن بین‌المللی تاریخ، فلسفه و مطالعات اجتماعی زیست‌شناسی^۷ (در ۱۹۸۹) و انجمن آلمانی تاریخ و فلسفه زیست‌شناسی^۸ (در ۱۹۹۱).

تشویق زیست‌شناسان برجسته‌ای همچون ارنست مایر در کتاب رشد اندیشه زیست‌شناختی (۱۹۸۲) و فرانسیسکو آیالا، زیست‌شناس تکاملی اسپانیایی-آمریکایی، در مقاله «زیست‌شناسی به مثابه علمی خودمختار» (۱۹۷۶) و نیز پذیرش فیلسوفان زیست‌شناسی در آزمایشگاه‌ها و پروژه‌هایشان یکی از عوامل پیدایش این رشته جدید بود. علاوه بر مایر و آیالا، زیست‌شناسان حرفه‌ای دیگر، به‌ویژه ریچارد لونتین، استیون جی گولد، مایکل گیسلین، ادوارد ویلسون، جورج ویلیامز، جان مینارد اسمیت، ریچارد الکساندر، و ریچارد داوکینز نیز نقش مهمی در شکل‌گیری

1. Elisabeth Lloyd (1956-)
2. History and Philosophy of the Life Sciences
3. Biology and Philosophy
4. Ludus Vitalis
5. Jahrbuch für Geschichte und Theorie der Biologie
6. Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences
7. Society for History, Philosophy, and Social Studies of Biology
8. Deutsche Gesellschaft für Geschichte und Theorie der Biologie

فلسفه زیست‌شناسی داشتند. پیدایش زیست‌شناسی مولکولی بحث‌هایی درباره فروکاستنی بودن زیست‌شناسی به فیزیک و شیمی یا خودمختاری آن مطرح کرد. بحث‌های داغ و آتشین دهه‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ درباره رویکرد تکاملی به تبیین رفتارهای اجتماعی (زیست‌شناسی اجتماعی^۱ و انتخاب خویشاوندی^۲)، رقابت مکاتب مختلف در سیستماتیک زیستی (کلادیستیک^۳، فنیتیک^۴، و تکاملی)، دیرین‌شناسی (چالش تعادل منقطع^۵)، ادغام زیست‌شناسی تکاملی با تکوینی (تکاوین^۶) و سرانجام جنجال طرح هوشمندانه^۷ سوخت لازم برای پیشبرد این رشته نوپا را فراهم آورد.

نقد روایت رسمی از شکل‌گیری فلسفه زیست‌شناسی

بر اساس دیدگاه رایج در فلسفه زیست‌شناسی، پیدایش دیرهنگام این رشته نشان می‌دهد که فیلسوفان علم در گذشته آن را نادیده گرفته بودند و در عوض فقط بر فیزیک متمرکز شده بودند. گفته می‌شود که در دهه‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ که فلسفه علم مدرن شکل می‌گرفت، فلسفه زیست‌شناسی بخشی از آن نبود. ضمناً فیلسوفان زیست‌شناسی موقعیت حاشیه‌ای این علم در فلسفه علم را پدیده‌ای اخیر و متهم اصلی آن را تجربه‌باوری منطقی یا اثبات‌گرایی منطقی^۸ می‌دانند که خواستار فروکاست همه علوم خاص از جمله زیست‌شناسی به علم ایده‌آل، یعنی فیزیک، بود. در این برداشت که روایت رسمی از تاریخ فلسفه زیست‌شناسی جدید نامیده می‌شود، معمولاً گفته می‌شود که این رشته از دل جنبش‌های ضدفروکاست‌باوری در زیست‌شناسی و جنبش‌های ضداثبات‌گرایی در فلسفه در دهه ۱۹۶۰ پدید آمد. کتابی که در دست دارید وفادار به این روایت رسمی است. با این حال،

1. Sociobiology

2. Kin Selection

3. Cladistics

4. Phenetics

5. Punctuated Equilibrium

6. Evo-Devo

7. Intelligent Design

۸. Logical positivism؛ تجربه‌باوری منطقی نیز نامیده می‌شود. این جنبش که از ۱۹۳۰ تا ۱۹۶۰ بر فلسفه غرب حاکم بود، معناداری را به اثبات‌پذیری منوط می‌کرد (verification principle).

در سال‌های اخیر این روایت رسمی از تاریخ فلسفه زیست‌شناسی و دلایل شکل‌گیری آن مورد انتقاد قرار گرفته است. اجازه دهید در زیر نگاهی به نظر منتقدان در مورد هر کدام از ادعاهای فوق داشته باشیم.

آیا در دهه‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ اثری واقعی در رشته فلسفه زیست‌شناسی منتشر نشده است؟ بررسی ژورنال‌های اصلی فلسفه علم در دهه‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ نشان می‌دهد مشکلی که روایت رسمی به‌درستی برای دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ تشخیص داده در آن زمان وجود نداشته است. یک پژوهش نشان داده که نزدیک به ۱۰ درصد از مقاله‌هایی که در این ژورنال‌ها انتشار یافته به فلسفه زیست‌شناسی اختصاص داشتند، بی‌آنکه کاهشی در نرخ انتشار آنها مشاهده شود. به عبارت دیگر، اگرچه در دوره شکل‌گیری فلسفه علم زیست‌شناسی نقش پررنگی نداشت، اما حضور ثابتی داشت و بخش فعالی از این رشته بود. از این گذشته، در تمام طول این دوره زیست‌شناسان در هیأت دبیران این نشریات حضور داشتند.

با این حال، توافق ضمنی میان فیلسوفان زیست‌شناسی کنونی این است که خواندن این مقاله‌ها بی‌فایده و مراجعه به آنها اتلاف وقت است. به عبارت دیگر، رابطه مستقیمی میان آنها با مباحث کنونی این رشته وجود ندارد و ریشه‌های بحث‌های فلسفه زیست‌شناسی جدید را در آنها نمی‌توان یافت. اما آیا واقعاً آثاری که سه ربع قرن پیش تولید شده‌اند هیچ ارتباط موضوعی و روش‌شناختی به پژوهش‌های امروزی ندارند؟ مقاله ۱۹۶۹ دیوید هال عموماً پاسخی منفی به پرسش فوق تلقی می‌شود. به عبارت دیگر، از نظر هال، این آثار پیشین نشان می‌دهند که «فلسفه زیست‌شناسی چه نیست.» هال مقاله‌اش را با این جمله به پایان برد که «باید پذیرفت که تاکنون نه فلسفه زیست‌شناسی چندان ارتباطی به زیست‌شناسی داشته، و نه زیست‌شناسی به آن.» مایکل روس می‌گوید «فقط کسانی که در آن زمان بودند، یعنی در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰، می‌دانند که بیشتر آنچه در آن زمان به عنوان فلسفه زیست‌شناسی جا زده می‌شد چقدر بد بود... مزخرفاتی که مهم‌ترین

ویژگی‌شان بی‌اطلاعی از زیست‌شناسی بود.» بر اساس روایت رسمی، مهم‌ترین وجه تمایز فلسفه زیست‌شناسی جدید با نسخه‌های پیشین، این بود که فیلسوفانی بدان می‌پرداختند که در حد پیشرفته‌ای زیست‌شناسی می‌دانند. در نتیجه به ادعای روایت رسمی آثار دهه‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ از نوعی بودند که امروزه فلسفه زیست‌شناسی واقعی به شمار نمی‌آیند. بهترین معیار سنجش واقعی بودن این مقاله‌ها ارتباط موضوعی‌شان با مباحثی است که امروزه در فلسفه زیست‌شناسی مطرح می‌شوند. به این ترتیب، مقاله‌هایی که در آنها نویسنده فیلسوفی تلاش کرده زیست‌شناسی را به‌زور در چارچوب مفهومی برآمده از فیزیک بگنجاند یا مقاله‌هایی که در آنها نویسنده زیست‌شناسی از حیات‌باوری و سازوکارهای فراطبیعی دیگر سخن گفته و از قلمرو علم خارج شده را نمی‌توان فلسفه زیست‌شناسی واقعی به شمار آورد. در روایت رسمی گفته می‌شود که اثبات‌گرایان منطقی عمدتاً به نظریه نسبیت آینشتاین و تا حدودی به مکانیک کوانتوم و علوم اجتماعی می‌پرداختند و به زیست‌شناسی توجه چندانی نداشتند. در این سنت اگر هم توجهی به زیست‌شناسی می‌شد، در جهت افراط و تفریط بود. در یک سر طیف کسانی همچون جوزف وودجر بودند که تحت تأثیر منطق صوری ریاضی در ابتدای قرن بیستم تلاش می‌کردند همین کار را با زیست‌شناسی انجام دهند. و تنها پس از افول اثبات‌گرایی بود که فیلسوفان دست از سنجش زیست‌شناسی بر اساس معیارهای فیزیک و تحمیل ایده‌آل‌های تبیینی علوم فیزیکی به علوم زیستی برداشتند و به جزئیات نظریه‌ها در علوم خاص همچون زیست‌شناسی علاقه نشان دادند.

در سر دیگر طیف کسانی بودند که از ماده‌باوری می‌ترسیدند و از آن نفرت داشتند و مصمم بودند ثابت کنند که لازمه شناخت جانداران پذیرش روح یا نوعی نیروی حیاتی است که علم بشر هرگز به آن راه نخواهد یافت. این مکتب فلسفی که حیات‌باوری^۱ نامیده می‌شود عمدتاً برای مقابله با تهدید

فروکاست فیزیکی-شیمیایی زیست‌شناسی و برای دفاع از خودمختاری آن ناگزیر به نیروهای حیاتی اسرارآمیز متوسل می‌شد. حیات‌باوری در دهه ۱۹۳۰ به دو دلیل به پایان کار خویش رسید: نخست آنکه با توسل به نیروهای فراطبیعی زیست‌شناسی را از قلمرو علم خارج می‌کرد و دوم آنکه سرانجام تبیین فیزیکی-شیمیایی تمام پدیده‌هایی که حیات‌باوران مدعی بودند تنها با نیروی حیاتی می‌توان تبیین‌شان کرد امکان‌پذیر شد. جالب آنکه پس از آن ورق برگشت و این فقط فیزیک‌دانان و فیلسوفان بودند که از حیات‌باوری حمایت می‌کردند. اما حتی با حذف این موارد نیز باز نیمی از مقاله‌های آن دوره را باید در شمار آثار واقعی این رشته به شمار آورد.

نقش نادیده جاندارباوران

به عقیده منتقدان، روایت رسمی از شکل‌گیری فلسفه زیست‌شناسی در حالی تلاش می‌کند طیف مورد نظرش را به این دو مکتب محدود کند که یکی از مهم‌ترین سنت‌ها در فلسفه زیست‌شناسی ابتدای قرن بیستم، یعنی جاندارباوری^۱، را نادیده می‌گیرد. جاندارباوری در فاصله میان دو جنگ جهانی، یعنی دهه‌های ۱۹۲۰ تا ۱۹۴۰، در بریتانیا، اروپای قاره‌ای و ایالات متحد آمریکا به شکوفایی رسید. منتقدان روایت رسمی بر این باورند که جاندارباوری، هم از نظر موضوعی و هم از نظر روش‌شناختی، با متون معاصر این رشته همراستا است و به همین دلیل خواستار گسترش فلسفه زیست‌شناسی کنونی به گفتمان جامعی هستند که دیدگاه‌های جاندارباوران نیمه نخست قرن بیستم را نیز در بر گیرد.

بی‌توجهی پدران بنیان‌گذار فلسفه زیست‌شناسی جدید به این متون، با توجه به رابطه نزدیک‌شان با تکامل‌دانانی همچون ارنست مایر و طرفداری صریح مایر از سنت جاندارباوری، تا اندازه‌ای تعجب‌آور است. دیوید هال در مقاله ۱۹۶۹ خود با عنوان «فلسفه زیست‌شناسی چه نیست»، که بعضی

آن را نقطه آغاز رسمی فلسفه زیست‌شناسی جدید می‌دانند، درباره آنچه در مقاله آمده اشاره می‌کند که «به نقش زیست‌شناسان در فلسفه زیست‌شناسی به اختصار اشاره خواهد شد، هم به این دلیل که منابع زیست‌شناختی گسترده‌تر از آن است که جمع‌بندی منصفانه آنها در چارچوب محدود مقاله‌ای کوتاه امکان‌پذیر باشد و هم به این دلیل که قوت و ضعف این متون در بیشتر موارد کاملاً متفاوت با تلاش‌هایی است که فیلسوفان انجام داده‌اند.» با این همه، زیست‌شناسان هرگز تردیدی نداشتند که فلسفه زیست‌شناسی به معنای خاص آن تنها برشی اخیر از کلیت آن است، چنان‌که مایر مجموعه مقاله‌های خود در این زمینه را به سوی فلسفه جدید زیست‌شناسی^۱ نامید و منظورش نوعی فلسفه زیست‌شناسی است که از شر تفسیرهای نادرینی خلاص شده باشد.

اما اجازه دهید به اختصار ببینیم که جاندارباوری چیست و طرفدارانش چه سهمی در فلسفه زیست‌شناسی داشتند. در طول تاریخ، بیشتر زیست‌شناسان بر کلیت جاندار و یکپارچگی دستگاه‌های بدنش تأکید کرده‌اند. جاندارباوری در ارتباط با مفهوم کل‌نگری^۲ است که بر اساس آن کل چیزی بیش از مجموع اجزاء است. اصطلاح organicism به معنای جاندارباوری را ابتدا ویلیام ریتز^۳، زیست‌شناس آمریکایی، در کتاب یکپارچگی جاندار^۴ (۱۹۱۹) معرفی کرد. جاندارباوری، که در واقع واکنشی به حیات‌باوری بود، برخلاف آن، اعتقادی به وجود یک نیروی حیاتی ندارد و کاملاً ماده‌باورانه است. معتقد است که اعضای سطوح بالاتر سلسله‌مراتب سازمانی چیزی بیش از مجموع اجزایشان هستند. بنابراین در تجزیه از یک سطح سازمانی بالاتر به یک سطح پایین‌تر همیشه بخشی هست که از دست می‌رود و به همین دلیل است که فروکاست در تبیین ناموفق است.

1. Toward a New Philosophy of Biology (1988)

2. Holism

3. William E. Ritter (1856-1944)

4. *The Unity of the Organism* (1919)

نتیجه آنکه جاندارباوری زیست‌شناسی را از چاله‌ای بیرون آورد که حیات‌باوری داشت زیست‌شناسی را از آن به چاه می‌انداخت. با این فلسفه، دیگر برای دفاع از خودمختاری مسائل و نظریه‌های زیست‌شناسی در هر سطح سازمانی نیازی به توسل به نیروهای فراطبیعی نبود. از مهم‌ترین زیست‌شناسان جاندارباور و آثارشان، علاوه بر ریتز، می‌توان به این نمونه‌ها اشاره کرد: جان اسکات هالدین^۱ (پدر جان بردن سندرسون هالدین، تکامل‌دان مشهور)، فیزیولوژیست اسکاتلندی، در آثاری همچون بنیان فلسفی زیست‌شناسی (۱۹۳۱) و فلسفه یک زیست‌شناس (۱۹۳۵)؛ ادوارد استوارت راسل^۲، زیست‌شناس دریایی اسکاتلندی، در تفسیر تکوین و وراثت (۱۹۳۰) و جهت‌داری فعالیت‌های جانداران (۱۹۴۵)؛ پل آلفرد وایس^۳، زیست‌شناس تکوینی اتریشی، در ریخت‌پویایی (۱۹۲۶) و اصول تکوین (۱۹۳۹)؛ جوزف هنری وودجر، زیست‌شناس نظری انگلیسی، در اصول زیست‌شناختی (۱۹۲۹)؛ کارل لودویگ فون برتالنفی^۴، زیست‌شناس نظری اتریشی، در نظریه‌های مدرن تکوین (۱۹۲۸)، زیست‌شناسی نظری (۱۹۳۲) و مسائل حیات (۱۹۵۲)؛ جوزف نیدم^۵، زیست‌شیمی‌دان انگلیسی، در مقاله‌های پرشمار و نظم و حیات (۱۹۳۶). جاندارباوری در دوران مدرن نیز طرفداران برجسته‌ای همچون کنراد وودینگتون^۶، زیست‌شناس انگلیسی، و ادوارد ویلسون^۷، زیست‌شناس دانشگاه هاروارد، داشته است. فیلسوفانی همچون وودجر و بکنر، که روایت رسمی مطالعه آثارشان را جز برای عبرت‌آموزی بی‌فایده می‌داند، خودشان زیست‌شناسی خوانده بودند و جاندارباور بودند. مورد مورتون بکنر به‌ویژه بسیار جالب است. کتاب بکنر، با عنوان طرز فکر زیست‌شناختی که می‌توان آن را نخستین

1. John Scott Haldane (1860-1936)

2. Edward Stuart Russell (1887-1954)

3. Paul Alfred Weiss (1898-1989)

4. Karl Ludwig von Bertalanffy (1901-1972)

5. Joseph Needham (1900-1995)

6. Conrad Hal Waddington (1905-1975)

7. Edward O. Wilson (1929-)

کتاب جامع در فلسفه زیست‌شناسی دانست، در سال ۱۹۵۹ به چاپ رسید، یعنی ۱۴ سال پیش از کتاب‌های مشابهی که نخستین نسل فیلسوفان زیست‌شناسی جدید منتشر کردند. بکنر، پس از تحصیل جانورشناسی، در فلسفه دانشجوی ارنست نیگل^۱، فیلسوف آمریکایی و از چهره‌های شاخص اثبات‌گرایی منطقی، بود. نیگل در مقاله‌ای با عنوان «تبیین ماشین‌انگارانه و زیست‌شناسی جاندارباور»^۲ اشاره می‌کند که حیات‌باوری قرن نوزدهم و ابتدای قرن بیستم اکنون دیگر در فلسفه زیست‌شناسی بحث منسوخ است. نیگل در این مقاله توجه خود را در عوض به جاندارباوری معطوف کرده و بکنر نیز در کتاب خود همین خط فکری را دنبال و از خودمختاری زیست‌شناسی دفاع کرد. دیوید هال نیز در سال ۱۹۶۹ اشاره کرد که «توجهی که هم زیست‌شناسان و هم فیلسوفان همچنان به تحلیل بکنر از زیست‌شناسی جاندارباور نشان می‌دهند کاملاً بجا است.» با این حال، در روایت رسمی هرگز مشاهده نمی‌شود که از کتاب بکنر به عنوان نقطه آغاز فلسفه زیست‌شناسی جدید نام برده شود.

از جمله آثار دیگری که در دهه ۱۹۶۰ و ابتدای دهه ۱۹۷۰ درباره فلسفه زیست‌شناسی نوشته می‌توان به کتاب‌های عروج حیات: بررسی فلسفی نظریه تکامل^۳ (۱۹۶۱) از توماس گوج^۴ که در آن موضوع مهم تبیین‌های روایی^۵ در بازسازی‌های تاریخی را مطرح کرده، زیست‌فلسفه بر پایه معرفت‌شناسی^۶ (۱۹۶۸) از برنهارد رنش^۷ که از معماران تلفیق تکاملی

1. Ernest Nagel (1901-1985)

2. Nagel, E. 1951. Mechanistic explanation and organismic biology. *Philosophy and Phenomenological Research*, 11: 327-338.

3. *The Ascent of Life: A Philosophical Study of the Theory of Evolution*

۴. Thomas A. Goudge (۱۹۱۰-۱۹۹۹); فیلسوف کانادایی.

5. Narrative explanation

6. *Biophilosophie auf erkenntnistheoretischer Grundlage*

۷. Bernhard Rensch (۱۹۰۰-۱۹۹۰); زیست‌شناس تکاملی آلمانی.

مدرن بود، تصادف و ضرورت^۱ (۱۹۷۰) از ژاک مونو^۲ که به فارسی هم ترجمه شده است (حسین نجفی زاده، ۱۳۵۹)، و مجموعه مقاله‌ای با عنوان انسان و طبیعت: مباحث فلسفی در زیست‌شناسی^۳ (۱۹۷۱) اشاره کرد که دبیر آن رونالد مانسن^۴ است.

در نتیجه منتقدان بر این باورند که فلسفه زیست‌شناسی مدت‌ها پیش از نقطه آغاز آن بر اساس روایت رسمی، یعنی اواخر دهه ۱۹۶۰ و ابتدای دهه ۱۹۷۰، به عنوان یک رشته پژوهشی از تعریف روشنی برخوردار بود و پیوستگی میان فلسفه زیست‌شناسی قدیم و جدید به مراتب بیشتر از چیزی است که معمولاً تصور می‌شود. بدنام‌سازی و لکه‌دار کردن فلسفه زیست‌شناسی قدیم پیامدهای ناگواری داشته که یکی از چشمگیرترین آنها گم شدن کار فکری چندین نسل از اندیشمندان در تاریخ است، مثل ساکنان جدید یک سرزمین که تاریخ طولانی ساکنان پیش از خود را انکار می‌کنند. ویلیام مورتون ویلر^۵، مورچه‌شناس آمریکایی، در سال ۱۹۰۶ نوشت: «هرگاه کسی تصمیم می‌گیرد چیزی منتشر کند، لازم است که به حافظه کاغذی عظیم بشر رجوع کند، به تجربه محافظت‌شده نویسنده‌گان دیگری که به همان موضوعات علاقه داشتند و درباره آنها تحقیق کرده‌اند. پس بررسی منابع موضوع مورد بررسی واجب است، حتی اگر فایده‌ای جز روشن و قابل فهم کردن پژوهش جدید و برقراری رابطه منسجم با آثار پیشین نداشته باشد. انجام ندادن این کار را بحق می‌توان به حساب بی‌دقتی، تنبلی، نادانی یا غرور گذاشت.» اما به عقیده منتقدان فیلسوفان زیست‌شناسی جدید خود را متعلق به پارادایم دیگری می‌دانند و نیازی به مرور آثار پیشین که

1. *Chance and Necessity: Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology*
 ۲. Jacques Monod (۱۹۱۰-۱۹۷۶)؛ زیست‌شناس فرانسوی و برنده جایزه نوبل فیزیولوژی یا پزشکی در ۱۹۶۵.

3. *Man and Nature: Philosophical Issues in Biology*

4. Ronald Munson (1939-)

5. William Morton Wheeler (1865-1937)

عمدتاً زیست‌شناسان جاندارباور آنها را تولید کرده‌اند نمی‌بینند. جالب آنکه چهل سال پیش از مقاله‌ی هال، مقاله‌ای با عنوان «تحولات اخیر در فلسفه زیست‌شناسی»^۱ از جوزف نیدم، زیست‌شیمی‌دان انگلیسی، منتشر شد که در آن ایده‌آل‌هایی مشابه هال ترسیم می‌کند.

فیلسوفان زیست‌شناسی جدید برخلاف پدیدآورندگان آثار پیشین در زمینه فلسفه زیست‌شناسی در درجه نخست فیلسوف هستند و نه زیست‌شناس. برخلاف فیلسوفانی که هال در مقاله ۱۹۶۹ از آنها انتقاد می‌کند و صرفاً علاقه‌ای گذرا به زیست‌شناسی داشتند، جاندارباوران صاحب‌نظرانی پیشرو در زیست‌شناسی بودند که توجه خود را به مسائل فلسفی علم‌شان معطوف کردند. بنابراین تردیدی نیست که مشکل متون جاندارباوری که هال در مقاله‌اش نادیده می‌گیرد بی‌اطلاعی از زیست‌شناسی نبود. با این حال، بی‌توجهی هال به این آثار در مقاله دوران‌سازش به نسل‌های بعد فیلسوفان زیست‌شناسی چنین القا کرد که این آثار را نیز می‌توان همراه بقیه آثار که «فلسفه زیست‌شناسی نیستند» کنار گذاشت.

اکنون اجازه دهید ببینیم که منتقدان روایت رسمی دقیقاً خواستار چه اصلاحی در تاریخ فلسفه زیست‌شناسی هستند. به عقیده آنها اگرچه جنبش‌های ضد فروکاست‌باوری در زیست‌شناسی و ضد اثبات‌گرایی در فلسفه بودند که به فلسفه زیست‌شناسی کنونی شکل دادند، اما آنها را نمی‌توان خاستگاه این زیررشته از فلسفه علم دانست. به گفته این منتقدان اگر فلسفه زیست‌شناسی در اواخر دهه ۱۹۶۰ در وضعیت مناسبی به سر نمی‌برد گناه آن را نباید به گردن اثبات‌گرایان منطقی انداخت. این آسیب‌شناسی کنار گذاشته شدن فلسفه زیست‌شناسی از فلسفه علم را از پیامدهای حرفه‌ای شدن فلسفه علم در اواخر دهه ۱۹۵۰ و دهه ۱۹۶۰ می‌داند، یعنی زمانی که فیلسوفان حرفه‌ای علم‌جانشین زیست‌شناسان و دانشمندان دیگر شدند. در

1. Needham, J. 1928. Recent developments in the philosophy of biology. *The Quarterly Review of Biology*, 3: 77-91.

این تصویر، ظهور فلسفه زیست‌شناسی به عنوان زیررشته‌های مستقل از دهه ۱۹۷۰ به بعد را باید واکنشی به این جانشینی دانست و بازگشت به فلسفه علم دهه‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ که در آن فیلسوفان و دانشمندان با کمک هم شالوده‌های فلسفه علم را پایه‌ریزی کردند.

با این همه برای قضاوت میان روایت رسمی و منتقدان آن، پرسش مهم و تعیین‌کننده این است که آیا آثار واقعی در فلسفه زیست‌شناسی در دهه‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ را فیلسوفانی پدید آوردند که توجه‌شان به زیست‌شناسی جلب شده بود، یا زیست‌شناسانی که به جنبه‌های فلسفی علم‌شان علاقه داشتند؟ تعداد به نسبت اندک این مقاله‌ها فرض دوم را تقویت می‌کند. در واقع بیشتر این آثار را زیست‌شناسانی همچون یولیوس شاکسل، هرمان مولر، رونالد فیشر، تیودوسیوس دوبرانسکی، جان بردن سندرسون هالدین، رالف لیلی، فرانک اگلر، جوزف وودجر، و بعضی پژوهشگران علوم رفتاری و فیزیولوژی اعصاب و حتی فیزیک‌دانان و زبان‌شناسان نوشته‌اند. تعداد فیلسوفان حرفه‌ای در میان نویسندگان این مقاله‌ها اندک است و به نام‌هایی همچون ادگار زیلسل^۱، فیلسوف علم اتریشی که دیدگاه‌های مارکسیستی را با اثبات‌گرایی منطقی درآمیخته بود، جیمز فایلمن^۲، فیلسوف آمریکایی، و توماس گوج، فیلسوف کانادایی، محدود می‌شود. به این ترتیب تعداد آثاری که فیلسوفان در زمینه فلسفه زیست‌شناسی در دوران شکل‌گیری فلسفه علم در دهه‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ منتشر کردند کمتر از انگشتان یک دست است. این یافته با روایت رسمی سازگاری دارد که فیلسوفان تا پیش از شکل‌گیری فلسفه زیست‌شناسی جدید به این رشته بی‌توجه بودند. ظاهراً برای فیلسوفان علم ۳۰ سال بیشتر طول کشید تا از دوران کسوف داروینیسیم خارج شوند (گرچه هنوز گاه فیل فیلسوفانی همچون توماس نیگل یاد هندوستان می‌کند و نقبی به گذشته می‌زنند). اما به این معنا نیست که

1. Edgar Zilsel (1891-1944)

2. James K. Feibleman (1904-1987)

در آن دوره زیست‌شناسان اثری واقعی در زمینه فلسفه زیست‌شناسی تولید نکرده‌اند. ارنست مایر می‌گوید «به نظرم منصفانه است که بگوییم که سهم زیست‌شناسانی همچون رنش، ودینگتون، سیمپسون، برتالنفی، مدور، آیالا، مایر و گیسلین در فلسفه زیست‌شناسی به مراتب بیشتر از کل نسل پیشین فیلسوفان همچون کاسیرر، پاپر، راسل، بلوخ، بونگی، همپل و نیگل بوده است. فقط نسل فیلسوفان جوان‌تری همچون بکتر، هال، مانسن، ویمست، بیٹی و برندن هستند که سرانجام توانستند از نظریه‌های زیست‌شناختی منسوخ‌ی همچون حیات‌باوری، راست‌زایی، کلان‌زایی^۱، و دوگانه‌انگاری یا نظریه‌های اثبات‌گرا-فروکاست‌باور فیلسوفان قدیمی‌تر فاصله بگیرند.» بنابراین شاید بتوان گفت همان‌طور که فلسفه علم در دوران شکل‌گیری‌اش در دهه‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۵۰ زیست‌شناسی را نادیده گرفت، فیلسوفان زیست‌شناسی جدید نیز سهم زیست‌شناسان را در فلسفه زیست‌شناسی در این دوره نادیده می‌گیرند.

مرزهایی که مدام مبهم‌تر می‌شوند

از نظر گریفیس فلسفه زیست‌شناسی به آن بحث‌های زیست‌شناختی مربوط می‌شود که در آنها «مباحث مفهومی و تجربی چنان در هم تنیده‌اند که پیشرفت آنها هم به دانش علمی و هم به ابزار تحلیل فلسفی نیاز دارد.» به گفته استرلنی و گریفیس در کتاب سکس و مرگ، اهمیت فلسفه در زیست‌شناسی به دلیل آن است که نتایج هیجان‌انگیز علم زیست‌شناسی فقط از واقعیت‌ها نتیجه نمی‌شوند. برای مثال، استیون جی گولد در کتاب حیات شگفت‌انگیز^۲ از بازنگری‌های اخیر در گروهی از سنگواره‌های متعلق به دوره کامبرین که در کانادا پیدا شده‌اند نتیجه می‌گیرد که هوش انسان محصول تصادفی تاریخ و به عبارت دیگر یک پیشامد^۳ تاریخی است. این

1. Macrogenesis

2. Wonderful Life (1989)

3. Contingency

ادعا در صورتی که درست باشد پیامدهای بسیار گسترده‌ای خواهد داشت و طبیعی است که فیلسوفان تلاش کنند با تحلیل این استدلال به روشن شدن مسأله کمک کنند.

اما تمام سهم فیلسوفان در زیست‌شناسی به شرح و تفسیر استدلال‌هایی که زیست‌شناسان از پیش مطرح کرده‌اند محدود نمی‌شود، بلکه آنها می‌توانند خودشان نیز مسائلی را درباره نظریه‌ها و روش‌شناسی زیست‌شناسی مطرح کنند. در واقع، بیشتر آثار فیلسوفان زیست‌شناسی، به‌ویژه در نسل‌های جدیدتر، به این دسته تعلق دارند. سرانجام آنکه فیلسوف زیست‌شناسی می‌تواند با تحقیق درباره پیامدهای پدیده‌ها و نظریه‌های زیست‌شناختی برای علوم دیگر و نیز برای فلسفه، یا پیامدهای علوم دیگر و حتی فلسفه برای زیست‌شناسی، نقش ارزشمندی داشته باشد. برای مثال، یکی از دلایل شهرت دیوید هال در میان زیست‌شناسان حساس کردن تاکسونومیست‌های عددی^۱ نسبت به مشکلات عملکردباوری^۲ بود. او می‌گوید «مقاله‌ای نوشتم و در آن اشاره کردم که همین مباحث پیش از این در فیزیک و روان‌شناسی نیز مطرح شده‌اند... مشکلاتی که پدید آمدند اینها هستند، و راه‌حل‌هایی که پیشنهاد شده اینها، حالا دیگر انتخاب با خودتان است!»

به این ترتیب، به نظر می‌رسد که برخلاف جمله مشهور منسوب به ریچارد فاینمن^۳، فیزیک‌دان آمریکایی، که در ابتدای این نوشتار نقل شد و در آن دانشمندان به پرندگان تشبیه شده‌اند که پیشرفت علم پرنده‌شناسی به هر اندازه‌ای هم که باشد سودی برایشان ندارد، فایده‌هایی در فلسفه زیست‌شناسی برای زیست‌شناسان متصور است. زیست‌شناس مانند هر موجود زنده‌ای که برای بقا و تولید مثل (البته، در این مورد به معنای انتشار ایده‌هایش!) مدام در شرایط حل مسأله قرار دارد، همواره به پیدا کردن راه‌حلی عملی از ساده‌ترین راه ممکن بسنده می‌کند. از این رو تنها در صورتی

1. Numerical Taxonomists

2. Operationism

3. Richard Feynman (1918-1988)

به فلسفه می‌اندیشد که چاره دیگری نداشته باشد و راه آسان‌تری نیابد. در بسیاری از موارد در جایی که فیلسوف ناسازگاری آشکاری در مفاهیم و تعاریف می‌بیند، زیست‌شناس بی‌هیچ نگرانی و اضطرابی در آزمایشگاه به کارش ادامه می‌دهد. حقیقت این است که هنوز جز کسر کوچکی از زیست‌شناسان که به مباحث فلسفی علاقه شخصی دارند و کمابیش آنها را دنبال می‌کنند، اکثر زیست‌شناسان حرفه‌ای در کارشان نیازی به فلسفه نمی‌بینند.

با الهام از جمله فاینمن می‌توان زیست‌شناسان را همچون دو خروس را تصور کرد که به جنگ هم رفته‌اند و جز حریف به چیز دیگری توجه ندارند. فیلسوفان تماشاچیان هستند که کیفیت خروس‌ها و توانشان را ارزیابی می‌کنند، موقعیت را می‌سنجند، شرایط مسابقه را در نظر می‌گیرند و برنده را پیش‌بینی می‌کنند. البته گاهی برای خروسی که بر سرش شرط بسته‌اند توصیه‌هایی نیز دارند، درباره تاکتیک‌هایی که برای شکست حریف می‌تواند به کار گیرد. فقط یک مشکل کوچک می‌ماند و آن اینکه بعید است خروس‌ها اصلاً از حضورشان آگاه باشند. اگر تماشاچیان می‌خواهند خروس‌ها توصیه‌هایشان را جدی بگیرند باید از کنار گود به میان آن بیایند. و برای آنکه خروس‌ها متوجه حضورشان شوند باید نهایت تلاش خود را به کار گیرند تا شبیه آنها شوند. در واقع باید آنقدر خروس شوند که تشخیص آنها از خروس‌های واقعی برای ناظر خارجی دشوار باشد.

این یکی از مهم‌ترین تفاوت‌های میان فلسفه زیست‌شناسی جدید با اشکال پیشین تحلیل فلسفی زیست‌شناسی است: اینکه فیلسوفان جدید زیست‌شناسی، اگر نه بیشتر، دست‌کم به اندازه یک زیست‌شناس متوسط زیست‌شناسی می‌دانند. در حالی که فیلسوفان دیگر معمولاً یا دانش فلسفی خود را برای پرداختن به مباحث مرتبط با زیست‌شناسی کافی می‌دانند، یا زیست‌شناسی مورد نیازشان را به جای منابع دست اول از کتاب‌های عامه‌پسند می‌آموزند. خروج از وضعیت فلسفه‌پردازی از پشت میز،

بستن کوله‌پشتی و رفتن به طبیعت یکی از ویژگی‌های فیلسوفان جدید زیست‌شناسی است که گاه تصاویر آنها در وضعیت‌هایی که اصلاً شایسته یک فیلسوف نیست دیده می‌شود.

آنچه این فیلسوفان زیست‌شناسی جدید را از پیشینیان خود متمایز می‌کند این است که همه آنها حوزه‌ای از علم که می‌خواستند درباره‌اش کار فلسفی انجام دهند را به‌خوبی آموخته‌اند و بنابراین در موقعیتی هستند که به آن نوع مباحث مفهومی که توجه دانشمندان را به خود جلب نمی‌کنند پردازند. الکساندر روزنبرگ، برای نوشتن کتاب ساختار علوم زیستی (۱۹۸۵) که متنی درسی در فلسفه زیست‌شناسی با تأکید بر زیست‌شناسی مولکولی است، از سال ۱۹۸۲ به دانشگاه بازگشت تا زیست‌شناسی مولکولی بخواند. کنت شافرنر نیز همچون روزنبرگ به این نتیجه رسید که وقت بازگشت به دانشکده فرارسیده است. در این مورد، شافرنر به دانشکده پزشکی رفت تا پزشکان حرفه‌ای کارش را درباره اخلاق پزشکی جدی‌تر بگیرند. او از ۱۹۸۱ تا ۱۹۸۶ ضمن تدریس تاریخ و فلسفه علم و انتشار مقاله در فلسفه زیست‌شناسی، مدرک پزشکی‌اش را هم گرفت. استوارت کافمن^۱ عکس این کار را انجام داد: اول مدرک پزشکی‌اش را گرفت تا برای کار درباره فلسفه زیست‌شناسی پول کافی داشته باشد. رونالد مانسن استاد فلسفه علم و پزشکی که در دانشگاه کلمبیا فلسفه خوانده بود برای دوره پسادکتری زیست‌شناسی به دانشگاه هاروارد رفت.

به بیان عامیانه، این نسل از فیلسوفان می‌دانند که درباره چه چیزی حرف می‌زنند. در نتیجه، فیلسوفان زیست‌شناسی کمابیش به زبان زیست‌شناسان سخن می‌گویند، در جامعه زیست‌شناسان پذیرفته شده‌اند، و آثار مشترک بسیاری تولید کرده‌اند. از این رو حساب این گروه از فیلسوفان را باید به کلی از نسل‌های پیشین و نیز از متخصصان عمدتاً چپ‌گرای علوم انسانی که رویکردی دشمنانه به علوم تجربی دارند جدا کرد: فلسفه زیست‌شناسی

1. Stuart Kauffman (1939-)

بخشی از جنگ‌های علم^۱ یا بسط آن به زیست‌شناسی نیست. به عبارت دیگر، فیلسوفان زیست‌شناسی امروزی نفوذی نیستند، خودی هستند.

پژوهش‌های مفهومی فیلسوفان زیست‌شناسی در بسیاری از موارد کم‌کم در زیست‌شناسی نظری^۲ ادغام می‌شود. گاهی نیز فیلسوفان را به انتقاد از رشته استدلال‌هایی وامی‌دارد که زیست‌شناسان مطرح می‌کنند و در نتیجه پای آنها را مستقیماً به بحث‌هایی که میان زیست‌شناسان جریان دارد باز می‌کند. یکی از ویژگی‌های چشمگیر فلسفه زیست‌شناسی آن است که مقاله‌هایش در بسیاری از موارد به قلم فیلسوفان در ژورنال‌های زیست‌شناسی و به قلم زیست‌شناسان در ژورنال‌های فلسفه زیست‌شناسی منتشر می‌شود. به گفته گریفیس، در فلسفه زیست‌شناسی نه در روش و نه در محتوا گسست عمیقی میان فلسفه و علم مشاهده نمی‌شود. ایده‌آل آن است که تفاوت فلسفه زیست‌شناسی با خود زیست‌شناسی نه در مجموعه یافته‌ها و دانسته‌ها بلکه در پرسش‌هایی باشد که مطرح می‌کند. هرچند مرز میان پرسش‌های زیست‌شناسی و فلسفه زیست‌شناسی نیز به درستی روشن نیست.

بحث‌هایی که این فیلسوفان مطرح کردند در بسیاری موارد به دلیل ارتباط با موضوع کار زیست‌شناسان مورد توجه آنها قرار گرفت. به حدی که در مواردی مرز میان زیست‌شناسی نظری و فلسفه زیست‌شناسی مبهم می‌شود و به عقیده الکساندر روزنبرگ «فلسفه علم بخش جدایی‌ناپذیر خود علم است.» هیچ‌کدام از مباحثی که این نسل از فیلسوفان مطرح کرده‌اند از نوعی نیستند که یک زیست‌شناس بتواند آنها را بی‌ارتباط با رشته‌اش بداند و نادیده بگیرد. نتیجه آنکه اگر علم لازم باشد فلسفه علم نیز لازم است. یا در مثال فاینمن، اگر می‌خواهید جمعیت سالمی از پرندگان داشته باشید، پرندشناس هم لازم دارید.

به همین دلیل است که فیلسوف زیست‌شناسی در معنای خاص آن لازم است به اندازه یک زیست‌شناس زیست‌شناسی بداند. با این حال، در

بسیاری مواقع مرز روشنی میان این دو وجود ندارد. به گفته ورنر کلبو «در فلسفه زیست‌شناسی جدید فیلسوف مستقیماً به مشاهده طرز انجام پژوهش زیست‌شناسی در حال حاضر می‌پردازد یا انجام آن در گذشته را بازسازی می‌کند. اما به دلیل سطح بالای تعامل میان فیلسوفان زیست‌شناسی جدید با زیست‌شناسان، در بسیاری موارد فیلسوف از این جایگاه مشاهده‌گر عینی صرف خارج می‌شود و خود در فرایند تولید علم مشارکت و با پشتوانه آموزشی که دیده‌هنجارهایی را برای کار علمی مطرح می‌کند. در نتیجه امروزه فیلسوفان زیست‌شناسی در بسیاری از اختلاف‌نظرهایی که در این علم پیش می‌آید نقش داور را بازی می‌کنند یا خود به زیست‌شناسانی نظری تبدیل می‌شوند.»

یکی از این فیلسوفان زیست‌شناسی، پتر گادفری-اسمیت است که اخیراً در جست‌وجوی خاستگاه خودآگاهی لباس غواصی به تن کرده و در پی اختاپوس‌ها به اقیانوس زده است، لباسی که تا یک نسل پیش برازنده هیچ فیلسوف آبرومندی به نظر نمی‌رسید، و حتی ساختارشکن‌ترین فیلسوفان در خواب نیز آن را مناسب فلسفه نمی‌دانستند. اگر قدم به فلسفه زیست‌شناسی می‌گذارید لباسی به تن کنید که نگران کثیف شدنش نباشید!

توضیحات پانویس صفحات همه از مترجم است. از مانی پارسا که ویرایش کتاب را به عهده داشت و پیشنهاداتش به پیراسته‌تر شدن اثر انجامید سپاسگزارم. همچنین از محمدرضا معمارصادقی که یادداشت مترجم را خواند و نکته‌های مهمی را گوش‌زد کرد و مهسا بهشتی که کتاب را بار دیگر پیش از انتشار خواند و مواردی را اصلاح کرد ممنونم. نشر نو در زمینه انتشار کتاب در رشته فلسفه علم کارنامه درخشانی دارد. امیدوارم کتاب حاضر هم به غنای این مجموعه بیفزاید و هم ابزاری باشد برای کمک به فهم و سنجش آثاری که درباره نظریه‌های علمی معنای حیات و نسبت انسان با جهان منتشر می‌شوند.

چرا فلسفه زیست‌شناسی؟

فلسفه از دیرباز با علوم طبیعی در هم تنیده است. بسیاری از بزرگ‌ترین فیلسوفان ۴۰۰ سال گذشته، از جمله ایمانوئل کانت و دیوید هیوم، تحت تأثیر علم زمان خویش بودند؛ و بعضی، از جمله رنه دکارت و گوتفرید لایب‌نیتس، خودشان کشف‌های علمی مهمی انجام دادند. این درهم‌تنیدگی غریب نیست. از دوران باستان، فلسفه پرسش‌هایی درباره ماهیت جهان، جایگاه انسان در آن، و شناخت ما از آن، مطرح کرده است؛ و اینها موضوعاتی هستند که علم درباره آنها حرف برای گفتن بسیار دارد. در واقع، با ظهور علم مدرن در قرن‌های هفدهم و هجدهم، مسائل بسیاری که از دیرباز در تخصص فیلسوفان بودند باید به دانشمندان واگذار می‌شدند. نمونه‌هایش عبارت‌اند از اینکه آیا تمام مواد، همان‌طور که دموکریتوس، فیلسوف عهد باستان، معتقد بود، از اتم ساخته شده‌اند یا نه، و اینکه آیا ذهن انسان، همان‌طور که دکارت می‌گفت، از جوهر غیرمادی ترکیب شده است یا نه. امروزه هیچ‌کس نمی‌تواند بدون توجه به آنچه دانشمندان می‌گویند، بحث معقولی درباره این مسائل انجام دهد.

اگرچه تولد علم به تصرف بخش‌هایی از قلمرو فلسفه انجامید، اما در عین حال نوع جدیدی از تحقیق فلسفی را نیز به وجود آورد که

پرسش‌هایی درباره‌ی روش‌های خود علم مطرح می‌کند. آیا اصلاً با آزمایش می‌توان درستی یک نظریه‌ی علمی را ثابت کرد؟ آیا می‌توان کل دانش علمی را به چند اصل بنیادی فروکاست؟ اگر دو فرضیه‌ی علمی هر دو با داده‌های موجود سازگار باشند، آیا می‌توان میان آنها انتخابی منطقی انجام داد؟ خود اینها پرسش‌هایی علمی نیستند، بلکه پرسش‌هایی فلسفی درباره‌ی علم هستند. این آنها را به ملک طلق فیلسوفان تبدیل نمی‌کند. در واقع دانشمندانی همچون نیوتن و آینشتاین درباره‌ی چنین پرسش‌هایی عمیقاً اندیشیده‌اند. اما در نخستین سال‌های قرن بیستم، بررسی روش علمی خودش به شکل یک رشته‌ی دانشگاهی به نام فلسفه‌ی علم درآمد که امروزه به اوج شکوفایی رسیده است. امروزه کسانی که در این رشته فعالیت می‌کنند معمولاً هم در فلسفه و هم در علم آموزش دیده‌اند، و در مواردی بر هر دوی آنها مسلط هستند.

فلسفه‌ی زیست‌شناسی زیررشته‌ای از فلسفه‌ی علم است که در دهه‌ی ۱۹۷۰ پدید آمد و از آن زمان تاکنون با سرعت رشد کرده است. اکنون که به گذشته می‌نگریم می‌توان سه عامل را در پیدایش آن مؤثر دانست. نخست آنکه روشن شد فلسفه‌ی علم در شکل سنتی آن بیش از حد فیزیک‌محور است و زیست‌شناسی از این تصویر بیرون گذاشته شده است. دوم آنکه مباحث مفهومی که درون زیست‌شناسی مطرح می‌شوند به تدریج توجه فیلسوفان را به خود جلب کردند و به تبادلات میان‌رشته‌ای پرباری انجامیدند. سوم آنکه طرفداران طبیعی‌سازی^۱ فلسفه، که برای کمک به حل مسائل فلسفی از علم تجربی استفاده می‌کند، نیز به عنوان منبع الهام هرچه بیشتر سراغ زیست‌شناسی رفتند. این سه عامل با سه نوع تحقیقی که در فلسفه‌ی زیست‌شناسی معاصر انجام می‌شود مطابقت دارد، بنابراین می‌ارزد که با تفصیل بیشتری به آن بپردازیم.

در ابتدا تا نیمه قرن بیستم، مکتب غالب در فلسفه علم تجربه‌باوری منطقی^۱ بود. نخستین تجربه‌باوران منطقی عبارت‌اند از ردولف کارنپ^۲، هانس رایشنباخ^۳، و کارل همپل^۴، که در فاصله میان دو جنگ جهانی از اروپا به آمریکا مهاجرت کردند. آموخته‌های آنها در فیزیک بود، و در تصویری که از علم ارائه کردند فیزیک را به عنوان مدل آن در نظر گرفتند. تجربه‌باوران منطقی بر قوانین طبیعت تأکید داشتند؛ اصول نظری بنیادی که مبنای پدیده‌های مشاهده‌شده است. آنها تحقیق علمی را جست‌وجو برای یافتن چنین قوانینی توصیف کردند، و تبیین علمی را استنتاج پدیده‌ها از قوانین. این تصویر در مورد فیزیک کاملاً صدق می‌کند که در آن قوانین فراوان است، از جمله قانون جهانی گرانش^۵؛ و پدیده‌ها نیز فراوان هستند، از جمله حرکت سیاره‌ها در مدار که می‌توان آن را از این قوانین نتیجه‌گیری کرد. اما در مورد علوم زیستی چندان صدق نمی‌کند. اگر یک کتاب درسی را در هر شاخه از زیست‌شناسی، همچون ژنتیک، زیست‌شناسی مولکولی، یا جانورشناسی، باز کنید انبوهی از واقعیت‌های تجربی و انواع مدل‌ها و نظریه‌هایی که برای تبیین آنها به کار می‌روند در آن خواهید یافت. اما برای یافتن یک قانون طبیعت که بتوان واقعیت‌ها را از آن استنتاج کرد، به دردمس خواهد افتاد؛ پاسخ به‌سادگی این است که نحوه سازمان‌دهی اطلاعات

1. logical empiricism

۲. Rudolf Carnap (۱۸۹۱-۱۹۷۰)؛ فیلسوف آلمانی. درباره او کتاب کارنپ نوشته آرن نائس با ترجمه منوچهر بزرگمهر (خوارزمی، ۱۳۵۲) و از او کتاب‌های فلسفه علم با ترجمه یوسف عقیفی (نیلوفر، ۱۳۶۳)، فلسفه و نحو منطقی با ترجمه رضا مثمر (مرکز، ۱۳۸۵) و زندگی‌نامه علمی من با ترجمه مهدی دشت‌بزرگی (دانشگاه کاشان، ۱۳۸۲) به فارسی منتشر شده است.

۳. Hans Reichenbach (۱۸۹۱-۱۹۵۳)؛ فیلسوف آلمانی. از او کتاب پیدایش فلسفه علمی با ترجمه موسی اکرمی (علمی و فرهنگی، ۱۳۷۱) به فارسی منتشر شده است.

۴. Carl Hempel (۱۹۰۵-۱۹۹۷)؛ فیلسوف آلمانی. از او به فارسی کتاب فلسفه علوم طبیعی با ترجمه حسین معصومی همدانی (مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۹) و معرفت تاریخی با ترجمه رضا وسمه‌گر (آگاه، ۱۳۹۶) منتشر شده است.

5. Law of universal gravitation

علمی در این رشته‌ها چنین نیست. از این جهت و از سایر جهات، برداشت تجربه‌باوری منطقی از علم را نمی‌توان به‌آسانی با زیست‌شناسی تطبیق داد. فقط تجربه‌باوران منطقی نبودند که زیست‌شناسی را به حاشیه راندند. در سال ۱۹۶۲، توماس کون^۱، فیلسوف و تاریخ‌نگار، کتاب ساختار انقلاب‌های علمی^۲ را منتشر کرد؛ اثری انتقادی درباره تجربه‌باوری منطقی که سرانجام در افول آن نقش مؤثری داشت. کون بر این نکته متمرکز شد که ایده‌های علمی با گذشت زمان چگونه تغییر می‌کنند. حرفش این بود که یک رشته علمی جاافتاده حول یک پارادایم^۳ سازمان می‌یابد، که مجموعه‌ای است از فرض‌های مشترک که به پژوهش روزمره جهت می‌دهند. در طول دوره علم متعارف، این پارادایم زیر سؤال نمی‌رود بلکه بی‌چون و چرا پذیرفته می‌شود و به عنوان پس‌زمینه تحقیق به کار می‌رود. اما گاهی یک دوره بحرانی پیش می‌آید که با انقلاب به اوج می‌رسد: پارادایم مسلط سرنگون می‌شود و پارادایم جدیدی جای آن را می‌گیرد. کون استدلال کرد که این نوع جابه‌جایی پارادایم با عوامل کاملاً منطقی پیش نمی‌رود، و اینکه پارادایم جدید لزوماً بهتر از پارادایمی که به جایش نشسته نیست، بلکه فقط متفاوت است. بنابراین، از نگاه کون، تاریخ علم صرفاً یک پیش‌روی خطی مستقیم به سوی حقیقت عینی نیست.

اثر کون بنیادستیز بود و برداشت رایج و پذیرفته‌شده در فلسفه علم را به چالش می‌کشید. اما کانون توجه کون، مانند سنتی که به چالش کشید، علوم فیزیکی بود. مثال‌های او از جابه‌جایی پارادایم عبارت‌اند از انقلاب کوپرنیکی که در آن مدل زمین‌مرکزی منظومه خورشیدی جای خود را به مدل خورشیدمرکزی داد؛ انقلاب آینشتاینی که در آن مکانیک کلاسیک

1. Thomas Kuhn (1922-1996)

۲. از این کتاب چندین ترجمه به فارسی منتشر شده است: احمد آرام (سروش، ۱۳۶۹)؛ عباس طاهری (قصه، ۱۳۸۳)؛ سعید زیباکلام (سمت، ۱۳۹۰)؛ علی جوادزاده (نشر نو، ۱۳۹۴).

3. Paradigm

جای خود را به نظریه نسبیت داد؛ و انقلاب شیمیایی که در آن نظریه فلوریتونی احتراق جای خود را به نظریه اکسیژنی داد. اما کون، با آنکه کتابش را در دوران اوج انقلاب مولکولی در زیست‌شناسی نوشت، حرف چندانی برای گفتن درباره علوم زیستی نداشت. به موارد آشکاری همچون ظهور نظریه داروینی تکامل، نظریه میکروبی بیماری‌ها، و نظریه مندلی ژنتیک، نیز هیچ اشاره‌ای نکرد. فلسفه علم کون، مانند تجربه‌باوران منطقی، زیست‌شناسی را به حاشیه راند. فلسفه زیست‌شناسی تا اندازه‌ای از ضرورتی پدید آمد که برای جبران این عدم توازن احساس شد.

دومین انگیزه ایجاد فلسفه زیست‌شناسی، به جای آنکه از فلسفه آمده باشد، برآمده از خود علم بود. قرن بیستم شاهد پیشرفت‌های چشمگیری در علوم زیستی بود. زیست‌شناسی تکاملی در نیمه نخست آن قرن که تلفیق نوداروینی شکل گرفت، در کانون توجه بود. این تلفیق عبارت بود از یکپارچه‌سازی نظریه تکامل داروین، که چنان‌که باید به‌روز شده بود، با رشته‌های زیستی دیگر همچون ژنتیک، دیرین‌شناسی و جانورشناسی. نتیجه عمارت نظری باشکوهی بر پایه این ایده بود که تکامل با برگزیدن بعضی اشکال ژنتیکی نسبت به اشکال دیگر از سوی انتخاب طبیعی پیش می‌رود. در نیمه دوم این قرن کانون توجه به زیست‌شناسی مولکولی منتقل شد، که بنیان مولکولی موجودات زنده و اجزای سلولی‌شان را بررسی می‌کند. این کار در دهه ۱۹۳۰ با کارهای آزمایشگاهی درباره باکتریوفاژها (ویروس‌هایی که به باکتری‌ها حمله می‌کنند) آغاز شد. در سال ۱۹۵۳ با کشف ساختار DNA یا ماده‌ای که ژن‌ها از آن ساخته شده‌اند، توسط جیمز واتسون و فرانسیس کریک، جان تازه‌ای گرفت. در دهه‌های پس از آن که زیست‌شناسان پرده از پیچیدگی‌های طرز کار ژن برداشتند و نشان دادند که چگونه نسخه‌برداری می‌شوند، زیست‌شناسی مولکولی نیز شکوفا شد. این به نوبه خود به پیدایش ژنومیک مدرن انجامید که کارش بررسی تأثیر مجموعه کامل ژن‌های یک جاندار بر رشد و تکوین آن است.

وقتی فیلسوفان با این تحولات علمی آشنا شدند، انبوهی از مباحث مفهومی جالب کشف کردند که آماده تحلیل فلسفی بودند. به عنوان یک مثال، زیست‌شناسان تکاملی هنگام بحث درباره جانداران و ویژگی‌هایشان اغلب از اصطلاحی غایتمند^۱ استفاده می‌کنند. درباره کارکرد ویژگی‌های خاص سخن می‌گویند، یا اینکه آنها برای چه هستند. به این ترتیب آبشش ماهی برای تنفس است، و خارهای کاکتوس برای دور نگه داشتن جانوران گیاه‌خوار. این نوع سخن گفتن در نگاه نخست شگفت‌آور است. در سایر رشته‌های علوم، همچون فیزیک یا شیمی، به این شکل درباره کارکرد سخن گفته نمی‌شود. پس چرا زیست‌شناسان به این شیوه سخن می‌گویند و منظورشان چیست؟ آیا این از آثار باقی‌مانده از دوران پیشاداروینی است که در آن تصور می‌شد موجودات زنده را خدا [مستقیماً و ناگهانی] آفریده است؟ چگونه کشف می‌کنیم که کارکرد یک ویژگی چیست، و آیا ممکن است بیش از یک کارکرد داشته باشد؟ این موضوعی کلاسیک در فلسفه زیست‌شناسی است که در فصل ۳ درباره‌اش بحث می‌شود.

مثال دوم به ژنتیک مربوط می‌شود. در این رشته از مفاهیمی که از سیستم‌های ارتباطی انسان وام گرفته شده‌اند، از جمله رمز‌گذاری، اطلاعات و ترجمه، بسیار استفاده می‌شود. در نتیجه گفته می‌شود که ژن‌ها اطلاعاتی را رمز‌گذاری می‌کنند که از والد به فرزند منتقل می‌شوند، و این اطلاعات در حین تکوین خوانده می‌شوند، و به یک سلول تخم امکان می‌دهند که متناسب با گونه‌ای که به آن تعلق دارد به یک فرد بالغ تکوین یابد. باز هم این نوع سخن گفتن در نگاه نخست بسیار تعجب‌انگیز و گیج‌کننده است. هرچه باشد، یک ژن در نهایت چیزی جز یک نوع درشت‌مولکول خاص نیست که از DNA ساخته شده است. ما معمولاً نه درباره مولکول‌ها به عنوان حامل اطلاعات فکر می‌کنیم، و نه بیشتر برهمکنش‌های مولکولی را

در چارچوب انتقال اطلاعات توصیف می‌کنیم. پس چرا زبان اطلاعات به ژنتیک نفوذ کرده و معنای آن چیست؟ آیا باید آن را در معنای لفظی‌اش در نظر گرفت، یا صرفاً به عنوان یک استعاره؟ این موضوعی است که در فصل ۶ به آن پرداخته می‌شود.

البته این‌طور نیست که این پرسش‌ها به ذهن خود زیست‌شناسان نرسیده باشد. بلکه برعکس، دو مثالی که در بالا ذکر شد موضوعاتی هستند که زیست‌شناسان برجسته‌ای همچون ژاک مونو، ارنست مایر و جان مینارد اسمیت به آنها پرداخته‌اند. اما در بیشتر مواقع، زیست‌شناسان حرفه‌ای بیشتر به کشفیات تجربی اهمیت می‌دهند تا به دست و پنجه نرم کردن با تحلیل فلسفی معنایی که مفاهیم‌شان دارند. این درست همان چیزی است که باید باشد. اگرچه برهمکنش میان فیلسوفان و دانشمندان سودمند است، اما لازم است که میان کار علمی و تأمل فلسفی فاصله معینی وجود داشته باشد. این به دانشمندان امکان می‌دهد بر وظایف روزانه خود متمرکز شوند، و به فیلسوفان امکان می‌دهد که از آزادی لازم برای به‌کارگیری ابزار کارشان، همچون تحلیل منطقی، ابهام‌زدایی و ایجاد تمایز، در مورد آن مباحث مفهومی برخوردار شوند که در علم می‌یابند.

سومین عامل ظهور فلسفه زیست‌شناسی ریشه در روندی گسترده‌تر در فلسفه انگلیسی‌زبان دارد. این جنبشی برای طبیعی‌سازی پژوهش فلسفی با تلاش برای ادغام آن در علم تجربی بود. فیلسوفان از دیرباز روش پشت‌میز‌نشینی^۱ را برای پرداختن به مسائلی به کار برده‌اند که توجه‌شان را جلب می‌کرد، مسائلی همچون ماهیت اخلاق، محدودیت‌های دانش بشر، و مسأله جبر و اختیار. کاربرد معمول این روش عبارت است از بررسی معنای یک مفهوم و ارتباط منطقی آن با مفاهیم دیگر. این روش با موفقیت‌هایی همراه بوده، اما منتقدان از مدت‌ها پیش گله کرده‌اند که در بیشتر موارد راه

به جایی نمی‌برد. در نیمه قرن بیستم، فیلسوفانی همچون ویلارد کواین^۱ که ذهن علمی داشتند، استدلال کردند که علم تجربی می‌تواند به روشن شدن این مسائل فلسفی کهنه کمک کند. به گفته کواین، اینکه با مسائل فلسفی طوری برخورد کنیم که گویی نوعی اساساً متفاوت از مسائل علمی هستند اشتباه است، و بنابراین اشتباه است که برای حل آنها از روش‌های منحصرأ پشت میز نشینی استفاده شود. درباره مزایای این چرخش طبیعت‌باورانه در فلسفه عقاید متفاوتی مطرح است، اما به هدایت نسلی از فیلسوفان کمک کرد که می‌توانستند و مایل بودند از علم تجربی به عنوان منبعی برای حل مسائل فلسفی کمک بگیرند.

زیست‌شناسی، و به‌ویژه زیست‌شناسی تکاملی، در این تحول نقشی کلیدی بازی کرد. خود داروین پیش‌بینی کرده بود که نظریه تکاملش ممکن است پیامدهایی برای فلسفه داشته باشد. (داروین با کنایه به فیلسوف انگلیسی قرن هفدهمی، جان لاک^۲، نوشت: «کسی که بابون را بشناسد خدمت بیشتری به متافیزیک خواهد کرد تا لاک.») چرخش طبیعت‌باورانه، با به‌کارگیری ایده‌های تکاملی در مسائل فلسفی گوناگون، تا اندازه‌ای به پیش‌بینی داروین تحقق بخشید. یک نمونه‌اش مسأله قصدمندی^۳ است. قصدمندی در معنایی که فیلسوفان به کار می‌برند، یکی از ویژگی‌های وضعیت‌های ذهنی مانند باور یا داوری است، یعنی در جهت یا درباره چیزی در جهان خارج بودن. بنابراین اگر باور داشته باشم که برزیل بزرگ‌ترین کشور آمریکای جنوبی است، آن‌گاه باور من درباره کشور برزیل است. گاهی نیز به این شکل بیان می‌شود که باور من محتوای

۱. Willard van Orman Quine (۱۹۰۸-۲۰۰۰)؛ فیلسوف و منطق‌دان آمریکایی. درباره او و از او چندین کتاب به فارسی منتشر شده است، از جمله فلسفه کواین با ترجمه مجتبی درایتی (علم، ۱۳۹۳)، از محرک حسی تا دانش با ترجمه مجید داودی (حکمت، ۱۳۹۱)، شبکه باور با ترجمه امیر دیوانی (سروش، ۱۳۹۲)، و در مسیر پراگماتیسم با ترجمه مرتضی نوری (مرکز، ۱۳۹۲).

2. John Locke (1632-1704)

۳. Intentionality؛ «حیث التفاتی» و «روی‌آوردگی» نیز نامیده شده است.

بازنمودی^۱ دارد، یعنی جهان را به شکل خاصی باز می‌نمایاند. ویژگی بارز محتوای بازنمودی امکان بازنمایی نادرست یا تحریف است. من می‌توانم جهان را به شکلی بازنمایی کنم در حالی که در واقع به شکل دیگری است، یعنی باور من ممکن است اشتباه باشد. فیلسوفان از مدت‌ها پیش قصدمندی را پدیده‌ای گیج‌کننده به شمار آورده‌اند، زیرا به روشنی نمی‌توان دید که در دنیایی صرفاً فیزیکی چگونه ممکن است پدید آمده باشد. هرچه باشد، وضعیت‌های ذهنی قاعدتاً در نهایت باید وابسته به مغز و در نتیجه وابسته به سلول‌های عصبی و اتصالاتشان باشند، اما سلول‌های عصبی نه به نظر می‌رسد که دربارهٔ چیزی باشند و نه محتوای بازنمودی داشته باشند. پس چگونه قصدمندی با دنیایی که علم مدرن توصیف می‌کند همخوانی دارد؟ در دههٔ ۱۹۸۰، فیلسوفی به نام روت میلیکان^۲ با کمک داروینیسیم راه‌حلی خلاقانه برای این معما یافت. برای پی بردن به کلیت ایدهٔ او، رقص شکم‌جنبان زنبور عسل را در نظر بگیرید. این همان رقص پیچیده به شکل 8 است که زنبورهای عسل برای علامت دادن موقعیت مکانی یک منبع غذایی به هم‌کندوی هایشان از آن استفاده می‌کنند. از آنجا که انتخاب طبیعی به قصد خاصی، یعنی دادن نشانی درست جای غذا، به رقص زنبور شکل داده، این به ما امکان می‌دهد که نوعی قصدمندی اولیه را در رقص شکم‌جنبان تشخیص دهیم. به شکلی منطقی‌پذیر می‌توان گفت که یک شیوهٔ رقص خاص به معنای آن است که غذا در فاصلهٔ ۳۰ متری در جهت خورشید قرار دارد، به این معنا که کارکرد زیست‌شناختی این رقص واداشتن هم‌کندوی‌های زنبور رقصنده به پرواز و رفتن به آن موقعیت است. بنابراین رقص شکم‌جنبان زنبور امکان تحریف دارد، زیرا غذا ممکن است واقعاً در این موقعیت نباشد، برای مثال در صورتی که این زنبور تصادفاً رقص را به شیوهٔ نادرستی انجام داده باشد. خلاصه آنکه ایدهٔ میلیکان این است که

1. Representational Content

2. Ruth Millikan (1933-)

محتوای بازنمودی را می‌توان با فروکاستن آن به کارکرد زیست‌شناختی، یعنی مفهومی که در زیست‌شناسی تکاملی نقشی جدی بازی می‌کند، از نظر علمی پذیرفتنی کرد. این تلاش جسورانه برای طبیعی‌سازی قصدمندی بحث‌انگیز و جنجالی است، اما این نکته را به‌خوبی به تصویر می‌کشد که چگونه دیدگاه زیست‌شناختی می‌تواند به روشن شدن یک مسأله فلسفی قدیمی کمک کند.

پس فلسفه زیست‌شناسی به عنوان یک رشته پژوهشی جداگانه در نتیجه برهمکنش سه عامل شکل گرفت: نیاز به تصویری از علم که منحصرأً فیزیک‌محور نباشد؛ وجود مباحث مفهومی درون خود زیست‌شناسی؛ و چرخش طبیعت‌باورانه در کل فلسفه. این کتاب فلسفه زیست‌شناسی را طوری معرفی می‌کند که برای خواندن آن هیچ دانش تخصصی، نه فلسفی و نه علمی، لازم نیست. تمرکز عمدتاً بر زیست‌شناسی تکاملی و ژنتیک است، زیرا اینها حوزه‌هایی از زیست‌شناسی هستند که از ابتدا بیشترین توجه فلسفی را به خود جلب کردند. در سال‌های اخیر این وضعیت تا اندازه‌ای تغییر کرده و فیلسوفان زیست‌شناسی توجه خود را به رشته‌هایی همچون زیست‌شناسی تکوینی، ایمنی‌شناسی و میکروبی‌شناسی نیز معطوف کرده‌اند. این تحولات هیجان‌انگیز دریچه‌های جدیدی را به روی اندیشه فلسفی درباره علوم زیستی گشوده‌اند.

ساختار کتاب بدین شرح است. فصل ۲ شرحی کلی از نظریه تکامل به وسیله انتخاب طبیعی می‌دهد، و جایگاه بی‌همتای آن در زیست‌شناسی و اهمیت فلسفی آن را تبیین می‌کند. فصل ۳ به بررسی مفهوم کارکرد زیست‌شناختی می‌پردازد و بحث‌هایی که در زیست‌شناسی تکاملی بر سر سازش‌باوری شکل گرفته را توضیح می‌دهد. فصل ۴ مسأله سطح انتخاب را بررسی می‌کند که می‌پرسد انتخاب طبیعی روی افراد عمل می‌کند، یا ژن‌ها، یا گروه‌ها؟ فصل ۵ درباره رده‌بندی زیستی است و بر این موضوع متمرکز می‌شود که آیا برای انتساب جانداران به گونه‌ها، و

گونه‌ها به تاکسون‌های بالاتر، روشی درست وجود دارد یا نه. فصل ۶ به بررسی مباحث فلسفی ژنتیک می‌پردازد و تمرکزش بر خود مفهوم ژن است. فصل ۷ به پیامدهای زیست‌شناسی برای انسان اختصاص دارد و به این مسأله می‌پردازد که آیا رفتار و فرهنگ انسان را می‌توان در چارچوب زیست‌شناسی تبیین کرد یا نه.

تکامل و انتخاب طبیعی

در سال ۱۸۵۹ چارلز داروین کتاب اصل انواع^۱ را منتشر و در آن نظریه تکامل خود را مطرح کرد. این کتاب نقطه عطفی در شناخت ما از طبیعت است و در دهه‌های پس از انتشارش انقلابی در زیست‌شناسی پدید آورد. داروین در این کتاب سه ادعای اصلی مطرح کرد. نخست آنکه گونه‌ها ثابت نیستند بلکه ویژگی‌هایشان با گذشت زمان، و ضمن سازش با شرایط محیط، تغییر می‌کند. دوم آنکه گونه‌های کنونی، به جای آنکه جداگانه توسط خدا آفریده شده باشند^۲، از یک یا چند نیای مشترک نسب گرفته‌اند. در نتیجه باید فرایندی تکاملی روی داده باشد که در آن اشکال حیاتی نیاکانی به طریقی دگرگون شده و به شکل اشکال حیاتی امروزی درآمده‌اند. سوم آنکه شیوه اصلی این تغییر تکاملی انتخاب طبیعی^۳ است. منظور داروین از انتخاب

۱. *On the Origin of Species*؛ اصل انواع نامی است که در فارسی برای این کتاب جا افتاده، به زبان فارسی امروزی می‌توان آن را پیدایش گونه‌ها ترجمه کرد.

۲. به معنای رد خلقت ناگهانی و دفعی است، و لزوماً به معنای آن نیست که خداوند در سطحی بالاتر و از طریق سازوکارهای تکاملی (سنت الاهی) تنوع حیات را به‌طور تدریجی پدید نیاورده است. این همان دیدگاهی است که افرادی همچون کنت میلر (Kenneth R. Miller)، زیست‌شناس سلولی و مولکولی آمریکایی، ترویج می‌کنند و در جهان اسلام نیز طرفدارانی دارد. نک. تکامل زیستی و آیات آفرینش (کانون اندیشه جوان، ۱۳۸۷)، نوشته ابراهیم کلانتری.

3. Natural Selection

طبیعی حفظ توانمندترین جانداران یک جمعیت در بقا و تولید مثل در یک محیط و حذف دیگران است. داروین استدلال کرد که تأثیر انباشتی انتخاب طبیعی در طول نسل‌های بسیار به تدریج موجب سازش جانداران با محیط‌شان خواهد شد و سرانجام اشکال حیاتی کاملاً جدیدی پدید خواهد آورد.

داروین نه نخستین کسی بود که پیشنهاد کرد ویژگی‌های گونه با گذشت زمان تغییر می‌کنند، و نه نخستین کسی که پیشنهاد کرد گونه‌های کنونی نیاکان مشترکی دارند. این ایده‌ها را دانشمندان پیش از او، از جمله پدر بزرگ خود داروین، اراسموس داروین^۱، نیز مطرح کرده بودند. اما چندان پذیرفته نشده بودند، زیرا هیچ سازو کار قابل قبولی برای تبیین چگونگی روی دادن تغییر تکاملی پیشنهاد نشده بود. مهم‌ترین ابتکار داروین توصیف چنین سازوکاری، یعنی انتخاب طبیعی، بود و همچنین استدلال قانع‌کننده‌اش در مورد اینکه این سازو کار می‌تواند به تکامل ویژگی‌های نو در جانداران و سرانجام به تکامل گونه‌های جدید بینجامد. اصل انواع دلایل قانع‌کننده‌ای در مورد قدرت انتخاب طبیعی برای تولید تغییر تکاملی ارائه کرد. داروین در این کتاب رشته‌ای از واقعیت‌ها و مشاهدات را ارائه کرد که با این فرضیه که گونه‌ها جداگانه آفریده شده‌اند نمی‌توان به آسانی توضیح‌شان داد، اما اگر نظریه او درست باشد کاملاً منطقی خواهند بود.

انتخاب طبیعی ایده‌ای ساده اما عمیق است. در اصل، جان کلام نکته منطقی انتخاب طبیعی به شرح زیر است. جمعیتی از جانداران را در نظر بگیرید. تا زمانی که سه شرط برآورده شود، جمعیت با گذشت زمان تکامل خواهد یافت، به این معنا که ترکیبش تغییر خواهد کرد. نخست آنکه جانداران باید در ارتباط با بعضی از ویژگی‌های فنوتیپی‌شان تغییرات^۲ نشان دهند، به عبارت دیگر نباید همه یکسان باشند. (یک ویژگی فنوتیپی^۳، یا به بیان ساده ویژگی، به هر صفت یا خصوصیت مشاهده‌پذیر یک جاندار، مثل قد، رنگ

1. Erasmus Darwin (1731-1802)

2. Variation

3. Phenotypic Trait

پوست، یا شکل جمجمه آن گفته می‌شود.) دوم آنکه تغییرات آن ویژگی باید به تغییراتی در شایستگی^۱، یا توانایی بقا و تولید مثل، منجر شود. علت پدید آمدن چنین وضعیتی آن است که بعضی اشکال معمولاً تناسب بیشتری با محیط دارند. برای مثال، در یک جنگل انبوه، گیاهان بلندتر نور خورشید بیشتری دریافت خواهند کرد تا گیاهان کوتاه‌تر. سوم آنکه فرزندان باید شبیه به والدین خود باشند. این سه شرط، روی هم، به معنای آن است که در نسل‌های آینده، ویژگی‌های مرتبط با شایستگی بیشتر در جمعیت فراوان‌تر خواهند شد، در حالی که ویژگی‌های مرتبط با شایستگی کمتر رو به زوال خواهند رفت. داروین حجم زیادی از اصل انواع را به استدلال در این باره اختصاص داد که جمعیت‌های زیستی واقعی معمولاً در عمل دارای هر سه این شرط‌ها هستند. داروین با مطالعه اثر یک جمعیت‌شناس عصر ملکه ویکتوریا، به نام توماس مالتوس^۲، بود که ایده انتخاب طبیعی به ذهنش رسید. مالتوس استدلال کرده بود که رشد جمعیت انسان همواره از منابع غذایی موجود پیشی خواهد گرفت. به همین ترتیب، داروین نیز استدلال کرد که تمام جانداران با ستیز برای زنده ماندن^۳ روبه‌رو هستند، زیرا در هر نسل تعداد جاندارانی که به دنیا می‌آیند از آنچه امکان باقی ماندن دارند بیشتر است. علت آن محدودیت منابع است، زیرا ممکن نیست جمعیتی زیستی رشد نامحدودی داشته باشد. بنابراین ناگزیر برنده‌ای وجود خواهد داشت و بازنده‌ای. این در حالی است که داروین نیز بر اساس مشاهداتش در طبیعت پی برده بود که جانداران یک جمعیت معمولاً از جهات بی‌شمار با هم تفاوت دارند. او استدلال کرد که بنابراین احتمال دارد که بعضی جانداران دارای ویژگی‌هایی باشند که در ستیز برای زنده ماندن به آنها برتری هرچند اندکی ببخشند. این جانداران زنده خواهند ماند و تولید مثل خواهند کرد، و ویژگی‌های مطلوب خود را به فرزندان‌شان انتقال خواهند داد.

1. Fitness

2. Thomas Malthus (1766-1834)

۳. Struggle for Existence؛ در گذشته «تنارع بقا» ترجمه شده است.

داروین برای آنکه قدرت انتخاب طبیعی را به تصویر بکشد، آن را با انتخاب مصنوعی^۱ مقایسه کرد که پرورش‌دهندگان حیوانات انجام می‌دهند. منظور از این اصطلاح نحوه کار پرورش‌دهندگان حیوانات است که با انتخاب مداوم جانداران دارای ویژگی‌های مطلوب، و تولید نسل بعد با استفاده از آنها، حیوانات‌شان را اصلاح می‌کنند. این کار همان‌طور که در نژادهای پرشمار سگ اهلی دیده می‌شود که پس از چند صد نسل پرورش انتخابی اکنون شباهت چندانی به هم ندارند، با سرعت شگفت‌انگیزی جواب می‌دهد. در انتخاب مصنوعی یک عامل آگاهانه، یعنی پرورش‌دهنده انسانی، وجود دارد که برای دستیابی به خواسته‌هایش به عمد بعضی اشکال را انتخاب و بقیه را حذف می‌کند. اما داروین بر آن بود که چیزی شبیه به این در طبیعت نیز در مقیاس زمانی طولانی‌تر روی می‌دهد. البته در انتخاب طبیعی هیچ عامل آگاهانه‌ای وجود ندارد؛ بلکه فیلتر انتخابی از سوی محیط اعمال می‌شود و جاندارانی را برمی‌گزیند که برای بقا و تولید مثل در آن از همه توانمندترند. این به شکل‌گیری جاندارانی می‌انجامد که به خوبی با محیط‌شان سازش یافته‌اند، و با سازش یافتن جمعیت‌های مختلف به شرایط محیطی مختلف تنوع زیستی را به وجود می‌آورد.

برهان طرح

یکی از پیامدهای فوری نظریه داروین تضعیف برهان طرح^۲ بود، که از براهین فلسفی سنتی در اثبات وجود خدا است. مشهورترین روایت از برهان طرح

1. Artificial Selection

۲. Argument from Design؛ در فارسی گاه «برهان نظم» نامیده می‌شود که البته اشکال دارد، زیرا حتی در طبیعت بی‌جان موارد بسیاری از نظم، از جمله در بلورهای مواد کانی، دیده می‌شود که نتیجه قوانین ساده فیزیک و شیمی هستند و نیازی به یک طراح هوشمند ندارند. اگرچه الاهیات طبیعی اثر ویلیام پیلی به فارسی ترجمه نشده، اما معادل جاافتاده دیگر برای اصطلاحی که او وضع کرد برهان صنوع است. با این حال، به چند دلیل برهان طرح به این معادل ترجیح داده شد: نخست آنکه صنوع، به معنای ساختن، لزوماً شامل طراحی که پیلی بر آن تأکید دارد نمی‌شود. طراحی و ساخت دو مرحله نسبتاً مستقل از فرایند تولید هستند و آنکه بیشتر نیازمند هوشمندی

متعلق به یک کشیش قرن هجدهمی به نام ویلیام پیلی^۱ است. پیلی اشاره کرد که جانداران تناسب چشمگیری با محیطشان به نمایش می‌گذارند و به لحاظ کارکردی پیچیده‌اند. به عنوان نمونه تناسب، توانایی یک کاکتوس بیابانی در ذخیره آب، شباهت یک حشره چوبک‌سان به شاخ‌وبرگ زمینه، یا نیمرخ آیرودینامیک بال یک پرنده را در نظر بگیرید. در هر کدام از این موارد، جاندار دارای ویژگی‌هایی است که کاملاً متناسب با زیستگاهش به نظر می‌رسد. چنان است که گویی مهندسی به چالش‌های محیطی که جاندار با آنها روبه‌رو است از پیش آگاهی داشته و آن را با ویژگی‌های سودمند مجهز کرده است. به عنوان نمونه‌ای از پیچیدگی، اندامی همچون چشم مهره‌داران را در نظر بگیرید. همان‌طور که پیلی اشاره کرد، عملکرد چشم به کار هماهنگ زیربخش‌های بسیاری همچون عدسی، قرنیه، شبکیه و مانند آنها وابسته است که هماهنگی بسیار ظریف و تنگاتنگی با هم دارند. چشم از این نظر بی‌همتا نیست؛ حتی یک جاندار به نسبت ساده همچون آمیب نیز حاوی اجزاء درون‌سلولی پرشماری است که باید به شیوه‌ای هماهنگ با هم کار کنند تا کارکردهای حیاتی همچون تنفس و سوخت‌وساز انجام شوند. از نظر پیلی، هم تناسب و هم پیچیدگی شواهدی از طراحی به وسیله خداوندی آگاه است.

پیلی برهانش را با یک قیاس به‌یادماندنی مطرح کرد. او تصور کرد که دارد در بوته‌زاری قدم می‌زند و ناگهان به دو چیز برمی‌خورد: یک سنگ و یک ساعت. به گفته او واکنش ما به این دو یافته با هم متفاوت خواهد بود. حضور سنگ عادی است، می‌توان تصور کرد که همیشه آنجا در آن بوته‌زار افتاده بود. اما بی‌درنگ نتیجه خواهیم گرفت که ساعت باید

→

است طراحی است نه ساخت. دیگر آنکه کلمه design در ترکیب‌های دیگری همچون intelligent نیز به کار رفته و کار با کلمه صنع برای معادل‌سازی آنها آسان نیست. و سرآخر آنکه برهان طرح اصطلاح خنثی‌تری است و آسان‌تر تن به نقد فلسفی می‌دهد.

1. William Paley (1743-1805)

سازنده‌ای داشته باشد، عاملی آگاه که آن را طراحی کرده است. دلیلش آن است که ساعت، برخلاف سنگ، پیچیدگی کارکردی نشان می‌دهد. اجزای داخلی آن با دقت طوری تنظیم شده‌اند که حرکت منظمی ایجاد کنند، و این حرکت هدف مشخصی دارد: نشان دادن زمان. هرگز این فرضیه به‌طور جدی به فکرمان خطور نمی‌کند که نیروهای فیزیکی محض، همچون باد، به‌تصادف تمام اجزاء داخلی ساعت را دقیقاً در چیدمان درست کنار هم قرار داده باشند؛ چنین چیزی حتی در خیال هم بعید است. در اینجا پیلی استدلال می‌کند که درست همان‌طور که ساعت باید سازنده‌ای داشته باشد، می‌توان نتیجه گرفت که موجودات زنده نیز حتماً سازنده‌ای داشته‌اند، زیرا آنها سطحی از پیچیدگی کارکردی را به نمایش می‌گذارند که دست کمی از دست‌ساخته‌های بشر ندارد.

اگرچه پیش از آن نیز، به‌ویژه فیلسوف اسکاتلندی، دیوید هیوم^۱، از برهان پیلی انتقاد کرده بود، اما تنها با ظهور نظریه داروین بود که غلبه کامل بر آن ممکن شد. زیرا آنچه داروین ارائه کرد تبیین طبیعت‌باورانه برای پدیده‌هایی بود که پیلی آنها را مدرک دست داشتن آفریننده به شمار می‌آورد. (در اینجا طبیعت‌باورانه^۲ به معنای عدم توسل به علت‌های فراطبیعی یا خدا‌باورانه است.) داروین گفت که هم تناسب جانداران با محیط و هم پیچیدگی شان از انتخاب طبیعی نتیجه می‌شود. به عبارت دیگر، حفظ پیایی بهترین اشکال در یک جمعیت، و حذف اشکال دیگر، به پیدایش نمود^۳ طرح در طبیعت می‌انجامد. اما در واقع طرحی در کار نیست؛ بلکه فقط یک فرایند علت و معلولی بی‌شعور، یعنی انتخاب طبیعی، است که در گذر زمان جانداران را به تدریج تغییر می‌دهد.^۴

1. David Hume (1711-1776) 2. Naturalistic 3. Appearance

۴. ریچارد داوکینز کلمه designoid یا طرح‌ها را کمابیش به همین معنا در مورد گروه سومی از چیزها، علاوه بر طرح و تصادف، به کار برده است. طرح‌هاها موجودات زنده و فراورده‌هایشان هستند؛ به نظر می‌رسد طراحی شده‌اند، در حالی که چنین نیست.

زیست‌شناسی تکاملی مدرن تبیین داروینی را به قدر کفایت تأیید کرده است. زیست‌شناسان در موارد بی‌شمار تصویر دقیقی از چگونگی تکامل سازمان داخلی پیچیده در جانداران و تناسب‌شان با محیط را با جزئیات تکه‌تکه کنار هم گذاشته‌اند. در واقع، مثال چشم پیلی که هنوز گاهی به عنوان یک مورد مشکل‌دار از سوی مخالفان تکامل مطرح می‌شود، شاهد مدعاست. به لطف ترکیبی از تحلیل ژنتیکی و بررسی تکوین چشم در گونه‌های مختلف، اکنون ترتیب احتمالی مراحل را که از طریق آنها چشم امروزی مهره‌داران از یک اندام ابتدایی حساس به نور تکامل یافته می‌شناسیم. می‌دانیم که حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش، چشمی اساساً مدرن در نیای مشترک تمام مهره‌داران تکامل یافته بود؛ سپس در گونه‌های مختلف از طریق انتخاب طبیعی متناسب با نیازهای محیطی تنظیم و اصلاح شد.

اگرچه داروین ضربه مهلکی به برهان طرح وارد کرد، اما از یک نظر عملاً با پیلی موافق بود. داروین قبول داشت که ویژگی‌های جانداران که پیلی به آنها اشاره کرده بود واقعی هستند و نیاز به تبیین خاص دارند. (بیشتر زیست‌شناسان امروزی نیز با این نظر موافق‌اند.) به‌راستی میان یک شیء بیجان مانند یک سنگ و یک موجود زنده تفاوتی بنیادی وجود دارد، و پافشاری بر ضرورت نوعی تبیین برای این تفاوت کاملاً موجه است. به عبارت دیگر، پیلی و داروین در این مورد توافق داشتند که طرح‌صوری پدیده‌ای واقعی است، نه فقط ساخته و پرداخته تخیلات ما است و نه توهمی که به طبیعت نسبت داده باشیم. اما بر سر تبیین آن با هم اختلاف داشتند. در جایی که پیلی طرح‌صوری را نشانه‌ای از طرح واقعی دانست، داروین آن را به انتخاب طبیعی نسبت داد.

در سال‌های اخیر نسخه‌ای تقویت‌شده از برهان پیلی از سوی هواداران جنبش طرح هوشمندانه^۱ در ایالات متحد آمریکا دوباره جان گرفته است. آنها نیز همچون پیلی استدلال می‌کنند که موجودات زنده دارای ویژگی‌هایی

هستند که تنها با این فرضیه می‌توان توجیه‌شان کرد که عاملی آگاه آنها را آفریده باشد. هواداران طرح هوشمندانه اغلب ایده‌هایشان را زیر روکشی علمی مخفی می‌کنند، و می‌گویند که زیست‌شیمی مدرن نشان می‌دهد سلول‌ها، یعنی واحدهای سازنده بنیادی تمام جانداران، نوعی پیچیدگی فروکاست‌ناپذیر^۱ به نمایش می‌گذارند که ممکن نیست از طریق انتخاب طبیعی پدید آمده باشد. اما هیچ زیست‌شناس آبرومندی این برهان را نمی‌پذیرد، زیرا شواهد تجربی گسترده‌ای را که نشان می‌دهند سلول‌ها واقعاً تکامل یافته‌اند نادیده می‌گیرد؛ و روشن است که انگیزه اصلی پشت جنبش طرح هوشمندانه نه علمی بلکه دینی است. اگرچه برهان پیلی در روزگار خودش، با توجه به اینکه او اثرش را بدون اطلاع از نظریه داروین نوشت، کاملاً پذیرفتنی بود، اما چنین بهانه‌ای از هواداران جنبش طرح هوشمندانه پذیرفتنی نیست.

نوداروینیسیم

نظریه داروین استثنایی بود اما کامل نبود، زیرا متکی به دو فرض کلیدی بود که درستی‌شان بعدها آشکار شد. نخست آنکه نظریه داروین ایجاب می‌کند چشمه جوشانی از تغییرات وجود داشته باشد. برای آنکه انتخاب طبیعی بتواند عمل کند، ضروری است که جانداران یک جمعیت با هم تفاوت داشته باشند. اما خود انتخاب نیرویی یکدست‌ساز است، و با حفظ بهترین اشکال و حذف اشکال دیگر پیوسته از میزان تغییرات می‌کاهد. بنابراین اگر قرار باشد که انتخاب طبیعی در بلندمدت عمل کند، تزریق پیایی اشکال جدید به جمعیت ضروری است. اما این تغییرات از کجا می‌آیند؟ دوم آنکه داروین فرض کرد فرزندان معمولاً شبیه پدر و مادرشان خواهند شد؛ او این فرض را اصل قوی وراثت^۲ نامید. اگر قرار باشد که انتخاب طبیعی جمعیتی را به شیوه‌ای که داروین توصیف کرد تغییر دهد، چنین شباهتی ضروری

1. Irreducible Complexity

2. Strong Principle of Inheritance

است. اینکه در جمعیتی گیاهان بلندتر نسبت به کوتاه‌ترها در بقا برتری داشته باشند، تنها در صورتی اثر تکاملی ماندگاری خواهد داشت که گیاهان بلند معمولاً فرزندان بلند به وجود آورند. در غیر این صورت، تأثیر انتخاب موقتی خواهد بود، و بیش از یک نسل دوام نمی‌آورد. اما چه عاملی موجب این شباهت میان والد و فرزند می‌شود؟

امروزه به لطف اکتشافاتی که در ژنتیک صورت گرفته پاسخ هر دو پرسش را می‌دانیم، علمی که داروین هیچ چیز از آن نمی‌دانست. بیشتر جانداران از یک سلول منفرد تکوین می‌یابند که در گونه‌هایی با تولید مثل جنسی از اتحاد دو سلول جنسی، یکی از مادر و یکی از پدر، در قالب سلول تخم تشکیل می‌شود. (سلول‌های جنسی نر و ماده به ترتیب اسپرم و تخمک نامیده می‌شوند.) این سلول‌های جنسی حاوی ژن‌هایی هستند که از والد منتقل می‌شوند. ژن‌های موجود در یک سلول تخم تأثیری مشخص بر ویژگی‌هایی دارند که در جاندار تکوین می‌یابند. خلاصه آنکه به این دلیل است که شباهت والد و فرزند، که داروین مسلم فرض کرده بود، ایجاد می‌شود. تزریق تغییرات از دو عامل ناشی می‌شود. نخست آنکه تولید مثل جنسی پیوسته جاندارانی با ترکیب‌های ژنی جدید به وجود می‌آورد؛ علتش آن است که یک جاندار تنها نیمی از ژن‌هایش، که به تصادف انتخاب شده‌اند، را به یک سلول جنسی منتقل می‌کند. دوم آنکه ژن‌ها با وفاداری کامل منتقل نمی‌شوند. جهش‌های پراکنده گهگاهی هنگامی روی می‌دهند که ماده ژنتیکی نسخه‌برداری می‌شود، و در نتیجه سلول تخم گاه حاوی اشکال ژنتیکی جدیدی خواهد بود که در هیچ کدام از دو والد یافته نمی‌شوند. به این ترتیب جهش چشمه جوشانی از ماده خام را در اختیار انتخاب طبیعی قرار می‌دهد تا با آن کار کند.

بیشتر جهش‌های ژنتیکی یا هیچ تأثیری بر جاندار ندارند یا تأثیرشان زیان‌بار است. اما گاهی جهش‌هایی رخ می‌دهند که سودمند هستند، برای مثال با مقاوم‌تر کردن یک جاندار در برابر یک بیماری عفونی، یا کاهش

احتمال مرگ در کودکی، یا جذابیت بیشتر برای جفت. چنین جهش‌هایی از سوی انتخاب طبیعی برگزیده خواهند شد، زیرا به‌طور میانگین جاندارانی که آنها را حمل می‌کنند، نسبت به جاندارانی که فاقد این جهش‌ها هستند، فرزندان بیشتری از خود به جا خواهند گذاشت. این روند طی نسل‌های بسیار، و با فراوان‌تر شدن جهش‌های سودمند، به تغییر ترکیب ژنتیکی یک گونه خواهد انجامید. برآیند این روند آن است که گونه، درست همان‌طور که داروین گفته بود، با محیط خود سازگارتر خواهد شد.

جهش ژنتیکی اغلب با لفظ «تصادفی» توصیف می‌شود، که کمی گمراه‌کننده است. تصادفی بودن جهش‌ها نه به معنای آن است که علتی ندارند، نه به معنای آنکه احتمال روی دادن جهش در تمام ژن‌های یک جاندار برابر است. هیچ کدام از این دو حقیقت ندارد. بلکه به معنای آن است که جهش‌ها هدایت‌نشده هستند، یعنی اینکه جهشی خاص، در یک محیط خاص، بر یک جاندار اثری سودمند داشته باشد یا زیان‌بار، هیچ تأثیری بر احتمال روی دادن آن جهش نخواهد گذاشت. به عبارت دیگر، جهش‌ها صرفاً در هر زمان و مکانی که بشود روی می‌دهند؛ تأثیرشان بر شایستگی یک جاندار است که تعیین می‌کند آیا در نتیجه انتخاب طبیعی گسترش خواهند یافت یا نه، اما این هیچ تأثیری بر اینکه اصلاً روی دهند یا نه نخواهد داشت. ادغام نظریه داروین با ژنتیک در ابتدای قرن بیستم به پیدایش نوداروینیسم^۱ انجامید که بر اساس آن جهش تصادفی و انتخاب طبیعی عوامل محرک دوقلوی تغییر تکاملی هستند. در واقع، نوداروینی‌ها اغلب تکامل را تغییر در ترکیب ژنتیکی یک جمعیت تعریف می‌کنند، بر این اساس که تمام پدیده‌های تکاملی دیگر، همچون تولید گونه‌های جدید، در نهایت ریشه در چنین تغییری دارند. یکی دیگر از اصول نوداروینی طرد وراثت لامارکی^۲ است. منظور همان ایده‌ای است که تکامل‌دان

1. Neo-Darwinism

2. Lamarckian inheritance

قرن هجدهمی، ژان باپتیست لامارک^۱، مطرح کرد اما داروین نیز به آن باور داشت، که ویژگی‌های اکتسابی می‌توانند به ارث برسند. ویژگی‌های اکتسابی همان ویژگی‌هایی هستند که یک جاندار در طول عمرش در نتیجه تأثیر عوامل خارجی کسب می‌کند؛ این ویژگی‌ها در مقابل ویژگی‌های ذاتی قرار دارند که بنیان ژنتیکی دارند. نوداروینی‌ها گفتند از آنجا که ویژگی‌های اکتسابی در ژن‌ها رمزگذاری نمی‌شوند، پس به ارث هم نخواهند رسید. به لحاظ تجربی این در مجموع درست است. یک بدن‌ساز که مدام آهن وارد بدنش می‌کند، در نتیجه این کار کودکان عضلانی‌تری تولید نخواهد کرد. اما وراثت لامارکی غیرممکن نیست، و به‌تازگی مواردی از آن به ثبت رسیده است. امروزه زیست‌شناسان می‌دانند که ژن تنها عاملی نیست که فرزندان از والدین خود به ارث می‌برند؛ عوامل دیگر عبارت‌اند از هورمون‌ها و مواد مغذی، همزیست‌هایی همچون باکتری‌های دستگاه گوارش، رفتارهای اکتسابی، سازه‌های فیزیکی همچون لانه، و تغییرات وراثتی^۲ DNA که بر بیان ژن اثر می‌گذارند (فرایندی که از طریق آن ژن‌ها برای ساخت پروتئین‌های مورد نیاز سلول به کار گرفته می‌شوند).

زیست‌شناسی تکاملی نوین از دل نوداروینیسم بیرون آمد اما، تا اندازه‌ای در نتیجه در بر گرفتن یافته‌های زیست‌شناسی مولکولی، از آن بسیار فراتر رفت (نک. فصل ۶). امروزه ما از سازوکارهای تکامل، از اینکه گونه‌های جدید چگونه پدید می‌آیند، و دربارهٔ بنیان مولکولی بسیاری از ویژگی‌های سازشی که انتخاب طبیعی پدید آورده، شناخت عمیق‌تری داریم. از این گذشته ما از شکل درخت حیات، یعنی الگوی نسبی که تمام گونه‌های امروزی را به یک نیای مشترک می‌رساند، آگاهی دقیق‌تری داریم. و از نخستین اشکال حیاتی روی زمین و چگونگی پیدایش آن نیز چیزهایی می‌دانیم، هرچند آنقدر که می‌خواهیم نیست. تصویری که در نتیجه این

1. Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829)

2. Epigenetic

یافته‌ها شکل می‌گیرد پیچیده‌تر از تصویری است که داروین ترسیم کرد، اما دریافت‌های بنیادی او در مورد فرایند تکامل، به‌ویژه نقش انتخاب طبیعی در شکل‌دهی به جانداران و ایجاد تنوع، دست‌نخورده باقی می‌ماند.

منطق تبیین داروینی

تبیین داروین برای سازش یافتن جانداران به محیط از نظر فلسفی جالب است، زیرا منطق متمایزی دارد. برای پی بردن به این منطق، بهتر است تبیین داروین را با لامارک مقایسه کنید. لامارک گفت که افراد جاندار می‌توانند در طول عمر خود به محیط سازش یابند. بنابراین به عنوان مثال، لامارک گفت که گردن زرافه به این دلیل دراز شد که زرافه‌های نیاکانی برای رسیدن به برگ‌های درختان بلند گردن‌شان را کشیدند و این سبب شد که گردن‌شان درازتر شود؛ سپس گردن‌های تغییر یافته‌شان را به فرزندان خود منتقل کردند. اما از آنجا که می‌دانیم ویژگی‌های اکتسابی معمولاً منتقل نمی‌شوند، تبیین لامارک به لحاظ تجربی مشکوک است. اما نکته در اینجا نیست. نکته جالب در تضاد منطقی میان تبیین لامارک و تبیین داروین است. تبیین لامارک شامل تغییر افراد برای بهبود تناسب سازشی‌شان با محیط است، در حالی که تبیین داروین به جای فرد به جمعیت می‌پردازد و آن را به عنوان واحد تغییر در نظر می‌گیرد. بر اساس نظریه داروین هیچ فردی دچار تغییر سازشی نمی‌شود؛ این جمعیت‌ها هستند که از طریق حفظ بعضی اشکال و حذف اشکال دیگر در نتیجه انتخاب تغییر می‌کنند.

ریچارد لونتین^۱ این تمایز را چنین بیان کرد که نظریه لامارک گشتاری^۲ اما نظریه داروین تغییراتی^۳ است. همان‌طور که مثالی از الیوت سوبر^۴ نشان می‌دهد، این تمایز را می‌توان به گستره‌ای فراتر از زیست‌شناسی تعمیم

۱. Richard Lewontin (متولد ۱۹۲۹)؛ زیست‌شناس تکاملی و ژنتیک‌دان آمریکایی.

2. Transformational

3. Variational

۴. Elliott Sober (متولد ۱۹۴۸)؛ فیلسوف زیست‌شناسی آمریکایی.

داد. فرض کنید متوجه شویم که دانش‌آموزان یک کلاس از توانایی بسیار خوبی در موسیقی برخوردارند و می‌خواهیم بدانیم چرا. یک پاسخ ممکن بر هر کودک متمرکز خواهد شد و در پی آن خواهد بود که استعدادشان را در موسیقی توضیح دهد. برای مثال، ممکن است به این نتیجه برسیم که هر کودک در خانواده‌ای علاقه‌مند به موسیقی بزرگ شده، از سن پایین آموزش پیانو دیده، از طرف پدر و مادرش تشویق شده، و از این دست. این یک تبیین گشتاری است، یعنی توضیح می‌دهد که چگونه هر کودک در موسیقی توانمند گشته است. اما برای پاسخ دادن به این پرسش راه دوم کاملاً متفاوتی نیز وجود دارد. می‌توان به این نکته اشاره کرد که این کودکان از ابتدا برای پذیرفته شدن در این کلاس باید در یک آزمون موسیقی دشوار نمره‌های بالایی به دست می‌آوردند. یعنی عضویت در این کلاس بر اساس فرایندی انتخاب تعیین شده که کودکان را بر اساس توانایی‌شان در موسیقی دست‌چین کرده است؛ در نتیجه، این کلاس تنها دارای کودکانی است که در موسیقی توانایی دارند. این می‌شود تبیین تغییراتی.

همان‌طور که سوبر می‌گوید، این دو تبیین در مثال دانش‌آموزان چیزهایی را تبیین می‌کنند که تفاوتی جزئی با هم دارند. اولی تبیین می‌کند که چرا کودکان این کلاس از توانایی زیادی در موسیقی برخوردارند، به جای آنکه دقیقاً همان کودکان توانایی کمتری در موسیقی داشته باشند. دومی تبیین می‌کند که چرا این کلاس در مجموع کودکانی توانمند از نظر موسیقی را در خود جای داده به جای آنکه حاوی کودکان دیگری باشد که از توانایی کمتری برخوردارند. بنابراین اولی واقعیت‌های مربوط به تک‌تک کودکان را تبیین می‌کند، در حالی که دومی واقعیتی درباره ترکیب این کلاس را تبیین می‌کند. درست به همین شیوه، تبیین‌های داروینی در زیست‌شناسی نیز واقعیت‌های سطح جمعیت را تبیین می‌کنند، نه واقعیت‌های سطح فرد را. برای مثال، داروین‌یسم تبیین نمی‌کند که چرا یک فرد خرس قطبی به جای آنکه پوشش قهوه‌ای داشته باشد، پوشش سفید دارد. برای تبیین آن،

به این واقعیت اشاره خواهیم کرد که خرس مورد بحث با ژن‌هایی به دنیا آمده که سبب تکوین پوششی سفید در آن می‌شود، که تبیینی است تکوینی و نه تکاملی. آنچه داروین‌یسم تبیین می‌کند این است که چرا جمعیت (یا گونه) خرس قطبی دارای افراد سفیدپوش است، به جای آنکه حاوی افراد قهوه‌ای‌پوش دیگر باشد؛ یا به بیان دیگر، چرا فراوانی ویژگی پوشش سفید در گونه خرس قطبی ۱۰۰ درصد است.

ارنست مایر^۱، تکامل‌دان پیشگام قرن بیستم، گفته است که داروین شیوه جدیدی برای اندیشیدن درباره طبیعت ابداع کرده که او آن را اندیشه جمعیتی^۲ نامید. این اصطلاح تعریف دقیق ندارد؛ اما تا اندازه‌ای معنای آن در نظر گرفتن جمعیت به عنوان واحد اصلی تحلیل و در نظر گرفتن تغییرات درون جمعیت به عنوان یکی از ویژگی‌های واقعی آن است، و نه فقط نوفه و پارازیت. مایر درست می‌گوید که این یکی از ابعاد اصلی داروین‌یسم است. همان‌طور که دیده‌ایم، وجود تغییرات یکی از پیش‌شرط‌های عملکرد انتخاب طبیعی است، و تبیین‌های داروینی به تغییر در یک جمعیت مربوط می‌شوند، نه در یک فرد. از این گذشته، زیست‌شناسان تکاملی امروزی تلاش زیادی برای بررسی و کمی‌سازی ویژگی‌های سطح جمعیت، مانند میزان تغییرات ژنتیکی درون یک جمعیت، و اندازه تفاوت شایستگی میان اشکال مختلف درون آن، انجام می‌دهند. بنابراین به‌راستی بخشی از میراث داروین راه‌اندازی یک جابه‌جایی مفهومی بود که در آن جمعیت‌ها، و نیز افراد، به موضوعاتی برای بررسی در جای خود تبدیل شدند.

۱. Ernst Mayr؛ پرنده‌شناس و زیست‌شناس تکاملی آمریکایی-آلمانی (۱۹۰۴ تا ۲۰۰۵) که بسیاری از آثار او به فارسی ترجمه شده‌اند، از جمله جمعیت‌ها، گونه‌ها و تکامل با ترجمه جمشید درویش (نیما، ۱۳۶۶)، مبانی سیستماتیک جانوری با ترجمه امید میرشمسی کاخکی و جمشید درویش (دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۵)، چه چیزی زیست‌شناسی را بی‌همتای سازد؟ با ترجمه کاوه فیض‌اللهی (جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۸۸) که مجموعه‌ای از مقاله‌های فلسفی است، و سه ترجمه از کتاب تکامل با سه عنوان: تکامل موجودات زنده با ترجمه محمدسعید حیدرنژاد (دانشگاه شهرکرد، ۱۳۹۵)، تکامل چیست؟ با ترجمه سلامت رنجبر (سپهر خرد، ۱۳۹۶)، و چیستی تکامل با ترجمه مهدی صادقی (نشر نی، ۱۳۹۶).

2. Population Thinking

پرسش‌های نزدیک و دور

نظریه تکامل از جایگاه بی‌همتایی در زیست‌شناسی امروز برخوردار است. به عنوان یک اصل سازمان‌دهنده مهم عمل می‌کند که به انبوهی از داده‌های تجربی نظم می‌بخشد. جانداران امروزی بقایای ماندگار گذشته تکاملی‌شان را با خود دارند، از جمله امضای ژنتیکی، ویژگی‌های سازشی، و شباهت‌های میان‌گونه‌ای که بازتاب تبار نیاکانی مشترک آنها است. تیودوسیوس دوبژانسکی^۱ در سال ۱۹۷۳ نوشت که «هیچ‌چیز در زیست‌شناسی معنایی ندارد مگر در پرتو تکامل»، جمله‌ای که امروزه نیز به اندازه همان زمان درست است. البته بیشتر پژوهش‌هایی که در زیست‌شناسی صورت می‌گیرند به صراحت تکاملی نیستند. بوم‌شناسی که در جنگلی پرباران تنوع زیستی را بررسی می‌کند، میکروبی‌شناسی که تلاش می‌کند یک ویروس را کلون کند، یا نخستی‌شناسی که شمپانزه‌ها را در طبیعت بررسی می‌کند به رویدادهایی که نه در گذشته دور بلکه اینجا و اکنون اتفاق می‌افتند می‌پردازند. شاید تصور شود که این نوع پژوهش‌های روزمره را حتی اگر داروین اشتباه می‌کرد و داستان آفرینش کتاب مقدس درست بود نیز می‌شد به همین شکل انجام داد. این تا اندازه‌ای درست است، اما در واقع تکامل پس‌زمینه بسیاری از پژوهش‌های زیست‌شناختی را تشکیل می‌دهد، حتی اگر توجه‌شان عمدتاً به زمان کنونی باشد.

چرا تکامل این همه برای زیست‌شناسی اهمیت دارد؟ یک پاسخ آن است که تکامل نوع بی‌همتایی از شناخت را به دست می‌دهد که در غیر

۱. Theodosius Dobzhansky؛ زیست‌شناس تکاملی اوکراینی-آمریکایی (۱۹۰۰ تا ۱۹۷۵) و از معماران تلفیق تکاملی مدرن. از او به فارسی سه کتاب زیر ترجمه شده‌اند: اثر تشعشع بر روی بدن انسان با ترجمه سیاوش آگاه (بنگاه ترجمه و نشر کتاب، ۱۳۵۴)؛ وراثت و طبیعت آدمی با ترجمه محمود بهزاد (پویش، ۱۳۵۷) که در سال ۱۳۶۱ با عنوان نژاد، هوش و شخصیت نیز به بازار آمد؛ و وراثت، نژاد و جامعه با همکاری ال سی دان با ترجمه ژ. پرنده (دهخدا، ۱۳۴۳) که با عنوان روانشناسی ژنتیک نیز منتشر شد (امیر، ۱۳۶۸).

این صورت دست‌نیافتنی بود. برای پی بردن به مفهوم این جمله، اجازه دهید بر تمایزی مشهور متمرکز شویم که آن را نیز مایر میان دو نوع پرسشی تشخیص داد زیست‌شناسان مطرح می‌کنند. پرسش‌های نزدیک^۱ می‌پرسند که یک سازوکار زیست‌شناختی خاص چگونه کار می‌کند. برای مثال، یک ماهی آزاد مهاجر چگونه راه خویش را به رودخانه‌ای که در آن به دنیا آمده (یا به اصطلاح خانه) پیدا می‌کند؟ یک پستاندار دمای بدنش را چگونه تنظیم می‌کند؟ یک باکتری چگونه به سوی اکسیژن محیطی حرکت می‌کند؟ چنین پرسش‌هایی با توصیف آن عوامل علی پاسخ داده می‌شوند که منجر به پدیده مورد نظر می‌شوند. در مثال ماهی آزاد، پاسخ این است که ماهی نابالغ با بوی رودخانه زادگاهش نقش‌پذیر می‌شود، سپس در دوره بزرگ‌سالی با کمک این حافظه راه خود را به سوی آن بازمی‌یابد. در مثال باکتری، پاسخ این است که باکتری‌ها گیرنده‌هایی برای حس کردن غلظت مواد شیمیایی در محیط پیرامونشان دارند؛ با چرخاندن موتور تاژی‌شان می‌توانند در امتداد شیب غلظت یک ماده شیمیایی حرکت کنند.

در عوض، پرسش‌های دور^۲ نه به سازوکار نزدیک بلکه با امتیاز تکاملی سروکار دارند. چنین پرسش‌هایی معمولاً به جای چگونه راجع‌اند به چرا. برای مثال، چرا ماهی آزاد به جای آنکه همانجا که هست بماند به رودخانه زادگاهش مهاجرت می‌کند؟ این پرسش بجایی است، زیرا بازگشت به وطن به لحاظ صرف انرژی پرهزینه، وقت‌گیر، و بالقوه خطرناک است. پس چرا ماهی آزاد این کار را انجام می‌دهد؟ به این پرسش نمی‌توان با بررسی جزئیات سازوکار جهت‌یابی ماهی آزاد، اگرچه بسیار جالب هستند، پاسخ داد. بلکه از ما می‌خواهد امتیاز تکاملی رفتار بازگشت به خانه را در ماهی آزاد پیدا کنیم، یعنی اینکه به چه دلیل انتخاب طبیعی در ابتدا به تکامل آن انجامیده است. برای مثال، یک فرضیه محتمل آن است که ماهی آزاد با

بازگشت به رودخانه زادگاهش می‌تواند زیستگاه مطلوبی برای تخم‌ریزی و بقای بچه‌ماهی‌ها پیدا کند، و در نتیجه شایستگی‌اش را افزایش دهد. اگر این فرضیه، همان‌طور که بسیاری از زیست‌شناسان باور دارند، درست باشد، آنگاه به جای اینکه به ما بگوید ماهی آزاد چگونه این کار را انجام می‌دهد، به ما می‌گوید که چرا این کار را انجام می‌دهد.

پرسش‌های نزدیک عمدتاً مستقل از تاریخ تکاملی هستند. حتی اگر داروین اشتباه کرده و ماهی آزاد مستقیماً و ناگهانی آفریده شده باشد، باز هم این پرسش که چگونه برای بازگشت به رودخانه زادگاهش جهت‌یابی می‌کند را می‌توان در اصل به همان صورت مطرح کرد، و به آن پاسخ داد. اما پرسش‌های دور از این جنس نیستند. بلکه یک پرسش دور معمول فرض را بر این می‌گذارد که ویژگی مورد بحث یک سازش است، یعنی به دلیل امتیازش در افزایش شایستگی به وسیله انتخاب طبیعی تکامل یافته است. زیست‌شناس برای پاسخ دادن به این پرسش که چرا جاندار دارای فلان ویژگی است دنبال آن خواهد گشت که ببیند این امتیاز چیست، یعنی تبیین سازشی برای آن ارائه می‌کند. برای این کار باید ادعایی (دست‌کم ضمنی) درباره روند تاریخ تکامل مطرح کرد. وقتی یک زیست‌شناس با گفتن اینکه بازگشت ماهی آزاد به زادگاهش برای پیدا کردن مکانی مناسب برای تخم‌ریزی است این رفتار را تبیین می‌کند، در واقع دارد ادعایی را درباره این مطرح می‌کند که چرا انتخاب طبیعی به تکامل رفتار بازگشت به خانه انجامیده است. چنان‌چه معلوم شود نظریه تکامل حقیقت ندارد این تبیین را نیز باید کنار گذاشت.

علت موقعیت مرکزی تکامل در زیست‌شناسی آن است که به دلیل تبیین چگونگی پیدایش سازش‌ها، فقط نظریه تکامل است که می‌تواند به پرسش‌های دور چرا پاسخ دهد. رشته‌هایی همچون زیست‌شناسی مولکولی، زیست‌شناسی سلولی، و زیست‌شناسی تکوینی دانشی ایجاد می‌کنند که می‌تواند با جزئیات نشان دهد جانداران و اجزایشان چگونه

کار می‌کنند. چنین دانشی به لحاظ علمی ارزشمند و به جای خود بسیار جالب است. اما زیست‌شناسی تکاملی لایه‌ای دیگر از شناخت علمی را به موضوع می‌افزاید که از اساس با آنها متفاوت است. به ما امکان می‌دهد این گوناگونی را که در ویژگی‌های جانداران مشاهده می‌کنیم به عنوان واکنش‌های منطقی یا سازشی به چالش‌های محیط که جانداران با آنها روبه‌رو هستند تبیین کنیم و از آنها سر درآوریم. این مکمل نوعی از شناخت است که از بررسی سازوکارهای نزدیک به دست می‌آوریم، اما کاملاً با آن تفاوت دارد و علت جذابیت فلسفی بسیار زیاد زیست‌شناسی تکاملی نیز همین است.

اگرچه باید پرسش‌های نزدیک و دور را به‌وضوح از هم تمییز داد، اما در مواردی پاسخ به آنها در هم تنیده می‌شود. ممکن است دانش ما از گذشته تکاملی در شناخت ما از طرزکار امروزی جانداران مؤثر باشد. رشته پزشکی داروینی این نکته را به‌خوبی نشان می‌دهد. البته مهم‌ترین مسأله در پزشکی این است که بدن انسان امروزه چگونه کار می‌کند و به علت نزدیک بیماری‌ها می‌پردازد. اما طرفداران پزشکی داروینی می‌گویند که امکان دارد یک دیدگاه تکاملی در درک این مسأله به ما کمک کند. برای مثال چاقی را در نظر بگیرید. تکامل به ما می‌آموزد که سلیقه غذایی انسان در محیطی بسیار متفاوت با آنچه امروزه در آن زندگی می‌کنیم تکامل یافت، محیطی که در آن کمبود مواد مغذی وجود داشت و در آن داشتن میل شدید به غذاهای شیرین سودمند بود. نتیجه آنکه میان محیط زندگی کنونی ما و سلیقه غذایی تکامل یافته در ما نوعی ناهمخوانی وجود دارد، که توضیح می‌دهد چرا انسان به پُرخوری علاقه دارد. اگر این تبیین همان‌طور که بسیاری باور دارند درست باشد، ممکن است از پیامدهای عملی برای نحوه مقابله با همه‌گیری چاقی، یا ارزیابی احتمال موفقیت یک مداخله خاص، برخوردار باشد. بنابراین ممکن است ملاحظات تکاملی در شناخت بهتر سازوکارهای نزدیک به ما کمک کنند.

چرا باید تکامل را باور کنیم؟

نظریه تکامل نقطه اتکای زیست‌شناسی امروزی است و امروزه هیچ زیست‌شناسی در درستی آن تردید جدی ندارد. با وجود این، در کل جامعه اغلب می‌توان بی‌میلی آشکاری به باور به تکامل یافت، حتی در میان افراد دانش‌آموخته‌ای که بقیه جهان‌بینی علمی مدرن را با کمال میل می‌پذیرند. (این بی‌میلی در بعضی کشورها قوی‌تر از کشورهای دیگر است.) چرا این‌طور است؟ سه عامل مختلف در این زمینه مؤثر به نظر می‌رسند.

نخست آنکه تکامل ایده‌ای به‌وضوح پریشان‌کننده است که امکان دارد پذیرش آن در برخورد نخست دشوار باشد. برای مثال، اگر به حلزونی نگاه کنید که روی بوته توت‌فرنگی باغچه شما نشسته، تخیلی بسیار قوی لازم است تا قبول کنید که اگر به اندازه کافی به گذشته بازگردیم، شما، آن حلزون، و آن گیاه نیای مشترکی دارید. و با این همه نظریه تکامل به ما می‌گوید که این حقیقت دارد، نیای کل حیات گیاهی و جانوری یک آغازی تک‌سلولی (شبيه به جلبک) بود که برآورد می‌شود حدود ۱/۶ میلیارد سال پیش می‌زیست. بنابراین میان تجربه روزمره ما از دنیای جانداران که مجموعه‌ای از اشکال حیاتی به‌ظاهر کاملاً جدا از هم را به ما عرضه می‌کند، و ادعای اصلی زیست‌شناسی تکاملی که همه آنها از طریق تبار نیاکانی مشترک با هم خویشاوند هستند، گسستی آشکار وجود دارد.

دوم آنکه تکامل انسان را از موقعیت بی‌همتایی که سنت به او اعطا کرده بود عزل می‌کند و او را از تخت به زیر می‌کشد. قرن‌هاست که باور عمومی این بوده که انسان از اساس با تمام موجودات زنده دیگر متفاوت، یا حتی به کلی از نظام طبیعت بیرون است. برای مثال، دکارت بر آن بود که جانوران غیرانسان فقط ماشین‌واره^۱ هستند، در حالی که انسان دارای روح

است. این استثنا‌باوری و اعتقاد به بی‌نظیری انسان، هنوز به نوعی فراگیر است. اما تکامل این باور را بر باد می‌دهد. به ما می‌گوید که *Homo sapiens* (انسان خردمند) چیزی نیست جز گونه‌ای از نخستین‌ها که همین شش تا هشت میلیون سال پیش از نیاکان شمپانزه واگرایید. البته انسان ویژگی‌های شاخصی دارد، از جمله زبان و فرهنگ، که بیشتر گونه‌های دیگر ندارند، اما این در پس‌زمینه‌ای از اشتراکات است. از دیدگاه تکاملی، ایده گسست بنیادی میان انسان و بقیه جهان زنده چیزی جز یک توهم نیست.

سوم و روشن‌تر از همه اینکه تکامل با بسیاری از آموزه‌های دینی، و به‌ویژه ادیان ابراهیمی، تعارض دارد. برای مثال، سفر پیدایش می‌گوید که موجودات زنده را خدا همین چند هزار سال پیش، و ظرف یک دوره شش روزه، جدا از هم آفریده است. این ادعا، چنان‌چه در معنای لفظ به لفظ آن در نظر گرفته شود، به وضوح در تضاد با چیزی است که تکامل به ما می‌آموزد، یعنی حیات روی زمین ظرف دوره‌ای تقریباً چهار میلیارد ساله به تدریج تکامل یافته است. بنابراین تعجبی ندارد که از روزگار داروین تا به امروز، بیشتر مخالفت‌ها با تکامل انگیزه‌ای دینی داشته است، چه به صراحت چه در پرده.

این سه عامل مقاومت در برابر تکامل را توضیح می‌دهند، اما البته آن را توجیه نمی‌کنند. این واقعیت که ایده‌ای علمی در تضاد با تجربه روزمره ماست، یا باد غرور بشر را خالی می‌کند، یا با آموزه‌های دینی در تضاد است، دلیل خوبی برای رد کردن آن نیست. اما قطعاً این پرسش را مطرح می‌کند: چگونه می‌توان مطمئن بود که نظریه تکامل واقعاً درست است؟ شواهد موجود تا چه اندازه آن را تأیید می‌کنند؟

برای پرداختن به این موضوع، باید درباره‌ی اینکه منظورمان از نظریه تکامل چیست با دقت بیشتری سخن بگوییم. دیدیم که خود داروین سه پیشنهاد را مطرح کرد: (۱) با گذشت زمان ویژگی‌های جدیدی در گونه‌ها تکامل می‌یابد؛ (۲) گونه‌های کنونی از نیاکان مشترک نسب گرفته‌اند؛ و

(۳) انتخاب طبیعی وسیله اصلی تغییر تکاملی است. شواهد هر کدام از این سه پیشنهاد تا اندازه‌ای با هم متفاوت است. اجازه دهید در اینجا روی مورد دوم متمرکز شویم، یعنی ادعای تبار نیاکانی مشترک، زیرا این همان چیزی است که مخالفان تکامل بیش از هر چیز دلوایس انکارش هستند.

صورت امروزی پیشنهاد شماره ۲ فرضیه تک‌درخت حیات است که بر اساس آن می‌توان تمام گونه‌های کنونی را تا یک نیای مشترک دنبال کرد. مهم‌ترین دلیل باور کردن این پیشنهاد در اصل همان است که در روزگار داروین نیز بیان شد: می‌تواند تعداد بسیار زیادی از واقعیت‌هایی را تبیین کند که در غیر این صورت تبیین‌ناپذیرند، یا باید به عنوان اتفاقاتی نامفهوم پذیرفته شوند. خود داروین، در میان بسیاری از نمونه‌های دیگر، به شباهت‌های کالبدشناختی خیره‌کننده میان گونه‌های مختلف، از جمله اندام‌های حرکتی اسب و گاو، اشاره کرد. چنین شباهت‌هایی در پرتو تکامل بی‌درنگ معنا می‌یابند. اسب و گاو نیای مشترکی دارند که طرح بدنی چهارپایی خود را از آن به ارث برده‌اند، طرحی که در ادامه در هر کدام از این دو دودمان دچار تغییر تکاملی جداگانه‌ای شد. اما اگر در عوض اسب و گاو جدا از هم آفریده شده بودند، و در نتیجه نیای مشترکی نداشتند، نباید انتظار می‌داشتیم که آناتومی‌شان هیچ شباهتی به هم داشته باشد.

مجموعه دیگری از واقعیت‌ها که گواه تبار نیاکانی مشترک هستند، و باز داروین آنها را مطرح کرد، از جنین‌شناسی به دست می‌آید. این واقعیت را در نظر بگیرید که جنین تمام مهره‌داران در مراحل اولیه چنان شباهتی به هم دارند که به‌آسانی نمی‌توان آنها را از هم تشخیص داد. با تکوین جنین، ویژگی‌هایی ظاهر می‌شوند که زیرگروه آن در میان مهره‌داران، مثلاً پرندگان، و سرانجام گونه‌اش را نشان می‌دهند. باز هم در پرتو تکامل چنین شباهتی کاملاً منطقی است. تبار تمام مهره‌داران به یک گونه نیاکانی بازمی‌گردد که در ادامه به دودمان‌های متمایزی تکامل یافته است و هر کدام از آنها ویژگی‌های شاخص خودشان را دارند: بال برای پرندگان، آبشش

برای ماهی‌ها، و از این دست. این ویژگی‌ها پس از شکل‌گیری طرح بدنی پایه مهره‌داران تکوین می‌یابند، زیرا ایجاد تغییر در مراحل اولیه تکوین جنین بدون تأثیر زیان‌بار بر کل جاندار دشوار است. در نتیجه، جنین تمام مهره‌داران در مراحل اولیه شبیه هم هستند و با پیش رفتن تکوین جنین دچار واگرایی می‌شوند. اگر گونه‌های مهره‌دار جدا از هم آفریده شده بودند هیچ دلیلی نداشت که چنین شباهت‌هایی را انتظار داشته باشیم.

محکم‌ترین دلیل باور به فرضیه تک‌درخت حیات در زمان داروین وجود نداشت. این دلیل همگانی بودن رمز ژنتیکی است. برای پی بردن به این نکته، کمی ژنتیک پایه لازم است. می‌توان ژن را مجموعه‌ای از دستورعمل در نظر گرفت که برای ساخت یک پروتئین در DNA حک شده است. پروتئین از زنجیره بلندی از اسیدهای آمینه پیوسته به هم ساخته می‌شود. منظور از رمز ژنتیکی شیوه‌ای است که از طریق آن توالی DNA یک ژن توالی اسیدهای آمینه را در پروتئین نظیر آن تعیین می‌کند. (به بیان دقیق‌تر، این رمز هر توالی سه نوکلئوتیدی را با یک اسید آمینه مرتبط می‌کند؛ نک. فصل ۶). تعداد رمزهای ژنتیکی امکان‌پذیر بی‌شمار است، و همه آنها نیز با قوانین شیمی سازگارند. نکته حیرت‌انگیز همین جاست: تمام موجودات زنده، از حشرات و باکتری‌ها گرفته تا انسان، از رمز ژنتیکی یکسان (یا تقریباً یکسانی) برخوردارند. اگر تمام جانداران نیای مشترکی داشته باشند، این کاملاً منطقی است، اما در غیر این صورت اتفاقی با احتمال نجومی خواهد بود. شبیه آن است که یک زبان انسانی به صورت مستقل در موارد جداگانه پرشماری پدید آمده باشد. اگر انسان‌شناسان تعدادی قبیله جدا از هم کشف کنند که دقیقاً به یک زبان سخن می‌گویند، مسلماً فرض را بر این می‌گذارند که این قبیله‌ها شاخه‌های فرعی یک جامعه زبان‌شناختی هستند. فرض دیگر، یعنی اینکه هر کدام از این قبیله‌ها مستقل از دیگران دقیقاً یک زبان را اختراع کرده باشند، با توجه به تعداد نامحدود زبان‌های امکان‌پذیر، فوق‌العاده بعید است. به همین ترتیب،

همگانی بودن رمز ژنتیکی در میان جانداران امروزی نیز مدرک قطعی تبار نیاکانی مشترک آنها است.

گاهی، به‌ویژه کسانی که زیست‌شناسی تکاملی را دوست ندارند، می‌گویند که تکامل «فقط یک نظریه» است. در تفسیر این جمله باید مراقب بود. قطعاً چیزی به نام «نظریه تکامل» وجود دارد، به معنای مجموعه‌ای از اصول نظری که طرز کار تکامل را تبیین می‌کنند، و خلاصه تعدادی از آنها در بالا ارائه شد. اما برداشتی که معمولاً از این جمله می‌شود این است که تکامل نه واقعیتهای ثابت‌شده بلکه فرضیه‌ای از سر حدس و گمان است که یک شخص معقول و منطقی می‌تواند آن را زیر سؤال ببرد. در برابر این برداشت باید مقاومت کرد. بدیهی است که گذشته را نمی‌توان مستقیماً مشاهده کرد، بنابراین این ادعا که گونه‌های کنونی از نیاکان مشترکی نسب گرفته‌اند، چیزی است که فقط غیرمستقیم و با استنتاج می‌توان به آن پی برد. اما این در مورد بسیاری از مسائل علمی صدق می‌کند. الکترون‌ها را هم نمی‌توان مستقیماً مشاهده کرد، نیز تمدن‌های باستانی یا مرکز خورشید را، اما با این حال ما درباره هر کدام از این چیزها اطلاعات بسیاری داریم. شواهد در تأیید تکامل چنان الزام‌آورند که در درستی آن هیچ تردیدی نیست. هرکسی بر اساس این برداشت که تکامل فقط یک نظریه است در واقعیت داشتن آن تردید کند، اگر منطقی باشد، باید درباره تقریباً تمام ادعاهای دیگر علم مدرن نیز تردید داشته باشد.

کارکرد و سازش

یکی از ویژگی‌های چشمگیر علوم زیستی توسط مدام آنها به مفهوم کارکرد است. جمله‌های زیر را در نظر بگیرید. کارکرد لاک خرچنگ محافظت از اندام‌های داخلی‌اش است؛ کارکرد کلیه‌های انسان تصفیه خون است؛ کارکرد رقص پرندۀ بهشتی نر جلب جفت است. جمله‌هایی از این دست که می‌توان آنها را جمله‌های انتساب کارکرد نامید، تقریباً در هر کتاب درسی زیست‌شناسی می‌توان یافت، و اغلب نیز بی‌توجه از کنارشان عبور می‌شود. این یکی از تضادهای جالب با علوم غیرزیستی را آشکار می‌کند که در آنها مطلقاً از کارکرد بحثی به میان نمی‌آید. زمین‌شناسان درباره کارکرد یخچال‌ها حرف نمی‌زنند؛ نه ستاره‌شناسان درباره کارکرد سیاره‌ها حرف می‌زنند و نه شیمی‌دانان درباره کارکرد پیوندهای کووالانسی. در واقع اگر این‌طور حرف می‌زدند، به‌سختی می‌شد فهمید که منظورشان چیست. پس چرا زیست‌شناسان با دستی‌چنین باز از زبان کارکرد استفاده می‌کنند، و این زبان دقیقاً به چه معنا است؟

پاسخ ساده‌اندیشانه به این پرسش آن است که سخن گفتن از کارکرد یک چیز زیست‌شناختی صرفاً بدین معناست که بگوییم آن چیز چیست،

یا اثراتش را توصیف کنیم. از این دیدگاه، منظور از اینکه کارکرد لاک خرچنگ محافظت از اندام‌های داخلی آن است چیزی نیست جز اینکه لاک از اندام‌های داخلی محافظت می‌کند؛ منظور از اینکه کارکرد رقص پرندگان جذب جفت است چیزی نیست جز اینکه رقص جفت را جذب می‌کند؛ و مانند اینها. اما این نمی‌تواند کاملاً درست باشد. زیرا هرچه باشد لاک خرچنگ تأثیرهای دیگری هم جز محافظت از اندام‌های داخلی دارد، برای مثال برداشتن خرچنگ‌ها را برای ماهی‌گیران آسان‌تر می‌کند. اما ما این کاربرد را کارکرد لاک به حساب نمی‌آوریم. به همین ترتیب، هنگامی که یک پرنده بهشتی نر رقص معاشقه‌ای خود را اجرا می‌کند اغلب علاوه بر جفت نظر شکارچیان را نیز جلب می‌کند؛ اما جلب نظر شکارچیان کارکرد رقص نیست، بلکه فقط کاری است که رقص اتفاقاً انجام می‌دهد. همان‌طور که این مثال‌ها نشان می‌دهند، همه آثار یک چیز زیست‌شناختی بخشی از کارکرد آن به شمار نمی‌آیند؛ هر طرز فکر دیگری به نادیده گرفتن تمایز میان کارکرد حقیقی و آنچه می‌توان پیامد جانبی ناخواسته نامید می‌انجامد. هرگاه که زیست‌شناسان از اصطلاح کارکرد استفاده می‌کنند تلویحاً به این تمایز اشاره می‌کنند.

در اینجا یک معمای فلسفی مطرح می‌شود. زیرا به‌آسانی می‌توان دید که زبان کارکرد در زیست‌شناسی دارای یک بُعد تجویزی بر پایه‌ی داوریه‌های ارزشی است. (در فلسفه، تجویزی در برابر توصیفی قرار می‌گیرد؛ اولی با این سروکار دارد که چیزها چگونه باید باشند، و دومی با اینکه چیزها در عمل چگونه هستند.) هنگامی که زیست‌شناسی از کارکرد یک چیز زیست‌شناختی سخن می‌گوید، به نظر می‌رسد دارد چیزی درباره‌ی کاری که آن چیز برای انجامش ساخته شده سخن می‌گوید؛ نه کاری که انجام می‌دهد. گواه درستی این برداشت آن است که هرجا سخن از کارکرد معنادار است، سخن از بدکاری^۱ نیز معنا دارد. لاک‌ی که از اندام‌های داخلی

1. Malfunction

خرچنگ محافظت نکند، یا کلیه‌ای که خون را تصفیه نکند، نتوانسته است وظیفه‌اش را انجام دهد، یا به اصطلاح بد کار کرده است. اما این بسیار گیج کننده است. چه کسی تصمیم می‌گیرد که فلان چیز زیست‌شناختی برای انجام چه کاری ساخته شده است؟ تردیدی نیست که کار علوم طبیعی توصیف جهان است، نه داوری کردن درباره‌ی اینکه چگونه باید باشد. آیا در واقع زیست‌شناسی استثنایی بر این اصل است؟ یا راهی برای توجیه این بُعد تجویزی وجود دارد، شاید با ترجمه‌ی گزاره‌های انتساب کارکرد به اصطلاحاتی دیگر؟ اندکی بعد دوباره این معما باز خواهیم گشت.

شاید با خودتان فکر کنید که این همه بحث فقط گذاشتن مته به خشخاش یک کلمه است. پاسخ آن است که به دو دلیل چنین نیست. نخست آنکه فقط کلمه‌ی کارکرد نیست، بلکه خانواده‌ی گسترده‌تری از اصطلاحاتی که در زیست‌شناسی به کار می‌روند همین بحث فلسفی را مطرح می‌کنند. اعضای دیگر این خانواده عبارت‌اند از برای و به منظور. در نتیجه، پرچم گیاه برای ساخت گرده است، و پرستوها به منظور فرار از زمستان سخت به جنوب مهاجرت می‌کنند. دوم آنکه پدیده‌ی جالبی که در اینجا وجود دارد صرفاً درباره‌ی زبان نیست، بلکه درباره‌ی یک الگوی شاخص در تبیین است. این الگو شامل تبیین علت وجود، یا ماهیت یک چیز زیست‌شناختی با گفتن این است که آن چیز برای چیست، یعنی کارکردش چیست. برای مثال، فرض کنید که پرسیم چرا کاکتوس‌ها خار دارند. پاسخ: خار کاکتوس برای دور نگه داشتن گیاه‌خواران است. یا فرض کنید پرسیم چرا ماهی‌ها آبشش دارند. پاسخ: ماهی‌ها به این منظور آبشش دارند که بتوانند زیر آب نفس بکشند. همان‌طور که این مثال‌ها نشان می‌دهند، ذکر کارکرد یک چیز زیست‌شناختی اغلب در تبیین‌هایی که زیست‌شناسان ارائه می‌کنند نقشی کلیدی دارد.

این نوع تبیین‌های کارکردی نسبت روشنی با تبیین‌های بنیادی (یا سازشی) دارند که در فصل پیش بررسی‌شان کردیم، و در آنها ویژگی‌های یک جاندار با نشان دادن سهم‌شان در شایستگی زیست‌شناختی آن جاندار

تبیین می‌شوند. در واقع، ممکن است تصور شود که این دو نوع تبیین، یعنی کارکردی و سازشی، در عمل یکی هستند. از این نگاه، کارکرد یک چیز زیست‌شناختی چیزی نیست جز اهمیت سازشی آن، یعنی سهم اختصاصی آن در شایستگی جاندار؛ و تبیین وجود آن چیز، یا ماهیتش، با ذکر کارکرد آن معادل ارائه یک تبیین سازشی است، یعنی گفتن اینکه چرا انتخاب طبیعی به تکامل آن انجامیده است. این دیدگاه جذابی است، اما همان‌طور که خواهید دید، تنها پیشنهاد موجود برای نحوه درک زبان کارکرد در زیست‌شناسی نیست.

کارکردها و دست‌ساخته‌ها

اشاره کردیم که مفهوم کارکرد در علوم فیزیکی کاربرد چندانی ندارد. اما یک حوزه غیرزیست‌شناختی وجود دارد که در آن زبان کارکرد رایج است، یعنی توصیف دست‌ساخته‌های انسان. برای مثال، می‌گوییم که کارکرد ساعت آفتابی نشان دادن زمان است؛ کارکرد تیغه کف کشتی ثابت نگه داشتن آن در آب است؛ و کارکرد دریچه حفظ فشار هوای درون لاستیک ماشین یا دوچرخه است. البته این در حالی است که دست‌ساخته‌های بشر، برخلاف جانداران زیستی، از روی قصد به دست انسان طراحی شده‌اند تا وظیفه خاصی را اجرا کنند. و به نظر می‌رسد این واقعیت برای درک معنای زبان کارکرد در این زمینه تعیین‌کننده باشد. آنچه به این جمله که ساعت آفتابی برای تعیین زمان است حقیقت می‌بخشد این است که کسی از روی قصد ساعت آفتابی را طوری طراحی کرده که زمان را با دقت نشان دهد. در مورد تیغه کف قایق و دریچه تنظیم باد لاستیک نیز همین‌طور است. از این رو کارکرد یک دست‌ساخته بشر، یا بخشی از یک دست‌ساخته، از قصد طراح انسانی آن ناشی می‌شود.

کارکرد دست‌ساخته‌های بشر شباهت‌های جالبی به کارکرد زیست‌شناختی دارد. نخست آنکه تمایز میان کارکرد و پیامد جانبی

ناخواسته به همان اندازه در مورد دست‌ساخته‌ها نیز صدق می‌کند. تیغه کف قایق علاوه بر صاف نگه داشتن آن بسیاری کارهای دیگر نیز انجام می‌دهد، از جمله آنکه خانه‌ای برای کشتی‌چسب‌ها^۱ فراهم می‌کند و جایی که بتوان از آن سکان را آویخت. اما اینها کارکرد تیغه نیستند، یعنی چیزی نیستند که سازندگان قایق قصد داشتند تیغه برای آن به کار رود. دوم آنکه مفهوم بدکاری نیز در مورد دست‌ساخته‌ها به کار می‌رود. یک ساعت آفتابی که زمان را به دقت نشان ندهد، یا دریچه‌ای که نشی داشته باشد، خراب یا معیوب است: یعنی آن‌طور که باید کار نمی‌کند. بنابراین تصویری از کارکرد درست در مورد دست‌ساخته‌ها نیز صدق می‌کند، که در آن منظور «همخوانی با قصد سازنده آن دست‌ساخته» است. سوم، همان‌طور که در موارد زیست‌شناختی نیز دیده می‌شود، ذکر کارکرد یک دست‌ساخته ممکن است علت وجود آن را تبیین کند، یا نشان دهد که چرا دارای آن ویژگی‌هایی است که دارد. فرض کنید کودکی بپرسد که چرا قایق‌ها تیغه دارند و چرا لاستیک‌های بادی دریچه دارند. یک پاسخ منطقی این خواهد بود که تیغه برای تثبیت قایق است، و دریچه برای حفظ فشار لاستیک.

با توجه به این شباهت‌ها، ممکن است این فکر به ذهن خطور کند که شاید سخن گفتن از کارکرد زیست‌شناختی صرفاً عوارضی باقی‌مانده از دوران پیشاداروینی باشد، زمانی که تصور می‌شد جانداران نیز همچون دست‌ساخته‌های بشر از روی قصد طراحی شده‌اند. در جهان بینی آفرینش‌باورانه، انتساب کارکرد را طبیعتاً می‌توان با ارجاع به قصد آفریننده (با فرض اینکه بتوان به آن پی برد) درک کرد. این گزاره را که کارکرد اسکلت خرچنگ محافظت از اندام‌های داخلی آن است می‌توان به این معنا تفسیر کرد که خدا اسکلت را به قصد محافظت از اندام‌های داخلی خرچنگ طراحی کرده است؛ و به همین ترتیب برای گزاره‌های انتساب کارکرد دیگر.

۱. Barnacles؛ گروهی از سخت‌پوستان دریازی و غیرمتحرک که به کف کشتی‌ها، صدف‌ها، زباله‌های دریایی، لاک‌پشت‌ها و نهنگ‌ها می‌چسبند.

بنابراین شاید زبان کارکرد در زیست‌شناسی معاصر صرفاً میراثی غیرمنتظره از دورانی پیشین باشد، همان‌طور که ستاره‌شناسان با اینکه دیگر باور ندارند خورشید دور زمین بگردد باز هم از بالا آمدن خورشید سخن می‌گویند.

این پیشنهادی با پیوستگی منطقی است، و قطعاً شباهت‌های میان کارکرد دست‌ساخته‌های بشر و کارکرد زیست‌شناختی را تبیین می‌کند. اما چندان محتمل نیست. زیرا هنگامی که زیست‌شناسان امروزی از اصطلاح کارکرد استفاده می‌کنند کاملاً معلوم است که جدی حرف می‌زنند، و از چیزی می‌گویند که معنایی دقیق و غیراستعاری دارد. اگر این‌طور نباشد، به‌سختی می‌توان از بسیاری از بحث‌ها در زیست‌شناسی درباره کارکرد یک ویژگی خاص سر درآورد. برای مثال، از گذشته گفته می‌شد که آپاندیس انسان هیچ کارکردی ندارد؛ اما پژوهش‌های اخیر این برداشت را زیر سؤال برده‌اند و نشان داده‌اند که آپاندیس واقعاً کارکردی دارد، یعنی به عنوان مخزنی برای باکتری‌های سودمند لوله گوارش به کار می‌رود. زیست‌شناسانی که در این پژوهش شرکت داشتند زبان کارکرد را کاملاً دانسته و به‌عمد به کار می‌گیرند؛ نمی‌توان باور کرد که زبان‌شان چیزی جز بقایای جهان‌بینی پیشاتکاملی نباشد.

پیشنهاد دیگر آن است که شباهت‌های میان کارکرد زیست‌شناختی و دست‌ساخته‌های بشر به این دلیل است که انتخاب طبیعی همان نقش طراح انسانی را ایفا می‌کند. این تا اندازه‌ای پذیرفتنی است، زیرا همان‌طور که در فصل ۲ دیدیم، جانداران تکامل یافته، با توجه به پیچیدگی سازشی چشمگیرشان، اغلب طرح‌صوری را به نمایش می‌گذارند^۱. بنابراین پیشنهاد این است که وقتی یکی از این دو شرط برآورده شده باشد، منطقی می‌توان از کارکرد یک چیز سخن گفت. یا آن چیز به منظور انجام کاری توسط عاملی از روی قصد طراحی شده، یا در غیر این صورت آن چیز طراحی‌صوری را به نمایش می‌گذارد، یعنی به دلیل اثری که بر شایستگی داشته با انتخاب طبیعی تکامل یافته است. این برداشت، اگر درست باشد، توضیح

۱. طوری که به نظر می‌رسد انگار طراحی شده‌اند، در حالی که در واقع نشده‌اند.

می‌دهد که چرا سخن گفتن از کارکرد کلیه یا ساعت آفتابی معنا دارد، اما سخن گفتن از کارکرد یخچال طبیعی نه. این پیشنهاد ما را مستقیماً به پرطرفدارترین تحلیل زبان کارکرد در زیست‌شناسی می‌رساند: نظریه علت‌شناسی^۱ کارکرد.

نظریه علت‌شناختی کارکرد

علت‌شناسی چیزی به معنای تاریخ علی آن است. ایده اصلی که نظریه علت‌شناسی بر آن بنا شده ساده است، یعنی سخن گفتن از کارکرد زیست‌شناختی یک چیز معادل این است که چیزی درباره این بگوییم که چرا انتخاب طبیعی موجب تکامل آن چیز شده است. بار دیگر رقص پرنده بهشتی را در نظر بگیرید. فرضیه‌ای پذیرفتنی است که انتخاب نه به این دلیل که توجه شکارچیان را جلب می‌کند، بلکه به این دلیل که تکامل رقص این پرنده و ویژگی‌های دقیقی که دارد انجامیده که نظر جفت‌شان را جلب می‌کند. چنین فرضیه‌ای به این دلیل محتمل است که جلب جفت تأثیر مثبتی بر شایستگی جاندار دارد در حالی که جلب شکارچیان این‌طور نیست. اگر این فرضیه درست باشد، آنگاه بر اساس نظریه علت‌شناسی کارکرد رقص جلب جفت است. از این کلی‌تر آنکه بر اساس این نظریه کارکرد یک چیز یا ویژگی زیست‌شناختی را باید از روی تأثیری شناسایی کرد که انتخاب طبیعی را وا داشته است تا آن ویژگی را برگزیند. این نظریه ضمناً نظریه تأثیر انتخاب‌شده کارکرد نیز نامیده می‌شود.

به عنوان مثالی دیگر، پوشش سفید خرس قطبی را در نظر بگیرید. این ویژگی چندین اثر دارد، از جمله بازتابیدن نور خورشید، استتار خرس در هنگام شکار، و بخشیدن ظاهری عروسکی به توله‌های خرس قطبی که مورد پسند بازدیدکنندگان از باغ وحش است. با توجه به آنچه درباره محیطی که خرس قطبی در آن تکامل یافته می‌دانیم، بسیار احتمال دارد که دومین

مورد از تأثیرها، یعنی استتار، دلیلی باشد که انتخاب طبیعی سبب شده در خرس قطبی پوشش سفید تکامل یابد. زیرا خرسی که خوب استتار شده باشد از برتری انتخابی آشکاری نسبت به خرسی برخوردار است که چنین استتاری ندارد، و بنابراین به‌طور میانگین فرزندان بیشتری از خود به‌جا خواهد گذاشت. اگر این فرضیه درست باشد، آنگاه بر اساس نظریه علت‌شناسی کارکرد پوشش خرس قطبی استتار است، و نه بازتابانیدن نور خورشید و خواستنی بودن برای انسان. نتیجه درست به‌طور شهودی همین است، و با کاربرد زیست‌شناختی آن در عمل کاملاً همخوانی دارد.

نظریه علت‌شناسی به کارگیری زبان کارکرد در زیست‌شناسی را منطقی می‌کند، و امتیازهای دیگری هم دارد. مبنایی اصولی فراهم می‌کند تا بتوان بر اساس آنکه آیا انتخاب طبیعی آن ویژگی را برگزیده یا نه، میان کارکرد و پیامد جانبی تمایز ایجاد کرد. این نقش تبیین‌کنندگی انتساب کارکرد را توجیه می‌کند، به‌ویژه این واقعیت که ذکر کارکرد یک ویژگی به کار تبیین علت وجودش می‌آید. از این گذشته، نظریه علت‌شناسی نویدبخش آن است که بعد به‌ظاهر تجویزی زبان کارکرد را توجیه کند. زیرا به معنای آن است که تمایز کارکرد/بدکاری به‌واقع شامل داورهای ارزشی درباره اینکه جانداران چگونه باید باشند نمی‌شود. گفتن اینکه کلیه‌ای دارد بد کار می‌کند، بر اساس نظریه علت‌شناسی، معنایی ندارد جز اینکه کلیه مورد بحث آن کاری را که دلیل تکامل یافتنش در طول تاریخ بوده انجام نمی‌دهد. به عبارت دیگر، درباره اینکه کلیه و ویژگی‌های زیست‌شناختی دیگر چه کاری قرار است انجام دهند واقعیتی عینی وجود دارد که از تاریخ تکاملی آنها نتیجه می‌شود.

یکی از چالش‌های نظریه علت‌شناسی بی‌همتایی کارکردهای منتسبی است که مجاز می‌شمارد. زیست‌شناسان اغلب به کارکرد مشخصی برای یک ویژگی اشاره می‌کنند، که به‌طور ضمنی یعنی منحصراً فقط همان یک کارکرد را دارد. اما اگر کارکرد با تأثیر انتخاب‌شده شناسایی شود، اغلب

بیش از یک گزینه برای کارکرد یک ویژگی وجود خواهد داشت. برای مثال، به جای آنکه بگوییم کارکرد پوشش سفید خرس قطبی استتار است، می‌توان این‌طور هم گفت که کارکردش آن است که به خرس امکان دهد در روشنایی روز شکار کند، یا احتمال موفقیت خرس را در شکار افزایش دهد، یا مانع از گرسنگی آن شود، یا خلاصه آنکه شایستگی‌اش را افزایش دهد. پوشش خرس همه این کارها را انجام می‌دهد، و به نظر می‌رسد شناسایی یکی از آنها به عنوان دلیل مشخص برگزیدن این پوشش از سوی انتخاب طبیعی دلبخواهی باشد. گرچه این درست است، اما مشکل نه مختص نظریه علت‌شناسی کارکرد است و نه حتی مختص زیست‌شناسی. هرگاه که معلولی در انتهای زنجیره بلندی از علت‌ها واقع شود، گزینه‌های بسیاری برای علت مشخص آن وجود دارد. فرض کنید کسی بپرسد که علت جنگ جهانی اول چه بود. پاسخ‌های ممکن عبارت‌اند از بلندپروازی امپریالیستی قدرت‌های اروپایی؛ مسابقه تسلیحاتی ناشی از این بلندپروازی‌ها؛ گلوله‌ای که به آرشیدوک فردیناند شلیک شد؛ و دلایل دیگر. حالا چطور از میان اینها علت مشخص را شناسایی کنیم؟ این یک مسأله فلسفی بسیار کلی است که بر سر آن جوهر بسیاری هدر رفته است. (بنا به یک راه‌حل، آنچه علت مشخص می‌نامیم نه موضوعی مرتبط با علت واقعی، بلکه موضوعی عمل‌گرایانه است.) راه‌حل این مسأله هرچه که باشد، به احتمال زیاد در مورد نظریه علت‌شناسی نیز صدق خواهد کرد.

چالش دیگر نظریه علت‌شناسی از ویژگی‌هایی ناشی می‌شود که در ابتدا به یک منظور تکامل یافتند اما سپس به کاری نو گماشته شده‌اند. چنین ویژگی‌هایی، که پیشین‌سازگاری^۱ نامیده می‌شوند، در تکامل کم‌پدید

۱. Exaptation؛ هر ویژگی موجود زنده که در گذشته برای قصدی دیگر از سوی انتخاب طبیعی برگزیده شده و اکنون نقش سازشی ندارد یا نقش سازشی متفاوتی دارد. صفت نسبی پیشین در یک ترکیب مغلوب به جای ex- به معنای سابق به کار رفته است و aptation، به معنای سازگاری یا تناسب جاندار با محیط، فرآورده فرایند سازش است.

نمی‌آیند. برای مثال، پر پرندگان در ابتدا برای تنظیم گرما تکامل یافت، اما سپس انتخاب طبیعی در آن اصلاحاتی پدید آورد تا موجب بهبود عملکرد آیرودینامیکی‌اش برای پرواز شود. حالا بر اساس نظریه علت‌شناختی کارکرد پر چیست؟ گرم نگه داشتن پرنده، یا کمک به پرواز مؤثر، یا هر دو؟ به نظر می‌رسد هیچ روش مشخصی برای پاسخ دادن به این پرسش وجود نداشته باشد. با این حال، به دو دلیل این ایرادی مهلک برای نظریه علت‌شناسی نیست. نخست آنکه با اصلاح انتساب کارکرد می‌توان تا اندازه‌ای مشکل را دور زد. پرهای پرندگان رده همگنی را تشکیل نمی‌دهند؛ بعضی از آنها مانند پرهای دُم به پرواز اختصاص دارند، در حالی که پرهای دیگری همچون کُرک‌پرها مختص گرم نگه داشتن پرنده هستند. از این گذشته، انواع پرهای گوناگون ویژگی‌های مختلفی دارند، برای مثال شکل، بافت و اندازه؛ با تمرکز بر یک ویژگی خاص، ممکن است بتوان کارکردهای احتمالی را محدود کرد. دوم آنکه بر سر به‌کارگیری زبان کارکرد در موارد پیشین‌سازی به هیچ وجه اجماعی میان زیست‌شناسان وجود ندارد. بنابراین، اینکه تحلیل فلسفی معنای چنین زبانی به هیچ پاسخ روشنی نمی‌انجامد نشانه ضعف آن نیست.

نظریه علت‌شناسی، با وجود امتیازهایش، یک پیامد دارد که از نظر بسیاری افراد ممکن است مشکل‌ساز باشد. این نظریه تلویحاً به معنای آن است که هرگاه یک زیست‌شناس گزاره‌ای برای انتساب یک کارکرد به کار می‌برد، دست کم به‌طور ضمنی، دارد چیزی درباره روند تاریخ تکامل می‌گوید. اگرچه در بعضی زمینه‌ها چنین چیزی باورپذیر است، اما در موارد دیگر هضم آن دشوارتر است. برای مثال، قلب انسان را در نظر بگیرید. همان‌طور که هر بچه مدرسه‌ای می‌داند، این ویلیام هاروی^۱، پزشک قرن هفدهمی، بود که نخستین بار گفت کارکرد قلب پمپ کردن خون به نقاط

1. William Harvey (1578-1657)

مختلف بدن است؛ و زیست‌شناسان امروزی نیز موافق‌اند که در این مورد حق با هاروی بود. اما نظریهٔ تکامل در قرن هفدهم هنوز کشف نشده بود، بنابراین روشن به نظر می‌رسد که وقتی هاروی از کارکرد قلب سخن گفت، منظورش «تأثیری که قلب به دلیل آن انتخاب شده» نبود. اگر بر درستی نظریهٔ علت‌شناسی پافشاری کنیم، ظاهراً ناگزیر می‌شویم نتیجه بگیریم که هاروی نمی‌دانست معنای حرفی که می‌زند چیست، یا اینکه داشت کلمهٔ کارکرد را در معنایی کاملاً متفاوت از آنچه زیست‌شناسان امروزی در ذهن دارند به کار می‌برد. هیچ کدام از این دو گزینه چندان پذیرفتنی نیست.

این مثال شیوه‌ای چشمگیر از بیان نکته‌ای کلی‌تر است، و آن اینکه به نظر نمی‌رسد بعضی موارد انتساب کارکرد در زیست‌شناسی ارتباط چندانی با تکامل داشته باشند؛ بلکه، از بررسی طرز کار جانداران در حال حاضر ناشی می‌شوند. این به‌ویژه در مورد علوم زیست‌پزشکی صدق می‌کند. برای مثال، پژوهشگرانی که بنیان مولکولی یک بیماری را بررسی می‌کنند اغلب تلاش می‌کنند کارکرد یک مسیر زیست‌شیمیایی را شناسایی کنند که در ایجاد آن بیماری نقش دارند. آنها طرز کار این مسیر و تأثیر آن را بر سلول‌ها و بافت‌ها در آزمایشگاه با این هدف بررسی می‌کنند. چنین پژوهشی، به‌ظاهر، ارتباطی به تکامل ندارد، و با این حال اغلب با اطمینان به انتساب کارکرد می‌انجامد. این ملاحظه علت طرح رقیب اصلی نظریهٔ علت‌شناسی است، یعنی نظریهٔ نقش علی کارکرد.

نظریهٔ نقش علی کارکرد

ایدهٔ کلیدی نظریهٔ نقش علی آن است که انتساب کارکرد اغلب در روند نوع خاصی از تحقیق علمی صورت می‌گیرد، یعنی تلاش برای درک اینکه یک فرایند یا دستگاه زیست‌شناختی پیچیده چگونه کار می‌کند. برای مثال تنظیم گرما در انسان را در نظر بگیرید: در اینجا یک سیستم کنترل در کار است که در آن منطقه‌ای از مغز، یعنی هیپوتالاموس، دمای بدن را پایش

می‌کند و تکانه‌هایی را برای راه‌اندازی واکنش‌های تن‌کارشناختی^۱ مناسب، مانند عرق کردن، ارسال می‌کند. این سیستم شامل تعداد زیادی زیرسیستم و بخش‌های تخصصی است که هر کدام وظیفه خاصی دارند. برای درک اینکه دستگاه تنظیم گرما در مجموع چگونه کار می‌کند، لازم است نقشی را که هر کدام از این بخش‌ها ایفا می‌کنند بدانیم. بر اساس نظریه نقش علی، در اینجا است که مفهوم کارکرد وارد می‌شود. کارکرد فلان بخش چیزی نیست جز نقش آن در عملکرد کل سیستم، که به سیستم امکان می‌دهد کاری را که انجام می‌دهد انجام دهد. بنابراین کارکرد گیرنده‌های گرمایی موجود در هیپوتالاموس این است که دمای خون را تشخیص دهند، در حالی که کارکرد غده‌های عرق این است که عرق را روی سطح پوست ترشح کنند. چون این کارها را گیرنده‌های گرمایی و غده‌های عرق انجام می‌دهند، دستگاه تنظیم گرما می‌تواند دمای بدن را ثابت نگه دارد.

به عنوان مثالی دیگر، دستگاه ایمنی سازشی در مهره‌داران را در نظر بگیرید، که عوامل بیماری‌زا را از بدن حذف می‌کنند. این بار هم این دستگاه شامل تعدادی بخش است، یعنی انواع گوناگون سلول‌های T و B، که هر کدام نقشی تخصصی دارند؛ و برای درک طرز کار دستگاه ایمنی باید این نقش‌ها را دانست. سلول‌های T کشنده سلول‌های آلوده به ویروس را شناسایی می‌کنند و می‌کشند، در حالی که سلول‌های B به پادگن‌ها متصل می‌شوند و پادتن تولید می‌کنند. بنابراین بر اساس نظریه نقش علی، اینها کارکردهای سلول‌های T و B هستند، زیرا به دلیل اینکه آنها این کارها را انجام می‌دهند، دستگاه ایمنی سازشی می‌تواند با موفقیت عوامل بیماری‌زا را حذف کند. خلاصه آنکه کارکرد یک چیز نقش اختصاصی یا نقش علی آن در عملکرد یک دستگاه بزرگ‌تر است؛ در حالی که یک پیامد جانبی کاری است که آن چیز انجام می‌دهد اما نقشی در عملکرد آن دستگاه بزرگ‌تر ندارد.

دیدیم که نظریه علت‌شناسی بر این تأکید دارد که انتساب کارکرد اغلب پاسخی به این پرسش دور است که «چرا وجود دارد؟» (چرا کاکتوس خار دارد؟ برای دور کردن گیاه‌خواران). در عوض، نظریه نقش علی توجه را به پرسش نزدیک جلب می‌کند، یعنی «چگونه کار می‌کند؟» (چگونه دستگاه ایمنی عوامل بیماری‌زا را حذف می‌کند؟ به وسیله سلول‌های T و B که متجاوزان را می‌کشند و پادتن تولید می‌کنند). این پرسش دوم در بسیاری از پژوهش‌های زیست‌شناختی، به‌ویژه در رشته‌هایی همچون تن‌کارشناسی، زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، جایگاه بسیار مهمی دارند. چنین پژوهش‌هایی معمولاً عبارت‌اند از تمرکز بر ساختار یا فرایندی پیچیده، بررسی برهمکنش‌های علی میان اجزای مختلف آن، و تلاش برای تعیین نقش هر بخش. بر اساس نظریه نقش علی، در اینجا است که سخن از کارکرد خریدار پیدا می‌کند.

مهم‌ترین امتیاز نظریه نقش علی آن است که نکته‌ای را که برای نظریه علت‌شناسی مشکل‌ساز شده بود معنادار می‌کند، یعنی اینکه انتساب کارکرد اغلب در روند بررسی طرز کار کنونی یک دستگاه زیست‌شناختی انجام می‌شود، و نه در روند بررسی تاریخ تکاملی آن. نظریه نقش علی به‌آسانی می‌تواند این واقعیت را تبیین کند که زیست‌شناسان پیشاداروینی اطلاعات بسیاری درباره کارکرد داشتند، و نیز این واقعیت که زیست‌شناسان امروزی در زمینه‌های غیرتکاملی به چیزها کارکرد منتسب می‌کنند. حتی اگر موجود زنده‌ای در شکل کامل خود ناگهان همین دیروز به وجود آمده باشد، باز هم هیچ تفاوتی در درستی گزاره‌ای درباره کارکرد یکی از ویژگی‌هایش، در صورتی که آن کارکرد به عنوان نقش علی در نظر گرفته شود، ایجاد نخواهد شد. اما در نظریه علت‌شناسی این گزاره لزوماً اشتباه خواهد بود، چرا که چنین جاننداری فاقد تاریخ تکاملی لازم برای کارکرد داشتن ویژگی‌هایش است.

با این همه، در عمل نظریه‌های علت‌شناسی و نقش علی در بیشتر موارد در مورد انتساب کارکرد با هم توافق دارند، و به همین دلیل است که تفاوت

میان آنها اغلب نادیده گرفته شده است. یک بار دیگر قلب پستانداران را در نظر بگیرید. به دلیل پمپ کردن خون به سرتاسر بدن است که انتخاب طبیعی قلب را برگزیده است؛ و این نیز حقیقت دارد که پمپ کردن خون نقش قلب در عملکرد دستگاه قلبی عروقی است، و به دلیل کارکرد آن است که این دستگاه می‌تواند وظیفه‌اش را انجام دهد. به همین ترتیب، به دلیل دور نگه داشتن گیاه‌خواران با خارهای کاکتوس است که انتخاب طبیعی موجب تکامل آنها شده، و دور نگه داشتن گیاه‌خواران ضمناً همان نقش علی است که خارها امروزه در سیستم دفاعی کاکتوس ایفا می‌کنند. بنابراین در این موارد، تأثیر انتخاب شده و نقش علی همخوانی دارند. اما لزومی ندارد که همیشه این‌طور باشد، و حتی هنگامی هم که این‌طور است، باز هم این دو نظریه در مورد اینکه به چه علت یک ویژگی کارکرد معینی دارد با هم اختلاف دارند.

یک ایراد به نظریه نقش علی آن است که این نظریه در نهایت متکی به خاستگاهی برای طرح است، که یا باید از قصد یک طراح ناشی شده باشد یا از عملکرد انتخاب طبیعی. برای آنکه این ایراد را بهتر درک کنید، توجه کنید که وقتی پیشتر ایده نقش علی را توضیح دادیم، از عملکرد یک دستگاه زیست‌شناختی، یا از طرز کار آن، سخن گفتیم. اما آیا اینها راه‌هایی غیرمستقیم برای سخن گفتن درباره کاری که قرار است آن سیستم انجام دهد نیست؟ هنگامی که نقش علی غده‌های عرق را در دستگاه تنظیم گرما شناسایی می‌کنیم، به‌طور ضمنی داریم فرض می‌کنیم که این دستگاه قرار است به هدفی، یعنی ثابت نگه داشتن دمای بدن، دست یابد. اما بر اساس این ایراد، چنین فرضی تنها در صورتی موجه است که دستگاه مورد بحث یا آگاهانه برای دستیابی به این هدف طراحی شده باشد یا به وسیله انتخاب طبیعی طوری تکامل یافته باشد که به آن دست یابد. خلاصه آنکه، تنها در صورتی می‌توان کارکرد یک چیز را با نقش علی آن در سیستمی بزرگ‌تر شناسایی کرد که آن سیستم یا نتیجه طراحی آگاهانه باشد یا جانشین آن،

انتخاب طبیعی. بنابراین در پایان، انتساب کارکرد حقیقی در زیست‌شناسی متکی به انتخاب طبیعی است؛ بنابراین نظریه علت‌شناسی برنده است. این ایراد نیرومندی به نظریه نقش علی است، اما کاملاً قطعی و تعیین‌کننده برنده نهایی نیست. یک دیدگاه دیگر آن است که ما باید هر دو برداشت از کارکرد را بپذیریم، یا به زبان فیلسوفان کثرت‌باور باشیم. از دیدگاه کثرت‌باوری، هم تأثیر انتخاب‌شده و هم نقش علی برداشت‌های معتبری از کارکرد زیست‌شناختی هستند، که هر کدام برای نوع متفاوتی از پرسش مناسب است. اولی پرسش از معناداری در زمینه تکاملی است هنگامی که تلاش می‌کنیم به پرسش‌های دور درباره علت تکامل ویژگی‌ها پاسخ دهیم؛ و دومی پرسش از معناداری در هنگامی که تلاش می‌کنیم به پرسش‌های نزدیک درباره طرز کار جانداران پاسخ دهیم. با توجه به اینکه این دو نوع پرسش از اساس با هم تفاوت دارند، به گفته کثرت‌باوران اشتباه است که تلاش کنیم این دو برداشت از کارکرد را همگون کنیم، یا از میان آنها یکی را انتخاب کنیم؛ بلکه باید هر دو را بپذیریم، و امیدوار باشیم زمینه نشان دهد که در آن کدام برداشت نقش بازی می‌کند. دیدگاه کثرت‌باورانه، اگرچه جذاب است، اما چندین پرسش دشوار را مطرح می‌کند، از جمله اینکه چرا باید برای دو چیز چنین متفاوت از یک کلمه استفاده کرد.

اگرچه بحث بر سر کارکرد عمدتاً از سوی فیلسوفان دنبال شده است، اما به کار زیست‌شناسی نیز مربوط می‌شود. نمونه آن را می‌توان در بحث اخیر در زیست‌شناسی بر سر DNA بُنْجُل^۱ یافت. به یاد آورید که DNA درشت‌مولکولی است که ژن‌ها از آن ساخته شده‌اند. اما در بیشتر گونه‌ها، و از جمله در انسان، ژن‌ها فقط کسر کوچکی از کل محتوای DNA یک سلول را می‌سازند. تا چند دهه، اجماع میان زیست‌شناسان این بود که بخش عمده DNA موجود در ژنوم انسان هیچ کاری انجام نمی‌دهد، بنابراین هیچ کارکردی هم ندارد. این اجماع را در سال ۲۰۱۲ پژوهشگران

پروژه ENCODE^۱ به چالش کشیدند. آنها بر اساس حجم زیادی از داده‌های تجربی استدلال کردند که بیشتر آنچه در اصطلاح DNA بنجل نامیده شده در واقع کارکردی زیست‌شیمیایی دارد، و نقشی تعیین‌کننده در رفتار سلول‌ها و بافت‌ها بازی می‌کند. اما یک زیست‌شناس کانادایی برجسته به نام فورد دولیتل^۲ این تفسیر داده‌ها را زیر سؤال برده است. به عقیده او پژوهشگران این پروژه تلویحاً دارند از معیاری بیش از حد باز برای کارکرد استفاده می‌کنند، یعنی داشتن هر نوع تأثیر زیست‌شیمیایی، که در حکم قاطی کردن کارکرد با پیامد جانبی است. اگر همان‌طور که دولیتل توصیه می‌کند، کارکرد را تأثیر انتخاب‌شده بدانیم، آنگاه تفسیر سنتی بنجل هنوز قابل دفاع است. حق با هر طرف که باشد، این مثال نشان می‌دهد که چگونه یک بحث علمی می‌تواند بعد فلسفی پنهانی داشته باشد.

کارکرد و برنامه‌سازش باورانه

فرض کنید روایت علت‌شناختی را از معنای گزاره‌های انتساب کارکرد در زیست‌شناسی پذیرفتیم. پرسش دیگر این است که چگونه می‌توان گفت آیا چنین گزاره‌هایی درست هستند یا نه. با توجه به اینکه دانش ما درباره تاریخ تکامل ناقص است، چگونه می‌توان مطمئن بود که کارکرد یک ویژگی چیست، یا اصلاً کارکردی دارد یا نه؟ پاسخ کوتاه این است که نمی‌توان مطمئن بود، اما در بیشتر موارد می‌توان به چیزی نزدیک به اطمینان عملی دست یافت. زیرا اغلب، محیطی که یک گونه در آن تکامل یافته شبیه به همان محیطی است که اکنون در آن سکونت دارد؛ بنابراین، اگر یک ویژگی اهمیت سازشی آشکاری در محیط امروزی داشته باشد، در بیشتر موارد نسبتاً به‌آسانی می‌توان دلیل این را که از ابتدا چرا تکامل یافت شناسایی کرد، به‌ویژه اگر بتوان مقایسه‌های مناسبی میان گونه‌های مختلف انجام داد. برای مثال، پوشش سفید خرس قطبی به‌وضوح برای شکار در

1. Encyclopedia of DNA Elements

2. W. Ford Doolittle (1941-)

شمالگان امروزی سودمند است؛ و می‌دانیم که خرس قطبی در گذشته نزدیک از خرس قهوه‌ای تکامل یافته است، که پراکندگی جغرافیایی بسیار گسترده‌تری دارد. بنابراین هیچ تردید جدی وجود ندارد که به دلیل استتار است که انتخاب طبیعی به تکامل پوشش سفید در خرس قطبی انجامید. این نمونه‌ای استثنایی نیست؛ اما این را نیز باید پذیرفت که در مواردی تشخیص کارکرد، به معنای تأثیر انتخاب‌شده، بسیار دشوارتر است.

بحث درباره چگونگی تعیین کارکرد یک ویژگی با اطمینان، بخشی از یک اختلاف نظر و جنجال بزرگ در زیست‌شناسی تکاملی قرن بیستم بود. در سال ۱۹۷۹، دو زیست‌شناس به نام‌های استیون جی گولد^۱ و ریچارد لونتین، در مقاله‌ای مشهور حمله‌ای علیه آنچه برنامه سازش باورانه^۲ در زیست‌شناسی نامیدند، ترتیب دادند. این برنامه عبارت است از بررسی جانداران با این فرض که آنها کمابیش به‌خوبی سازش یافته‌اند، و اینکه ویژگی‌هایشان کارکردهایی مشخص دارند. استدلال سازش باورانه در بیشتر موارد موفق بوده، زیرا به لطف انتخاب طبیعی بسیاری از جانداران واقعاً به محیط زندگی‌شان به‌خوبی سازش یافته‌اند. گولد و لونتین منکر این نشدند، اما طرفداران سازش باوری را متهم به رفتار غیرعلمی کردند. به گفته آنها سازش باوران بدون هیچ مدرکی فرض را بر این می‌گذارند که هر ویژگی کارکردی دارد، و سپس به‌سادگی و بدون شواهد کافی داستان‌هایی جعل می‌کنند تا نشان دهند که کارکرد مورد ادعا چیست. (آنها این تبیین‌ها را داستان‌های من‌درآوردی^۳ لقب دادند، برگرفته از عنوان کتاب داستانی برای کودکان نوشته رادیرد کیپلینگ^۴). بنابراین، سازش باوران به عقیده گولد و لونتین متهم به نوعی سوگیری شناختی هستند: آنها از پیش آماده‌اند که به هر جا بنگرند در آن کارکرد ببینند، و این احتمال را نادیده می‌گیرند که بعضی ویژگی‌ها ممکن است اصلاً تبیین کارکردی یا سازشی نداشته باشند.

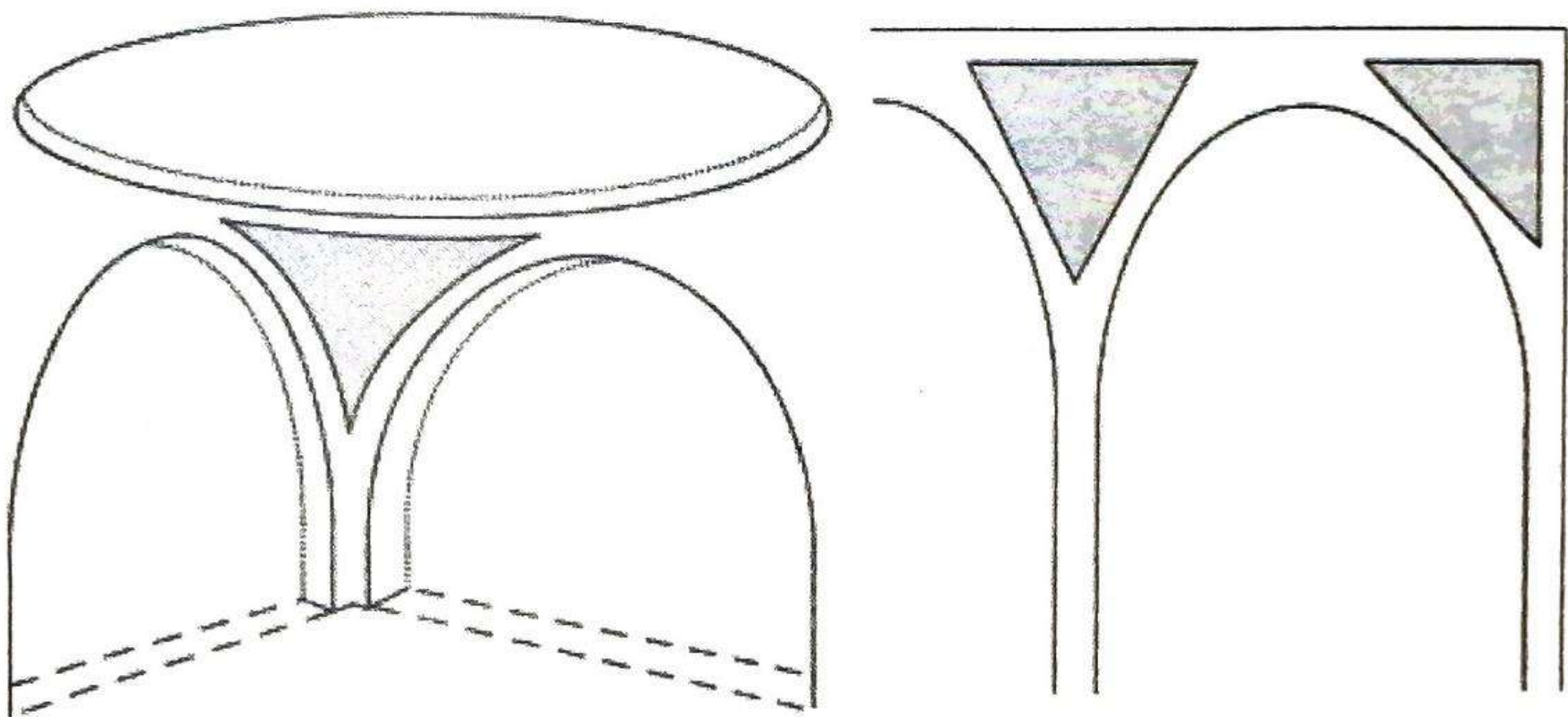
1. Stephen Jay Gould (1941-2002)

2. Adaptationist Programme

3. Just-so Stories

4. Rudyard Kipling (1865-1936)

گولد و لونتین چندین دلیل پیشنهاد کردند که چرا ویژگی خاصی در یک جاندار ممکن است کارکردی نداشته باشد، و بنابراین چرا استدلال سازش‌باورانه ممکن است به بیراهه برود. نخستین استدلال‌شان بر پایهٔ یک قیاس به یادماندنی با معماری بود. لچکی^۱ فضای سه‌گوشی میان یک کمان و یک قاب چهارگوش یا یک طاقی است (تصویر ۱). در کلیسای جامع سنت مارک^۲ در ونیز، نقاشی‌های زیبایی از دوازده حواری مسیح این لچکی‌ها را تزئین کرده‌اند. اما روشن است که نباید فکر کرد لچکی‌ها برای چیزی ساخته شده‌اند؛ معمار آنها را نساخته تا بتوان تزئین‌شان کرد. بلکه لچکی پیامد ناگزیر ساخت سقف گنبدی است. گولد و لونتین گفتند که به همین ترتیب ممکن است بسیاری از ویژگی‌های جانداران نیز به جای آنکه خودشان کارکردی داشته باشند، صرفاً پیامد جانبی باشند. یک نمونهٔ احتمالی آن چانهٔ انسان است. از آنجا که انسان‌ریخت‌های بزرگ چانه ندارند، می‌دانیم که چانه باید جایی در دودمان آدم‌سانان تکامل یافته باشد. اما چرا؟ اگرچه برای چانه‌های سازشی محتملی همچون کمک به



۱. لچکی فضای سه‌گوشی است میان یک کمان خمیده و قابی چهارگوش یا یک گنبد.

ترساندن حریف در هنگام مبارزه پیشنهاد شده، بسیاری از زیست‌شناسان بر این باورند که چانه چیزی جز پیامد جانبی تکوین استخوان‌های جمجمه و آرواره در انسان نیست. اگر این درست باشد آنگاه چانه یک لچکی است، و بنابراین نمی‌توان برایش یک تبیین کارکردی ارائه کرد. به همین ترتیب، گفته شده که برخی ویژگی‌های ذهن انسان، همچون خودآگاهی، لچکی و پیامد جانبی افزایش حجم مغز هستند.

دلیل دومی نیز برای آنکه چرا یک ویژگی ممکن است کارکردی نداشته باشد ارائه می‌شود که از این واقعیت سرچشمه می‌گیرد که یک ژن می‌تواند بر چند ویژگی اثر بگذارد. در نتیجه، اغلب میان ویژگی‌ها همبستگی ژنتیکی وجود دارد، یعنی جاندارای با ویژگی الف به احتمال زیاد ویژگی ب را نیز دارد. معنایش این است که اگر یکی از این ویژگی‌ها با انتخاب طبیعی برگزیده شود، دیگری نیز سوار بر آن به همراه خواهد آمد. برای مثال، فرض کنید در یک گونه گیاهی، افرادی که گل‌هایی به رنگ درخشان دارند از برتری انتخابی نسبت به افرادی برخوردارند که گل‌هایی با رنگ مات دارند، زیرا برای گرده‌افشان‌ها جذاب‌ترند. همچنین فرض کنید که به دلایل ژنتیکی، داشتن گل‌هایی به رنگ‌های درخشان با داشتن پرچم‌های کوتاه همبسته است. و فرض کنید که خود طول پرچم به لحاظ انتخابی بی‌اثر باشد، یعنی هیچ تأثیری بر شایستگی نداشته باشد. در این صورت، اگر انتخاب طبیعی به تکامل رنگ‌هایی روشن‌تر در گل‌ها منجر شود، ضمناً سبب خواهد شد که پرچم‌های کوتاه‌تری نیز داشته باشند. اما اشتباه است که برای علت تکامل پرچم‌های کوتاه‌تر در این گیاهان در جست‌وجوی تبیین کارکردی باشیم. ویژگی داشتن پرچم کوتاه خودش هیچ کارکردی ندارد؛ بلکه به‌رایگان سوار ویژگی داشتن گل‌های درخشان شده است، که البته کارکردی دارد، یعنی جلب گرده‌افشان‌ها. نکته این است که وقتی انتخاب طبیعی به تکامل ویژگی کارکرداری می‌انجامد، ممکن است ویژگی بی‌کارکردی را نیز به همراه بیاورد.

دلیل سوم اینکه چرا فرض کارکرداری می‌تواند ما را به بیراهه بکشاند ریشه در ویژگی‌های بقایایی یا یادگارهای تکاملی دارد. (مثال سنتی آن آپاندیس انسان است، اگرچه همان‌طور که پیشتر نیز اشاره کردیم، کارکرد نداشتن آن روشن نیست.) مثال بهتر آن سیخ شدن موها است. سیخ شدن موها در انسان شکل تحلیل‌رفته‌ای از یک ویژگی است که در تمام پستانداران یافته می‌شود، و در آن موها در واکنش به سرما یا ترس سیخ می‌شوند. در بسیاری از پستانداران این واکنش سازشی است، زیرا موهای سیخ‌شده به کار به دام انداختن گرما می‌آیند و می‌توانند دشمن را نیز بترسانند. اما موهای انسان کوتاه‌تر از آن هستند که هیچ‌کدام از این دو کار را به‌طور مؤثری انجام دهند. اکنون اگر یک سازش‌باور خبر نداشته باشد که سیخ شدن موها از نو در دودمان انسان تکامل نیافته، ممکن است به‌اشتباه فرض کند که حتماً باید کارکردی در انسان داشته باشد، و همین او را وادارد که بر پایه حدس و گمان داستانی درباره آن کارکرد پیشنهاد کند. البته چنین کاری اشتباه خواهد بود. نکته کلّی این است که تکامل هر گونه را از نو طراحی نمی‌کند، بلکه با آنچه در اختیار دارد کار می‌کند؛ و ویژگی‌های بقایایی یکی از نتیجه‌های این روش کار هستند.

این نکته به چهارمین دلیل آن می‌انجامد که چرا استدلال سازش‌باورانه محدودیت‌هایی دارد، یعنی وجود آنچه محدودیت‌های تکوینی^۱ نامیده می‌شود. ممکن است فرایند تکوین رویانی، که از طریق آن سلول تخم به یک جاندار بالغ تبدیل می‌شود، اشکال ممکنه را که انتخاب طبیعی از میان آنها برمی‌گزیند به‌شدت محدود کند. برای مثال، طرح بدنی چهارپایی را در نظر بگیرید که در تمام مهره‌داران خشکی‌زی یافته می‌شود. از آنجا که این طرح بدنی تا این اندازه گسترده است، یک پژوهشگر سازش‌باور ممکن است وسوسه شود دلیلی کارکردی برایش فرض کند، یعنی استدلال کند که چهار پا به لحاظ سازشی برتر از هر تعداد پای دیگر است. چنین فرضی

ممکن است درست باشد؛ اما تبیین دیگر آن است که وقتی طرح بدنی چهارپایی برای نخستین بار تکامل یافت، با توجه به طرز کار تکوین، راهی نبود که تکامل آن را به حالت نخست بازگرداند. یعنی، هیچ راه ساده‌ای نیست که جهش‌های ژنتیکی بتوانند کل طرح بدن را که در نخستین مراحل تکوین طرح‌ریزی می‌شود از نو تنظیم کنند، بی‌آنکه تأثیری زیان‌بار بر بقیه جنین داشته باشد. پس در این صورت تبیین درست برای این پرسش که چرا طرح بدنی چهارپایی از چنین گسترش تاکسونومیکی برخوردار است به محدودیت‌های تکوینی مربوط می‌شود، نه فقط سازش به محیط.

لچکی، انتقال همراه، ویژگی‌های بقایایی و محدودیت‌های تکوینی نشان می‌دهند که فرض کارکرد یا سازش برای هر ویژگی هر جاندار بدون در اختیار داشتن شواهد اختصاصی آن، چه خطراتی دارد. حق با گولد و لونتین بود که بر این نکته تأکید داشتند، و نقدشان اصلاحیه‌ای سودمند بر سازش‌باوری ناسنجیده در زیست‌شناسی بود (اگرچه بی‌تردید در مورد دیدگاه‌های مخالفان‌شان تا اندازه‌ای اغراق کردند). تکامل‌دانان معاصر به‌خوبی آگاه‌اند که تعیین اینکه آیا یک ویژگی خاص کارکردی (به معنی تأثیر انتخاب‌شده) دارد یا نه، و اگر دارد آن کارکرد چیست، به لحاظ روش‌شناختی با چه دشواری‌هایی همراه است. احتیاط‌آمیزترین تلاش‌ها برای اثبات کارکرد عبارت‌اند از طیف متنوعی از شواهد شامل مقایسه‌های میان‌گونه‌ای، تحلیل ژنتیکی، تغییر آزمایشی یک ویژگی برای مشاهده تأثیر آن بر شایستگی، و مواردی دیگر از این دست. در بهترین موارد، چنین پژوهشی از استانداردهای علمی سخت‌گیرانه برخوردار است، و دیگر نمی‌توان آن را اختراع داستانی من‌درآوردی دانست. اما ضمناً باید پذیرفت که با وجود نقد گولد و لونتین، هنوز در بسیاری از گوشه و کنارهای زیست‌شناسی تمایلی در جهت یافتن کارکرد هست. اینکه آیا این نشان‌دهنده یک سوگیری شناختی است یا واکنشی منطقی به رواج پیچیدگی سازشی در طبیعت، موضوعی است که درباره‌اش اختلاف عقیده وجود دارد.

روی هم رفته، نکته‌ای که گولد و لونتین بر آن تأکید می‌کنند این است که نباید یک جاندار را به مجموعه‌ای از ویژگی‌ها تجزیه کرد و سپس هر بار برای یک ویژگی دنبال تبیینی کارکردی گشت. بلکه جاندار را باید یک کل یکپارچه در نظر گرفت. اما این پیشنهاد بحث‌انگیز است. کاملاً درست است که تمایل به تجزیه یکی از ویژگی‌های استدلال سازش‌باورانه است؛ و تردیدی نیست که این کار همیشه درست نیست، زیرا تکامل همیشه نمی‌تواند یک بخش از جاننداری را تغییر دهد بی‌آنکه تأثیری بر بخش‌های دیگر داشته باشد. برای مثال، اگر در زرافه گردن درازتری تکامل یابد، ممکن است همزمان سرعت دویدنش نیز کاهش یابد؛ بنابراین ممکن نیست طول گردن و سرعت دویدن مستقل از هم بهینه شوند. اما در عمل، بارها ثابت شده که بررسی تکامل یک ویژگی در جدایی نسبی از سایر ویژگی‌های جاندار امکان‌پذیر است. برای مثال، زیست‌شناسان می‌توانند تکامل رقص پرندۀ بهستی را بدون بررسی سلیقه‌های غذایی آن بررسی کنند، و برعکس. بنابراین دست‌کم در بعضی موارد، این نوع برخورد با یک جاندار چنان‌که گویی مجموعه‌ای از ویژگی‌های جداگانه است، مانعی بر سر راه شناخت تکاملی آن ایجاد نمی‌کند. حق با گولد و لونتین بود که خواستار توجه به تجزیه‌گرایی نهفته در بیشتر استدلال‌های تکاملی شده بودند، اما اینکه آیا چنین گرایشی مشکل‌ساز است یا نه، باید مورد به مورد ارزیابی شود.

سطح انتخاب

«سطح انتخاب^۱» یکی از بنیادی‌ترین مباحث در زیست‌شناسی تکاملی و موضوع بحث‌ها و اختلاف‌نظرهای بسیار است. برای درک این مبحث، یک تبیین داروینی معمول، از نوعی که در فصل ۲ مورد بحث قرار گرفت، را در نظر بگیرید؛ اینکه چرا چنین سرعت دویدن فوق‌العاده‌ای در یوزپلنگ تکامل یافته است. تبیین آن ممکن است چیزی نظیر این باشد:

«در گذشته یوزها از نظر سرعت دویدن با هم تفاوت داشتند. یوزهای سریع‌تر در گرفتن طعمه از یوزهای کند بهتر بودند، در نتیجه شانس زنده ماندن‌شان بیشتر بود و به همین علت فرزندان بیشتری از خود به جا گذاشتند. از این گذشته، سرعت دویدن ارثی بود، یعنی فرزندان یوزهای سریع‌تر معمولاً خودشان هم دوندگان سریعی بودند. به این ترتیب در طول نسل‌های بسیار، یوزها به تدریج تکامل یافتند تا سریع‌تر و سریع‌تر بدوند.»

در این تبیین، فرایند انتخاب طبیعی که تکامل این ویژگی را تبیین می‌کند در سطح فرد جاندار روی می‌دهد. آنچه به تغییر تکاملی می‌انجامد بقای ناهمسان افراد یوز است، این واقعیت که بعضی از آنها عملکرد بهتری نسبت به دیگران دارند. (به عبارت دیگر، می‌توان این‌طور بیان کرد که واحد

انتخاب^۱ فرد است.) نکته‌ای که ارتباط نزدیکی با این بحث دارد این است که ویژگی مورد نظر، یعنی دویدن با سرعت، با امتیازی تبیین می‌شود که این ویژگی به فرد یوز می‌دهد، و نه برای مثال به موجودی بزرگ‌تر مانند کل گونه یوز. بنابراین اگر این تبیین درست باشد، این ویژگی سازشی است مربوط به افراد یوز.

بیشتر اوقات، همان‌طور که در مثال یوز دیدیم، زیست‌شناسان تکاملی در سطح فرد به مباحث انتخاب و سازش می‌پردازند. اما دست کم به لحاظ نظری امکان‌های دیگری نیز وجود دارد. زیرا دنیای زیست‌شناختی ساختار سلسله‌مراتبی دارد و موجودات زیست‌شناختی کوچک‌تر درون موجودات بزرگ‌تر جای می‌گیرند. موجودی که آن را فرد جاندار^۲ می‌نامیم، تقریباً در میانه این سلسله‌مراتب جای دارد. پایین‌تر از سطح فرد، موجوداتی همچون سلول، کروموزوم، و ژن‌ها را داریم؛ و بالاتر از فرد، موجوداتی همچون خانواده، کلنی و گونه را. و نکته بسیار مهم اینکه بسیاری از این موجودات در اصل می‌توانند در معرض تکامل داروینی قرار گیرند، زیرا شکلی از تولید مثل در مورد آنها معنا دارد. درست همان‌طور که جانداران جانداران دیگر را به وجود می‌آورند، ژن‌ها، سلول‌ها، کلنی‌ها و گونه‌ها نیز همین کار را می‌کنند. آشناترین شکل انتخاب طبیعی، که در آن رقابت انتخابی میان افراد روی می‌دهد، تنها نوع ممکن نیست.

پایین‌تر از سطح فرد، دو نوع فرایند انتخاب را می‌توان تشخیص داد. نوع نخست انتخاب میان دودمان‌های سلولی مختلف در طول عمر یک جاندار پرسلولی است که انتخاب پیکری^۳ نامیده می‌شود. این در دستگاه ایمنی مهره‌داران، در تکوین عصبی، و در سرطان اتفاق می‌افتد. در این فرایند، موجوداتی که با هم متفاوت‌اند، در نتیجه تولید مثل ناهمسانی دارند، و ویژگی‌هایشان را به فرزندان خود منتقل می‌کنند، سلول‌ها هستند. این نوع

1. Unit of Selection

2. Individual Organism

3. Somatic Selection

انتخاب در سطح سلولی نقش مهمی در تکوین بازی می‌کند، اما در جانداران امروزی به ندرت پیامدهای تکاملی بلندمدتی دارد، زیرا تأثیر آن به عمر یک فرد جاندار محدود می‌شود. نوع دوم انتخاب پایین‌تر از سطح فرد متفاوت است و به انتخاب میان ژن‌های درون یک فرد جاندار مربوط می‌شود. علت پیدایش این انتخاب آن است که در تولید مثل جنسی تنها نیمی از ژن‌های یک جاندار به فرزندش منتقل می‌شود. بنابراین ممکن است شکلی از رقابت انتخابی روی دهد که در آن بعضی ژن‌ها راه‌هایی برای افزایش احتمال انتقال‌شان به هزینه ژن‌های دیگر پیدا می‌کنند. این نوع انتخاب در سطح ژن پیامدهای بلندمدتی دارد؛ کمی بعد بیشتر درباره‌اش بحث می‌کنیم.

اما نقطه آغاز بحث ما انتخاب بالاتر از سطح فرد خواهد بود که عموماً انتخاب گروهی^۱ نامیده می‌شود. مسأله این است که آیا انتخاب طبیعی هرگز در سطح گروه عمل می‌کند یا نه، و در نتیجه آیا ویژگی‌هایی وجود دارند که به دلیل سودشان برای گروه و نه برای فرد تکامل یافته باشند. شاید عجیب به نظر رسد اما این پرسش چندین دهه است که در کانون بحثی در زیست‌شناسی جای گرفته و نشانه‌ای از فروکش آن دیده نمی‌شود.

فداکاری و انتخاب گروهی

زیست‌شناسان از دیرباز برای کمک به حل معمای فداکاری در طبیعت دست به دامن انتخاب گروهی شده‌اند. منظور از فداکاری^۲ در زیست‌شناسی هر ویژگی یا رفتاری است که به دلیل کاهش شایستگی داروینی برای یک فرد جاندار هزینه دارد، اما به سود دیگران است. فداکاری در این معنا در طبیعت بسیار فراگیر است. یک زنبور عسل را در نظر بگیرید که با نیش زدن به متجاوزان کندو حمله می‌کند. از آنجا که زنبور پس از استفاده از نیش جان خود را از دست می‌دهد، روشن است که رفتار او کمکی به بقای خودش نمی‌کند، بلکه به سود هم‌کندویی‌هایش تمام می‌شود. یا

1. Group Selection

2. Altruism

آوای هشدار را در نظر بگیرید که یک میمون وروت^۱ هنگام مشاهده یک جانور شکارچی سر می‌دهد. میمون با سر دادن آوا توجه شکارچی را به خودش جلب می‌کند که کار خطرناکی است، اما میمون‌های دیگر را از خطر آگاه می‌کند. یا باکتری *Pseudomonas aeruginosa* را در نظر بگیرید که در واکنش به کمبود آهن ماده‌ای شیمیایی به نام آهن‌بر^۲ در محیط ترشح می‌کند. برای خود آن باکتری این کار پرهزینه‌ای است اما برای باکتری‌های اطرافش سود دارد، زیرا آهنی که با میزبان در پیوند است را آزاد می‌کند و برای سوخت‌وساز در اختیار باکتری‌ها قرار می‌دهد. نمونه‌هایی از این دست را به آسانی می‌توان در طبیعت یافت.

در ظاهر، وجود فداکاری بسیار شگفت‌آور است. مگر نظریه تکامل پیش‌بینی نمی‌کند که در افراد ویژگی‌هایی تکامل یابد که شایستگی زیست‌شناختی خودشان را افزایش دهد، و نه مالِ دیگران را؟ و با این حال ویژگی‌های فداکارانه درست عکس این کار را انجام می‌دهند. فردی که فداکارانه رفتار می‌کند هزینه‌ای پرداخت می‌کند که هم‌تایان خودخواهش پرداخت نمی‌کنند، بنابراین به نظر می‌رسد که انتخاب طبیعی باید همواره راه دوم را برگزیند. میمونی که آوای هشدار سر نمی‌دهد، یا زنبوری که به متجاوز حمله نمی‌کند، یا آن باکتری که آهن‌بر نمی‌سازد از برتری انتخابی نسبت به آنهایی برخوردار خواهد شد که این کارها را انجام می‌دهند، زیرا می‌توانند از بخشندگی دیگران مُفت‌خوری کنند بی‌آنکه هیچ هزینه‌ای برایشان داشته باشد. پس چگونه می‌توان وجود فداکاری را با اصول پایه تکامل سازگار کرد؟

در اینجا است که انتخاب گروهی خریدار پیدا می‌کند. زیرا گرچه رفتار فداکارانه برای فرد هزینه دارد، اما در سطح گروه به احتمال زیاد سود به همراه دارد. یعنی، گروهی که عمدتاً از افراد فداکار تشکیل شده، و همه

1. Vervet Monkey (*Chlorocebus pygerythrus*)
2. Siderophore

برای دستیابی به سود همگانی با یکدیگر همکاری کنند، ممکن است نسبت به گروهی از افراد خودخواه که تنها به خودشان اهمیت می‌دهند، از برتری در بقا برخوردار باشند. بنابراین، اگر فرایندی از رقابت گروه با گروه را به جای رقابت فرد با فرد تصور کنیم، گروه‌هایی که موفق می‌شوند ممکن است دقیقاً همان‌هایی باشند که در آن ویژگی‌های فداکارانه فراوان است. خلاصه آنکه، گرچه تبیین فداکاری به عنوان پیامد انتخاب در سطح فرد دشوار به نظر می‌رسد، از طریق انتخاب در سطح گروه بالقوه می‌تواند تکامل یافته باشد.

جالب اینکه خود داروین بود که به منطق این استدلال پی برد. داروین، اگرچه عمدتاً طرفدار انتخاب فردی است، اما گاهی با ایده انتخاب گروهی نیز ور می‌رفت. او در کتاب نسب انسان (۱۸۷۱)^۱ به بحث در این باره پرداخت که رفتار فداکارانه‌ای که در آن افراد جان‌شان را برای کمک به قبیله‌شان به خطر می‌اندازند، چگونه ممکن است در انسان نخستین تکامل یافته باشد. اگر در چارچوب انتخاب فردی بیندیشیم، به نظر می‌رسد انتخاب باید علیه چنین رفتاری عمل کند. همان‌طور که داروین گفت «کسی که آماده بود به جای خیانت به همراهانش، جان خود را برای نجات آنها فدا کند، اغلب فرزندی از خود به جا نمی‌گذاشت تا ذات نجیبش را به ارث ببرد.» اما داروین در ادامه استدلال کرد که فرایندی از انتخاب گروهی که در آن گروه‌ها با گروه‌های دیگر رقابت کنند، می‌تواند تبیینی به دست دهد: «قبیله‌ای شامل اعضای بسیاری که ... همواره آماده کمک کردن به همدیگر و فدا کردن جان‌شان برای خیر مشترک [= سود همگانی] بودند، بر بیشتر قبیله‌های دیگر پیروز می‌شد؛ و این انتخاب طبیعی خواهد بود.»^۲

۱. The Descent of Man؛ خلاصه‌ای از این کتاب به قلم دکتر محمود بهزاد در کتاب‌های داروین‌یسم (دانش، ۱۳۳۳؛ نیل، ۱۳۳۸) و داروین‌یسم و تکامل (فرانکلین، ۱۳۵۳) آمده است.

۲. با این حال، برای دیدگاهی مخالف، نک:

Ruse, Michael. 1980. Charles Darwin and group selection. *Annals of Science*, 37 (6): 615-630.

بنابراین داروین دریافت که انتخاب طبیعی می‌تواند در بیش از یک سطح سازمان‌یافتگی عمل کند، و اینکه انتخاب در سطح گروه می‌تواند چیزهایی را تبیین کند که انتخاب فردی نمی‌تواند.

نقد انتخاب گروهی

با وجود سرمشق اولیه داروین، موضوع سطح انتخاب تا سال‌های بسیار به شکل نهفته باقی ماند تا اینکه سرانجام در دهه ۱۹۶۰ دوباره وارد خودآگاه زیست‌شناسان شد. تا حدود زیادی، این تحول نتیجه کتابی نوشته جورج ویلیامز^۱، با عنوان سازش و انتخاب طبیعی^۲، در سال ۱۹۶۶ بود. هدفی که ویلیامز اعلام کرد از نوشتن این کتاب داشته این بود که زیست‌شناسی تکاملی را کمی تحت «انضباط» درآورد. عامل نگرانی او گرایش گسترده‌ای در میان زیست‌شناسان آن زمان بود که به جای منافع فردی در چارچوب منافع گروهی به سازش می‌اندیشدند، اغلب بی‌آنکه متوجه باشند انتخاب فردی لزوماً به پیامدهای سودمند برای گروه نخواهد انجامید. این طرز فکر اشتباه، که ویلیامز آن را به شکل بسیار مؤثری افشا کرد، به نام «باور ناآگاهانه به انتخاب گروهی» یا «مغالطه نفع گروه» معروف شد.

برای تشریح منظور ویلیامز، استدلالی را در نظر بگیرید که کنراد لورنتس^۳، زیست‌شناس اتریشی که برای پژوهش‌های پیشگامش درباره رفتار جانوران برنده جایزه نوبل شد، مطرح کرد. لورنتس می‌خواست پدیده مبارزه آیینی شده در گوزن‌های نر را تبیین کند. دو گوزن نری که بر سر ماده‌ها با هم رقابت می‌کنند با شاخ‌های بزرگشان برای هم شاخ و شانه می‌کشند اما به ندرت اتفاق می‌افتد که در عمل ضربه‌ای به هم بزنند. پرسشی که لورنتس مطرح کرد این بود که چرا گوزن قوی‌تر حریفش را نمی‌کشد؟

1. George C. Williams (1926-2010)
2. Adaptation and Natural Selection
3. Konrad Lorenz (1903-1989)

و پاسخش این بود که اگر نرها مرتب درگیر مبارزه با همگونه‌ای‌هایشان شوند، گونه ضرر خواهد کرد. اما آیا این تبیین خوبی است؟ ویلیامز گفت که این طور نیست. اگر نرها با هم بجنگند شاید واقعاً به ضرر گونه باشد، اما به این دلیل نیست که این کار را نمی‌کنند. ویلیامز تأکید کرد که تبیین درست باید نشان دهد که چرا این رفتار برای یک فرد گوزن سودمند است، نه برای اجتماع بزرگ‌تری که گوزن به آن تعلق دارد^۱.

برای آنکه به اشتباه لورنتس در استدلال بهتر پی ببرید، به یک قیاس توجه کنید. فرض کنید زیست‌شناسی می‌خواهد توضیح دهد که چرا کرم‌های خاکی دارای نوعی فیزیولوژی هستند که به آنها امکان می‌دهد به شکل مؤثری در خاک سوراخ حفر کنند. اکنون به این پاسخ توجه کنید: «حفر سوراخ به هوادهی خاک کمک می‌کند، که زهکشی آن را بهبود می‌دهد، و این به نفع اکوسیستم منطقه است. بنابراین، انتخاب طبیعی سبب شده فیزیولوژی لازم برای حفر سوراخ در کرم‌های خاکی تکامل یابد.» آیا این تبیین خوبی است؟ مسلماً چنین نیست. زیرا اگرچه کاملاً درست است که حفاری در خاک موجب هوادهی آن می‌شود، که این هم واقعاً به سود اکوسیستم منطقه است، اما به این دلیل نیست که کرم‌های خاکی برای حفر سوراخ در خاک تکامل یافته‌اند. یک تبیین خوب باید نشان دهد که چرا رفتار حفاری، و فیزیولوژی لازم برای آن، به سود خود کرم خاکی است، نه به سود اجتماعی بزرگ‌تر همچون اکوسیستم. نکته کلیدی ویلیامز این بود. ویلیامز برای طرح این استدلال فرض می‌کند که ویژگی‌های مورد بحث، مانند نبرد آیینی گوزن‌ها و فیزیولوژی کرم خاکی، از طریق انتخاب در سطح فرد تکامل یافته‌اند. با توجه به این فرض، حرفش به وضوح درست است. زیرا انتخاب فردی به تکامل ویژگی‌هایی خواهد انجامید که برای فرد سودمند باشند؛ چنین ویژگی‌هایی ممکن است در مجموع به سود گروه

۱. اگرچه کتاب ویلیامز به فارسی ترجمه نشده، اما استدلال‌های لورنتس را به فارسی می‌توانید در کتاب «تهاجم» (شرکت سهامی کتاب‌های جیبی، ۱۳۵۵) با ترجمه هوشنگ دولت‌آبادی بخوانید.

یا گونه‌ای که فرد به آن تعلق دارد باشد یا نباشد. و حتی در صورتی هم که باشد، نمی‌توان آن را موردی از سازش گروهی حقیقی بلکه باید چیزی به شمار آورد که ویلیامز آن را «سود گروهی اتفاقی» نامید. برای آنکه به تمایز میان این دو پی ببرید، بار دیگر توانایی یوز در دوی سرعت را در نظر بگیرید. این ویژگی ممکن است واقعاً سودی برای کل گونه یوز داشته باشد، و به آن کمک کند که منقرض نشود، اما به علت این نیست که یوزها تکامل یافته‌اند تا دونندگان سرعت باشند. دویدن با سرعت، نه یک سازش گروهی، بلکه سازشی مربوط به تک‌تک یوزها است که تصادفاً به سود گروه هم تمام شده است. ویلیامز به این نتیجه رسید که توجه نکردن به این نکته منطقی منجر به سردرگمی بسیاری در زیست‌شناسی شده است.

با این همه ویلیامز دریافت که انتخاب در سطح گروه ممکن است؛ و در صورتی که روی دهد به سازش گروهی حقیقی خواهد انجامید، یعنی به ویژگی‌هایی سودمند برای گروه که به دلیل سودمندی‌شان برای گروه تکامل می‌یابند. اما نتیجه گرفت که بعید است انتخاب گروهی عامل چندان مهمی در تکامل باشد. زیرا فاصله نسلی افراد معمولاً کوتاه‌تر از فاصله نسلی گروه‌ها است، در نتیجه انتخاب فردی ذاتاً نیروی قوی‌تری است. بنابراین، به گفته ویلیامز، زیست‌شناسان باید جز در مواقع مطلقاً ضروری از رو آوردن به انتخاب گروهی خودداری کنند. این جنبه از استدلال ویلیامز بحث‌انگیزتر از ایراد منطقی اوست که پیشتر به آن اشاره شد (و از پذیرش گسترده‌ای برخوردار است). بسیاری از زیست‌شناسان امروزی با ویلیامز موافق‌اند که انتخاب گروهی یک نیروی تکاملی ضعیف است، و مدل‌هایی ریاضی وجود دارند که این نتیجه‌گیری را تأیید می‌کنند؛ اما اقلیتی نه‌چندان کم‌شمار با این نظر مخالف‌اند. پرونده این مسأله هنوز باز است.

اما در مورد فداکاری چطور؟ همان‌طور که دیده‌ایم، دلیل سنتی رو آوردن به انتخاب گروهی تبیین چگونگی تکامل فداکاری بود، با توجه به اینکه چنین رفتاری در سطح فردی زیان‌آور است. اما اگر پاسخ انتخاب گروهی نیست،

پس چیست؟ این پرسش ما را به بحث انتخاب خویشاوندی رهنمون می‌شود که یکی از مشهورترین ایده‌ها در زیست‌شناسی تکاملی قرن بیستم است.

انتخاب خویشاوندی

ایدهٔ بنیادی انتخاب خویشاوندی^۱ سراسر است. جمعیتی را در نظر بگیرید که دارای دو نوع جاندار فداکار و خودخواه است که رفتار متفاوتی در آنها نهادینه شده است. فداکاران طوری رفتار می‌کنند که برای خودشان هزینه اما برای دیگران سود دارد، و برای مثال به آنها در مورد وجود خطر هشدار می‌دهند. نوع خودخواه این کار را انجام نمی‌دهد. پرسشی که مطرح می‌شود این است: انتخاب طبیعی کدام نوع را برخواهد گزید؟ اگر احتمال انتخاب گروهی را کنار بگذاریم، به نظر می‌رسد که نوع خودخواه برگزیده خواهد شد. زیرا افراد خودخواه از حضور فداکاران دیگر در جمعیت سود می‌برند بی‌آنکه هزینه‌ای پرداخت کنند. بنابراین انتخاب طبیعی باید به حذف فداکاران منجر شود. این استدلال اگرچه درست است، اما متکی به فرضی تعیین‌کننده است. آن فرض این است که فداکاران از دم و کورکورانه به تمام اعضای دیگر جمعیت کمک می‌کنند. به عبارت دیگر، هر دو نوع فداکار و خودخواه به یک اندازه از منافع اعمال فداکارانه بهره‌مند می‌شوند. این فرض ممکن است حقیقت داشته باشد، اما شاید هم نداشته باشد. در عوض فرض کنید که فداکاران میان سایر افراد تمایز قائل شوند و برای کمک فداکاران دیگر را ترجیح دهند اما از کمک به افراد خودخواه خودداری کنند. در این صورت شرایط کاملاً متفاوت است. زیرا اگرچه فداکاران باز هم هزینه‌ای پرداخت می‌کنند که همتایان خودخواه‌شان پرداخت نمی‌کنند، اما اکنون فایده‌های فداکاری، به جای آنکه به تمام اعضای جمعیت برسد، به فداکاران دیگر می‌رسد. به لحاظ نظری این می‌تواند هزینه را جبران کند و به تکامل فداکاری بینجامد.

بدیهی‌ترین راه برای شکل گرفتن این نوع برخورد تبعیض‌آمیز آن است که فداکاران به خویشاوندان زیست‌شناختی‌شان کمک کنند. زیرا خویشاوندان به لحاظ ژنتیکی به هم شباهت دارند، بنابراین انگشت روی هر ژنی در یک فرد فداکار بگذاریم، احتمال تصادفی آنکه خویشاوندانش نیز نسخه‌ای از همان ژن را داشته باشند بیشتر است. از آنجا که تصریح کرده بودیم رفتار فداکارانه نهادینه است، پس باید بنیان ژنتیکی داشته باشد، یعنی باید ژنی برای فداکاری وجود داشته باشد. (این برای شکل کوتاه این جمله است: «هر ژنی که در شرایط خاص جاندار را متمایل به رفتار فداکارانه کند.») بنابراین، با احتمالی بالاتر از احتمال تصادفی، خویشاوندان فرد فداکار خودشان نیز حامل ژن فداکاری خواهند بود؛ به این ترتیب، برآیند تأثیر رفتار فداکارانه ممکن است به فراوان‌تر شدن ژن فداکاری در جمعیت بینجامد. خلاصه آنکه اگر فداکاران به جای کمک به اعضای از جمعیت که به تصادف برگزیده شده‌اند به خویشاوندان زیست‌شناختی‌شان کمک کنند، و اگر فداکاری بنیانی ژنتیکی داشته باشد، آنگاه ممکن است انتخاب طبیعی به تکامل فداکاری بینجامد.

این استدلال ساده را نخستین بار زیست‌شناس انگلیسی، ویلیام همیلتون^۱، در مقاله‌ای در سال ۱۹۶۴ به روشنی مطرح کرد. او نشان داد که فداکاری در صورتی تکامل خواهد یافت که شرطی خاص، معروف به قاعده همیلتون^۲، برآورده شود. بر اساس این قاعده باید $rb > c$ باشد، که در آن c هزینه‌ای است که فرد فداکار پرداخت می‌کند و b فایده‌ای است که نصیب گیرنده [کمک] می‌شود، در حالی که هر دوی آنها در چارچوب شایستگی زیست‌شناختی^۳ سنجیده می‌شوند. عبارت پایانی، یعنی r ، ضریب خویشاوندی^۴ میان فداکار و گیرنده است، که با میزان نزدیکی خویشاوندی میان آن سنجیده می‌شود. هرچه مقدار r بیشتر باشد، احتمال

1. William D. Hamilton (1936-2000)

2. Hamilton's rule

3. Biological Fitness

4. Coefficient of Relationship

آنکه دریافت کننده یا گیرنده عمل فداکارانه نیز دارای همان ژن فداکاری باشد بیشتر خواهد بود. در یک جمعیت عادی، درجه خویشاوندی هر جانداری با فرزندش $0/5$ ، با خواهر-برادر تنی اش $0/5$ ، با نوه اش $0/25$ ، و عموزاده اش [یا مانند آن] $0/125$ است. پس آنچه قاعده همیلتون به ما می گوید این است که فداکاری در صورتی تکامل خواهد یافت که هزینه پرداختی از سوی فرد فداکار با مقدار کافی فایده‌ای که به خویشاوندانی با خویشاوندی کافی می‌رسد جبران شود.

اگرچه خود همیلتون این اصطلاح را به کار نبرد، اما سازوکار انتخابی که او توصیف کرد انتخاب خویشاوندی نامیده و به سرعت به تبیین استاندارد تکامل فداکاری تبدیل شد. نظریه انتخاب خویشاوندی پیش‌بینی می‌کند که احتمال رفتار فداکارانه جانداران با خویشاوندان‌شان بیشتر از غیرخویشاوندان است؛ و اینکه هرچه خویشاوندی نزدیک‌تر باشد، میزان فداکاری نیز بیشتر خواهد بود. این پیش‌بینی‌های کلی به شیوه تجربی تأیید شده‌اند. برای مثال، در گونه‌های مختلف پرندگان، پرندگان یاور بیشتر احتمال دارد که برای پرورش جوجه‌ها به خویشاوندان‌شان کمک کنند تا به جفت‌های زادآور غیرخویشاوند. در میمون‌های ماکاک ژاپنی، رفتارهای فداکارانه‌ای همچون دفاع از دیگران در برابر حمله به شکلی گزینشی گرایش به خویشاوندان نزدیک دارد. و در کلنی بسیاری از حشرات اجتماعی که در آنها کارگران خود را وقف محافظت از کلنی و کمک به ملکه در تلاش‌های تولید مثلی اش می‌کنند، سطوح بالایی از خویشاوندی ژنتیکی درون کلنی وجود دارد. در کل، فداکاری میان خویشاوندان در طبیعت نسبتاً فراوان اما میان غیرخویشاوندان بی‌نهایت کمیاب است، درست همان‌طور که نظریه انتخاب خویشاوندی پیش‌بینی می‌کند.

نکته مهم آنکه در انتخاب خویشاوندی نه لازم است که جانداران حتماً بتوانند خویشاوندان را از غیرخویشاوندان تشخیص دهند، نه نیازی به محاسبه ضریب خویشاوندی دارند. البته در واقع بسیاری از جانوران می‌توانند

خویشاوندان خود را اغلب از روی بو تشخیص دهند، اما داشتن این توانایی ضروری نیست. آنچه اهمیت دارد این است که جاندار باید با دیگرانی که در واقع خویشاوندش هستند فداکارانه رفتار کند. ممکن است با داشتن توانایی تشخیص خویشاوندان از غیرخویشاوندان به این هدف دست یابد؛ اما راه دیگر استفاده از نوعی شاخص واسطه‌ای به نمایندگی از خویشاوندی است. برای مثال، اگر جانداری با افرادی که در مجاورتش حضور دارند فداکارانه رفتار کند، آنگاه در بیشتر موارد عملاً به خویشاوندانش کمک کرده است، زیرا خویشاوندان معمولاً نزدیک هم زندگی می‌کنند. فاخته دقیقاً از همین واقعیت به نفع خودش بهره‌برداری می‌کند، و از گرایش ذاتی پرندگان به مراقبت از جوجه‌هایی که در لانه‌شان حضور دارند سواری رایگان می‌گیرند.

آیا نظریه انتخاب خویشاوندی در مورد انسان هم صدق می‌کند؟ این وجهی از یک پرسش بزرگ‌تر است که در فصل ۷ به آن پرداخته شده، و آن اینکه آیا زیست‌شناسی تکاملی می‌تواند به تبیین رفتار انسان کمک کند یا نه. در حال حاضر ذکر دو نکته کفایت خواهد کرد. نخست آنکه این پیش‌بینی کلی که جانداران با خویشاوندان و غیرخویشاوندان برخورد متفاوتی دارند به وضوح در مورد انسان نیز صدق می‌کند. برای مثال، بیشتر آدم‌ها به خویشاوندان نزدیک‌شان کمک مالی چشمگیری می‌کنند، اما مقدار کمک‌شان به دیگران بسیار ناچیز است. از این نظر، رفتار اجتماعی انسان با نظریه انتخاب خویشاوندی همخوانی دارد. دوم اینکه انسان، برخلاف گونه‌های دیگر، مرتب درگیر رابطه همکاری با افراد غیرخویشاوند می‌شود. نهادهایی همچون شرکت‌ها، مدرسه‌ها، و دولت‌ها که در کانون جامعه انسانی قرار دارند، اساساً متکی به تمایل ما به همکاری با دیگران هستند. این جنبه از رفتار اجتماعی ما را انتخاب خویشاوندی پیش‌بینی نمی‌کند.

اگرچه انتخاب خویشاوندی در زیست‌شناسی اصلی با پذیرش گسترده است، اختلاف نظرهایی درباره آن وجود دارد. یکی از آنها به رابطه میان

انتخاب خویشاوندی با انتخاب گروهی سنتی از نوعی مربوط می‌شود که داروین مطرح کرد. همیلتون از ابتدا انتخاب خویشاوندی را به عنوان جانشینی برای انتخاب گروهی معرفی کرد، راهی برای تبیین تکامل فداکاری بدون توسل به فایده آن در سطح گروه. جورج ویلیامز نیز مسأله را به همین شکل می‌دید، و امروزه نیز هنوز دیدگاه پرترفدار همین است. در واقع، نسلی از زیست‌شناسان تکاملی با این برداشت پرورش یافتند که انتخاب گروهی مفهومی مشکل‌دار اما انتخاب خویشاوندی پذیرفتنی است. اما زمانه عوض شده است. تا اندازه‌ای شگفت‌انگیز است که بسیاری از زیست‌شناسان امروزی معتقدند انتخاب خویشاوندی و انتخاب گروهی نه رقیب همدیگر بلکه در عمل هم‌ارز هستند، زیرا دو دیدگاه متفاوت را درباره یک فرایند زیست‌شناختی بنیادی به نمایش می‌گذارند.

برای اینکه دریابید این دیدگاه بر چه مبنایی استوار است، بار دیگر نیش خاردار زنبور عسل را در نظر بگیرید. تبیین انتخاب گروهی برای تکامل نیش زنبور عسل به فایده آن برای بقای کل کلنی اشاره خواهد کرد. تبیین انتخاب خویشاوندی به این واقعیت اشاره خواهد کرد که زنبور کارگر خویشاوند نزدیک زنبور ملکه است، بنابراین بر اساس قاعده همیلتون چنانچه قربانی کردن خود برای نجات ملکه فایده کافی داشته باشد، زنبور کارگر باید آماده انجام چنین کاری باشد. این تبیین‌ها ممکن است متفاوت به نظر رسند اما در واقع از یک جنس هستند و همخوانی دارند، زیرا بقای کلنی برای موفقیت تولید مثلی ملکه ضروری است. در واقع، هنگامی که فرضیه سودمند بودن ویژگی یک زنبور برای کلنی و سودمندی آن برای ملکه به عبارتهای ریاضی دقیق ترجمه شوند، معلوم می‌شود که این دو در اصل یکی هستند. گواه این یکسانی آن است که مدل‌های انتخاب خویشاوندی و گروهی ساختار ریاضی یکسانی دارند؛ بنابراین، در بیشتر موارد می‌توان تبیین انتخاب گروهی را به عبارتهای انتخاب خویشاوندی ترجمه کرد، و برعکس. این یافته در تأیید این نظر است که دست‌کم در مواردی، انتخاب

میان انتخاب گروهی و خویشاوندی، بیش از آنکه بر پایه واقعیت‌های تجربی باشد، ناشی از عرف و عادت است.

مسئله رابطه میان انتخاب خویشاوندی و گروهی یکی از جنبه‌های چشمگیر بحث سطح انتخاب در زیست‌شناسی را به تصویر می‌کشد، و این توضیح می‌دهد که چرا این موضوع توجه فیلسوفان را به خود جلب کرده است. این بحث شامل ترکیب جالبی از مسائل تجربی و مفهومی است که اغلب در هم تنیده‌اند. در نگاه نخست، ممکن است به نظر رسد که سطح انتخاب موضوعی مطلقاً تجربی است. با توجه به اینکه انتخاب طبیعی می‌تواند در بیش از یک سطح روی دهد، آیا قاعدتاً تنها کاری که لازم است انجام دهیم این نیست که بفهمیم در کدام سطح یا سطوح روی می‌دهد، یا در گذشته روی داده است؟ آیا داشتن داده‌های تجربی کافی نباید بتوان به این پرسش پاسخ سرراستی داد؟ در واقع، موضوع به این سادگی نیست. تردیدی نیست که این بحث پاسخگوی داده‌های تجربی است، اما موضوع فقط این نیست. زیرا موارد بسیاری پیش می‌آید که در آنها می‌توان دانشمندان را یافت که بر سر واقعیت‌های زیست‌شناختی پایه در یک مورد خاص با هم توافق دارند، اما بر سر اینکه چگونه باید سطح یا سطوح انتخاب را شناسایی کرد با هم مخالف‌اند. چنین اختلاف‌هایی اختلاف‌های علمی معمول نیستند که بتوان با گردآوری داده آنها را حل کرد، بلکه دارای بُعدی مفهومی، و در مواردی حتی ایدئولوژیک، هستند.

نگاه ژن‌مرکز به تکامل

ریچارد داوکینز، در کتاب خود، ژن خودخواه (۱۹۷۶)، ضمن دفاع از نگاه ژن‌مرکز مشهورش به تکامل، برداشت جدید رادیکالی را از مبحث سطح انتخاب ارائه کرد. داوکینز استدلال کرد که رویداد تکاملی واقعی در سطح ژن اتفاق می‌افتد، بنابراین بهتر است که در این سطح درباره انتخاب

و سازش بیندیشیم. نقطه آغاز استدلال او این ایده نوداروینیستی است که کل تغییر تکاملی را در نهایت می‌توان در فراوان‌تر شدن بعضی ژن‌ها و کمیاب‌تر شدن ژن‌های دیگر در یک جمعیت خلاصه کرد. بنابراین، به گفته داوکینز، می‌توان این‌طور اندیشید که هر ژن درگیر رقابتی برای رساندن نسخه‌های هرچه بیشتری از خود به نسل‌های آینده است. جانداران چیزی نیستند جز خودرو^۱ یا ماشین بقایی که ژن‌ها ساخته‌اند تا در این کار به کمک‌شان بیایند. بنابراین، آن ویژگی‌های فنوتیپی که در طبیعت می‌بینیم، از جمله بال پرندگان و آبشش ماهی‌ها، به این دلیل وجود ندارند که به سود فرد جاندار هستند که دارای آنهاست، چه رسد به آنکه به سود گروه‌هایی باشند که این افراد به آنها تعلق دارند. بلکه این ویژگی‌ها به این دلیل وجود دارند که در جهت تأمین منافع ژن‌های زیربنایی که آنها را به وجود آورده‌اند عمل کنند! ژن‌ها جاندار میزبان‌شان را برنامه‌ریزی می‌کنند تا ویژگی‌هایی، شامل رفتارها، را نشان دهد که شانس خود ژن‌ها برای انتقال به نسل آینده را افزایش خواهند داد. بنابراین، به عقیده داوکینز «ذینفع نهایی» فرایند تکامل خود ژن است.

مهم است روشن کنیم که منظور داوکینز وقتی که از رقابت ژن‌ها برای باقی گذاشتن نسخه‌های بیشتر از خودشان در نسل‌های آینده سخن می‌گوید دقیقاً چیست. منظورش این نیست که ژن‌های درون یک فرد جاندار پیوسته با هم در رقابت‌اند، چیزی که حقیقت ندارد. اگرچه رقابت بر سر انتخاب شدن میان ژن‌های درون یک جاندار روی می‌دهد، اما نسبتاً کمیاب است. در بیشتر اوقات، ژن‌های یک جاندار با یکدیگر همکاری می‌کنند، زیرا در بقا و تولید مثل میزبان‌شان منافع مشترکی دارند. بلکه منظور داوکینز این است که هر ژن با الل‌های^۲ خودش در جمعیت در رقابت است. الل‌های یک ژن اشکال گوناگون آن ژن هستند که می‌توانند یک جایگاه کروموزومی را اشغال کنند: توالی DNA هر الل اندکی متفاوت با الل‌های دیگر است

1. Vehicle

2. Allel

که این به تفاوت‌های فنوتیپی می‌انجامد. نکته این است که هر ژنی لزوماً درگیر یک بازی مجموع-صفر با ال‌های خویش است: تنها در صورتی می‌تواند در جمعیت افزایش یابد که آن ال‌های دیگر کاهش یابند. بنابراین می‌توان این‌طور در نظر گرفت که هر ژن «تلاش» می‌کند، از طریق تأثیری که بر جاندار میزبان خود می‌گذارد، در رقابت با ال‌هایش آنها را از میدان به در کند.

داوکینز، هم به دلایل منطقی و هم به دلایل تجربی، از نگاه خود به تکامل دفاع می‌کند. او استدلال می‌کند که ژن‌ها به لحاظ منطقی در مقایسه با جانداران موقعیت ممتازی دارند، که این اختصاصاً به آنها امکان می‌دهد در تکامل نقش ذینفع را ایفا کنند. زیرا ژن‌ها همانند ساز^۱ هستند، یعنی موجوداتی که نسخه‌هایی از آنها ساخته می‌شود. به لطف وفاداری در همانندسازی DNA، ژنی که در یک نسل وجود دارد معمولاً نسخه تقریباً کامل همان ژن نیاکانی است که از آن مشتق شده است. اما جانداران این‌طور نیستند. البته جانداران تولید مثل می‌کنند؛ اما، تولید مثل جنسی به معنای آن است که فرزندان حاوی ترکیبی از ماده ژنتیکی پدر و مادرشان هستند. ژن‌هایی که امروزه وجود دارند تقریباً بی‌هیچ تغییری از ژن‌هایی نسب گرفته‌اند که صدها هزار سال پیش وجود داشتند؛ اما این در مورد افراد جاندار صدق نمی‌کند. بنابراین، به گفته داوکینز، ژن‌ها از ثباتی برخوردارند که در جانداران وجود ندارد؛ بنابراین در نهایت، ویژگی‌های یک جاندار برای این هستند که منافع ژن‌ها را تأمین کنند.

در حوزه تجربی نیز داوکینز استدلال می‌کند که نگاه ژن‌مرکزش به روشن شدن پدیده‌های زیست‌شناختی پرشماری کمک می‌کند. یکی از این پدیده‌ها فداکاری است. همان‌طور که پیش از این دیدیم، درک فداکاری از دیدگاه فرد جاندار دشوار است: چرا باید برای کمک به دیگران هزینه پرداخت کرد؟ اما از دیدگاه یک ژن، بنیان منطقی‌اش آشکار است. ژن با

و داشتن جاندار میزبانش به رفتار فداکارانه با خویشاوندان خود، که آنها نیز به احتمال زیاد حامل نسخه‌ای از همان ژن هستند، غیرمستقیم دارد به خودش کمک می‌کند! بنابراین، نکته اصلی نظریه انتخاب خویشاوندی، یعنی اینکه جانداران باید با خویشاوندان و غیرخویشاوندان رفتار متفاوتی داشته باشند، از دیدگاه ژن‌مرکز کاملاً منطقی است. از این گذشته، اگر همان‌طور که داوکینز از ما می‌خواهد، به ویژگی‌های یک جاندار همچون راهکارهایی بیندیشیم که ژن‌ها برای کمک به ازدیاد خودشان طراحی کرده‌اند، بی‌درنگ می‌توان دید دو راهکار وجود دارد که یک ژن می‌تواند در پیش بگیرد. راهکار مستقیم، که بیشتر ژن‌ها به کار می‌گیرند، تولید ویژگی‌هایی است که بقا و تولید مثل جاندار میزبان‌شان را تضمین خواهند کرد. راهکار غیرمستقیم، که کمتر ژنی آن را به کار می‌گیرد، آن است که جاندار میزبان‌شان را وادارند با خویشاوندانش به فداکاری رفتار کند.

دسته دیگری از پدیده‌هایی که نگاه ژن‌مرکز می‌تواند به روشن شدن‌شان کمک کند ژن‌های یاغی^۱ است. اینها ژن‌هایی هستند که به هزینه ژن‌های دیگر در همان جاندار، یعنی با انتخاب در سطح ژن، انتشار می‌یابند. به یاد آورید که به دلیل تولید مثل جنسی، ژن‌های یک فرد جاندار دسته‌جمعی به نسل بعد منتقل نمی‌شوند، بلکه جاندار سلول‌هایی جنسی تولید می‌کند که با سلول‌های جنسی دیگر ترکیب می‌شود تا سلول تخم را به وجود آورد. سلول‌های جنسی هاپلوئید هستند، یعنی از هر جفت کروموزوم فقط یک نسخه دارند. این به معنای آن است که تنها نیمی از ژن‌های جاندار به هر سلول جنسی راه می‌یابند. در بیشتر اوقات، این فرایند منصفانه انجام می‌شود، به این معنا که هر کدام از ژن‌ها ۵۰ درصد شانس دارد که به هر سلول جنسی راه یابد. اما بعضی ژن‌ها راه‌هایی برای خرابکاری در این سیستم ابداع کرده‌اند و بیش از سهم منصفانه‌شان به سلول‌های جنسی راه می‌یابند، که به وضوح به سود آنهاست. چنین ژن‌هایی یاغی هستند،

و با نام‌های عناصر ژنتیکی خودخواه یا ژن‌های ابرخودخواه^۱ نیز شناخته می‌شوند. ژن‌های یاغی اغلب تأثیر فنوتیپی زیان‌باری بر جاندار میزبان‌شان دارند و شایستگی زیست‌شناختی‌اش را کاهش می‌دهند، اما می‌توانند به دلیل امتیازشان در انتقال در جمعیت گسترش یابند.

ژن‌های یاغی استثنایی بر منافع مشترکی هستند که معمولاً میان ژن‌های یک فرد جاندار غالب است: آنها به هزینهٔ مجموع ژن‌های دیگر به خودشان سود می‌رسانند. در واقع، ژن‌های یاغی اغلب درون جاندار تضاد ژنتیکی ایجاد می‌کنند که طی آن در ژن‌های دیگر شیوه‌هایی برای سرکوب اقدامات ژن‌های یاغی تکامل می‌یابد تا هماهنگی را بازگردانند. در بیشتر اوقات این اقدام پیش‌گیرانه موفق است، چراکه در غیر این صورت جاندارانی همچون خود ما نمی‌توانستند وجود داشته باشند. از دیدگاه یک فرد‌گرا، درک رفتار ژن‌های یاغی دشوار است، زیرا آنها معمولاً به جای آنکه به فرد جاندار سود برسانند به آن آسیب می‌زنند. نه کارشان فایده‌ای برای خویشاوندان فرد دارد که آسیب‌شان را به خود فرد جبران کند، نه فایده‌ای برای هیچ گروه اجتماعی که فرد ممکن است به آن تعلق داشته باشد، و نه هیچ فایده‌ای برای کل گونه. اما از نگاه ژن‌مرکز، اقدامات ژن‌های یاغی کاملاً منطقی و فهمیدنی است. آنها نیز همچون تمام ژن‌های دیگر صرفاً به فکر خودشان هستند، و شیوهٔ نوینی برای کسب برتری تکاملی ابداع کرده‌اند که با تولید مثل جنسی امکان‌پذیر می‌شود.

چه ارتباطی میان نگاه ژن‌مرکز داوکینز با بحث سنتی سطح انتخاب وجود دارد که همان‌طور که دیده‌ایم طرفداران انتخاب فردی و گروهی را به جان هم انداخته است؟ داوکینز، در آثار اولیه‌اش پیشنهاد کرد که هر دو طرف این بحث در اشتباه هستند: شیوهٔ درست اندیشیدن دربارهٔ تکامل در چارچوب انتخاب در سطح ژن است، نه فرد یا گروه. اما داوکینز در آثار بعدی‌اش مسیر متفاوتی را در پیش گرفت، و گفت که هدف نظریهٔ

ژن مرکزش این نیست که جانشینی تجربی برای انتخاب فردی کلاسیک، یا برای انتخاب گروهی، باشد. بلکه صرفاً دیدگاهی است متفاوت دربارهٔ تکامل که در بعضی موارد راهگشا است. می‌توانیم تکامل را یا در شکل داروینی استاندارد آن ببینیم که شامل انتخاب میان افراد جاندار (یا احتمالاً در مواردی گروه‌ها) است؛ یا زاویهٔ دیدمان را عوض کنیم و این فرایند را در چارچوب انتخاب میان ژن‌ها ببینیم. به عقیدهٔ داوکینز، معنایی ندارد که پرسیم کدام‌شان درست است.

این ایدهٔ دیدگاه‌های جانشین قانع‌کننده است، اما با تأکیدی که داوکینز بر ژن‌های یاغی می‌کند جور در نمی‌آید. زیرا همان‌طور که دیدیم، ژن‌های یاغی نه سودی برای فرد جاندار دارند، نه برای گروهی که به آن تعلق دارد. بنابراین در بحث ژن‌های یاغی، به نظر می‌رسد اختیار عوض کردن دیدگاه وجود نداشته باشد. چگونه باید این ناسازگاری را حل کرد؟ بهترین راه ایجاد تمایزی روشن میان فرایند انتخاب در سطح ژن با دیدگاه ژن‌مرکز به فرایندهای انتخابی است که در سطوح دیگر روی می‌دهند. (این تمایز در آثار داوکینز موجود است، اما به‌صراحت بیان نمی‌شود.) فرایند انتخاب در سطح ژن به انتخاب میان ژن‌های درون یک فرد جاندار مربوط می‌شود، چنان‌که در مورد ژن‌های یاغی دیده می‌شود. بنابراین، انتخاب در سطح ژن خودش سطح متفاوتی از انتخاب است، که باید در برابر انتخاب در سطح فرد و گروه قرار گیرد. از آنجا که بیشتر ژن‌ها یاغی نیستند، فرایند انتخاب در سطح ژن نسبتاً کمیاب است. اما همیشه می‌توان به فرایندهای انتخابی که در سطوح دیگر و از جمله در سطح فرد روی می‌دهند از دیدگاه ژن نگاه کرد. زیرا برآیند تأثیر انتخاب فردی آن است که بعضی ژن‌ها به بهای کاهش الل‌هایشان گسترش می‌یابند. بنابراین، اگر بخواهیم، می‌توانیم ویژگی‌هایی همچون سرعت دویدن یوز را که در نتیجهٔ انتخاب فردی تکامل می‌یابند سازش‌هایی در جهت تأمین منافع ژن‌ها به شمار آوریم.

گذارهای بزرگ در تکامل

در بیست و پنج سال گذشته، بحث سطح انتخاب به لطف حجم تازه‌ای از پژوهش‌ها درباره گذارهای بزرگ در تکامل که جان مینارد اسمیت^۱ و اورس ساتماری^۲ مطرح کرده‌اند، بار دیگر احیا شده است. این گذارها هنگامی روی می‌دهند که تعدادی از واحدهای زیست‌شناختی کوچک‌تر، که در ابتدا به‌تنهایی قادر به بقا و تولید مثل بودند، در قالب یک واحد بزرگ‌تر گرد هم می‌آیند و سطح جدیدی در سلسله‌مراتب زیستی تولید می‌کنند. تصور می‌شود که چنین گذارهایی در تاریخ حیات بارها روی داده‌اند. نخستین گذار احتمالاً از همانندسازهای منفرد (از جنس RNA) به شبکه‌ای از همانندسازهای محصور درون یک محفظه روی داده است. گذارهای بعدی عبارت‌اند از ژن‌های مستقل به کروموزوم‌های متشکل از تعدادی ژن که در پیوند فیزیکی با هم قرار دارند؛ از سلول‌های پروکاریوتی (بی‌هسته یا باکتری‌مانند) به سلول‌های یوکاریوتی (هسته‌دار) حاوی اندامک‌هایی همچون میتوکندری و پلاسمید؛ از یوکاریوت‌های تک‌سلولی (همچون آمیب‌ها) به جانداران پرسلولی (مانند بیشتر جانوران و گیاهان)؛ و از جانداران تک‌زی (مانند گرزک‌ها^۳) به کلنی‌های یکپارچه (مانند زنبورهای عسل). در هر کدام از این موارد، گذاری که روی داد عبارت بود از تکامل واحدهای زیستی آزادزی و تبدیل آنها به اجزایی از یک کل بزرگ‌تر. چالشی که مطرح می‌شود درک این گذارها در چارچوب داروینی است. چه فایده‌ای برای واحدهای کوچک‌تر داشت که فردیت‌شان را قربانی کنند، با یکدیگر همکاری کنند، و خودشان را به شکل بدنی اشتراکی درآورند؟

هنگام اندیشیدن به موضوع گذارهای بزرگ، بی‌درنگ با بحث سطح انتخاب روبه‌رو می‌شویم. برای مثال گذار به بدن پرسلولی را در نظر بگیرید.

1. John Maynard Smith (1920-2004)

2. Eörs Szathmáry (1959-)

3. Wasp

نخستین جاندار پرسلولی احتمالاً گردهمایی سُست و نه چندان منسجمی از چند صد سلول بود، بیشتر شبیه به یک کلنی تا یک جاندار «واقعی». با گذشت زمان به یک واحد بسیار منسجم تکامل یافت که حاوی تریلیون‌ها سلول با وظایف تخصصی بودند و همه برای دستیابی به فایده‌ای مشترک کار می‌کردند. اما چرا انتخاب میان سلول‌ها یکپارچگی جاندار پرسلولی نوپدید را از هم نگسیخت؟ زیرا تا جایی که می‌دانیم لزومی ندارد که انتخاب در یک سطح تأثیر سودمندی بر سطوح بالاتر داشته باشد. به این معما پاسخ‌های گوناگونی داده شده است. یکی از آنها توسل به انتخاب خویشاوندی است: شاید سلول‌های درون گردهمایی پرسلولی نوپدید خویشاوندان نزدیک یا حتی کلون‌های^۱ هم بودند و به همین دلیل است که همکاری می‌کردند؟ این در صورتی ممکن است اتفاق بیفتد که چرخه زندگی آن جاندار طوری تکامل می‌یافت که از یک مرحله تک‌سلولی عبور کند، و این دقیقاً همان چیزی است که در بیشتر گیاهان و جانوران امروزی می‌بینیم که از یک سلول تخم تکوین می‌یابند. این تضمین می‌کند که سلول‌های تشکیل‌دهنده آنها کلون‌های هم‌دیگر یا خویشاوندی‌شان با همدیگر تقریباً کامل باشد. (به بیان قاعده همیلتون، کلون‌های هم‌دیگر بودن به معنای ضریب خویشاوندی ۱ است.) بر اساس این نظریه، سلول‌های منفرد به این دلیل سبک زندگی آزادانه خود را رها کردند و طوری تکامل یافتند که بخشی از واحدی بزرگ‌تر باشند که با انجام این کار می‌توانستند به خویشاوند ژنتیکی‌شان کمک کنند.

پژوهش درباره گذارهای بزرگ پیامدهای مفهومی جالبی دارد. یکی آنکه نشان می‌دهد فرمول‌بندی سنتی مسأله سطح انتخاب تا اندازه‌ای ناقص است. در فرمول‌بندی سنتی که پیشتر از آن پیروی کردیم، وجود سلسله‌مراتب زیستی را بدیهی می‌انگارد، چنان‌که گویی صرفاً واقعیتی خداداد درباره جهان است. اما البته خود سلسله‌مراتب زیستی محصول تکامل است. بدیهی است

که موجودات بالاتر در این سلسله‌مراتب، از جمله جانداران پرسلولی، از ابتدای پیدایش حیات روی زمین وجود نداشتند. همین در مورد سلول و کروموزوم نیز صدق می‌کند. بنابراین در بهترین حالت، باید نظریه‌ای تکاملی داشته باشیم که به جای بدیهی فرض کردن سلسله‌مراتب زیستی، چگونه به وجود آمدن آن را تبیین کند. از دیدگاه گذارهای بزرگ، کافی نیست که انتخاب و سازش در سطوح سلسله‌مراتب از پیش موجود را در نظر بگیریم؛ بلکه لازم است علاوه بر آن بفهمیم که سطوح این سلسله‌مراتب از ابتدا چگونه تکامل یافته‌اند.

این به بحث سطح انتخاب حس فوریت تازه‌ای می‌بخشد. بعضی زیست‌شناسان تمایل داشتند که این بحث سنتی را به هیاهویی بر سر هیچ تبدیل کنند و بگویند که گذشته از تمام احتمالات نظری دیگر، در عمل تنها نیروی تکاملی مهم انتخاب افراد جاندار است. اما در پرتو مسأله گذارهای بزرگ، دفاع از این رویکرد دشوار می‌شود. آنچه فرد جاندار می‌نامیم خودش گروهی از سلول‌ها با همکاری بسیار تنگاتنگ است؛ و یک سلول یوکاریوت تنها نیز خودش به تعبیری یک گروه است، زیرا از ادغام دو سلول پروکاریوت ساخته شده که تا پیش از آن زندگی مستقلی داشتند. خلاصه آنکه، افراد جاندار امروزی همیشه وجود نداشتند و از قضا از طریق فرایند انتخاب در سطح گروه بوده که به شکل افرادی منسجم تکامل یافته‌اند (که در آن منظور از گروه گروه سلول‌ها است). بنابراین، انتخاب در سطوح دیگری غیر از سطح فرد جاندار، فارغ از اینکه امروزه هنوز روی می‌دهد یا نه، باید در گذشته روی داده باشد. به وضوح نمی‌شود از این دیدگاه بسط‌یافته، این استدلال که انتخاب فردی «تنها چیزی است که در عمل اهمیت دارد»، دفاع کرد.

دومین پیامد جالب مبحث گذارهای بزرگ این است که به تعبیری کل حیات روی زمین اجتماعی است. یعنی تمام جانداران زیستی، شامل من و شما، در عمل گروه‌های اجتماعی پیچیده‌ای هستند که از واحدهای

کوچک‌تری مانند سلول‌ها و اندامک‌هایی ساخته شده‌اند که خود زادگانِ نیاکانی آزادزی هستند. این اندیشه‌ای بس گیراست. زیرا گرچه آشکار است که یک کلنی حشره یا یک دسته بابون گروهی اجتماعی است، به هیچ وجه آشکار نیست که هر جاندار پرسلولی، و در واقع هر سلول یوکاریوت (هسته‌دار)، نیز گروهی اجتماعی است، اما با این حال حقیقت دارد. اندیشیدن به حیات به عنوان پدیده‌ای اجتماعی به این معنا وادارمان می‌کند که درباره‌ی معنای فرد بازنگری کنیم، و از خودمان بپرسیم که شاید تمایز میان فرد و گروه وابسته به بستر معنایی آن باشد. (یعنی، شاید بتوان یک موجود منفرد را در بعضی زمینه‌ها فرد به شمار آورد و در زمینه‌های دیگر گروه.) و این کمک‌مان می‌کند بفهمیم که چرا مفاهیم کلیدی نظریه‌ی تکامل اجتماعی، همچون انتخاب گروهی، انتخاب خویشاوندی، و قاعده‌ی همیلتون، که در ابتدا برای تبیین رفتارهای خاص در جانوران مطرح شده بودند، باید حوزه‌ی کاربرد بسیار گسترده‌تری داشته باشند.

گونه و رده‌بندی

بخش مهمی از تحقیق علمی شامل رده‌بندی^۱ چیزها در قالب انواع، یا سنخ‌ها، است. فیزیک‌دانان ذرات بنیادی را بسته به جرم‌شان به باریون، لپتون یا مزون رده‌بندی می‌کنند. ستاره‌شناسان کهکشان‌ها را بسته به شکل ظاهری‌شان به بیضوی، مارپیچ، یا بی‌قاعده رده‌بندی می‌کنند. زمین‌شناسان سنگ‌ها را بسته به اینکه چگونه تشکیل شده باشند به آذرین، رسوبی، یا دگرگونی رده‌بندی می‌کنند. یکی از اهداف رده‌بندی رساندن اطلاعات است. اگر سنگی پیدا کنید و یک زمین‌شناس به شما بگوید آذرین است، این به شما اطلاعات زیادی درباره رفتار احتمالی آن می‌دهد. بنابراین یک رده‌بندی خوب باید چیزهایی را با هم در یک گروه قرار دهد که در ویژگی‌های مهمی مانند هم باشند، و بنابراین انتظار رود مانند هم رفتار کنند.

رده‌بندی در علم بحث فلسفی عمیقی را مطرح می‌کند. لازم به ذکر است که در اصل همه چیز را می‌توان به بیش از یک ترتیب رده‌بندی کرد. برای مثال، ذرات بنیادی را می‌توان به جای جرم‌شان بر اساس اسپین رده‌بندی کرد که در آن صورت ذرات به دو نوع تقسیم می‌شوند: بوزون‌ها و فرمیون‌ها. پس چگونه باید میان شیوه‌های مختلف رده‌بندی یکی را برگزید؟

آیا برای رده‌بندی چیزها در یک حوزه خاص راهی درست وجود دارد، یا همه رده‌بندی‌ها در نهایت سلیقه‌ای هستند؟ این پرسش در تمام زمینه‌ها مطرح است، اما در اینجا تمرکز ما بر نحوه اجرای آن در ارتباط با رده‌بندی زیست‌شناختی است که تاکسونومی^۱ نامیده می‌شود.

زیست‌شناسان به‌طور سنتی جانداران را با استفاده از نظام لینه‌ای رده‌بندی می‌کنند که نام خود را از لینه^۲، طبیعی‌دان سوئدی قرن هجدهم، گرفته است. مبانی نظام لینه‌ای بسیار سراسر است. نخست، هر فرد جاندار به یک گونه^۳ نسبت داده می‌شود. سپس، هر گونه به یک جنس^۴، هر جنس به یک خانواده^۵، هر خانواده به یک راسته^۶، هر راسته به یک رده^۷، هر رده به یک شاخه^۸، و هر شاخه به یک سلسله^۹ نسبت داده می‌شود. بنابراین گونه واحد پایه تاکسونومی است؛ در حالی که جنس، خانواده، راسته و بقیه با عنوان تاکسون‌های بالاتر شناخته می‌شوند. برای مثال، گربه خانگی من به گونه *Felis catus* تعلق دارد که همراه با تعدادی از گونه‌های دیگر گربه‌های کوچک جنس *Felis* را می‌سازند. خود این جنس به خانواده *Felidae* [= گربه‌سانان]، راسته *Carnivora* [= گوشت‌خواران]، رده *Mammalia* [= پستان‌داران]، شاخه *Chordata* [= طناب‌داران]، و سلسله *Animalia* [= جانوران] تعلق دارد. توجه داشته باشید که نام لاتین گونه فقط جنسی را که به آن تعلق دارد مشخص می‌کند، نه بیشتر.

یکی از ویژگی‌های درخور توجه نظام لینه‌ای ساختار سلسله‌مراتبی آن است. تعدادی از گونه‌ها یک جنس را می‌سازند، تعداد از جنس‌ها یک خانواده را، و به همین ترتیب تا آخر. در نتیجه همین‌طور که بالاتر می‌رویم، در هر رتبه با تاکسون‌های کمتری روبه‌رو می‌شویم. در کف این سلسله‌مراتب میلیون‌ها گونه وجود دارد، اما در بالای آن تعداد سلسله‌ها یک مُشت بیشتر

1. Taxonomy

2. Carl Linnaeus (1707-1778)

3. Species

4. Genus

5. Family

6. Order

7. Class

8. Phylum

9. Kingdom

نیست: جانوران، گیاهان، قارچ‌ها، آغازیان، باستانیان، و باکتری‌ها. اما همهٔ نظام‌های ورده‌بندی در علم به این شیوه سلسله‌مراتبی نیستند. برای مثال، عناصر شیمیایی بر اساس ستون عمودی جدول تناوبی که در آن جای گرفته‌اند گروه‌بندی می‌شوند؛ اما این گروه‌ها برخلاف نظام لینه‌ای در گروه‌های دیگری جای نگرفته‌اند. پرسش جالبی که به آن بازخواهیم گشت این است که چرا ورده‌بندی زیست‌شناختی باید سلسله‌مراتبی باشد؟

نظام لینه‌ای تا سال‌ها کار زیست‌شناسان را به‌خوبی راه انداخت، و امروزه هنوز از اجزای آن استفاده می‌شود. از برخی جهات این شگفت‌انگیز است، زیرا جهان‌بینی علمی ما که این نظام از آن نتیجه شد اکنون تغییرات زیادی کرده است. لینه به دوران پیش از داروین تعلق داشت و مسیحی مؤمنی بود که داستان آفرینش کتاب مقدس را عیناً می‌پذیرفت. او نظام ورده‌بندی‌اش را تلاشی برای کشف تقسیمات عینی و ازلی میان موجودات زنده آن‌طور که خدا آفریده بود به شمار می‌آورد. لینه با این ایده که گونه‌های کنونی از نیاکانی مشترک نسب گرفته باشند مطلقاً بیگانه بود.

برای آنکه بفهمید چگونه نظام لینه‌ای توانسته با وجود گذار از جهان‌بینی آفرینش‌باورانه به جهان‌بینی تکاملی به جای خود باقی بماند، به یاد آورید که تکامل فرایندی بسیار آهسته است. بنابراین با آنکه تمام اشکال حیات از یک نیای مشترک نسب گرفته‌اند، اما این با ناپیوستگی‌های میان جاندارانی که امروزه وجود دارند سازگار است. و چنین ناپیوستگی‌هایی را قطعاً می‌توان یافت. به نظر می‌رسد که جانداران در انواع مجزایی دسته‌بندی می‌شوند که بسیاری از آنها را به‌آسانی می‌توان تشخیص داد. هرچه باشد، یک همستر فارغ از دیدگاه ناظر خارجی و به صورت عینی با یک موش یا سنجاب متفاوت به نظر می‌رسد، هرچند اگر در تبار نیاکانی‌شان به اندازهٔ کافی به گذشته بازگردیم، به موجودی خواهیم رسید که به‌آسانی با هیچ کدام از این سه تاکسون مطابقت نداشته باشد. بنابراین واقعیت تکامل خودبه‌خود به ناکامی در تلاش برای یافتن روشی عینی برای ورده‌بندی جانداران امروزی

منجر نمی‌شود. در واقع، بسیاری از گونه‌ها، و بعضی از تاکسون‌های بالاتری که لینه معرفی کرد، هنوز از سوی زیست‌شناسان امروزی به رسمیت شناخته می‌شود.

با این همه، ظهور زیست‌شناسی تکاملی سرانجام در عمل هم در نظریه و هم در شیوه اجرای رده‌بندی زیست‌شناختی به تغییرات بنیادی انجامیده است. در واقع، زیررشته تاکسونومی، یا آن‌طور که امروزه معمولاً نامیده می‌شود سیستماتیک^۱، در نتیجه ضرورت بیان روشن‌تر اصول مورد استفاده در رده‌بندی، در قرن بیستم بود که به جایگاه واقعی خود رسید. جالب آنکه زیست‌شناسان، تا اندازه‌ای به دلیل تفاوت‌های فلسفی بنیادی، همیشه درباره آنکه این اصول چه هستند با هم توافق نداشته‌اند. از دهه ۱۹۷۰ این اختلاف‌ها به بحثی طولانی درباره رده‌بندی زیست‌شناختی انجامید که تا به امروز ادامه دارد و فیلسوفان نیز نقش چشمگیری در آن ایفا کرده‌اند.

مسئله رده‌بندی زیست‌شناختی به دو بخش تقسیم می‌شود. نخست آنکه چگونه باید جانداران را به گونه‌های مختلف نسبت داد؟ دوم آنکه وقتی این کار انجام شد، چگونه باید گونه‌ها را در قالب تاکسون‌های بالاتر مرتب کرد؟ این دو مسأله، اگرچه به هم مربوط‌اند، اما بحث‌های نسبتاً متفاوتی را مطرح می‌کنند، و بنابراین بهتر است جداگانه به آنها پرداخته شود.

مسئله گونه

زیست‌شناسان اغلب درباره چیزی بحث می‌کنند که آن را مسئله گونه^۲ می‌نامند. منظور مسئله ارائه تعریف دقیقی است که مشخص کند گونه چیست. جالب است که هیچ توافقی بر سر این موضوع وجود ندارد. تعریف‌های گونه که با هم در رقابت‌اند، یا آن‌طور که معمولاً نامیده می‌شود مفاهیم گونه^۳، فراوان است. این اختلاف نظر در عمل پیامدهایی دارد.

1. Systematics

2. The Species Problem

3. Species Concepts

زیرا به معنای آن است که در بسیاری از موارد زیست‌شناسان دربارهٔ تعداد گونه‌هایی که فلان تاکسون در بر می‌گیرد با هم اختلاف نظر پیدا خواهند کرد. برای مثال، خانوادهٔ گاوسانان از پستانداران نشخوارکنندهٔ شکافته‌سُم را در نظر بگیرید (که گاومیش‌ها، آنتیلوپ‌ها، قوچ‌ها و گاوها را در بر می‌گیرد). از دیرباز تصور می‌شد که گاوسانان دارای ۱۴۳ گونهٔ منقرض‌نشده هستند. اما در سال ۲۰۱۱ گروهی از متخصصان توصیه کردند که به جای این رقم ۲۷۹ گونه گاوسان تشخیص داده شود، نه به این دلیل که گونه‌های جدیدی از این خانواده در طبیعت کشف شده‌اند، بلکه به این دلیل که آنها مفهوم دیگری از گونه را می‌پسندند. متخصصان دیگر این پیشنهاد را به عنوان تورم تاکسونومیک بی‌اساس رد کردند. این نوع اختلاف نظرها نشانهٔ آن است که مسألهٔ گونه هنوز حل نشده است.

کسانی که زیست‌شناس نیستند معمولاً شگفت‌زده می‌شوند از اینکه می‌فهمند مشکلی دربارهٔ تعریف گونه وجود دارد. زیرا کلمهٔ گونه بخشی از زبان محاورهٔ روزمره است، و معنای این کلمه در آن به معنایش در زیست‌شناسی حرفه‌ای نسبتاً نزدیک است. از این گذشته، کسانی نیز که آموزش زیست‌شناسی ندیده‌اند اغلب می‌توانند دربارهٔ عضویت افراد در گونه‌های مختلف قضاوت درستی انجام دهند. یک کودک سه ساله نیز می‌تواند تشخیص دهد که دو جانور در پارک هر دو سگ هستند، حتی اگر به نژادهای مختلفی تعلق داشته باشند؛ و یک زیست‌شناس نیز تأیید خواهد کرد که حق با آن کودک است، و آن جانوران واقعاً به یک گونه، یعنی *Canis familiaris*، تعلق دارند. بنابراین طبیعی است که فکر کنیم اینکه هر جاندار مفروض به کدام گونه تعلق دارد موضوعی بدیهی و سراسر است. ظاهراً غیر از زیست‌شناسان بقیهٔ مردم این دیدگاه را بی‌هیچ تردیدی می‌پذیرند. این دیدگاه عقل سلیم با آموزهٔ فلسفی انواع طبیعی^۱ جفت‌وجور است، که اشکال مختلف آن از زمان ارسطو رایج بوده است. بر اساس این آموزه

راه‌هایی برای گروه‌بندی اشیاء به انواع مختلف وجود دارد که طبیعی هستند، به این معنا که متناظر با تقسیماتی هستند که واقعاً در جهان وجود دارد، نه آنکه بازتاب خواست انسان باشند. عناصر و ترکیبات شیمیایی نمونه‌ی اعلای انواع طبیعی هستند. برای مثال، تمام توده‌های طلای ناب موجود در جهان را در نظر بگیرید. این توده‌ها همه از نوع طلا هستند زیرا به لحاظ یک ویژگی بنیادی مانند هم‌اند: عدد اتمی^۱ عددهای سازنده‌شان ۷۹ است. در عوض، توده‌ای از طلای ابلهان (پیریت آهن)، با وجود شباهتش به طلا از برخی جهات، به این نوع تعلق ندارد، زیرا ترکیبی است که از اتم‌هایی از نوع متفاوت (آهن و گوگرد) تشکیل می‌شود. بر همین اساس، اغلب گفته شده که گونه‌ها نیز انواع طبیعی زیست‌شناسی هستند.

اما در واقع، گونه‌ی زیست‌شناختی هیچ شباهتی به انواع طبیعی که در شیمی و فیزیک می‌بینیم ندارد. در مورد نوعی همچون طلا، می‌توان به یک ویژگی منفرد اشاره کرد، یعنی داشتن عدد اتمی ۷۹، که برای تعلق به آن نوع لازم و کافی است، و بنابراین جوهر^۲ طلا را تشکیل می‌دهد. اما در مورد یک گونه‌ی زیست‌شناختی، چنین چیزی عموماً ممکن نیست. دلیلش ساده است: در هر گونه، با تغییرات^۳ چشمگیری میان جانداران تشکیل‌دهنده‌ی آن روبه‌رو می‌شویم. جهش پیوسته تغییرات ژنتیکی جدیدی پدید می‌آورد و تولید مثل جنسی پیوسته ژن‌های موجود را بُر می‌زند، که به تفاوت‌های ژنتیکی گسترده‌ای میان جانداران درون یک گونه منجر می‌شوند. از این گذشته، ساختار ژنتیکی هرگونه‌ای با گذشت زمان و ضمن تکامل آن تغییر می‌کند. بنابراین، برخلاف آنچه در مورد طلا دیدیم، نمی‌توان به‌آسانی به یک ویژگی اشاره کرد که مثلاً برای تعلق به گونه‌ی *Canis familiaris* لازم و کافی باشد.

این به معنای انکار آن نیست که زیست‌شناسان در بیشتر موارد می‌توانند با تعیین توالی DNA یک جاندار بگویند که به چه گونه‌ای تعلق دارد. در واقع

۱. تعداد پروتون‌های موجود در هسته اتم.

این کار که اصطلاحاً بارکد کردن DNA نامیده می‌شود، اغلب روش نسبتاً مطمئنی برای تعیین عضویت در یک گونه است. زیرا معمولاً می‌توان یک توالی DNA یافت که تغییرات درون‌گونه‌ای نسبتاً اندکی نشان دهد، اما میان گونه‌ها تغییر کند. اما بارکد کردن DNA همیشه جواب نمی‌دهد، و در مواردی هم که جواب می‌دهد، معلوم نمی‌کند که عضویت در یک گونه، آن‌طور که آموزه سنتی انواع طبیعی اقتضا می‌کند، را نوعی جوهر ژنتیکی ثابت تعیین می‌کند.

داروین در اصل انواع دیدگاه جالبی دربارهٔ مسألهٔ گونه مطرح کرد. او دریافت که زیست‌شناسان اغلب گروه‌بندی‌هایی از جانداران را پایین‌تر از سطح گونه تشخیص می‌دهند و از صنف^۱، رقم و نژاد سخن می‌گویند (امروزه بیشتر اصطلاح زیر گونه^۲ به کار می‌رود). نیاز به کاربرد اصطلاحاتی از این دست به این دلیل پدید می‌آید که درون یک گونه خوشه‌های مشخصی وجود دارد که تفاوت‌شان با همدیگر به اندازه‌ای نیست که گونه‌های جداگانه‌ای به شمار آیند. اما این مرز را کجا باید کشید؟ چه عاملی تعیین می‌کند که آیا با دو صنف از یک گونه روبه‌رو هستیم یا با دو گونه متمایز؟ داروین بر آن بود که هیچ مرز مشخصی نمی‌توان بین‌شان کشید. او نوشت: «از نظر من گونه اصطلاحی است که دلبخواهی، و برای راه افتادن کار، به مجموعه‌ای از افراد با شباهت زیاد به همدیگر اطلاق می‌شود، و در اساس تفاوتی میان آن با اصطلاح صنف نیست که به اشکالی با تمایز کمتر و نوسان بیشتر اطلاق می‌شود.»

با توجه به عنوانی که داروین برای کتابش برگزیده، این پیشنهادش که در آنچه گونه به شمار می‌آید جزئی دلبخواهی وجود دارد، تا اندازه‌ای شگفت‌انگیز است. اما آیا در این مورد حق با داروین است؟ در نیمهٔ دوم قرن بیستم، بسیاری از زیست‌شناسان متقاعد شدند که گونه نه یک گروه‌بندی دلبخواهی بلکه واحدی واقعی در طبیعت است، بر این مبنا که گونه‌ها به

لحاظ تولید مثلی از هم جدا هستند. این بدان معنا است که جانداران درون یک گونه می‌توانند با همدیگر تولید مثل کنند و فرزندانی بارور به دنیا آورند، اما با اعضای گونه‌های دیگر نمی‌توانند چنین کاری انجام دهند. قهرمان تعریف گونه در چارچوب جدایی تولید مثلی ارنست مایر بود که «مفهوم زیست‌شناختی گونه»^۱ به روایت او شاید شناخته‌شده‌ترین تلاش برای حل مسأله گونه باشد.

مفهوم زیست‌شناختی گونه

ایده کلیدی مفهوم زیست‌شناختی گونه آن است که شباهت‌ها و گسستگی‌های میان موجودات زنده که محرک تلاش برای تقسیم آنها به گونه‌های مختلف است، در اصل به دلیل توقف جریان ژن پدید می‌آید. برای درک این موضوع، دو گونه خویشاوند نزدیک را در نظر بگیرید، برای مثال، شمپانزه (*Pan troglodytes*) و بونوبو (*Pan paniscus*). این دو گونه نیای مشترک اخیری دارند، اما در ظاهر و رفتارشان به وضوح از هم متمایزند. نکته آن است که تفاوت‌های میان شمپانزه‌ها و بونوبوها در آغاز پدید آمد، و تا به امروز ادامه یافت، به این دلیل که این دو گروه با یکدیگر هم‌آمیزی نمی‌کنند. در نتیجه، نه ژن‌های جهش‌یافته‌ای که در بونوبوها ظاهر می‌شوند می‌توانند به خزانه ژن شمپانزه‌ها جریان یابند، و نه عکس آن امکان‌پذیر است. این همان چیزی است که از ابتدا به این دو گروه امکان داده به لحاظ ژنتیکی از هم واگرایند، و توضیح می‌دهد که چرا هویت متمایزشان را تا به امروز حفظ کرده‌اند. اگر شمپانزه‌ها و بونوبوها به‌آسانی می‌توانستند هم‌آمیزی کنند، تفاوت‌های میان‌شان به سرعت ناپدید می‌شد.

مفهوم زیست‌شناختی گونه تلاشی است برای تعمیم این یافته و تبدیل آن به تعریفی ساده و روشن برای گونه. به گفته مایر «گونه‌ها گروه‌هایی از جمعیت‌های طبیعی هم‌آمیزِ بالفعل یا بالقوه‌اند که به لحاظ تولید مثلی از

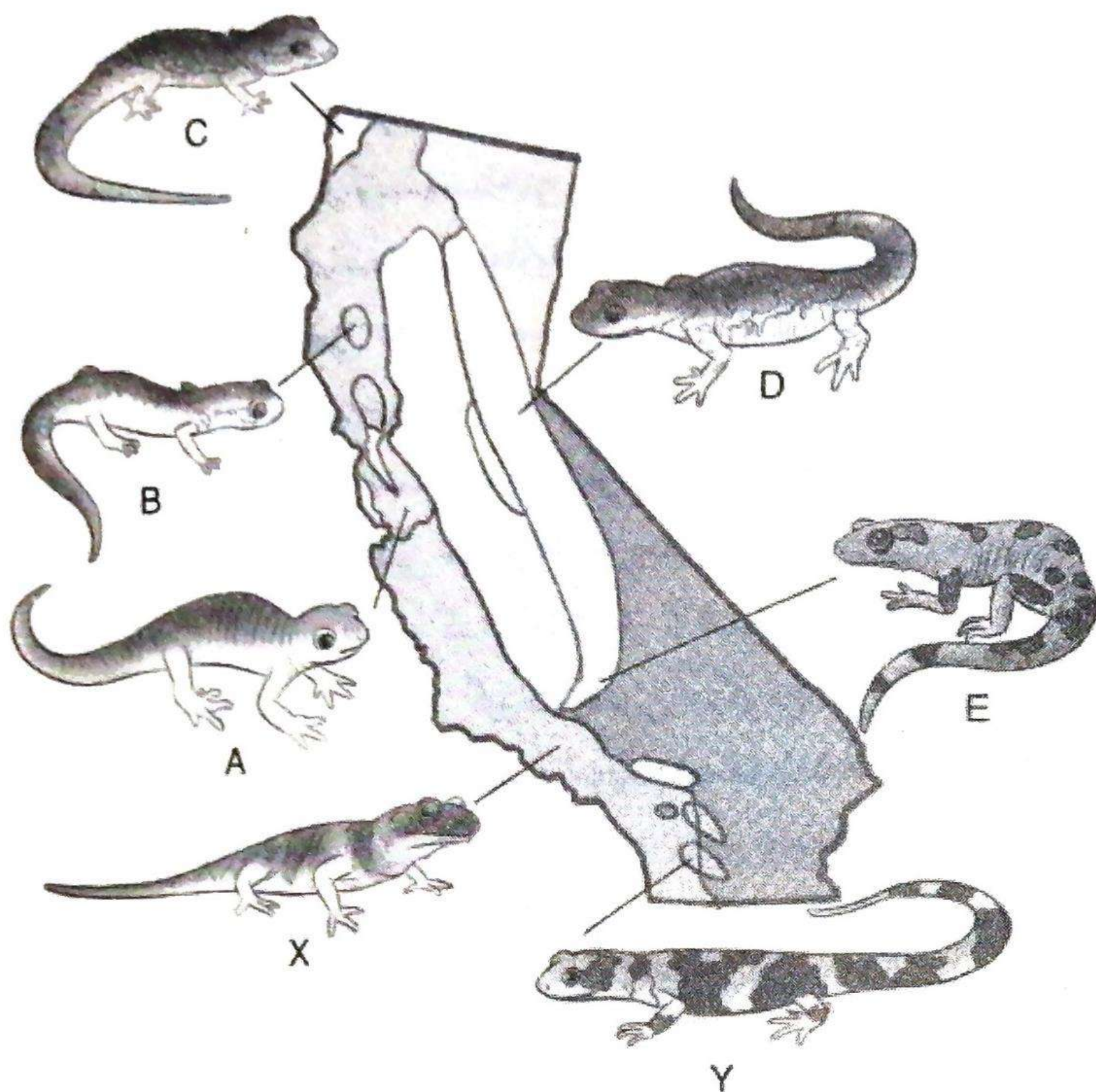
گروه‌های مشابه دیگر جدا هستند.» این تعریف جذابی است، و گونه‌هایی که به رسمیت می‌شناسد اغلب با گونه‌هایی که زیست‌شناسان پیشین تشخیص داده بودند هم‌خوانی نزدیکی دارد. بنابراین، مفهوم زیست‌شناختی گونه در تأیید این برداشت است که مرزهای میان گونه‌ها نه قراردادی بلکه واقعی هستند. از این گذشته، مفهوم زیست‌شناختی گونه تلویحاً به معنای آن است که برخلاف آنچه داروین اندیشیده بود، تمایزی اصولی میان صنف و گونه وجود دارد. برای مثال، عقاب طلایی اروپایی و عقاب طلایی آمریکایی را در نظر بگیرید. مفهوم زیست‌شناختی گونه آن را دو صنف [= زیرگونه] از یک گونه به شمار می‌آورد، و نه گونه‌هایی جداگانه، زیرا بالقوه می‌توانند هم‌آمیزی کنند و فرزندان مانا و زایا به وجود آورند (اگرچه در عمل به ندرت چنین کاری می‌کنند). در عوض، عقاب خال‌دار و عقاب طلایی گونه‌هایی جداگانه به شمار می‌آیند، زیرا اعضای آنها نمی‌توانند هم‌آمیزی کنند.

مفهوم زیست‌شناختی گونه پیشرفتی مهم در شناخت ما از گونه بود و امروزه هنوز کاربرد گسترده‌ای دارد. اما محدودیت‌هایی نیز دارد. یکی آنکه تنها در مورد جاندارانی به کار می‌رود که به شیوه جنسی تولید مثل می‌کنند؛ این در حالی است که بسیاری از جانداران به شیوه غیرجنسی تولید مثل می‌کنند، از جمله بیشتر میکروب‌ها، بعضی گیاهان و قارچ‌ها، و تعدادی از جانوران. برای این نوع جانداران، مفهوم زیست‌شناختی گونه هیچ رهنمودی ندارد که گونه چیست، و بنابراین در بهترین حالت راه‌حلی ناقص برای مسأله گونه است. از این گذشته، جدایی تولید مثلی همیشه موضوعی قطعی و روشن نیست، بلکه به درجات گوناگون وجود دارد. گونه‌های خویشاوندِ نزدیکی که در مجاورت هم زندگی می‌کنند اغلب دارای منطقه دورگ‌گیری^۱ هستند که در آن گستره پراکندگی‌شان به هم می‌رسد؛ در این مناطق، مقدار محدودی دورگ‌گیری روی می‌دهد، که در آن دست‌کم در مواقعی فرزندان بارور تولید می‌شود، در حالی که دو گونه

هویت متمایزشان را حفظ می‌کنند. مناطق دورگ‌گیری اغلب هنگامی شکل می‌گیرد که یک گونه در فرایند شکافتن به دو گونه است، اما این کار ممکن است زمان زیادی به درازا بکشد. به‌ویژه در میان گیاهان، دورگ‌گیری میان جاندارانی که به گونه‌هایی کاملاً متمایز تعلق دارند بسیار رایج است. بنابراین، چنانچه مفهوم زیست‌شناختی گونه عیناً به کار گرفته شود، در این موارد پاسخ نادرستی به ما خواهد داد.

مشکل دیگر مفهوم زیست‌شناختی گونه از پدیده‌ی گونه‌ی حلقه‌ی ناشی می‌شود. این اصطلاح مربوط به گونه‌ای است که از تعدادی جمعیت تشکیل شده که به لحاظ جغرافیایی به شکل یک حلقه آرایش یافته‌اند که در آن هر جمعیت می‌تواند با همسایه‌اش هم‌آمیزی کند، اما دو جمعیتی که در دو سر این حلقه قرار گرفته‌اند قادر به هم‌آمیزی نیستند. برای مثال، سمندر گونه‌ی *Ensatina eschscholtzii* از تعدادی جمعیت متمایز تشکیل شده که در شکلی شبیه به یک حلقه دورتادور کوه‌های دره‌ی مرکزی کالیفرنیا آرایش یافته‌اند (تصویر ۲). هر کدام از این جمعیت‌ها می‌تواند با جمعیت همسایه هم‌آمیزی کند، اما جمعیتی که در انتهای غربی این حلقه قرار گرفته (X) نمی‌تواند با جمعیتی که در انتهای شرقی آن قرار گرفته (Y) هم‌آمیزی کند. این برای مفهوم زیست‌شناختی گونه نوعی معما مطرح می‌کند. برای آنکه ببینید چرا، بیایید بینیم آیا جمعیت‌های X و Y به یک گونه تعلق دارند یا نه؟ از آنجا که نمی‌توانند هم‌آمیزی کنند، پاسخ باید «نه» باشد. اما X و A از یک گونه‌اند، زیرا می‌توانند هم‌آمیزی کنند؛ و به همین ترتیب A و B، B و C، C و D و مانند آنها نیز از یک گونه‌اند. بنابراین، منطق می‌گوید می‌توان نتیجه گرفت که جمعیت‌های X و Y نیز هم‌گونه‌اند! پس می‌بینیم که تلاش برای تعریف گونه با استفاده از معیار هم‌آمیزی به تناقض می‌انجامد.

اگرچه گونه‌ی حلقه‌ی مسأله‌ی منطقی جالبی مطرح می‌کند، اما به دو دلیل برای مفهوم زیست‌شناختی گونه مَهَلک نیست. نخست آنکه گونه‌ی حلقه در



۲. جمعیت‌های موضعی سمندر *Ensatina eschscholtzii* حلقه‌ای تشکیل می‌دهند که در آن غربی‌ترین و شرقی‌ترین جمعیت‌ها نمی‌توانند هم‌آمیزی کنند.

طبیعت نسبتاً کمیاب است. دوم آنکه معمولاً تصور می‌شود مرحله‌ای از فرایند گونه‌زایی را به نمایش می‌گذارد، یعنی دو جمعیتی که در دو سر این حلقه قرار دارند گونه‌های جدید آغازین یا در حال شکل‌گیری هستند. در کل، هزاران نسل طول می‌کشد تا یک گونه به دو گروه جدا از نظر تولید مثلی شکافته شود؛ بنابراین وجود اشکال انتقالی، و جمعیت‌هایی که جایگاه‌شان نامشخص است، چیز غیرمنتظره‌ای نیست. از این دیدگاه، وجود گونه حلقه نشان‌دهنده نوعی نقص در مفهوم زیست‌شناختی گونه نیست که بتوان با یافتن تعریفی بهتر برای گونه برطرفش کرد، بلکه نشان‌دهنده این واقعیت

است که با توجه به طرز کار تکامل، مرزهای کاملاً روشن میان گونه‌ها چیزی نیست که همیشه وجود داشته باشد.

نارسایی‌های مفهوم زیست‌شناختی گونه سبب شکل‌گیری مفاهیم جانشین گوناگونی شده است. این تعاریف عبارت‌اند از مفهوم بوم‌شناختی گونه، مفهوم تبارشناختی گونه، مفهوم ریخت‌شناختی گونه و بسیاری دیگر. در واقع، در یک بررسی اخیر معلوم شده که دست‌کم سی مفهوم گونه در منابع منتشرشده زیست‌شناسی مطرح شده است. انگیزه طرح این مفاهیم گوناگون است. بعضی طوری طراحی شده‌اند که نسبت به مفهوم زیست‌شناختی گونه به طیف گسترده‌تری از تاکسون‌ها اطلاق شوند و گونه‌های غیرجنسی را نیز در بر گیرند؛ بعضی دیگر با این هدف معرفی شده‌اند که کاربردشان در عمل آسان‌تر از مفهوم زیست‌شناختی گونه باشد؛ و باز بعضی دیگر نیز هستند که برای نشان دادن این واقعیت معرفی شده‌اند که محدودیت جریان ژن تنها عامل حفظ هویت متمایز گونه‌ها نیست. هر کدام از این مفاهیم گونه امتیازهای خودش را دارد، و در مجموع در مورد بعضی تاکسون‌ها خوب جواب می‌دهد، اما هیچ‌کدام از آنها از پذیرش همگانی برخوردار نشده‌اند.

با توجه به وضعیت کنونی، شاید باید دست از خود ایده گونه زیست‌شناختی برداشت؟ این نظر در مواردی مطرح شده است، اما این گزینه‌ای است که به عنوان آخرین چاره باید به آن متوسل شد. زیرا مخزن بزرگی از دانش زیست‌شناسی در چارچوب تراز گونه بیان می‌شود؛ و در عمل، دانستن اینکه یک جاندار به چه گونه‌ای تعلق دارد اغلب تعیین‌کننده و حیاتی است. برای مثال، اگر پرنده‌شناسی با پرنده‌ای غیرعادی روبه‌رو شود، نخستین چیزی که می‌خواهد بداند این است که گونه‌اش چیست، زیرا این اطلاعات ارزشمندی درباره ویژگی‌ها، رفتار و بوم‌شناسی آن به دست می‌دهد. بنابراین، با آنکه تعریف کاملاً رضایت‌بخشی از گونه وجود ندارد، اما قرار هم نیست که از آن چشم‌پوشی کنیم. این وضعیت

را جان مینارد اسمیت به شیوایی توصیف کرده که می‌نویسد هر تلاشی برای تقسیم تمام جانداران، در گذشته و حال، به گروه‌هایی با تعریف روشن که میان‌شان حد واسطی وجود نداشته باشد، محکوم به شکست است. تاکسونومیست با تضاد میان ضرورت عملی و امکان‌ناپذیری نظری وظیفه‌اش روبه‌رو است.

بنابراین زیست‌شناسان همچنان با گونه‌ها طوری برخورد می‌کنند که گویی گروه‌هایی با تعریف قطعی و روشن هستند، در حالی که می‌دانند این فقط تقریبی از واقعیت است.

گونه به عنوان فرد

در اواخر دهه ۱۹۷۰، تشخیص جالبی از مشکل گونه از سوی زیست‌شناسی به نام مایکل گیسلین^۱ و فیلسوفی به نام دیوید هال^۲ ارائه شد. آنها گفتند که این مسأله به شکلی که به‌طور سنتی تدوین شده بر پایه یک فرض اشتباه قرار دارد، یعنی این فرض که گونه زیستی یک نوع، یا سنخ^۳، است. آنها در عوض استدلال کردند که گونه یک فرد^۴ مرکب است؛ یعنی، یک چیز جزئی^۵ است. برای پی بردن به این نکته، یک فرد زیست‌شناختی عادی را در نظر بگیرید، مثلاً یک اسب مسابقه انگلیسی به نام رد رام^۶ که در دهه ۱۹۷۰ مسابقه می‌داد. رد رام در یک زمان و مکان خاص به دنیا آمد، طول عمر محدودی داشت، و در سال ۱۹۹۵ درگذشت. به همین ترتیب، یک گونه زیستی نیز در زمان و مکان خاصی به وجود می‌آید، یعنی هنگامی که یک رویداد گونه‌زایی اتفاق می‌افتد، و تا زمانی که منقرض شود مدت مشخصی دوام می‌آورد. این در حالی است که یک نوع حقیقی به زمان و مکان محدود نیست. نوع طلا را در نظر بگیرید. یک تکه ماده در هر جای جهان، بدون

1. Michael Ghiselin (1939-)

2. David L. Hull (1935-2010)

3. Type

4. Individual

5. Particular

6. Red Rum

توجه به اینکه از کجا آمده باشد، به شرط آنکه اتم‌های سازنده‌اش عدد اتمی ۷۹ داشته باشند، طلا به شمار می‌آید. بنابراین، به لحاظ نظری می‌توان تمام طلای موجود در جهان را نابود کرد و آنگاه سال‌ها بعد مقداری از آن را در آزمایشگاه ساخت. اما گونه‌ها، به گفته گیسلین و هال، این‌طور نیستند. هنگامی که گونه‌ای منقرض می‌شود، منطقاً دیگر نمی‌توان آن را به وجود آورد، همان‌طور که من و شما نیز نمی‌توانیم پس از مرگ‌مان به زندگی بازگردیم.

گیسلین و هال نه از هیچ مفهوم گونه‌ جزئی دفاع کردند، و نه دنبال معیاری برای تعیین حدود گونه در عمل و در طبیعت گشتند. بلکه تلاش کردند با بازاندیشی در بنیان فلسفی گونه به بحث‌های مربوط به آن جهت تازه‌ای بدهند. از این گذشته گیسلین و هال منکر آن نشدند که تراز^۱ گونه را می‌توان نوع به شمار آورد. تراز گونه به عنوان اعضای خود حاوی *Homo sapiens*، *Canis familiaris*، *Felis catus*، و هر گونه دیگری است. بلکه ادعای آنها این بود که هر تاکسون گونه به جای آنکه یک نوع باشد یک فرد است. این یعنی رابطه میان یک جاندار و گونه‌اش رابطه جزء به کل است، نه عضو به نوع. برای درک این نکته، رابطه میان یک سلول خاص در بدن رد رام و خود رد رام را در نظر بگیرید. این یک رابطه جزء-کل است: سلول جزئی از رد رام است، نه عضوی از رد رام. به همین ترتیب، به گفته گیسلین و هال رابطه میان رد رام و *Equus ferus caballus* (گونه اسب اهلی) رابطه جزء-کل است.

ایده گونه به عنوان فرد در نگاه نخست عجیب به نظر می‌رسد. زیرا گونه‌ها، از این نظر که جانداران تشکیل‌دهنده آنها به هم نپیوسته‌اند، مانند افراد زیست‌شناختی عادی نیستند. با این حال، این تفاوت نسبتاً سطحی است. مورچه‌های یک کلنی نیز به هم نپیوسته‌اند، اما ما هیچ مشکلی نداریم که کل کلنی آنها را یک فرد به حساب بیاوریم. از این گذشته، فرد در

نظر گرفتن گونه‌ها از امتیازهای خاصی نیز برخوردار است. به‌ویژه اینکه به آشتی دادن این باور دیرپای زیست‌شناسان، که دست‌کم تعدادی از گونه‌ها نه دسته‌هایی اختیاری بلکه واحدهایی واقعی در طبیعت هستند، با این واقعیت کمک می‌کند که گونه‌ها فاقد ذات ژنتیکی هستند و جانداران تشکیل‌دهنده آنها با هم متفاوت‌اند. اگر یک گونه یک نوع طبیعی بود، باید انتظار می‌داشتیم که شرطی لازم و کافی برای تعلق به آن گونه وجود داشته باشد، مثل همان که برای طلا وجود دارد. ناتوانی در یافتن چنین شرطی باید سبب شود تردید کنیم که آیا نوع تقسیمی واقعی در طبیعت را مشخص می‌کند یا نه. اما اگر یک گونه فردی مرکب باشد که جانداران سازنده‌اش نه اعضای آن بلکه اجزایش باشند، چنین انتظاری وجود ندارد. زیرا اجزایی که یک کل را تشکیل می‌دهند به این دلیل چنین کاری را انجام نمی‌دهند که همه‌شان دارای نوعی ویژگی جوهری هستند، یا از نوعی شرط لازم و کافی برای عضویت برخوردارند. بنابراین، نداشتن این ویژگی با واقعی بودن کل کاملاً سازگار است.

برای پی بردن به این نکته، مثالی غیرزیست‌شناختی را در نظر بگیرید. میز دفتر کارم صفحه‌ای شیشه‌ای و پایه‌هایی فولادی دارد. بنابراین، دو بخش از میز من، یعنی صفحه و پایه‌ها، ذاتاً ناهم‌اند هستند. اما این مانع از آن نمی‌شود که اجزای یک چیز منفرد باشند. از این گذشته، حتی اگر ذاتاً مانند هم بودند، برای مثال اگر هر دو از فولاد ساخته شده بودند، به دلیل این همانندی نبود که اجزایی از یک میز را تشکیل می‌دهند. همین وضعیت در مورد رابطه جزء-کل زیست‌شناختی نیز صدق می‌کند. سلول‌های بدن من از نظر ژنتیکی شباهت زیادی به هم دارند، اما به دلیل این شباهت نیست که جزئی از من هستند. یک سلول جهش‌یافته در کبدم نیز جزئی از من است، و سلولی در بدن دوقلوی همسان من، با اینکه از نظر ژنتیکی با سلول‌های من یکسان است، جزئی از من نیست. از دیدگاه گونه به مثابه فرد، همین رابطه در مورد جانداران و گونه‌ها نیز صدق می‌کند. تغییرات ژنتیکی گسترده‌ای

که در یک گونه میان جانداران می‌یابیم به هیچ وجه واقعی بودن آن گونه را به خطر نمی‌اندازد، به شرطی که آن گونه را نه یک نوع بلکه یک فرد به شمار آوریم.

به گفته هال، ایده گونه به مثابه فرد از پیامدهای فلسفی چشمگیری برخوردار است. یکی اینکه نباید انتظار داشته باشیم قوانینی علمی پیدا کنیم که در مورد تمام جانداران یک گونه خاص و فقط در مورد آنها صدق کند. یک سنت قدیمی در فلسفه علم، که در فصل ۱ درباره‌اش بحث شد، علم را جست‌وجو برای یافتن قوانینی بی‌استثنا می‌داند، قوانینی به این شکل که «در تمام چیزهای ج، اگر ج از نوع الف باشد آنگاه ج از نوع ب است» (تمام الکترون‌ها بار منفی دارند؛ تمام فلزات رسانای برق هستند؛ تمام سیاره‌ها دور خورشید می‌گردند). اکنون اگر فرض کنیم که گونه یک نوع طبیعی است، و بنابراین می‌توان آن را به جای الف در فرمول بالا گذاشت، باید انتظار داشته باشیم که زیست‌شناسان ویژگی‌هایی (که در جای ب می‌نشینند) کشف کنند که در مورد تمام جانداران یک گونه و تنها در مورد آنها صدق کند. اما اگر گونه فردی مرکب باشد که جانداران سازنده‌اش اجزای آن باشند، چنین انتظاری وجود ندارد، و گونه از ابتدا نامزد مناسبی برای نشستن در موقعیت الف نیست. این واقعیت که معمولاً تعمیم‌های بدون استثنا درباره اعضای یک گونه زیستی را به دشواری می‌توان یافت، تأیید غیرمستقیم پیشنهاد گونه به مثابه فرد است.

پیامد فلسفی دوم به اختلاف نظری قدیمی بر سر طبیعت انسان مربوط می‌شود. از دیرباز دانشوران بر این باور بوده‌اند که چیزی به نام طبیعت انسان وجود دارد، نوعی ویژگی ذاتی که انسان بودن را تعریف می‌کند. (در مورد اینکه این ویژگی چه می‌تواند باشد پیشنهاد‌های گوناگونی مطرح شده است.) باور به طبیعت انسان منطقی به نظر می‌رسد، زیرا روشن است که انسان با شمپانزه که نزدیک‌ترین خویشاوند زنده ماست تفاوت دارد. اما هال استدلال کرد از آنجا که *Homo sapiens* نه یک نوع بلکه یک فرد است،

هیچ ویژگی وجود ندارد که ذات یا جوهر انسانیت را تعریف کند. البته این به معنای انکار آن نیست که انسان دارای ویژگی‌هایی است که در شمپانزه وجود ندارد، اما به معنای رد این ادعا است که به دلیل داشتن مجموعه خاصی از ویژگی‌ها است که کسی انسان به حساب می‌آید. اگر حق با هال باشد، آنگاه بیشتر بحث‌های سنتی درباره طبیعت انسان مبتنی بر فرضی نادرست هستند.^۱

۱. در این رابطه جمله مشهوری از مایکل گیسلین در کتاب متافیزیک و پیدایش گونه‌ها (۱۹۹۷) هست که «تکامل درباره طبیعت انسان به ما چه می‌آموزد؟ به ما می‌گوید که طبیعت انسان چیزی جز خرافات نیست.» به عبارت دیگر، طبیعت انسان مفهومی پیش‌داروینی است. این در حالی است که پروژه اصلی روان‌شناسی تکاملی جست‌وجوی همگانی‌های انسان (Human universals) و قوانین عمومی حاکم بر روان‌شناسی انسان است. در این زمینه هنوز اختلاف نظر بسیاری هست که طرح آن فضای دیگری می‌طلبد. اما اگر دامنه بحث را به تشخیص (diagnosis) تاکسونومیک محدود کنیم، این کار در تاکسونومی از طریق تعریف انجام نمی‌شود. (اساساً در تاکسونومی تمایزی میان توصیف (description) و تعریف (definition) وجود ندارد و منظور از هر دوی آنها فهرستی از حالت-صفت‌های (character-states) یک گونه، یا تاکسون‌های بالاتر یا پایین‌تر، است.) به عبارت دیگر، لازم نیست برای تعیین انسان بودن یا نبودن یک موجود از یک ویژگی مشترک همگانی و اختصاصی استفاده کنیم. با مجموعه‌ای از صفات شاخص یا کلیدی یا ویژگی‌هایی که در بیشتر اعضای یک گونه یافته می‌شوند (inclusive)، و عمدتاً در اعضای گونه‌های دیگر یافته نمی‌شوند (exclusive)، می‌توان با تقریب بسیار خوبی عضویت یک فرد در یک گونه را تشخیص داد. این همان رویکردی است که در بیشتر کتاب‌های راهنمای شناسایی جانداران در طبیعت به شکل توصیف ویژگی‌ها، و گاه همراه با کلیدهای شناسایی، به کار گرفته می‌شود. فرض کنید گردشگری کیهانی از سیاره‌ای دور به زمین آمده است. او با داشتن نسخه‌ای از چنین کتابی که صفحه‌ای نیز به انسان اختصاص داده باشد، به آسانی می‌تواند اعضای گونه ما را از روی ویژگی‌های ریختی، رفتاری، زیستگاهی و غیره شناسایی کند، ویژگی‌های حاصل از تکامل گونه ما در مسیری اختصاصی که ما را از تمام جانداران دیگر متفاوت ساخته است. به عبارت دیگر، انسانیت را حتی اگر نتوان به معنای ذات‌باورانه آن تعریف کرد، قطعاً می‌توان توصیف کرد، و همین برای تشخیص و تعیین عضویت کافی است. برای مثال، راه رفتن روی دو پا را در نظر بگیرید. دوپایی (bipedalism) یکی از ویژگی‌هایی است که در فرایند تکامل انسان پدید آمده است. با این حال در مارس ۲۰۰۶ بی‌بی‌سی گزارشی از یک خانواده گرد در جنوب شرقی ترکیه منتشر کرد که اعضای آن قادر به راه رفتن روی دو پا نیستند و در عوض روی کف چهار دست و پا راه می‌روند. گردشگر کیهانی ما، از آنجا که بر اساس مجموعه‌ای از ویژگی‌های شاخص به تشخیص می‌رسد، و هیچ ویژگی منفردی را معرف جوهر انسانیت نمی‌داند، با مشاهده سایر ویژگی‌های انسان در اعضای این خانواده نتیجه خواهد گرفت که آنها انسان هستند، هرچند اعضای غیرعادی از گونه انسان.

سیستماتیک تبارشناختی

پس از آنکه جاننداری به شکل رضایت‌بخشی به گونه‌ای نسبت داده شد، مرحله بعد در کار رده‌بندی زیست‌شناختی قرار دادن آن گونه در تاکسون‌های بالاتر است. برای این کار از چه اصولی باید استفاده کرد؟ پاسخ استاندارد را سیستماتیک تبارشناختی^۱ می‌دهد که کلادیستیک^۲ نیز نامیده می‌شود و امروزه روش غالب تاکسونومی است. ایده کلیدی سیستماتیک تبارشناختی این است که رده‌بندی باید «بازتاب تاریخ تکاملی» باشد، یعنی گونه‌ها باید بر اساس میزان خویشاوندی‌شان با همدیگر گروه‌بندی شوند. به عبارت دقیق‌تر، بر اساس سیستماتیک تبارشناختی تمام گروه‌های تاکسونومیک بالاتر از سطح گونه، چه جنس، چه خانواده، چه راسته، یا هر تراز دیگر، باید تک‌تبار^۳ باشند.

یک گروه تک‌تبار، که اصطلاحاً کلاد^۴ نامیده می‌شود، گروهی است که شامل تمام زادگان یک گونه نیاکانی و فقط شامل آنها باشد. به بیان دیگر، گونه‌هایی که در یک گروه تک‌تبار قرار می‌گیرند باید یک نیای مشترک داشته باشند که نیای هیچ گونه دیگری خارج از این گروه نباشد. گروه‌های تک‌تبار اندازه‌های گوناگونی دارند. در یک سرطیف، با فرض اینکه حیات روی زمین تنها یک بار پدید آمده باشد، تمام گونه‌هایی که تاکنون وجود داشته‌اند یک گروه تک‌تبار تشکیل می‌دهند. در سر دیگر طیف، ممکن است گروه‌های تک‌تباری تنها با دو گونه وجود داشته باشند، به شرط آنکه آنها تنها زادگان یک نیای مشترک باشند. بر اساس سیستماتیک تبارشناختی، گروه‌هایی که تک‌تبار نیستند، هر قدر هم که اعضایشان به هم شباهت داشته باشند، نباید در رده‌بندی زیست‌شناختی به رسمیت شناخته شوند، زیرا این گروه‌بندی‌ها به جای آنکه واقعی باشند، مصنوعی هستند.

1. Phylogenetic Systematics

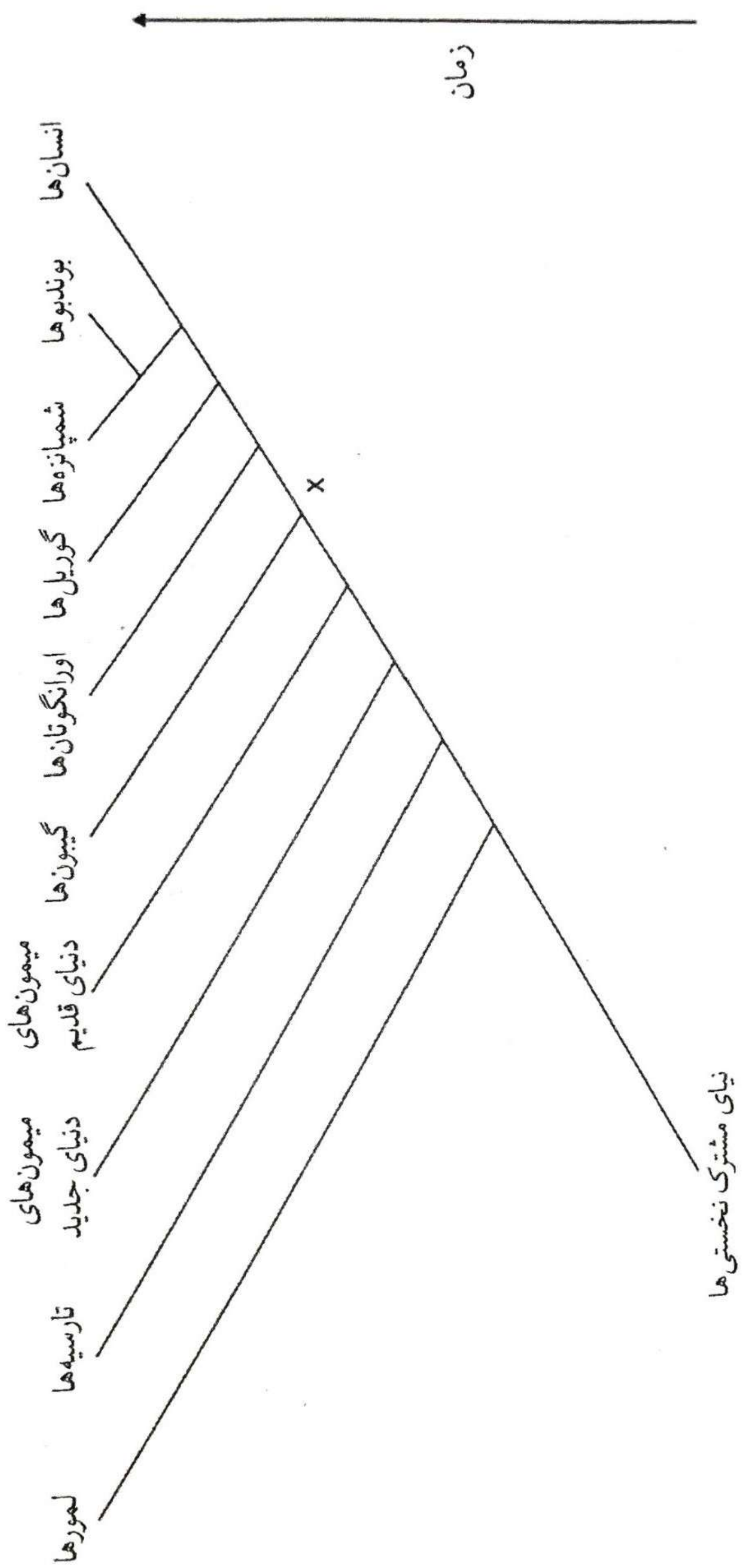
2. Cladistics

3. Monophyletic

4. Clade

برای درک مفهوم تک‌تباری، نگاهی به تصویر ۳ بیندازید، یک درخت تبارشناختی که الگوی تبار نیاکانی در میان نخستی‌ها را به تصویر می‌کشد. دوشاخه‌هایی که در این درخت دیده می‌شوند رویدادهای گونه‌زایی را به تصویر می‌کشند، هنگامی که یک دودمان نیاکانی به دو دودمان تقسیم می‌شود. نخستی‌های گروهی تک‌تبار تشکیل می‌دهند، زیرا تمام زادگان یک نیای مشترک و فقط زادگان همان نیای مشترک را در بر می‌گیرند که حدود شصت و سه میلیون سال پیش می‌زیست و در پایین تصویر نشان داده شده است. درون نخستی‌ها تعدادی از گروه‌های تک‌تبار کوچک‌تر جای گرفته‌اند. برای مثال، گروه {اوران‌گوتان، گوریل، شمپانزه، بونوبو، انسان} که خانواده انسانریخت‌های بزرگ نامیده می‌شود، تک‌تبار است: این گروه تمام زادگان یک گونه نیاکانی منفرد که از گرهی که با علامت x مشخص شده منشعب شده و تنها زادگان آن را در بر می‌گیرد. در عوض، گروه {گوریل، بونوبو، انسان} تک‌تبار نیست. زیرا اگرچه گونه‌های این گروه نیای مشترکی دارند، اما این نیای مشترک ضمناً نیای شمپانزه نیز است که در این گروه گنجانده نشده است. اگر یک درخت تبارشناختی در دست داشته باشیم، تعیین اینکه آیا گروهی تک‌تبار است یا نه کار آسانی است: کافی است آنقدر عقب بروید تا به نیای مشترک اعضای آن گروه برسید، سپس ببینید که آیا این نیا زاده‌ای دارد که در گروه نباشد یا نه.

الزامی کردن اینکه تمام تاکسون‌ها حتماً باید تک‌تبار باشند از دیدگاه تکاملی کاملاً منطقی است. از این گذشته، معمولاً به رده‌بندی‌هایی می‌انجامد که از نظر زیست‌شناختی معقول هستند، به این دلیل که گونه‌هایی را با هم در یک گروه قرار می‌دهد که ویژگی‌های مشترکی دارند. علتش این است که گونه‌های هر گروه تک‌تبار عموماً دارای ویژگی‌های شاخصی به نام همساختی^۱ خواهند بود که آنها را از نیای مشترک‌شان به ارث برده‌اند. برای مثال، تمام گونه‌های خانواده انسانریخت‌های بزرگ در مقایسه با

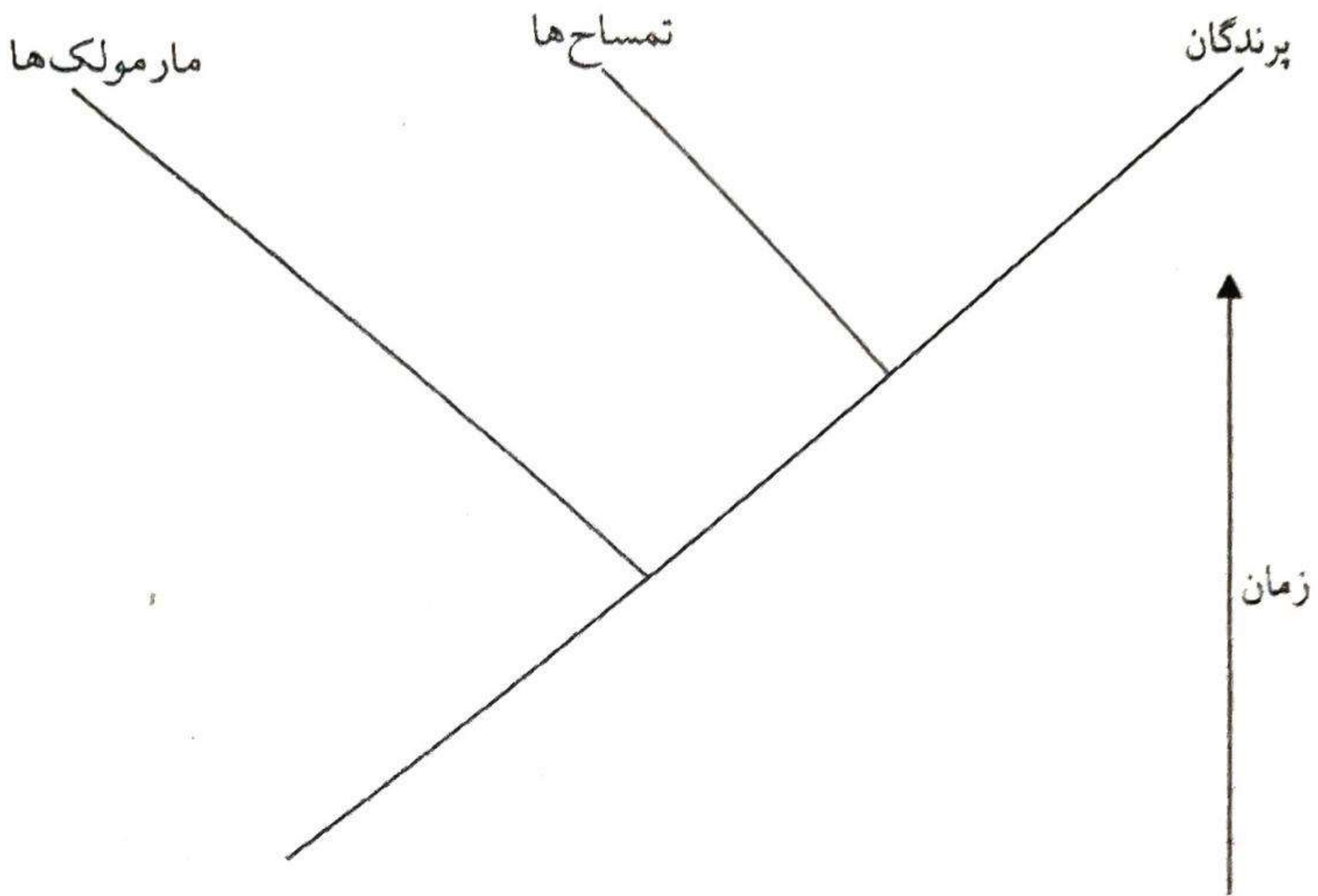


۳. تبارشناسی گروه‌های اصلی نخستیان.

نخستی‌های دیگر بزرگ‌جثه‌اند، دم ندارند، و دوریختی جنسی (تفاوت‌های میان نر و ماده) چشمگیری را به نمایش می‌گذارند. در عوض، گیبون‌ها و میمون‌ها، که در خانوادهٔ انسانریخت‌های بزرگ جای ندارند، فاقد بعضی از این ویژگی‌ها هستند. در نتیجه، دربارهٔ گونه‌های انسانریخت بزرگ می‌توان تعمیم‌های زیست‌شناختی جالبی مطرح کرد که در مورد گونه‌های خارج از این خانواده صدق نمی‌کنند.

اما در موارد دیگر، الزام تک‌تباری به رده‌بندی‌های غیرطبیعی می‌انجامد. یک مثال مشهور آن به ردهٔ Reptilia یا خزندگان مربوط می‌شود. از دیرباز مارمولک‌ها و تمساح‌ها در راستهٔ خزندگان، اما پرندگان در ردهٔ جداگانه‌ای به نام Aves جای داده شده‌اند. این از نظر زیست‌شناختی کاملاً منطقی است، زیرا پرندگان آناتومی و فیزیولوژی بی‌همتای خودشان را دارند که با مارمولک‌ها، تمساح‌ها و خزندگان دیگر کاملاً متفاوت است. با این همه، همان‌طور که تصویر ۴ نشان می‌دهد، معلوم شده که Reptilia گروه تک‌تباری نیست. نیای مشترک مارمولک‌ها و تمساح‌ها ضمناً نیای پرندگان هم هست؛ بنابراین قرار دادن مارمولک‌ها و تمساح‌ها با هم در گروهی که پرندگان را در بر نمی‌گیرد، الزام تک‌تباری را نقض می‌کند. بنابراین سیستماتیک تبارشناختی توصیه می‌کند که تاکسونومی به شیوهٔ سنتی کنار گذاشته شود: یعنی Reptilia اصلاً نباید به رسمیت شناخته شود، زیرا یک تاکسون واقعی نیست. به گفتهٔ آنها اینکه فکر کنیم چیزی به نام خزندگان وجود دارد خطایی بیش نیست.

مثال خزندگان، و موارد دیگری نظیر این، در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ موضوع بحثی داغ میان طرفداران سیستماتیک تبارشناختی و دو مکتب تاکسونومیک رقیب بود. بر اساس مکتب فنیتیک^۱، رده‌بندی نباید هیچ ارتباطی با تاریخ تکاملی داشته باشد، بلکه در عوض باید بر پایهٔ شباهت‌های مشاهده‌شده میان گونه‌ها انجام شود. هدف باید قرار دادن گونه‌های شبیه به



۴. خزندگان تک‌تبار نیستند، زیرا پرندگان را در بر نمی‌گیرند.

هم در یک گروه باشد، بدون توجه به اینکه تبار نیاکانی مشترکی دارند یا نه. بنابراین فنتیک درست در نقطهٔ مقابل سیستماتیک تبارشناختی قرار دارد. مکتب سوم، تاکسونومی تکاملی^۱، تلاش می‌کند در مسیری میانه حرکت کند. بنا بر این دیدگاه، رده‌بندی باید تاریخ تکامل را بازتاب دهد، اما لزومی ندارد تک‌تباری سفت و سخت رعایت شود. اگر تعدادی از گونه‌های درون یک گروه تک‌تبار به میزان زیادی از بقیهٔ اعضای گروه واگراییده باشند، آنگاه جدا کردن‌شان می‌تواند موجه باشد. از این رو تاکسونومیست‌های تکاملی با توجه به اینکه در پرندگان ویژگی‌های بی‌همتایی تکامل یافته که در خزندگان دیگر یافته نمی‌شود، Reptilia را با اینکه پرندگان را در بر نمی‌گیرد تاکسونومی حقیقی به شمار می‌آورند^۲.

1. Evolutionary Taxonomy

۲. اصطلاحی که در این مورد به کار می‌رود فرازایی (anagenesis) است، به معنای تغییر تکاملی درون یک دودمان تبارشناختی بدون شاخه‌زایی (cladogenesis).

طرفداران سیستماتیک تبارشناختی می‌گویند که شیوه رده‌بندی‌شان عینی است، در حالی که شیوه رده‌بندی طرفداران فنتیک و تاکسونومیست‌های تکاملی این‌طور نیست. در این ادعا حقیقتی نهفته است. زیرا فنتیک‌دان‌ها رده‌بندی‌هایشان را بر مبنای شباهت میان گونه‌ها بنا می‌کنند، و قضاوت درباره شباهت تا اندازه‌ای ذهنی است. هر دو گونه مفروض از برخی جهات به هم شبیه خواهند بود و از برخی جهات دیگر نه. برای مثال، دو گونه حشره ممکن است از نظر آناتومی بسیار شبیه هم باشند، اما عادات غذایی متفاوتی داشته باشند. بنابراین، برای قضاوت درباره میزان شباهت‌شان، کدام جهات را باید در نظر گرفت؟ همین مشکل گریبان تاکسونومیست‌های تکاملی را نیز می‌گیرد. زیرا آنها نیز باید درباره میزان واگرایی میان گروه‌های مختلف تصمیم بگیرند، برای مثال اینکه آیا پرندگان به اندازه کافی از تاکسون‌های معمول خزندگان واگراییده‌اند یا نه. این نوع تصمیم‌ها تا اندازه‌ای مبتنی بر «قضاوت زیست‌شناختی سالم» هستند، بنابراین نمی‌توانند کاملاً عینی باشند. در عوض، معیار تک‌تباری کاملاً عینی و روشن است: یک گروه خاص یا تک‌تبار است یا تک‌تبار نیست (هرچند ممکن است ندانیم کدام است). یکی از دلایل اینکه سیستماتیک تبارشناختی امروزه به رویکرد غالب در رده‌بندی زیست‌شناختی تبدیل شده همین است.

در نخستین روزهای سیستماتیک تبارشناختی، اغلب این ایراد مطرح می‌شد که با این روش ابهام بیش از حدی به رده‌بندی راه یافته است. اینکه الزامی کنیم تاکسون‌ها حتماً باید تک‌تبار باشند خیلی هم خوب است، اما اگر نتوانیم تعیین کنیم که فلان گروه تک‌تبار است یا نه، کاربرد چندانی نخواهد داشت. این به نوبه خود اقتضا می‌کند که بدانیم درخت تبارشناختی حقیقی چه شکلی است، در حالی که ما فقط غیرمستقیم، و از طریق استنباط، می‌توانیم به شکل آن پی ببریم. بنابراین، در رویکرد تبارشناختی، هرگاه که رده‌بندی انجام می‌دهیم به‌طور ضمنی داریم فرضیه‌ای درباره روابط تبارشناختی میان گونه‌های مورد بحث می‌سازیم، فرضیه‌ای که

ممکن است معلوم شود اشتباه بوده. در نتیجه، رده‌بندی زیست‌شناختی به کاری ادامه‌دار تبدیل می‌شود، موضوعی که با کامل‌تر شدن شناخت ما از تبارشناسی پیوسته باید در آن بازنگری صورت گیرد.

این نگرانی بجا است، و قطعاً حقیقت دارد که الزام تک‌تباری به بازنگری‌های تاکسونومیک بسیاری انجامیده است. اما در بیست و پنج سال گذشته، زیست‌شناسان در استنباط درخت‌های تبارشناختی پیشرفت چشمگیری کرده‌اند. زیرا به لطف زیست‌شناسی مولکولی، اکنون منبع غنی جدیدی از داده در اختیار دارند: توالی DNA جانداران. سیستماتیک سنتی برای بازسازی روابط تبارشناختی میان گونه‌ها ناگزیر بود به ویژگی‌های ریختی همچون شکل جمجمه و ساختار استخوان‌بندی تکیه کند. اما توالی‌های DNA، از یک سو به دلیل اختصاصی بودن و شفافیت‌شان، و از سوی دیگر به دلیل تعداد بسیار زیاد این توالی‌ها، روش به مراتب مطمئن‌تری برای تعیین این روابط فراهم می‌کنند. از این گذشته، روش‌های آماری پیچیده‌ای نیز برای تحلیل داده‌های مولکولی ابداع شده که به زیست‌شناسان امکان می‌دهد درباره روابط تبارشناختی بسیار مطمئن‌تر از گذشته اظهار نظر کنند. به عنوان نمونه‌ای از مثال‌های پرشمار، داده‌های مولکولی به حل این اختلاف نظر قدیمی کمک کرده‌اند که آیا نیای مشترک انسان با شمپانزه اخیرتر است یا با گوریل. (پاسخ شمپانزه است.) بنابراین، این ایراد که مبتنی کردن رده‌بندی به تبارشناسی موجب ابهام تاکسونومیک بیش از حد می‌شود دیگر به اندازه گذشته اهمیت ندارد.

سرانجام اینکه چه ارتباطی میان سیستماتیک تبارشناختی و نظام سنتی رده‌بندی لینه‌ای وجود دارد؟ بعضی جنبه‌های نظام لینه‌ای، از جمله ماهیت سلسله‌مراتبی رده‌بندی، را تأیید می‌کند. همان‌طور که از تصویر ۳ به وضوح برمی‌آید، گروه‌های تک‌تبار همیشه درون همدیگر جای می‌گیرند، و هیچ همپوشانی میان‌شان نیست؛ بنابراین چنان‌چه الزام تک‌تباری برآورده شود، رده‌بندی حاصل خودبه‌خود دارای ساختاری سلسله‌مراتبی خواهد بود. اما

سایر جنبه‌های نظام لینه‌ای به این خوبی با سیستماتیک تبارشناختی سازگاری ندارند. به خاطر بیاورید که در نظام لینه‌ای هر تاکسون رتبه خاصی دارد: جنس، خانواده، راسته و نظایر آنها. از دیدگاه سیستماتیک تبارشناختی، این رتبه‌ها معنای حقیقی ندارند، زیرا هیچ مبنای اصولی برای اینکه بگوییم فلان گروه تک‌تبار برای مثال جنس به شمار می‌آید یا خانواده وجود ندارد. به همین دلیل، بعضی زیست‌شناسان می‌گویند که رتبه‌های لینه‌ای را باید به کلی کنار گذاشت؛ اما کسانی که چنین نظری دارند در اقلیت هستند.

ژن

از میان تمام موجوداتی که زیست‌شناسان درباره آنها حرف می‌زنند، ژن شاید یکی از شناخته‌شده‌ترین‌ها باشد. این مفهوم که ژن‌های درون یک جاندار، از جمله انسان، مسئول بسیاری از ویژگی‌های مشهود آن جاندار، از جمله رنگ پوست، هستند در دانش عمومی از جایگاه مقدسی برخوردار است. پیشرفت‌هایی که در رشته ژنتیک صورت می‌گیرد مرتب به سرتیتر روزنامه‌ها تبدیل می‌شود، به‌ویژه هنگامی که با سلامت انسان ارتباط داشته باشند. در واقع، به‌ندرت هفته‌ای می‌گذرد که در آن پژوهشگران پزشکی کشف ژنی را اعلام نکنند که در ایجاد یک بیماری نقش دارد. نمونه مشهور آن ژن عامل یک بیماری کشنده تحلیل‌برنده اعصاب به نام هانتینگتون است که گروهی از پژوهشگران دانشگاه ام‌آی‌تی در سال ۱۹۹۳ کشف کردند. و ژن‌ها در کانون یکی از بزرگ‌ترین تلاش‌های پژوهشی دسته‌جمعی در زیست‌شناسی به نام «پروژه ژنوم انسان»^۱ بوده‌اند که از ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۳ ادامه یافت. بی‌دلیل نیست که ایولین فاکس کلر^۲، تاریخ‌نگار زیست‌شناسی، قرن بیستم را «قرن ژن» نامیده است.

1. Human Genome Project

2. Evelyn Fox Keller (1936-)

بیایید با پرسشی به ظاهر ساده آغاز کنیم: ژن دقیقاً چیست؟ با توجه به موقعیت برجسته ژنتیک در میان علوم زیستی، تا اندازه‌ای شگفت‌انگیز است که هیچ پاسخ یک‌خطی رضایت‌بخشی برای این پرسش وجود ندارد. این واقعیت آن‌طور هم که به نظر می‌رسد متناقض نیست، زیرا برای بسیاری از مفاهیم علمی تعریف کاملاً دقیقی وجود ندارد. برای مثال، مفهوم گونه را در نظر بگیرید که در فصل ۵ درباره‌اش بحث شد. اما در مورد ژن، دلایل بسیار جالبی وجود دارد که چرا تعریف دقیق ژن چنین دشواریاب است و چندین باریک‌اندیشی فلسفی در این زمینه مطرح می‌شود. برای درک این مسائل لازم است که ابتدا نگاهی کوتاه به تاریخ ژنتیک بیندازیم.

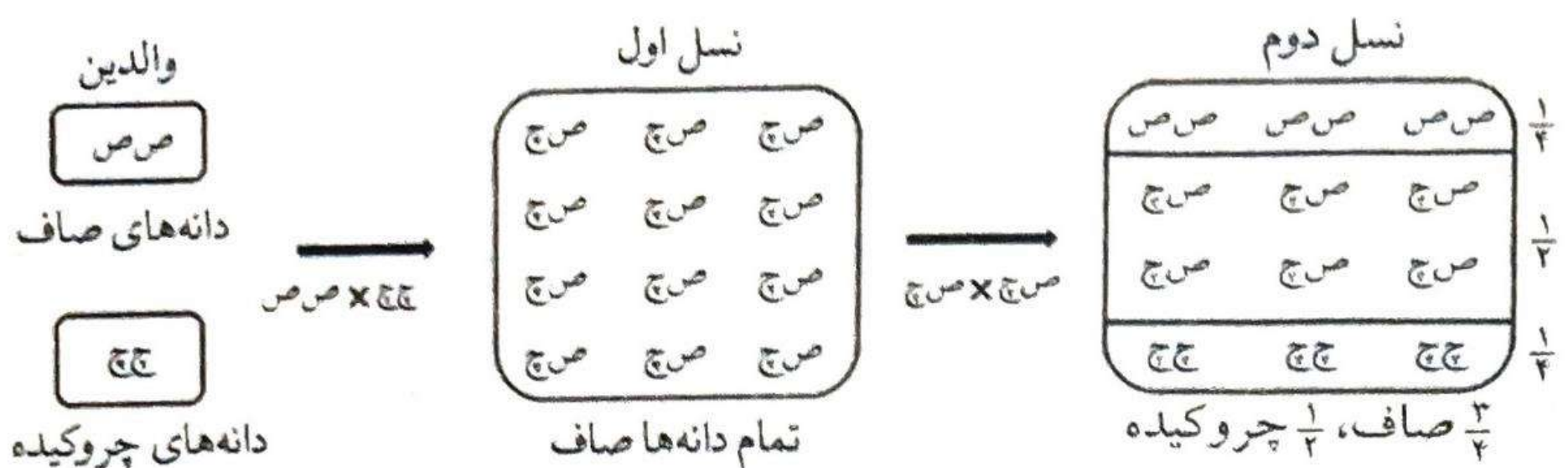
ژنتیک مندلی و کلاسیک

خاستگاه علم ژنتیک به پژوهش‌های گرگور مندل^۱، راهب اهل چک، در دهه ۱۸۶۰ بازمی‌گردد. مندل برای آنکه ببیند چگونه ویژگی‌های گیاهی خاص از نسلی به نسل بعد منتقل می‌شوند، آزمایش‌هایی را با تکثیر گیاه نخودفرنگی انجام داد. یکی از این ویژگی‌ها شکل نخودها بود که ممکن است صاف یا چروکیده باشند. مندل در آزمایشی مشهور کارش را با دو دودمان خالص گیاهی آغاز کرد، یکی با نخودهای صاف و دیگری با نخودهای چروکیده. سپس این دو دودمان را با هم پیوند زد تا نسلی از گیاهان دورگه را به وجود آورد. این دورگه‌ها که اصطلاحاً نسل نخست^۲ نامیده می‌شوند، همه نخودهای صاف داشتند؛ بنابراین، به نظر می‌رسید که ویژگی چروکیدگی از جمعیت ناپدید شده است (تصویر ۵). پس از آن، مندل دورگه‌های نسل نخست را با هم پیوند داد تا نسل دوم^۳ را به وجود آورد. او دریافت که سه‌چهارم از گیاهان نسل دوم دانه‌های صاف داشتند، در حالی که یک‌چهارم از آنها نخودهای چروکیده بودند. بنابراین، ویژگی چروکیدگی بازگشتی

1. Gregor Mendel (1822-1884)

2. First Filial Generation (F1)

3. F2



۵. در آزمایش مندل، تمام نخودها در نسل نخست دانه‌های صاف داشتند، اما نسل دوم به نسبت سه به یک هم دارای گیاهان دانه‌صاف بود و هم گیاهان دانه‌چروکیده.

اسرارآمیز داشت. انگار که توانایی تولید نخودهای چروکیده در گیاهان نسل نخست پنهان مانده بود، فقط برای اینکه به طریقی در نسل دوم دوباره فعال شود. مندل دریافت که همین وضعیت در مورد سایر ویژگی‌های این گیاه که دو حالت دارند نیز صدق می‌کند. در هر مورد، دورگه‌های نسل نخست همه مانند هم بودند، در حالی که یک‌چهارم از افراد نسل دوم دارای حالتی از آن ویژگی بودند که در نسل نخست ظاهر نشده بود.

مندل برای این یافته تبیینی ساده اما هوشمندانه ارائه کرد. او پیشنهاد کرد که شکل دانه‌های یک گیاه نخود با یک جفت عامل^۱ تعیین می‌شود. یک گیاه از هر کدام از دو والدش یک عامل به ارث می‌برد. این عامل‌ها از دو نوع هستند: ص (برای صاف) و چ (برای چروکیده). بنابراین، سه نوع گیاه امکان‌پذیر است: ص ص، ص چ، و چ چ. معلوم است که یک گیاه ص ص نخودهایی صاف خواهد داشت، و گیاه چ چ نخودهای چروکیده. اما در مورد گیاه ص چ چطور؟ مندل پیشنهاد کرد که چنین گیاهی نخودهای صاف خواهد داشت، زیرا عامل ص غالب است و عامل چ مغلوب^۲. به این ترتیب، گیاهان ص ص و ص چ را در ظاهر نمی‌توان از هم تشخیص داد. سرانجام، مندل پیشنهاد کرد که این جفت عامل در یک

1. Factor

۲. به ترتیب بارز و نهفته نیز نامیده می‌شوند.

گیاه از هم تفکیک می‌شوند، تا گیاه تنها یکی از آنها را که تصادفی انتخاب می‌شود به هر کدام از فرزندان منتقل کند. به این تبیین اصطلاحاً قانون تفکیک^۱ گفته می‌شود. با این اجزا مندل می‌توانست نتایج آزمایش‌هایش را توضیح دهد. دو دودمان خالص اولیه‌اش به ترتیب از نوع **ص ص** و **چ چ** بودند. بنابراین دورگه‌های نسل نخست همه از نوع **ص چ** بودند، و در نتیجه همگی نخودهای صاف داشتند. این در حالی است که گیاهان نسل دوم از پیوند **ص چ** با **ص چ** تشکیل شده بودند. بنابراین، بر اساس قانون تفکیک، باید در میان گیاهان نسل دوم انتظار حضور هر سه نوع را داشته باشیم، به نسبت یک چهارم **ص ص**، یک دوم **ص چ**، و یک چهارم **چ چ**. با توجه به این انواع **ص ص** و **ص چ** هر دو نخودهای صاف دارند، نتیجه این می‌شود که سه چهارم از گیاهان نسل دوم نخودهای صاف خواهند داشت و یک چهارم چروکیده، که این دقیقاً همان نتیجه‌ای بود که در آزمایش‌های مندل به دست آمد.

مندل قانون دومی نیز معرفی کرد که مجموعه پیچیده‌تری از یافته‌های آزمایشی را دربارهٔ وراثت ویژگی‌های چندگانه تبیین می‌کرد. دو ویژگی را با هم در نظر بگیرید، برای مثال شکل نخود و رنگ گل، که هر کدام دو حالت دارند (چروکیده در برابر صاف، و زرد در برابر سبز). به این ترتیب، چهار ترکیب ممکن از ویژگی‌ها وجود دارد: چروکیده و زرد، چروکیده و سبز، صاف و زرد، صاف و سبز. این بار هم مندل نسبت این ترکیب‌ها را در زادگان حاصل از پیوند بررسی کرد. او دریافت که داده‌ها را می‌توان با فرضیه‌ای تبیین کرد که بر اساس آن هر ویژگی، مطابق قانون نخستش، با یک جفت عامل کنترل می‌شود که مستقل از هم تفکیک می‌شوند. برای آنکه به معنای این قانون پی ببرید، گیاهی از نوع **ص چ/ز س** را در نظر بگیرید، که با یک عامل **ص** و یک عامل **چ** شکل نخود را کنترل می‌کند، و با یک عامل **ز** و یک عامل **س** رنگ گل‌ها را. این گیاه به هر کدام از فرزندان یا عامل **ص** را

1. The Law of Segregation

منتقل خواهد کرد یا عامل چ را، و یا عامل ز را منتقل خواهد کرد یا عامل س را. بر اساس قانون دوم مندل اینکه فرزندی از والدش ص دریافت کند یا چ، هیچ ارتباطی به این ندارد که از آن ز دریافت می کند یا س. این اصطلاحاً قانون جور شدن مستقل^۱ نامیده می شود.

پژوهش مندل در زمان حیات خودش نادیده گرفته شد اما در ابتدای قرن بیستم از نو کشف و به سرعت پذیرش گسترده‌ای یافت. آنچه او عامل نامیده بود به ژن^۲ معروف شد (اصطلاحی که ویلهلم یوهانسن^۳ در سال ۱۹۰۳ ابداع کرد)، و اشکال مختلف هر عامل ال نامیده شدند. ویژگی‌های پرشماری کشف شدند که از الگوی وراثت مندلی پیروی می کردند. این به پیدایش عصر ژنتیک کلاسیک در دهه‌های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ انجامید که ارتباط تنگاتنگی با آزمایش‌های توماس هانت مورگان^۴ روی مگس سر که *Drosophila* در دانشگاه کلمبیا داشت. ژنتیک کلاسیک مبتنی بر همان تکنیکی بود که مندل به کار برده بود، یعنی پیوند دودمان‌ها و بررسی نسبت‌های انواع مختلف در زادگان. اما از یک نظر از کار مندل فراتر رفت، زیرا معلوم شد که قانون دوم او همیشه معتبر نیست: بعضی ژن‌ها تمایل دارند که با هم به ارث برسند، یا اصطلاحاً گفته می شود که به هم پیوسته‌اند. (اکنون می دانیم که دلیلش قرار گرفتن ژن‌ها روی یک کروموزوم است.) ژنتیک‌دانان کلاسیک نقشه‌های پیوستگی مفصلی رسم کردند که در آنها احتمال انتقال همراه ژن‌های مختلف در یک جاندار با عدد مشخص شده بود.

یکی از کشف‌های مهم ژنتیک کلاسیک این بود که رابطه میان ژن‌ها و ویژگی‌ها در بیشتر موارد پیچیده‌تر از چیزی است که مندل تصور می کرد. یک ویژگی فنوتیپی [ظاهری] ممکن است تحت تأثیر چندین ژن قرار گیرد، و یک ژن ممکن است بر چند ویژگی اثر بگذارد. مورگان دریافت که در

1. The Law of Independent Assortment

2. Gene

3. Wilhelm Johannsen (1857-1927)

4. Thomas Hunt Morgan (1866-1945)

مورد مگس سرکه رنگ چشم تحت تأثیر جهش‌هایی است که دست‌کم در بیست و پنج ژن مختلف روی می‌دهند. با این حال، مورگان استدلال کرد هنوز هم می‌توان گفت که یک ژن جهش‌یافته علت رنگ غیرعادی چشم یک مگس سرکه خاص است، به این معنا که تفاوت رنگ چشم میان این مگس و مگس‌های دیگر به علت آن است که آن فرد دارای نسخه‌ای جهش‌یافته از ژن مورد نظر است و نه بقیه مگس‌ها. (مورگان این ادعای بحث‌انگیز را نیز مطرح کرد که اصلاً معنای استاندارد کلمه علت در علم همین است.) امروزه نکته‌ای که مورگان به آن اشاره کرده بود این‌طور بیان می‌شود که بعضی ژن‌ها برای ویژگی‌های فنوتیپی تفاوت‌ساز هستند. یعنی هیچ ژنی به‌تنهایی یک ویژگی را به وجود نمی‌آورد، اما تفاوت‌های ژنتیکی در یک ژن منفرد می‌تواند تفاوت‌های فنوتیپی را توضیح دهد. این در اصل همان چیزی است که پژوهشگران پزشکی، برای مثال وقتی دربارهٔ «ژن سرطان سینه» حرف می‌زنند، در نظر دارند.

نکته مهم آنکه ژن ژنتیک مندلی و کلاسیک یک موجود نظری بود، نه چیزی که مستقیماً مشاهده شده باشد. ژن‌ها به عنوان ادعایی فرضی برای تبیین داده‌های حاصل از آزمایش‌های زادآوری معرفی شدند، تقریباً همان‌طور که فیزیک‌دانان قرن نوزدهم برای تبیین داده‌هایشان وجود اتم را فرض کردند. ژن‌ها برای تبیین نقش تبیین‌کنندگی‌شان باید به طریقی از والدین به فرزندان منتقل می‌شدند، و مطابق برنامه‌ای مشخص و روشمند بر ویژگی‌هایی که در فرزندان تکوین می‌یابد تأثیر می‌گذاشتند. اما نه اینکه ژن‌ها دقیقاً چگونه این کار را انجام می‌دهند معلوم بود و نه معلوم بود که جایشان کجاست و از چه ساخته شده‌اند. در واقع بعضی ژنتیک‌دانان کلاسیک اصلاً باور نداشتند که ژن‌ها موجوداتی واقعی باشند، درست همان‌طور که بعضی فیزیک‌دانان اولیه اتم‌ها را نه ذراتی واقعی بلکه تخیلی سودمند به شمار می‌آوردند. مورگان در سخنرانی خود به مناسبت دریافت جایزه نوبل در سال ۱۹۳۳ به این نکته اشاره کرد که ژنتیک‌دانان دربارهٔ

واقعی بودن ژن‌ها با هم اختلاف نظر دارند، اما حرفش این بود که این موضوع اهمیتی ندارد. او نوشت: «در سطحی که آزمایش‌های ژنتیکی در آن قرار دارند، کوچک‌ترین تفاوتی ایجاد نمی‌کند که آیا ژن واحدی فرضی است یا ... ذره‌ای مادی.»

در هشتاد و پنج سالی که از نوشته شدن این جمله به قلم مورگان گذشت، وضعیت به کلی تغییر کرده است. ژن از موجودی فرضی تبدیل به چیزی شده که به تفصیل درباره ساختار و کارکردش، با جزئیات مولکولی، اطلاع داریم و می‌توانیم آن را به قصد آزمایش دست‌کاری کنیم. این تغییر، علاوه بر اهمیت علمی حقیقی آن، از نظر فلسفی نیز جالب است زیرا با یکی از نگرانی‌های همیشگی فلسفه علم همخوانی دارد، یعنی پی بردن به اینکه مفاهیم علمی چگونه با گذشت زمان تکامل می‌یابند و به جهان بند می‌شوند.

ژنتیک مولکولی

ژنتیک مولکولی در دهه ۱۹۵۰ و در نتیجه انباشت تلاشی طولانی برای شناخت بنیان مادی وراثت به بار نشست. از آنجا که جانداران از یک سلول تکوین می‌یابند، ماده ژنتیکی قاعدتاً باید درون آن سلول باشد. اما از چه ساخته می‌شود؟ در دهه‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، فرض بر این بود که پاسخ پروتئین است. زیرا معلوم شده بود که پروتئین‌ها فعالیت کاتالیزوری دارند، یعنی واکنش‌های شیمیایی درون سلول را تسریع می‌کنند؛ بنابراین اگر ژن‌ها از جنس پروتئین بودند، معلوم می‌شد که چگونه می‌توانند بر ویژگی‌های جاننداری که تکوین می‌یابد اثر می‌گذارند. در عوض، اسیدهای نوکلئیکی همچون DNA که در کروموزوم‌ها یافته می‌شدند، نامزد آینده‌داری به نظر نمی‌رسیدند، زیرا مولکولی خنثی و بسیار پایدار است. اما تا سال ۱۹۵۰ رشته‌ای از شواهد تجربی نشان داد که در واقع DNA همان ماده ژنتیکی است، و همین پژوهشگران را واداشت که برای تعیین ساختار مولکولی آن تلاش کنند. این تلاش‌ها در یکی از مشهورترین پرده‌های تاریخ

زیست‌شناسی به اوج خود رسید: مدل مارپیچ دوتایی DNA، کار جیمز واتسون^۱ و فرانسیس کریک^۲ در سال ۱۹۵۳ منتشر شد.

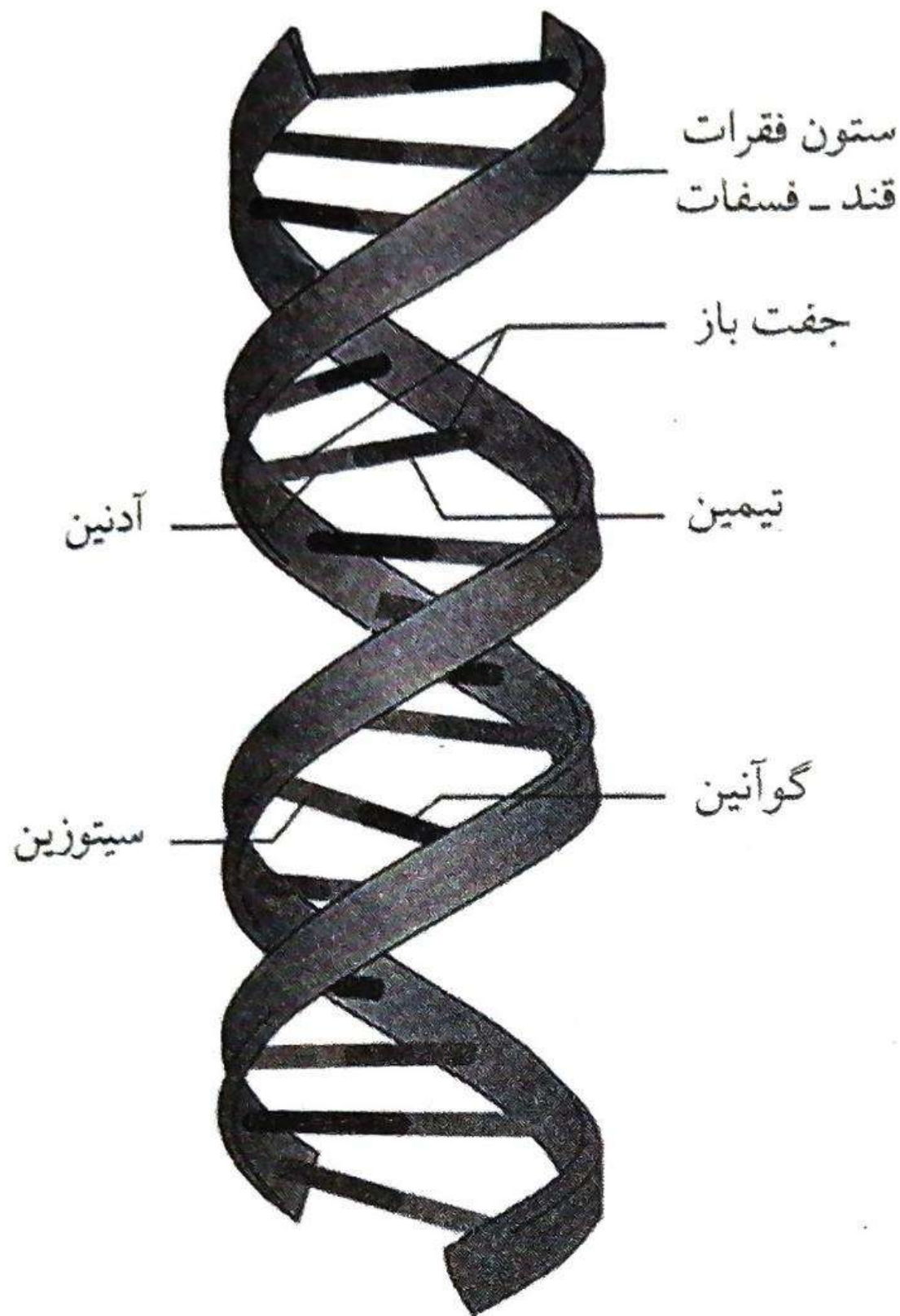
کشف بزرگ واتسون و کریک، که بر پایه پژوهش‌های قبلی روزالیند فرانکلین^۳ صورت گرفت، این بود که DNA دقیقاً دارای همان ساختاری است که برای یک ماده ژنتیکی لازم است. آنها نشان دادند که درشت‌مولکول DNA از دو رشته تشکیل شده که به شکل ساختاری مارپیچی به هم تابیده‌اند (تصویر ۶). هر رشته از زنجیره بلندی از واحدهای تکراری به نام نوکلئوتید ساخته شده که با پیوندهای کووالانسی به هم متصل شده‌اند. هر نوکلئوتید دارای سه زیرواحد است که یکی از آنها ترکیبی نیتروژن‌دار به نام باز است. چهار نوع باز وجود دارد: آدنین (A)، سیتوزین (C)، گوانین (G) و تیمین (T). دو رشته یک مولکول DNA با پیوندهای هیدروژنی که میان بازهای مقابل تشکیل می‌شود به هم متصل می‌شوند. نکته بسیار مهم آنکه C همیشه با G جفت می‌شود و A با T، اصلی که تکمیل‌کنندگی جفت باز نامیده می‌شود. این به معنای آن است که توالی بازها روی یک رشته از مولکول DNA، که می‌توان آن را به شکل زنجیره بلندی از چهار حرف A، C، G و T نمایش داد، توالی رشته مکمل را تعیین می‌کند. واتسون و کریک دریافتند که این نشان از سازوکاری احتمالی دارد که ماده ژنتیکی می‌تواند از طریق آن نسخه‌برداری شود: دو رشته تابیده از هم باز می‌شوند، و هر کدام از آنها به عنوان شابلونی برای ساخت یک رشته جدید به کار می‌روند. این دقیقاً همان اتفاقی است که در همانندسازی DNA می‌افتد، و توضیح می‌دهد که چگونه ژن‌ها عیناً از سلولی به سلول دیگر نسخه‌برداری می‌شوند، و به این ترتیب از والد به فرزند می‌رسند.

ظهور ژنتیک مولکولی به شناخت علمی جدیدی از ماهیت ژن‌ها و طرز کارشان انجامید. برداشت پایه این بود که ژن قطعه خاصی از DNA است

1. James Watson (1928-)

2. Francis Crick (1916-2004)

3. Rosalind Franklin (1920-1958)



۶. مولکول DNA از دو رشته تشکیل می‌شود که هر کدام از زنجیره بلندی از نوکلئوتیدهای به هم پیوسته ساخته می‌شوند. این دو رشته با پیوندهای میان بازهای نوکلئوتیدها به هم متصل می‌شوند

که روی یک کروموزوم جای دارد؛ اینکه هر ژنی یک محصول ژنی خاص (یک پروتئین) را در هر سلول به وجود می‌آورد، و به این ترتیب بر ویژگی‌های آن جاندار اثر می‌گذارند؛ و اینکه چه پروتئینی تولید می‌شود بستگی به توالی دقیق بازهای نوکلئوتید در آن ژن دارد. جهش‌ها نتیجه خطاهایی هستند که در همانندسازی DNA روی می‌دهند و به پیدایش ژنی با توالی نوکلئوتیدی متفاوت و در نتیجه پروتئینی متفاوت می‌انجامند. در مجموع، این همان مفهوم مولکولی ژن است که در دهه ۱۹۶۰ شکل گرفت.

برای درک بهتر این مفهوم، به خاطر بیاورید که پروتئین‌های یک سلول تمام فعالیت‌های سلولی مهم را انجام می‌دهند و در ساختار و کارکرد

بافت‌ها و اندام‌های جاندار نقشی تعیین‌کننده و حیاتی دارند. پروتئین از زنجیره بلندی از اسیدهای آمینه تشکیل می‌شود که به شکل زنجیره‌ای پلی‌پپتیدی به هم متصل می‌شوند. توالی خطی اسیدهای آمینه یک پروتئین، که اصطلاحاً ساختار اول آن نامیده می‌شود، شکل سه‌بعدی آن پروتئین را تعیین می‌کند که به نوبه خود تعیین‌کننده رفتار آن است. نکته اینجاست که در مفهوم مولکولی ژن تناظر مستقیمی میان توالی خطی بازهای نوکلئوتیدی یک ژن و توالی خطی اسیدهای آمینه پروتئینی که آن ژن تولید می‌کند فرض می‌شود. (کریک این تناظر را فرضیه توالی^۱ نامید.) این به معنای آن است که تغییری در توالی نوکلئوتیدهای ژن، برای مثال بر اثر جهش، تأثیر بسیار مشخصی بر توالی اسید آمینه پروتئین حاصل از آن خواهد داشت.

با شکستن رمز ژنتیکی در دهه ۱۹۶۰ مفهوم مولکولی ژن نیز جا افتاد. برای پی بردن به این نکته لازم است فرایند بیان ژن را به اختصار توصیف کنیم، فرایندی که ژن‌ها از طریق آن فرآورده‌های پروتئینی‌شان را می‌سازند. این فرایند دو مرحله دارد: رونویسی و ترجمه. در رونویسی^۲، قطعه‌ای از DNA به شکل RNA نسخه‌برداری می‌شود که اسید نوکلئیکی تک‌رشته‌ای است. رشته RNA حاصل در توالی نوکلئوتیدهایش با یکی از دو رشته DNA یکسان است، جز آنکه در آن تیمین (T) جای خود را به اوراسیل (U) می‌دهد. در جانداران یوکاریوت [دارای سلول‌های هسته‌دار] که تمام گیاهان و جانوران را در بر می‌گیرند، روی رشته RNA اولیه پردازش‌هایی انجام می‌شود تا به RNA پیام‌رسان^۳ بالغی تبدیل شود که هسته سلول را ترک می‌کند. در ترجمه^۴، در کارخانه سلول که ریبوزوم نامیده می‌شود از رشته RNA پیام‌رسان رمزگشایی شده و با افزودن یک به یک اسیدهای آمینه به تدریج زنجیره‌ای پلی‌پپتیدی ساخته می‌شود. این را که چه اسید آمینه‌ای به زنجیره افزوده شود توالی نوکلئوتیدی RNA پیام‌رسان تعیین می‌کند. هر سه

1. Sequence Hypothesis

2. Transcription

3. mRNA

4. Translation

نوکلئوتید که رمز ژنتیکی^۱ نامیده می‌شود، یکی از بیست اسید آمینه مختلف را نشان می‌دهد؛ به این ترتیب، برای مثال سه‌تایی CAG اسید آمینه لوسین را به زنجیره اضافه می‌کند. این بازنمایی همان رمز ژنتیکی است که (تقریباً) در میان تمام جانداران مشترک و فراگیر است. در اصل، رمز ژنتیکی به معنای آن است که توالی بازهای نوکلئوتیدی یک ژن را می‌توان دستورعملی نوشتاری برای ساخت پروتئینی با توالی اسید آمینه خاص به شمار آورد.

در سال‌های پس از گشودن رمز ژنتیکی، ژنتیک مولکولی با سرعت پیش رفت. پیچیدگی‌های بیان ژن معلوم شد و شناخت زیست‌شناسان از طرز کار سلول، چگونگی تکوین جانداران، و نحوه اثرگذاری ژن‌ها بر فنوتیپ را دگرگون کرد. از این گذشته، به لطف پیشرفت‌های چشمگیر در فناوری، زیست‌شناسان خیلی زود توانستند ژن‌ها را به قصد آزمایش تغییر دهند، و برای مثال، با بریدن و چسباندن توالی‌های DNA، ویرایش بخش‌هایی از یک توالی، و وارد کردن DNA جاندار به جاندار دیگر، آنها را دست‌کاری کنند. امروزه نیز همچنان تکنیک‌های پیشرفته‌تری برای این نوع ویرایش ژنوم ابداع می‌شود (از جمله تکنیک کریسپر^۲ که در سال ۲۰۱۵ به سرتیترا اخبار راه یافت). با این پیشرفت‌ها، ژن‌ها از موضوعی منفعل برای بررسی به موجوداتی تبدیل شدند که می‌توان به دلخواه آنها را دست‌کاری کرد.

در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰، فناوری لازم برای ردیف‌یابی ژن، یعنی برای تعیین توالی دقیق نوکلئوتیدهای آن، ابداع شد. این کار در پروژه ژنوم انسان به اوج خود رسید که توالی کامل تمام ژن‌های انسان را در سال ۲۰۰۳ منتشر کرد. از آن زمان تاکنون ژنوم بسیاری از گونه‌های دیگر نیز ردیف‌یابی شده، و رشته ژنومیک که ژنوم کامل یک جاندار و طرز کار آن را بررسی می‌کند، با سرعت در پیشرفت بوده است. هم‌اکنون ژنومیک موجب پیشرفت‌های جدید خیره‌کننده‌ای در پزشکی، به‌ویژه در زمینه شناخت سرطان، شده و بالقوه می‌تواند به تحول در رشته‌های دیگری

1. Codon

2. CRISPR

همچون کشاورزی و دام‌داری نیز بینجامد. ژنتیک، از سرآغاز محقرش در آزمایش‌های مندل با نخودفرنگی، راه درازی را طی کرده است.

فروکاست؟

چه ارتباطی میان ژن ژنتیکی مندلی یا کلاسیک با ژن ژنتیک مولکولی وجود دارد؟ این پرسش از مدت‌ها پیش فکر فیلسوفان زیست‌شناسی را به خود مشغول کرده است. پاسخ برآمده از فهم همگانی این است که آنها با هم یکی هستند. به عبارت دیگر، معلوم شده آن موجود فرضی که مندل و ژنتیک‌دانان کلاسیک برای تبیین داده‌هایشان فرض کردند موجودی واقعی است، یعنی قطعه‌ای از DNA که یک پروتئین را رمزگذاری می‌کند. بنابراین، از این دیدگاه، اگرچه دو مفهوم متفاوت از ژن، یکی مندلی و دیگری مولکولی، وجود دارد، اما این مفاهیم شیء واحد و یکسانی را در جهان شناسایی می‌کنند.

این پاسخ غیرمنطقی نیست. اینکه دو مفهوم ممکن است به یک چیز اشاره داشته باشند در فلسفه غیرعادی نیست، همچنین اینکه یک اصطلاح علمی با وجود تغییرات چشمگیر در باورهای علمی مرتبط با آن ممکن است همچنان باز به همان چیز اطلاق شود. برای مثال، می‌توان گفت که اصطلاح الکترون به معنایی که فیزیک‌دانان امروزی به کار می‌برند و فیزیک‌دانان اواخر قرن نوزدهم به کار می‌بردند به یک چیز اشاره دارد، هرچند در این مدت تغییرات چشمگیری در نظریه فیزیک روی داده است. بنابراین اگرچه مندل و ژنتیک‌دانان کلاسیک چیزی از DNA یا رمز ژنتیکی نمی‌دانستند، کاملاً منطقی است که بگوییم وقتی آنها درباره عامل یا ژن در چارچوب آزمایش‌های تکثیرشان سخن می‌گفتند، در واقع منظورشان قطعه‌ای از DNA بود که پروتئینی را رمزگذاری می‌کند.

این پیشنهاد که ژن مندلی با ژن مولکولی یکی است در هماهنگی با این ایده است که ژنتیک مندلی را می‌توان به ژنتیک مولکولی فروکاست^۱.

فیلسوفان اغلب از فروکاست یک شاخه از علم به شاخه‌ای دیگر، به معنای تبیین اصول شاخه نخست در چارچوب شاخه دوم، سخن می‌گویند. مثال آن فروکاست ترمودینامیک کلاسیک به مکانیک آماری است. ترمودینامیک یک سیستم فیزیکی بسته (مانند یک استوانه گاز که با پیستون فشرده می‌شود) را در چارچوب ویژگی‌های ماکروسکوپی آن همچون دما توصیف می‌کند؛ در حالی که مکانیک آماری همان سیستم را به عنوان برآیند حرکت ذرات میکروسکوپی توصیف می‌کند. قوانین ترمودینامیک را می‌توان از مکانیک آماری استخراج کرد، بنابراین به تعبیری دومی تبیین عمیق‌تری از پدیده‌های ترمودینامیکی ارائه می‌کند. این استخراج با کمک اصول پُل به دست می‌آید که واژگان دو نظریه را به هم پیوند می‌دهند، از جمله اینکه «دمای یک گاز میانگین انرژی جنبشی مولکول‌های آن است.» به همین ترتیب، بعضی فیلسوفان نیز گفته‌اند اینکه «ژن قطعه‌ای از DNA است که پروتئینی را رمزگذاری می‌کند» اصل پُلی است که ژنتیک مندلی و مولکولی را به هم پیوند می‌دهد.

در نگاه نخست، این پیشنهاد کاملاً محتمل به نظر می‌رسد. زیرا روشن است که ژنتیک کلاسیک به نکته درستی پی برده بود: الگوهای وراثتی که کشف کرد واقعی بودند، و تبیینی که برای آن الگوها ارائه کرد، در قالب ژن‌هایی که بر اساس قوانین مندل تفکیک می‌شوند، در مجموع درست بود. اما این تبیین، با توجه به آنکه از ماهیت ژن‌ها، نحوه انتقال‌شان و چگونگی اثرگذاری‌شان بر تکوین یک جاندار بی‌خبر بود، اساساً ناقص بود. این جزئیات را ژنتیک مولکولی تکمیل کرد که تبیین عمیق‌تری از پدیده‌های وراثتی ارائه می‌کند، و بنابراین بر اساس این پیشنهاد، ژنتیک مندلی/کلاسیک را می‌توان به آن فروکاست.

با وجود این باورپذیری اولیه، این پیشنهاد فروکاست‌باورانه را فیلسوفان زیست‌شناسی عمدتاً رد کرده‌اند. یک ایراد که همان ابتدا فیلیپ کیچر^۱

1. Philip Kitcher (1947-)

مطرح کرد، این بود که برای تبیین درستی قانون تفکیک مندلی، تنها چیزی که لازم داریم این است که بدانیم ژن‌ها در کروموزوم‌هایی قرار دارند که جفت هستند، و اینکه در هنگام میوز (فرایند تقسیم سلولی که سلول‌های هاپلوئید تولید می‌کند)، کروموزوم‌های هر جفت از هم جدا می‌شوند؛ به این ترتیب، از هر جفت کروموزوم در نهایت فقط یکی به هر سلول زایشی هاپلوئید می‌رسد. نکته اینجاست که این تبیین سلول‌شناختی یا در سطح سلولی است، نه در سطح مولکولی. کیچر استدلال می‌کند که افزودن «جزئیات مولکولی وحشتناک» هیچ کمکی به بهتر شدن این تبیین نمی‌کند، و بنابراین در واقع حقیقت ندارد که ژنتیک مولکولی قانون تفکیک را تبیین می‌کند.

ایراد دوم آن است که اصل پُل مفروض که ژنتیک مندلی و مولکولی را به هم پیوند می‌دهد اساساً کاذب است، یا دست‌کم ساده‌سازی بیش از حد است، به این دلیل که بعضی قطعه‌های DNA ژن مندلی به حساب می‌آیند اما نه ژن مولکولی، و عکس این نیز درست است. یک دلیلش آن است که بیشتر DNA موجود در ژنوم هر گونه هیچ پروتئینی را رمزگذاری نمی‌کند، واقعیتی که بر بنیانگذاران مفهوم مولکولی ژن پوشیده بود. بعضی توالی‌های غیررمزگذار DNA نقشی تعیین‌کننده در بیان ژن بازی می‌کنند، یعنی در اثرگذاری بر اینکه چه ژن‌هایی در چه زمانی رونویسی شوند. این به سلول امکان می‌دهد در هنگام نیاز فراورده‌ای پروتئینی تولید کند، و این همان سازوکاری است که به تمایز سلولی می‌انجامد، یعنی تولید انواع مختلف سلول‌ها و بافت‌ها در فرایند تکوین یک جاندار. نکته مهم اینکه ممکن است جهش‌های DNA غیررمزگذار نیز به اندازه جهش‌های ژن‌های مولکولی بر ویژگی‌های جاندار اثر بگذارند. این در حالی است که یک توالی DNA غیررمزگذار در صورتی یک ژن مندلی به شمار خواهد آمد که تأثیری مشخص بر فنوتیپ داشته باشد، طوری که اشکال مختلف آن توالی به پیدایش اشکال مختلف یک ویژگی منجر شوند. خلاصه آنکه رمزگذاری

یک پروتئین، تنها راهی نیست که یک توالی DNA می‌تواند نقش یک ژن مندلی را بازی کند.

ایراد سوم آن است که بعضی مفاهیم ژنتیک مندلی تن به تعریف شدن در چارچوب و با اصطلاحات ژنتیک مولکولی نمی‌دهند. یک نمونه‌اش غالبیت^۱ است. برای هر ژن غالبی باید تبیینی در سطح مولکولی وجود داشته باشد که نشان دهد چرا آن ژن بر ال‌های دیگرش غالب است. به عبارت دیگر، برای چه جاندارانی که یک نسخه از آن ژن دارند به لحاظ فنوتیپی با آنهایی که دو نسخه دارند یکسان هستند. تبیین این پدیده ممکن است پیچیده باشد، اما به لحاظ نظری می‌توان چنین تبیینی ارائه کرد. با این حال، تا جایی که ما می‌دانیم، هیچ ویژگی مولکولی منفردی نیست که میان تمام ژن‌های غالب مشترک باشد و تنها در آنها وجود داشته باشد. به عبارت دیگر، دسته ژن‌های غالب فاقد هر نوع ویژگی مشترکی هستند که بتوان آن را در چارچوب مولکولی توصیف کرد. (به زبان فیلسوفان، غالبیت در سطح مولکولی به شیوه‌های گوناگونی تحقق می‌پذیرد^۲). بنابراین، بعضی الگوهای وراثتی را تنها با استفاده از مفاهیم مندلی می‌توان بیان کرد.

ایراد چهارم این است که رابطه میان ژنتیک مولکولی و مندلی پیچیده‌تر از آن است که برداشت فروکاست‌باورانه پیشنهاد می‌کند. ژن مندلی/کلاسیک مربوط به برنامه آزمایشی خاص، و الگوی استدلال ویژه‌ای بود که ژنتیک مولکولی را نمی‌توان به‌سادگی جانشین آن کرد. در واقع، مفهوم ژن مندلی امروزه هنوز زنده است، چیزی که در صورت درست بودن روایت فروکاست‌باورانه نمی‌توانستیم انتظار داشته باشیم. برای مثال، زیست‌شناسان تکاملی هنوز در هنگام ساخت مدل‌های ریاضی برای درک چگونگی انتشار ژن‌ها در یک جمعیت از مفهوم ژن مندلی استفاده می‌کنند. در این نوع مدل‌ها، ژن اساساً به معنای هر ذره‌ای است که دست‌نخورده از

1. Dominance

۲. ایده‌ای برگرفته از فلسفه ذهن که Multiple realizability نامیده می‌شود.

والدین به فرزندان منتقل می‌شود، از قانون تفکیک پیروی می‌کند، و تأثیر مشخصی بر فنوتیپ دارد. همچنین، ایده ژن خودخواه ریچارد داوکینز که در فصل ۴ درباره‌اش صحبت کردیم، عمدتاً بر پایه مفهوم ژن مندلی است. همان‌طور که خود داوکینز هم اشاره کرده، اینکه ژن خودخواه به معنای مولکولی کلمه ژن به حساب بیاید یا نه، هیچ تأثیری بر منطق برهان او ندارد.

اجماع میان فیلسوفان درباره اینکه هیچ فروکاست ساده‌ای از ژنتیک مندلی به مولکولی وجود ندارد، ممکن است شگفت‌انگیز به نظر رسد. زیرا زیست‌شناسی مولکولی اغلب، و بحق، به عنوان پیروزی روش فروکاست‌باورانه در علم به تصویر کشیده می‌شود، یعنی روش بررسی سیستم‌های بزرگ‌تر با بررسی طرز کار اجزاء کوچک‌تر آن. پس چگونه است که روش فروکاست‌باور به این خوبی در مورد زیست‌شناسی مولکولی جواب داده، و با این حال ژن مندلی به ژن مولکولی فروکاست‌ناپذیر مانده است؟ در واقع، در اینجا هیچ تناقضی وجود ندارد. زیرا اگر سیستمی، چه زیستی و چه فیزیکی، تن به تحقیق فروکاست‌باورانه دهد، لزوماً به معنای آن نیست که می‌توان تمام الگوهای کلانی را که آن سیستم به نمایش می‌گذارد به نفع الگوی خرد حذف کرد. بنابراین، اینکه زیست‌شناسی مولکولی موفقیت خویش را مدیون روش فروکاست‌باورانه باشد، کاملاً سازگار است با اینکه مفاهیم ژنتیک مندلی هنوز نقش مهمی برای ایفا داشته باشند.

ژن چیست؟

اجازه دهید به این پرسش بازگردیم که ژن چیست. حتی اگر ژنتیک مندلی را کنار بگذاریم و فقط بر ژنتیک مولکولی متمرکز شویم، باز هم این پرسش چندان آسان و سراسر نیست. زیرا از بازی روزگار از دهه ۱۹۷۰ به این سو، اکتشافاتی که در خود زیست‌شناسی مولکولی صورت گرفته،

روز به روز بیشتر مفهوم سنتی ژن مولکولی را تضعیف کرده است. در واقع، بعضی نویسندگان از انحلال این مفهوم سخن می‌گویند، بر این اساس که معلوم شده از ابتدا تخمین بسیار ناقصی از واقعیت بوده است.

تنظیم ژن، به ترتیبی که در بالا توصیف شد، یکی از سرچشمه‌های مشکل است. توالی‌های غیررمزگذار DNA که رونویسی ژن را تنظیم می‌کنند، عموماً در مجاورت منطقه رمزگذار پروتئین قرار ندارند، و ممکن است در فاصله بسیار دوری از آن واقع شده باشند؛ از این گذشته، بعضی توالی‌های غیررمزگذار بر رونویسی چندین منطقه رمزگذار پروتئین اثر می‌گذارند. زیست‌شناسان در این مورد با هم توافق ندارند که آیا توالی‌های غیررمزگذار، شامل توالی پروموتور^۱ که فرایند رونویسی را آغاز می‌کند، بخشی از یک ژن به شمار می‌آیند یا نه. اگر قرار باشد یک ژن شامل تمام DNA ای شود که مسئولیت ساخت یک پروتئین را به عهده دارد، آن‌طور که در مفهوم سنتی ژن مولکولی تصور می‌شود، آنگاه این نوع توالی‌ها را نیز باید جزء ژن به حساب آورد. اما به حساب آوردن آنها ژن را به وجود بسیار عجیب و غریبی تبدیل می‌کند که اجزایش در سرتاسر ژنوم پراکنده‌اند.

از این مشکل‌سازتر پدیده پیرایش متناوب^۲ است. در یوکاریوت‌ها [جاندارانی با سلول‌های هسته‌دار]، رونوشت اولیه RNA با ویرایش سنگینی روبه‌رو می‌شود تا RNA پیام‌رسان بالغی را تولید کند که در مرحله بعد ترجمه خواهد شد. اینترون‌ها^۳ پیراسته می‌شوند و سپس اگزون‌های^۴ باقی‌مانده به همدیگر می‌پیوندند. اما این پیرایش را به بیش از یک شیوه می‌توان انجام داد، که یعنی یک توالی DNA در عمل می‌تواند پروتئین‌های بسیار متفاوتی به وجود آورد. پیرایش متناوب که زمانی کمیاب به شمار

۱. Promoter؛ توالی راه‌انداز رونویسی ژن.

2. Alternative Splicing

3. Intron

4. Exon

می‌آمد اکنون معلوم شده که فراگیر است. جانداران از آن به سود خودشان استفاده می‌کنند، زیرا تعداد پروتئین‌هایی که می‌توان با یک توالی DNA ساخت را به میزان زیادی افزایش می‌دهد. اما در مفهوم سنتی ژن مولکولی تردید ایجاد می‌کند، زیرا فرضیه توالی کریک را متزلزل می‌کند. معلوم شده این برداشت که ژن قطعه‌ای از DNA است که یک پروتئین را رمزگذاری می‌کند بیش از حد ساده‌انگارانه است.

یافته‌های دیگر تصویر را حتی از این هم پیچیده‌تر می‌کنند. برای مثال، ترجمه می‌تواند از نقاط مختلفی روی RNA پیام‌رسان آغاز شود، در نتیجه یک رونوشت RNA پیام‌رسان می‌تواند چندین پروتئین مختلف تولید کند. از این گذشته، بعضی فراورده‌های پروتئینی بر اساس یک رونوشت RNA ساخته می‌شوند که خودش از چندین توالی DNA مشتق شده که ممکن است با فاصله زیاد از هم در ژنوم قرار داشته باشند. و در موارد ژن‌های همپوشان، یک توالی نوکلئوتیدی ممکن است میان آنچه معمولاً دو ژن جدا از هم به شمار می‌آیند مشترک باشد. چنین پیچیدگی‌هایی که تعدادشان هم کم نیست، پرسش‌های دشواری مطرح می‌کنند که دقیقاً کدام توالی‌های DNA را باید ژن به شمار آورد و چرا.

در بیشتر موارد، ژنتیک‌دانانی که سرگرم کارشان هستند رویکرد نسبتاً آسان‌گیرانه‌ای به این پرسش‌ها دارند. به نظر می‌رسد که پژوهش‌های روزمره آنها بدون نیاز به تعیین اینکه دقیقاً چه چیزی باید ژن به شمار آید بی‌دردسر پیش می‌رود. از دیدگاه فلسفی، خود همین پدیده نیز جالب است. زیرا آن‌طور که عموم مردم معمولاً تصور می‌کنند، وجه تمایز شناخت علمی از شناخت معمولی در دقت بیشتر آن است. جالب اینکه ژنتیک مولکولی قطعاً سطح بسیار بالایی از دقت تجربی را به نمایش می‌گذارد. طبیعی است که فکر کنیم در مورد دقت مفهومی نیز باید همین‌طور باشد؛ به عبارت دیگر، اینکه اصطلاحات علمی کلیدی باید به روشنی تعریف شده باشند. مورد ژن نشان می‌دهد که همیشه این‌طور نیست.

ژن‌ها و اطلاعات

این ایده که ژن‌ها حاوی اطلاعات هستند از دیرباز یکی از ویژگی‌های معرف ژنتیک مولکولی بوده است. اغلب گفته می‌شود که اطلاعات ژنتیکی از والدین به فرزندان منتقل می‌شود، و تکوین جنین به فرد بالغ را هدایت می‌کند. این طرز سخن گفتن اگرچه آشنا به نظر می‌آید، اما اگر درباره‌اش عمیق‌تر بیندیشیم عملاً بسیار گیج‌کننده است. زیرا بیشتر علوم برای توصیف فرایندهای علی مورد بررسی‌شان از زبان اطلاعات استفاده نمی‌کنند. پس چرا ژنتیک‌دانان برای توصیف فرایندهای همانندسازی DNA و بیان ژن چنین زبانی را به کار می‌گیرند، و این به چه معنا است؟

به یک معنای معتبر کلمه، اطلاعات در جایی وجود دارد که بتوان چیزی را بر اساس دیگری پیش‌بینی کرد. برای مثال، رنگ ابرها حاوی اطلاعاتی درباره‌ احتمال بارش است، زیرا اولی دومی را پیش‌بینی می‌کند. به این معنا، ژن‌ها قطعاً حاوی اطلاعاتی درباره‌ آن ویژگی‌های فنوتیپی هستند که موجب‌شان می‌شوند، و نیز درباره‌ پروتئین‌هایی که رمزگذاری می‌کنند. برای مثال، ژنی که بر رنگ چشم یک جاندار اثر می‌گذارد حاوی اطلاعاتی درباره‌ این ویژگی است. اما بعید به نظر می‌رسد که منظور زیست‌شناسان از اطلاعات ژنتیکی این باشد. زیرا در این معنا، می‌توان گفت که ویژگی‌های محیطی نیز به همین اندازه حاوی اطلاعات درباره‌ ویژگی‌های فنوتیپی هستند. دمایی که بذر در آن جوانه می‌زند ارتفاع گیاه بالغ را پیش‌بینی می‌کند؛ اما زیست‌شناسان هرگز درباره‌ اطلاعات محیطی حرف نمی‌زنند. بنابراین پایه‌ منطقی سخن گفتن از اطلاعات ژنتیکی قاعداً باید در جای دیگری باشد.

یک پیشنهاد رایج، این پایه‌ منطقی را در این واقعیت قرار می‌دهد که رمز ژنتیکی اختیاری است. معنای این حرف آن است که تطابق میان رمزهای سه‌تایی نوکلئوتیدی و اسیدهای آمینه، که تعیین می‌کند یک توالی DNA

چه پروتئینی می‌سازد، به لحاظ شیمیایی اجباری نیست. برای مثال، هیچ دلیل شیمیایی وجود ندارد که چرا CAC به جای لوسین باید هیستیدین را رمزگذاری کند. (به همین دلیل است که رمز ژنتیکی باید به شیوه تجربی گشوده می‌شد؛ زیرا بر اساس قوانین شیمی نمی‌توان به آن پی برد.) اختیاری بودن رمز ژنتیکی به معنای آن است که رابطه DNA با پروتئین مانند رابطه میان یک علامت و معنای آن است. برای مثال، واژه‌ای در یک زبان طبیعی، یا یک علامت راهنمایی و رانندگی را در نظر بگیرید. هر دوی آنها به دلیل معنایی که به‌طور قراردادی به آنها نسبت داده می‌شود، حاوی اطلاعات هستند. از آنجا که این قراردادها می‌توانستند چیز دیگری باشند، معنایشان نیز به‌وضوح قراردادی است. اختیاری بودن رمز ژنتیکی این حق را به ما می‌دهد که یک توالی DNA را حاوی اطلاعاتی درباره ساختار اولیه یک پروتئین بدانیم، به جای آنکه صرفاً موجب آن شود.

پیشنهاد متفاوتی که از سوی جان مینارد اسمیت مطرح شده، بنیان منطقی سخن گفتن از اطلاعات ژنتیکی را در واقعیت‌های مربوط به بیان ژن قرار می‌دهد. ژن‌های تمام جانداران حاوی توالی‌های تنظیم‌کننده‌ای هستند که مانند کلید عمل کرده و آن ژن را خاموش یا روشن می‌کنند. این کار را با اتصال به پروتئین‌هایی انجام می‌دهند که عوامل رونویسی نامیده می‌شوند. خود این پروتئین‌ها را ژن‌های دیگری در ژنوم رمزگذاری می‌کنند. این در حالی است که به لحاظ نظری، هر ژنی را به شرط آنکه در آن توالی تنظیم‌کننده مناسبی تکامل یافته باشد می‌توان با هر عامل رونویسی روشن کرد. بنابراین در اینجا نیز عاملی از اختیار وجود دارد. از این رو می‌توان تصور کرد که یک ژن پیامی را به ژن دیگر می‌فرستد و به آن می‌گوید که روشن شود یا خاموش. اهمیتش در آن است که وقتی در جایی ارسال پیام وجود دارد، سخن گفتن از اطلاعات نیز معنا دارد. رقص شکم‌جنبان زنبور عسل پیامی است که کارکردش هدایت زنبورهای دیگر به سوی شهد است؛ بنابراین این رقص حاوی اطلاعاتی درباره موقعیت شهد است. به همین

ترتیب، با توجه به اینکه تنظیم ژن متکی به نظامی تکامل یافته از پیام‌ها است، می‌توان ژن‌ها را نیز فرستنده و گیرنده اطلاعات در نظر گرفت. بعضی نویسندگان علیه این پیشنهاد استدلال کرده و گفته‌اند که سخن گفتن از اطلاعات ژنتیکی را می‌توان کنار گذاشت، زیرا هیچ نقش نظری جدی در زیست‌شناسی ندارد. (دو فیلسوف زیست‌شناسی به نام‌های ساهوترا سرکار^۱ و پل گریفیس^۲ اطلاعات ژنتیکی را استعاره‌ای توصیف کردند که نقاب یک مفهوم علمی دقیق را به چهره زده است.) دیگران از این هم پیشتر رفته و گفته‌اند که اطلاعات ژنتیکی در عمل برداشتی آسیب‌رسان است، زیرا متکی به یک طرز فکر اشتباه هم درباره تکوین و هم درباره وراثت است. در گذشته و اکنون، گرایشی فراگیر وجود داشته که فرض کنیم ژنوم حاوی مجموعه کاملی از دستورعمل‌ها برای ساخت یک جاندار است، و بنابراین تکوین یک جاندار تحت کنترل ژنتیکی انحصاری است. به گفته فاکس کلر، ژنوم به شکل «مجموعه‌ای اجرایی از دستورات مدیریتی» در نظر گرفته شده است. این دیدگاه به کلی نادرست نیست، زیرا ژن‌ها واقعاً نقشی تعیین‌کننده در تکوین دارند، اما به دو دلیل کل حقیقت هم نیست. نخست آنکه معلوم شده خود ژن‌ها تصمیم نمی‌گیرند که چه هنگام و کجا فراورده‌های پروتئینی‌شان را بسازند؛ بلکه این سلول است که بیان ژن را در واکنش به شرایط محیطی تنظیم می‌کند. بنابراین ژنوم موجودی واکنشی است، یعنی رفتارش تا اندازه‌ای تحت کنترل محیط است. دوم آنکه اکنون می‌دانیم تغییرات ناشی از محیط در وضعیت بیان یک ژن، که اصطلاحاً نشان‌های وراثتی^۳ نامیده می‌شود، گاهی از والدین به فرزندان منتقل می‌شوند، و می‌توانند بر ویژگی‌های فرزند اثر بگذارند. بنابراین، خود توالی خطی DNA نیز تنها منبع وراثتی نیست که جانداران در هنگام تکوین از آن بهره می‌گیرند.

1. Sahotra Sarkar (1962-)

2. Paul E. Griffiths (1962-)

3. Epigenetic Mark

بنا به هر دوی این دلایل، در نظر گرفتن اینکه ژنوم حاوی مجموعه‌ای ثابت از دستورعمل‌ها، یا نقشه‌ای برای ساخت یک جاندار است، ساده‌سازی بیش از حد مسأله است. کسانی که با سخن گفتن از اطلاعات ژنتیکی مخالف‌اند نگران‌اند که این کار به تشویق ساده‌سازی بیش از حد منجر شود. باید ماند و دید که آیا نسل‌های آینده زیست‌شناسان توجهی به انتقاد آنها می‌کنند یا نه.



رفتار، ذهن و فرهنگ انسان

گونه‌ای که ما به آن تعلق داریم، یعنی *Homo sapiens* (انسان خردمند)، گونه‌ای بسیار غیرعادی است. به نظر می‌رسد که هوش، کاربرد زبان، اختراعات فرهنگی، مهارت در فناوری، و نهادهای اجتماعی، ما را از گونه‌های دیگر، حتی از گروه انسانریخت‌های بزرگ که به آن تعلق داریم جدا می‌کنند. گاهی گفته می‌شود که این دیدگاه توهمی بیش نیست، یا محصول انسان‌محوری بیجا است، اما کسانی که چنین نظری دارند در اقلیت هستند. تردیدی نیست که باید مراقب باشیم پیچیدگی جانوران غیرانسان را دست کم نگیریم، و این نیز حقیقت دارد که بسیاری از ویژگی‌هایی که زمانی تصور می‌شد مختص انسان باشند، از جمله کاربرد ابزار، معلوم شده که در گونه‌های دیگر نیز وجود دارند. اما با این حال، تقریباً تردیدی وجود ندارد که ناظری بی‌طرف از سیاره‌ای دیگر *Homo sapiens* را بی‌درنگ به عنوان گونه‌ای متمایز از بقیه تشخیص می‌دهد. هرچه باشد، هیچ گونه دیگری همچون ما تاکنون قدم به ماه نگذاشته، تالار اپرا نساخته، مردم‌سالاری شورایی اختراع نکرده، یا محیط زیست طبیعی را نابود نکرده است.

آیا زیست‌شناسی می‌تواند به درک بشر و دستاوردهایش کمک کند؟ یکی از راه‌های پاسخ‌دهی به این پرسش آن است که بپرسیم آیا رفتار انسان

را می‌توان در چارچوب زیست‌شناسی درک کرد یا نه، زیرا این الگوهای رفتاری ماست که در نهایت سبک زندگی متمایز ما را تعیین می‌کنند. این پرسش پژوهشگران را به دو اردوگاه اصلی تقسیم می‌کند. کسانی که به آن پاسخ مثبت می‌دهند اشاره می‌کنند که *Homo sapiens* مانند هر گونه دیگری یک گونه تکامل یافته است و رفتار انسان نیز مانند رفتار هر جانور دیگری با انتخاب طبیعی شکل گرفته است. کسانی که پاسخ منفی می‌دهند می‌پذیرند که انسان تکامل یافته اما می‌گویند که ما به میزان زیاد از طبیعت زیست‌شناختی مان فراتر رفته‌ایم. به ادعای آنها اینکه انسان چگونه رفتار می‌کند به هنجارهای اجتماعی و انتظارات فرهنگی وابستگی بیشتر دارد تا به ژن‌ها. بنابراین وظیفه تبیین رفتار انسان به عهده علوم اجتماعی همچون انسان‌شناسی و جامعه‌شناسی است و نه زیست‌شناسی. تعجبی ندارد که بسیاری از دانشمندان سنتی علوم اجتماعی با این دیدگاه موافقت کرده‌اند. با وجود ادعاهایی که افراطی‌ها از هر دو طرف مطرح کرده‌اند، در اینجا نیز همچون بیشتر موارد مرزکشی‌های فکری، فضای بسیاری در حد فاصل میان این دو دیدگاه وجود دارد. نخست آنکه کاملاً امکان دارد زیست‌شناسی بتواند نکته‌هایی را درباره بعضی رفتارهای انسان روشن کند اما نه همه رفتارها را؛ لازم نیست همه یا هیچ باشد. برای مثال، سلیقه‌های ما در تغذیه به احتمال زیاد ممکن است خاستگاه زیست‌شناختی داشته باشد، اما شرکت ما در ورزش برنامه‌ریزی شده احتمالاً این‌طور نیست. دوم آنکه وجود یک تبیین زیست‌شناختی ممکن است بستگی به «دانه»‌ای داشته باشد که رفتار انسان بر اساس آن توصیف می‌شود. اگر دانه درشت باشد، ممکن است به همانندی‌های رفتاری برسیم که طبیعت زیست‌شناختی مشترک ما را به نمایش می‌گذارند؛ اما بر اساس یک دانه ریزتر، ممکن است به تفاوت‌های رفتاری برسیم که خاستگاه‌شان غیرزیست‌شناختی است. برای مثال، پیوند زوج از ویژگی‌های همگانی انسان است، اما آداب و رسوم ازدواج از جامعه‌ای به جامعه دیگر تفاوت دارد. به این ترتیب گاهی تبیین‌های

زیست‌شناختی و غیرزیست‌شناختی رفتار انسان مکمل همدیگرند، چراکه کانون تبیینی آنها با هم متفاوت است. سوم آنکه اصطلاحات این بحث نیز جای تردید دارد. با توجه به اینکه رفتار انسان نتیجه عوامل علی پرشمار است، بعضی دانشوران خود همین دوقطبی میان تبیین زیست‌شناختی و تبیین غیرزیست‌شناختی را توجیه‌ناپذیر دانسته‌اند. این سه ملاحظه به معنای آن است که فضای حالت‌های ممکن بسیار بزرگ است، در نتیجه باید در برابر هر کسی که پاسخ ساده‌انگارانه‌ای به این پرسش می‌دهد که آیا زیست‌شناسی می‌تواند نکته سودمندی درباره رفتار انسان به ما بگوید یا نه، بسیار محتاط بود.

طبیعت در برابر تربیت

بیشتر افراد با بحث طبیعت در برابر تربیت^۱ آشنایی دارند؛ اینکه عواملی که «ما را آنچه هستیم می‌سازند» ارثی‌اند یا محیطی. چه دانشوران و چه دیگران از دیرباز مجذوب این موضوع بوده‌اند که قابلیت تبدیل شدن به بحث‌های پرشوری را دارد. یکی از دلایلش آن است که به‌ویژه کسانی که در طرف «طبیعت» این بحث قرار می‌گیرند، اغلب دستورکارهای سیاسی نه چندان پنهانی داشته‌اند. برای مثال، بسیاری از دانشمندان عصر ملکه ویکتوریا که معتقد بودند افراد «کندذهن» (معمولاً کسانی که ناتوانی یادگیری داشتند) ژن‌های بی‌کیفیتی دارند اغلب طرفدار جدی به‌نژادی^۲ و عقیم‌سازی اجباری آنها بودند تا جلوی تباهی خزانه ژنی انسان گرفته شود. در دوره اخیر نیز، دو روان‌شناس به نام‌های ریچارد هرنستاین^۳ و چارلز مری^۴ در سال ۱۹۹۴ کتابی با عنوان منحنی زنگوله‌ای^۵ به چاپ رساندند و در آن مدعی شدند که سیاه‌پوستان آمریکا نه به دلیل فقر یا نابرابری آموزشی بلکه به دلیل ژن‌هایشان

1. Nature vs. Nurture

2. Eugenics

3. Richard J. Herrnstein (1930-1994)

4. Charles A. Murray (1943-)

5. The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life (1994)

در آزمون‌های بهره‌هوشی نمره پایین‌تری از سفیدپوستان می‌گیرند. هر نستاین و مری بر اساس این ادعای (بسیار بحث‌انگیز) از پایان دادن کمک دولت به تهی‌دستان دفاع کردند، سیاستی که به عقیده آنها تولید مثل افرادی با بهره‌هوشی پایین را تشویق می‌کند. از این دست مثال‌ها فراوان است.

آیا می‌توان به مسأله طبیعت- تربیت در چارچوبی مطلقاً علمی پرداخت، یعنی با عاری کردن آن از تمام پیامدهای اجتماعی و سیاسی‌اش؟ خود همین پرسش، موضوعی بحث‌انگیز و جنجالی است. این استدلال دیوید هیوم، فیلسوف قرن هجدهم، بسیار مشهور است که گفت نمی‌توان «باید» را از «است» نتیجه گرفت. به عقیده هیوم، گزاره‌های مربوط به اینکه جهان چگونه است یک چیز هستند و گزاره‌های مربوط به اینکه چگونه باید باشد چیزی کاملاً متفاوت. حکم هیوم امروزه هنوز پرطرفدار است و این دیدگاه رایج را تأیید می‌کند که کار دانشمندان کشف واقعیت‌های عینی و کار سیاست‌گذاران و قانون‌گذاران تصمیم‌گیری درباره کاربرد آن واقعیت‌ها است. وقتی این حکم در بحث طبیعت- تربیت به کار گرفته شود، به معنای آن است که باید میان این پرسش علمی که آیا فلان ویژگی انسان خاستگاه ژنتیکی دارد یا نه، و این پرسش سیاسی که این اطلاعات به چه کار جامعه می‌آید و باید با آن چه کرد، تمایز روشنی قائل شویم. برای مثال، اینکه آیا همجنس‌گرایی در ژن‌ها هست یا نه هیچ ارتباطی به این ندارد که آیا باید همجنس‌گرایان از حقوق برابر با دیگر جنس‌گرایان برخوردار شوند یا نه، و همین‌طور برای ویژگی‌های دیگر.

این ایده که علم فقط با واقعیت‌های عینی سروکار دارد و بنابراین کاملاً آزاد از ارزش‌گذاری است، گرچه در ظاهر منطقی به نظر می‌رسد، اما به دو دلیل تا اندازه‌ای ساده‌لوحانه است. نخست آنکه ممکن است داورهای ارزشی تلویحاً در نحوه توصیف دانشمندان از جهان در کار باشند. دانشمندان عصر ویکتوریا که می‌خواستند مانع از تولید مثل کندذهن‌ها شوند، تنها گناهشان این نبود که پایشان را از گلیم علم فراتر گذاشتند و وارد موضوعات

مربوط به سیاست‌گذاری عمومی شدند. گناه دیگرشان این بود که مرتکب خطایی عمیق‌تر شدند، یعنی در وهله نخست پذیرفتند که کندذهنی توصیف معتبری است؛ و این باور نشان‌دهنده اعتقادات ایدئولوژیک‌شان بود. دوم آنکه دانشمندان باید تصمیم بگیرند می‌خواهند چه چیزی را بررسی کنند، و داوری‌های ارزشی اغلب بر چنین تصمیم‌گیری‌هایی اثر می‌گذارند. هرنستاین و مری یک کتاب کامل درباره تفاوت‌های نژادی در نمره بهره هوشی نوشتند، اما در هیچ‌جا توضیح نداده‌اند که چرا کسی باید به این موضوع اهمیت بدهد. به همین ترتیب روان‌شناسان تکاملی امروزی نیز (نک. ادامه متن) تلاش بسیاری برای بررسی تفاوت‌های مورد ادعا میان مغز مردان و زنان انجام می‌دهند، اما به ندرت توضیح می‌دهند که چرا چنین تفاوت‌هایی، حتی در صورتی که وجود داشته باشند، اهمیتی دارند. از این رو، خود انتخاب اینکه کدام واقعیت‌های عینی بررسی شوند ممکن است نشان‌دهنده ارزش‌های فردی یا اجتماعی باشد.

توجه به این نکته‌ها مهم است، اما با این حال از تلاش برای پرداختن به موضوع صرفاً در چارچوب عینی می‌توان دفاع کرد. بیایید ببینیم که زیست‌شناسی امروز درباره بحث سنتی طبیعت-تربیت چه دارد که به ما بیاموزد؟ یکی از آنها این است که در بسیاری از موارد، این بحث در واقع درست تعریف نشده است. شاید این شگفت‌انگیز به نظر رسد، زیرا همان‌طور که می‌دانیم زیست‌شناسان میان تأثیر ژنتیک و محیط بر ویژگی‌های فنوتیپی یک جاندار تمایز قائل می‌شوند، و به نظر می‌رسد که این با تمایز عامیانه میان طبیعت و تربیت مطابقت داشته باشد. از این گذشته، در علوم زیست‌پزشکی، بعضی بیماری‌ها اغلب ژنتیکی به شمار می‌آیند، در حالی که در بررسی رفتار جانوران، بعضی رفتارها که در تمام اعضای یک گونه مشاهده می‌شوند اغلب با عنوان ذاتی توصیف می‌شوند؛ و به نظر می‌رسد که هر دوی این اصطلاحات مترادف ناشی از طبیعت باشد. پس چرا تمایز طبیعت-تربیت مشکل‌دار است؟

یک دلیل آن ریشه در زیست‌شناسی تکوینی دارد. زیرا معلوم شده که در تکوین یا شکل‌گیری یک ویژگی، مخصوصاً ویژگی‌های پیچیده‌ای همچون رفتارها، عوامل ژنتیکی و محیطی تقریباً همیشه در هم پیچیده‌اند و بر هم تأثیر متقابل می‌گذارند. در نتیجه، حتی ویژگی‌هایی که از دیرباز ژنتیکی رده‌بندی شده‌اند نیز ممکن است نسبت به تغییر شرایط محیطی حساس باشند. مثال کلاسیک آن بیماری فنیل‌کتونوری^۱ در انسان است، که بر اثر جهشی ایجاد می‌شود که بر توانایی سوخت‌وساز اسید آمینه فنیل‌آلانین اثر می‌گذارد و موجب آسیب مغزی می‌شود. اما اگر نوزادی که دارای این جهش است با رژیم غذایی حاوی فنیل‌آلانین کم تغذیه شود، مغزش از تکوین عادی برخوردار خواهد شد. بنابراین، در واقع فنیل‌کتونوری ژنتیکی محض نیست، زیرا بر اثر ترکیبی از یک عامل ژنتیکی (جهش) و یک عامل محیطی (مصرف فنیل‌آلانین) ایجاد می‌شود، در حالی که هیچ کدام از این دو به تنهایی موجب آسیب مغزی نمی‌شوند. این نشان می‌دهد که مسأله طبیعت-تربیت در سطح فردی درست تعریف نشده است. به عبارت دیگر، اگر یک فرد مبتلا به فنیل‌کتونوری را در نظر بگیریم، بی‌معنا است که بپرسیم بیماری‌اش ناشی از ژن‌هایش است یا مصرف فنیل‌آلانین، زیرا ناشی از هر دو است. این وضعیت تقریباً در همه موارد و انواع گوناگون ویژگی‌ها صدق می‌کند. نکته مهم اینکه این مسأله ممکن است هنوز در سطح جمعیت معنادار باشد. یعنی هنوز می‌توان پرسید که آیا خاستگاه تفاوت‌های فنوتیپی یک جمعیت ژنتیکی است یا محیطی. اگر تمام افراد یک جمعیت رژیم غذایی حاوی فنیل‌آلانین زیاد داشته باشند، آنگاه این واقعیت که تعدادی از آنها دچار فنیل‌کتونوری می‌شوند اما دیگران نه، ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی میان آنها خواهد بود. و در واقع، دانشمندان که ژنتیک رفتار انسان را بررسی می‌کنند معمولاً بر سطح جمعیت تمرکز کرده‌اند. مهم‌ترین ابزارشان برای این بررسی تحلیل وراثت‌پذیری است که در آن به منظور رسیدن به برآوردی

عددی از وراثت‌پذیری یک ویژگی، یعنی کسری از تغییرات آن ویژگی که ناشی از تغییرات ژنتیکی است، خویشاوندان یک فرد بررسی می‌شوند. برای آنکه منطق این کار را دریابید، فرض کنید معلوم شود که دو دوقلوی همسان، که از هنگام تولد از هم جدا شده‌اند، در بعضی ویژگی‌ها شباهت بسیار بیشتری به هم دارند، تا دو عضو جمعیت که به تصادف انتخاب شده‌اند. از آنجا که دوقلوهای ما در محیط‌های متفاوتی بزرگ شده‌اند، می‌توان نتیجه گرفت که شباهت‌شان احتمالاً ناشی از ژن‌های مشترک است، یا به عبارت دیگر، آن ویژگی وراثت‌پذیری بالایی دارد. معلوم شده که بسیاری از ویژگی‌های رفتاری و شناختی انسان وراثت‌پذیری متوسط تا زیادی دارند. اینها عبارت‌اند از ویژگی‌های شخصیتی همچون برون‌گرایی و مقبولیت؛ ویژگی‌های شناختی همچون بهره هوشی و استعداد موسیقی؛ اختلالات روان‌پزشکی همچون اضطراب و اسکیزوفرنی؛ و نگرش‌های اجتماعی همچون محافظه‌کاری و دین‌داری. از نظر بسیاری از پژوهشگران، این نشان می‌دهد که تأثیر ژنتیک بر رفتار انسان چشمگیر است.

با این حال، تفسیر درست تحلیل وراثت‌پذیری بحث‌انگیز و جنجالی است. طرفدارانش آن را روشی دقیق و کمی برای پرداختن به مسأله دیرپای طبیعت-تربیت می‌دانند. گاهی حق با آنها است، اما پیچیدگی‌هایی نیز وجود دارد. نخست آنکه وراثت‌پذیری یک ویژگی ذاتاً وابسته به جمعیت است، و ممکن است از جمعیتی به جمعیت دیگر فرق کند. دوم آنکه برخلاف آنچه گاه تصور می‌شود، نمی‌توان وراثت‌پذیری زیاد را با ژنتیکی و وراثت‌پذیری کم را با محیطی یکی دانست. ویژگی داشتن دو پا در انسان را در نظر بگیرید. در یک جمعیت معمولی، تنها کسانی که دو پا ندارند کسانی هستند که یکی یا هر دو پایشان را در تصادف از دست داده‌اند، بنابراین تفاوت‌های موجود از نظر این ویژگی ژنتیکی نیستند. این به معنای آن است که وراثت‌پذیری دوپایی نزدیک به صفر است؛^۱ اما روشن است

۱. زیرا هیچ بخشی از تغییرات آن ناشی از تغییرات ژنتیکی نیست.

که اشتباه خواهد بود اگر برداشت کنیم ژن‌ها هیچ نقشی در تبیین این مسأله ندارند که چرا در انسان دو پا به وجود می‌آید. سوم آنکه هر جا برهمکنش ژن-محیط وجود دارد، آمار وراثت‌پذیری بخش عمده معنای خود را از دست می‌دهد. در این مفهوم، برهمکنش به معنای آن است که خود تأثیر علی ژن بر یک ویژگی وابسته به محیط است. برای مثال، فلان ژن ممکن است خطر اضطراب را در آب و هوای گرم افزایش اما در آب و هوای سرد کاهش دهد. در چنین مواردی، طبیعت و تربیت، حتی در سطح جمعیت، به شکلی ناگشودنی در هم تنیده‌اند. سرانجام آنکه همبستگی ژن-محیط هنگامی روی می‌دهد که افرادی با ژنتیک مشابه به احتمال زیاد محیط مشابهی را تجربه می‌کنند. مانند برهمکنش، این نوع همبستگی نیز مانع از آن می‌شود که تحلیل وراثت‌پذیری بتواند تأثیر ژنتیک و محیط را درست از هم جدا کند.

بگذارید جمع‌بندی کنیم. در سطح فرد، تمام ویژگی‌ها از ترکیبی از عوامل ژنتیکی و محیطی پدید می‌آیند، و این پرسش که کدام‌شان مهم‌تر است هیچ معنای روشنی ندارد. در سطح جمعیت، اهمیت نسبی عوامل ژنتیکی و محیطی در تبیین تفاوت‌های یک ویژگی را در مواردی می‌توان کمی کرد و به عدد نشان داد، اما نه همیشه. این نکته‌ها در مورد تمام ویژگی‌ها، از جمله ویژگی‌های رفتاری و شناختی انسان، صدق می‌کنند. بنابراین گرچه ممکن است زیست‌شناسی مسأله کهن طبیعت-تربیت را حل نکرده باشد، اما بی‌تردید به روشن شدن معنای آن کمک کرده است.

از زیست‌شناسی اجتماعی به روان‌شناسی تکاملی

در دهه ۱۹۷۰، رشته نوظهور زیست‌شناسی اجتماعی^۱ رویکرد جدید جسورانه‌ای به بررسی رفتار انسان ارائه کرد. زیست‌شناسی اجتماعی که زیست‌شناس دانشگاه هاروارد، ادوارد ویلسون^۲، پیشگام آن بود، نظریه

1. Sociobiology

2. Edward O. Wilson (1929-)

تکامل را در مورد رفتار اجتماعی انسان، و به شکلی عام‌تر، ساختار جامعه انسانی، به کار برد. فرض پایه این بود که رفتار انسان به شدت تحت تأثیر ژن‌ها است و بر اثر انتخاب طبیعی تکامل یافته است؛ بنابراین، می‌توان در مورد رفتارها و ساختارهای اجتماعی خاص تبیین‌های داروینی ارائه کرد. یکی از بهترین مثال‌های ویلسون «تابوی زنا با محارم» بود. اگرچه آداب و رسوم جنسی در میان جوامع انسان تفاوت بسیاری نشان می‌دهد، اما زنا با محارم تقریباً در تمام آنها ممنوع است؛ و انسان به‌طور غریزی از این کار بیزار است. چرا چنین است؟ تبیین‌های انسان‌شناختی گوناگونی پیشنهاد شده است، اما ویلسون گفت که برای آن یک تبیین داروینی ساده وجود دارد. فرزندان حاصل از محرم‌آمیزی اغلب دچار نقص‌های مادرزادی هستند، بنابراین علیه زنا با محارم فشار انتخاب شدیدی وجود داشته است. به گفته ویلسون، به همین دلیل است که افراد طوری تکامل یافته‌اند که از زنا با محارم بیزار باشند و جوامع آن را ممنوع کرده‌اند. یک مثال نظرورزانه‌تر به وجود همجنس‌گرایی در مردان مربوط می‌شد. ویلسون با استفاده از نظریه انتخاب خویشاوندی استدلال کرد که گرچه رفتار همجنس‌گرایی به کاهش شایستگی خود فرد می‌انجامد، اما ممکن است موجب شایستگی غیرمستقیم شود و برای خویشاوندان او سود داشته باشد. به این ترتیب، ممکن است ژن‌های همجنس‌گرایی به وسیله انتخاب طبیعی در جمعیتی حفظ شود.

زیست‌شناسی اجتماعی در دهه ۱۹۷۰ موضوع بحث‌های داغی بود که بسیاری از آنها با زیاده‌روی همراه بودند و اغلب در رسانه‌های عمومی مطرح شدند. منتقدان آن را اقدامی واپس‌گرایانه می‌دانستند که راه اصلاح نژاد را هموار می‌کرد. اکنون که به گذشته می‌نگریم، روشن است که بسیاری از این منتقدان انگیزه‌های سیاسی داشتند و با تحریف تصویر نادرستی از کار ویلسون ارائه کرده بودند. اما ضمناً انتقادهای علمی معتبری نیز مطرح شدند که از میان آنها سه مورد شایان ذکر است. نخست آنکه پیش‌بینی

بی‌پروای ویلسون که علوم اجتماعی به «شاخه‌ای از زیست‌شناسی» تبدیل خواهد شد قابل دفاع نبود. پذیرش رویکرد تکاملی به رفتار انسان دانشمندان علوم اجتماعی را تهدید به بیکاری نمی‌کند. زیرا دانشمندان علوم اجتماعی معمولاً به جای تبیین‌های دور بیشتر به تبیین‌های نزدیک توجه دارند (نک. فصل ۲). دوم آنکه زیست‌شناسان اجتماعی معمولاً رابطه میان ژن و رفتار را بیش از حد ساده می‌کردند و اغلب چنان سخن می‌گفتند که گویی ژن‌ها بی‌هیچ آزادی عملی الگوهای رفتاری خاص را تعیین می‌کنند. چنین چیزی حقیقت ندارد زیرا هم عوامل محیطی را نادیده می‌گیرد و هم به نقش شناخت در تولید رفتار انسان بی‌توجه است. سوم آنکه تبیین‌های زیست‌شناسی اجتماعی بیش از همه هنگامی محتمل‌اند که رفتاری همگانی باشد (مانند پرهیز از محرم‌آمیزی). این در حالی است که بیشتر رفتارهای انسان هم بسیار شکل‌پذیر است، یعنی بسته به شرایط تغییر می‌کند، و هم در فرهنگ‌های مختلف متغیر است.

مسئولیت پاسخ‌گویی به این دو انتقاد آخر را روان‌شناسی تکاملی^۱ به عهده گرفته است، رشته‌ای جانشین زیست‌شناسی اجتماعی که در دهه ۱۹۸۰ شکل گرفت و امروزه رونق بسیاری دارد. مهم‌ترین نوآوری روان‌شناسی تکاملی این بود که به جای آنکه مستقیماً برای رفتار انسان در پی جست‌وجوی تبیین سازشی باشد، این کار را برای مبانی شناختی و روان‌شناختی رفتار انجام داد. طرفدارانش می‌گویند که گرچه رفتار انسان تغییرپذیر و در معرض تأثیر فرهنگ است، با این حال یک روان‌شناسی همگانی وجود دارد که تمام انسان‌هایی که با انتخاب طبیعی تکامل یافته‌اند در آن مشترک‌اند، و رفتار ما را به شدت محدود می‌کند. به گفته آنها این روان‌شناسی همگانی از مجموعه‌ای از پیمان‌های ذهنی^۲ تشکیل می‌شود که هر کدام از آنها یک وظیفه تخصصی را انجام می‌دهند. در عمل، رفتار نتیجه راه‌اندازی یک پیمان در زمینه‌ای خاص است. نمونه‌هایش عبارت‌اند

1. Evolutionary Psychology

2. Mental Module

از پیمانهای برای پردازش زبان، پیمانهای برای تشخیص چهره دیگران، پیمانهای برای انتخاب جفت، و پیمانهای برای تشخیص تقلب در تبادلات اجتماعی. این تصویر پیمانهای که گاه مدل چاقوی سوئیسی ذهن نامیده می‌شود، در تضاد با این دیدگاه سنتی قرار دارد که انسان مسائل مختلف را با استفاده از یک سازوکار روان‌شناختی همه‌کاره حل می‌کند. به عقیده روان‌شناسان تکاملی، سازمان پیمانهای کارآمدتر است، زیرا به رفتار سازشی اجازه می‌دهد که آسان‌تر تولید شود.

اگرچه روح روان‌شناسی تکاملی سازش‌باور است، اما طرفداران آن فکر نمی‌کنند که رفتار انسان امروزی همیشه سازشی باشد. به عقیده آنها ذهن انسان متناسب با سبک زندگی شکارچی-گردآور سازش یافته که در بخش عمده تکامل انسان رایج بود. اما در ۱۲ هزار سال گذشته محیط زندگی انسان به سرعت تغییر کرده و تکامل ژنتیکی فرصت نداشته که خود را با آن هماهنگ کند. بنابراین ذهن عصر حجری ما می‌تواند منجر به رفتارهایی شود که در دنیای امروز بدسازگاری^۱ هستند. این فرضیه که اصطلاحاً ناهمخوانی تکاملی^۲ نامیده می‌شود، در مواردی بسیار محتمل است. برای مثال، میل شدید ما به قند احتمالاً در محیط‌هایی که در آنها تکامل یافته سازشی است اما در محیط پرقند امروزی ما منجر به چاقی می‌شود. مثال‌های بحث‌انگیزتر عبارت‌اند از رفتارهای اعتیادآور، تنش در محل کار، افسردگی پس از زایمان، که گفته شده همه آنها ناشی از تمایلات روانی تکامل یافته‌ای هستند که در دوره پلیستوسن سازشی بوده‌اند.

اگرچه روان‌شناسی تکاملی نسبت به زیست‌شناسی اجتماعی اصلاحاتی در روش‌شناسی را به نمایش می‌گذارد، و به پژوهش‌های جالب بسیاری انجامیده است، اما با این حال خالی از اختلاف نظر نیست. یکی از دلایل آن است که بعضی از روان‌شناسان تکاملی علاقه عجیبی به رفتار جنسی انسان (از جمله تجاوز) داشته‌اند، و نیز به تفاوت‌های میان مردان و زنان،

یعنی موضوعاتی که ناگزیر حساسیت‌برانگیز هستند. از این گذشته، منتقدان گفته‌اند که پایبندی‌های فکری روان‌شناسان تکاملی، از جمله باور آنها به روان‌شناسی همگانی انسان و پیمان‌های ذهنی که به شیوه ژنتیکی نهادینه شده‌اند، از شواهد موجود فراتر می‌رود. رشته‌ای دیگر از انتقادات روان‌شناسی تکاملی را به سازش‌باوری ساده‌لوحانه متهم می‌کند که گولد و لونتین مطرح کردند (نک. فصل ۳) و در آن پیشاپیش فرض می‌شود که برای هر ویژگی همواره می‌توان تبیینی سازشی یافت. اگرچه این انتقادات، به‌ویژه در رابطه با آثار عامه‌پسند روان‌شناسی تکاملی، بی‌اساس نیستند، اما بهترین پژوهش‌هایی که در این رشته انجام می‌شوند از بالاترین استانداردهای علمی برخوردارند.

انتقاد پایانی که در واقع می‌توان آن را در برابر تمام نظریه‌هایی مطرح کرد که برای رفتار انسان بنیانی ژنتیکی فرض می‌کنند، این است که آنها با حس اراده آزاد یا اختیار ما در تضاد هستند. ما انسان‌ها به‌طور شهودی باور داریم که اعمال ما نتیجه انتخاب‌های آگاهانه ماست، به عبارت دیگر ما عواملی آزاد هستیم. اما وجود تأثیر ژنتیکی قوی بر رفتار ما، یا روان‌شناسی زیربنایی ما، ظاهراً این باور را تهدید می‌کند. برای مثال، اگر از زنی بپرسید که چرا با شوهرِ بازرگانِ موفقش ازدواج کرده، احتمالاً پاسخ خواهد داد که عاشق او است. اما چگونه می‌توان این پاسخ را با ادعای روان‌شناسان تکاملی سازگار کرد که می‌گویند در زنان یک پیمانۀ انتخاب جفت نهادینه شده که آنها را وامی‌دارد به عنوان جفت در پی مردان عالی‌رتبه باشند؟ از این گذشته، به نظر می‌رسد به این ترتیب مسئول دانستن افراد برای کارهایشان نیز به خطر می‌افتد. اگر مردان بالغ ژن‌هایی داشته باشند که آنها را مهاجم کند، چگونه می‌توان مردی را برای عصبانیت هنگام رانندگی مقصر دانست؟ بی‌تردید او می‌تواند پاسخ دهد که ژن‌هایش وادارش کرده‌اند چنین رفتار کند.

به این انتقاد دو پاسخ می‌توان داد. نخست آنکه هیچ کس به‌راستی معتقد نیست که رفتار انسان صرفاً با ژنتیک تعیین می‌شود. حداکثر آنکه ممکن

است تمایلی ژنتیکی، با درجه‌های مختلف شدت، برای انجام رفتاری به شکلی خاص وجود داشته باشد. دوم، و مهم‌تر از پاسخ نخست، آنکه آنچه حس اختیار ما را تهدید می‌کند در واقع این مفهوم است که رفتار به جای آنکه آزادانه انتخاب شود معلول است؛ مهم نیست که آن علت ژنتیکی باشد یا نه. علت‌های محیطی نیز به همان اندازه خطرناک هستند. فرض کنید معلوم شود که تهاجم در مردان بالغ معلول تنبیه بدنی در دوره کودکی باشد. مردی که مرتکب رفتارهای ناهنجار هنگام رانندگی می‌شود باز هم می‌تواند اعلام بی‌گناهی کند و مدعی شود که نه ژن‌هایش بلکه تجربه‌هایش در دوره کودکی وادارش کرده‌اند چنین رفتار کند. همان‌طور که این مثال نشان می‌دهد، جا باز کردن برای اراده آزاد در دنیایی از علت‌ها یک مسأله فلسفی کلی است که برای هر کسی مطرح می‌شود. نه اختصاص به زیست‌شناسی اجتماعی دارد و نه به روان‌شناسی تکاملی، و بنابراین نباید آن را به عنوان ایرادی به این نظریه‌ها به‌طور خاص مطرح کرد.

تکامل فرهنگی

یک راه کاملاً متفاوت به کار بردن ایده‌های داروین در مورد رفتار انسان، تکامل فرهنگی^۱ یا نظریه وراثت دوگانه^۲ نامیده می‌شود. همه‌چیز از این مشاهده آغاز می‌شود که میان گروه‌های انسانی تفاوت‌های فرهنگی چشمگیری وجود دارد. برای مثال، در نظر بگیرید که تقسیم میراث خانوادگی، مراسم خاک‌سپاری، و سبک‌های معماری در نقاط مختلف جهان چقدر با هم تفاوت دارند. از آنجا که این تفاوت‌های فرهنگی به سرعت و ظرف چند هزار سال شکل گرفته‌اند، می‌توان مطمئن بود که ریشه در تفاوت‌های ژنتیکی ندارند. بنابراین به نظر می‌رسد که فرهنگ انسان رها از زیست‌شناسی زیربنایی آن آزادانه شناور باشد. با وجود این، باز هم امکان دارد که فرهنگ با فرایندی شبه‌داروینی در تکامل باشد.

زیرا در انسان دو مجرای وراثتی وجود دارند که به موازات هم عمل می‌کنند: ژنتیکی و فرهنگی. درست همان‌طور که ژن‌هایمان را از پدر و مادر زیست‌شناختی‌مان به ارث می‌بریم، آداب و رسوم فرهنگی و باورها را نیز از والدین فرهنگی‌مان به ارث می‌بریم که ممکن است همان پدر و مادر زیست‌شناختی‌مان یا سایر اعضای گروه اجتماعی ما باشند. این به معنای آن است که به لحاظ نظری انتخاب طبیعی می‌تواند هم بر تفاوت‌های ژنتیکی و هم بر تفاوت‌های فرهنگی اثر بگذارد و سبب شود که بعضی آداب و رسوم فرهنگی در جمعیتی انتشار یابند و آداب و رسوم دیگر به فراموشی سپرده شوند.

هواداران تکامل فرهنگی بر این باورند که چنین اتفاقی واقعاً افتاده است. برای مثال، به این فکر کنید که تهیه خوراک در طول زمان چگونه تکامل یافته است. ما در بیشتر طول تاریخ شکارچی-گردآورانی کوچ‌نشین بودیم. از حدود ۱۰ هزار سال پیش، با کشت گیاهان خوراکی و اهلی کردن جانوران، در تعدادی از نقاط مختلف در سرتاسر جهان، این وضع به تدریج تغییر کرد. پس از آن کشاورزی و دام‌داری با سرعت گسترش یافت و جای سبک زندگی سنتی شکار-گردآوری را گرفت، به طوری که ظرف چند هزار سال در تمام جهان فراگیر می‌شد. این تا اندازه‌ای نتیجه تقلید بود، چرا که شکارچی-گردآوران فایده‌های کشاورزی را می‌دیدند و سبک زندگی‌شان را تغییر می‌دادند، و تا اندازه‌ای نتیجه فتح سرزمین‌های جدید و مهاجرت به آنها. البته اینکه گسترش کشاورزی و دام‌داری به دگرگونی اساسی وضع بشر انجامید، چیزی است که دانشوران از مدت‌ها پیش به آن پی برده‌اند. اما ادعای متمایز نظریه تکامل فرهنگی آن است که این فرایندی حقیقتاً داروینی بود که در آن یک نوع فرهنگی برتر (کشاورزی و دام‌داری) در رقابت نوع پست‌تر (خوراک‌جویی) را از میدان به در کرد، همان‌طور که در یک فرایند معمول تکامل زیستی یک شکل ژنتیکی مطلوب در رقابت با ال‌هایش آنها را از میدان به در می‌کند.

در موارد ژنتیکی، تأثیر انباشتی انتخاب طبیعی، همان‌طور که در فصل ۲ دیدیم، سازش جمعیت‌ها به محیط و ایجاد تنوع است. تکامل دانان فرهنگی می‌گویند وقتی انتخاب طبیعی روی تغییرات فرهنگی عمل می‌کند نیز همین اتفاق می‌افتد. برای روشن‌تر شدن موضوع، توانایی چشمگیر انسان را برای سازش با محیط خاصی که در آن زندگی می‌کند در نظر بگیرید که به انسان امکان داده به موفق‌ترین گونه سیاره زمین با گسترده‌ترین پراکندگی تبدیل شود. برای مثال، مهارت اسکیموها در ساخت کلبه‌های یخی، مهارت بوشمن‌های کالاهاری در شکار، یا مهارت وایکینگ‌ها در قایق‌سازی را در نظر بگیرید که همه آنها برای بقا در محیط زندگی خودشان حیاتی‌اند. نکته اینجاست که چنین مهارت‌هایی به طریق فرهنگی منتقل می‌شوند و نه به طریق ژنتیکی. هیچ ژنی برای ساخت کلبه یخی وجود ندارد که اسکیموها آن را به فرزندان‌شان منتقل کنند؛ بلکه این مهارت به جوانان آموخته شده، و با گذشت نسل‌ها به تدریج اصلاح شده است. همین وضع در مورد بسیاری از آداب و رسوم فرهنگی دیگر نیز صدق می‌کند. بنابراین تکامل فرهنگی برای تبیین چگونگی سازش جمعیت‌های انسان به محیط زیست‌شان، و اینکه چگونه تفاوت‌های فرهنگی میان آنها پدید می‌آید و دوام می‌آورد، ضروری است.

چه ارتباطی میان تکامل فرهنگی و تکامل زیستی (یا ژنتیکی) وجود دارد؟ از یک لحاظ، اولی وابسته به دومی است، اما از لحاظی دیگر مستقل از همدیگرند. برای آنکه به وابستگی میان آنها پی ببرید، توجه کنید که آداب و رسوم فرهنگی تنها به دلیل توانایی شناختی انسان می‌تواند پدید آید و گسترش یابد، در حالی که خود این توانایی در نتیجه تکامل زیستی تکامل یافته است. برای مثال، هم اختراع اولیه کشاورزی و دام‌داری و هم گسترش آن در مرحله بعد تنها به این دلیل امکان‌پذیر شدند که انسان از هوش و مهارت کافی در ارتباط برخوردار بود و این توانایی را داشت که رفتار دیگران را تقلید کند. از این رو چنانچه تکامل زیستی به پیدایش دستگاه شناختی لازم در انسان نینجامیده بود، تکامل فرهنگی از ابتدا هرگز

نمی‌توانست اتفاق افتد. برای آنکه به استقلال آنها از هم پی ببرید، توجه کنید که تکامل فرهنگی وابسته به وجود تغییرات ژنتیکی نیست، و نسبت به تکامل زیستی در مقیاس زمانی بسیار کوتاه‌تری روی می‌دهد. ممکن است اشکال گوناگون فرهنگی بسیار سریع‌تر از اشکال گوناگون ژنتیکی در یک جمعیت انسانی فراگیر شوند، زیرا در حالی که ژن‌ها تنها عمودی (از والدین به فرزندان) منتقل می‌شوند، فرهنگ می‌تواند افقی نیز منتقل شود. بنابراین سرعتی که با آن یک ژن جهش یافته می‌تواند انتشار یابد محدود به فاصله زمانی بین نسل‌ها است، اما انتشار یک شکل فرهنگی جدید چنین محدودیتی ندارد.

در مواردی میان تکامل فرهنگی و زیستی برهمکنش جالبی وجود دارد. مثال کلاسیک آن گسترش دام‌داری برای تولید محصولات لبنی است. اهلی کردن گاو به منظور مصرف شیر مغذی آن هزاران سال پیش آغاز شد، و با تکامل فرهنگی گسترش یافت. اما موفقیت این عمل فرهنگی، به دلیل اینکه بیشتر افراد توانایی گوارش لاکتوز^۱ را نداشتند، محدود بود. با ظهور گاوداری برای تولید شیر، فشار انتخابی نیرومندی به سود ژنی ایجاد شد که می‌توانست به گوارش لاکتوز کمک کند. سرانجام چنین ژنی پدید آمد، و با تکامل زیستی در سرتاسر اروپای شمالی و خاورمیانه انتشار یافت، جایی که امروزه با فراوانی زیاد یافته می‌شود. در عوض، ژن لاکتاز^۲ به مناطقی که در آنها گاوداری برای تولید شیر پا نگرفته بود انتشار نیافت، و امروزه نیز فراوانی آن در بیشتر جمعیت‌های انسانی، و برای مثال در آسیا، کم باقی مانده است. به عبارت دیگر، میان تاریخ گاوداری برای تولید شیر در یک منطقه و حضور ژن گوارش لاکتوز در آن منطقه همبستگی نزدیکی پیدا می‌کنیم. نکته جالبی که در اینجا باید به آن توجه کرد برهمکنش میان تکامل زیستی و فرهنگی است. گسترش یک عمل فرهنگی، یعنی دام‌داری برای تولید شیر، شرایط لازم را پدید آورد تا فرایند تکامل زیستی ساختار ژنتیکی

۲. Lactase؛ آنزیم هضم قند شیر.

۱. Lactose؛ قند شیر.

جمعیتی که آن عمل فرهنگی به آن انتشار یافته بود را تغییر و به آنها امکان دهد که از مزایای آن به تمامی برخوردار شوند. این برهمکنش تکامل همراه ژن-فرهنگ نامیده می‌شود.

یکی از نظریه‌های پرنفوذ تکامل فرهنگی را ریچارد داوکینز در ژن خودخواه مطرح کرد. داوکینز در این کتاب فرایندی تکاملی را توصیف کرد که اختصاص به گونه ما دارد، و در آن مم‌های^۱ رقیب بر سر فضای موجود در ذهن انسان با هم رقابت می‌کنند. مم واحد اطلاعات فرهنگی مانند یک آواز یا یک آیین مذهبی است، درست همان‌طور که یک ژن واحد اطلاعات ژنتیکی است. داوکینز بر آن بود که مم‌ها نیز همچون ژن‌ها همانندساز^۲ هستند، یعنی موجوداتی که از آنها نسخه‌برداری می‌شود. مم‌ها، به لطف گرایش طبیعی انسان به تقلید، از ذهن شخصی به ذهن شخص دیگر می‌پزند، و گاهی در این فرایند خطای نسخه‌برداری نیز در آنها وارد می‌شود. به گفته داوکینز، انتشار مم‌ها در کل از اصول داروینی پیروی می‌کند. مم‌هایی که به هر دلیل در تکثیر بهتر از مم‌های دیگر باشند، سرانجام در خزانه ممی^۳ غالب خواهند شد. به همین دلیل است که ترانه‌های عامیانه به آسانی به خاطر سپرده می‌شوند و ادیان پیروان‌شان را از گرویدن به دین‌های دیگر برحذر می‌دارند؛ اینها راهکارهایی هستند که به انتشار مم‌های مورد بحث (آن آواز و آن دین) کمک می‌کنند. داوکینز پیش‌بینی کرد که در آینده علمی به نام مم‌تیک، به موازات ژنتیک، به وجود بیاید که اصول انتشار مم‌ها را در جمعیت بررسی کند.

اگرچه برداشت داوکینز بسیار نکته‌سنجانه بود، اما مم‌تیک به بار ننشسته و بیشتر تکامل دانان فرهنگی امروزی از به کار بردن مفهوم مم پرهیز می‌کنند. علتش تا اندازه‌ای ابهام برطرف نشده در این باره است که دقیقاً چه چیزی مم به حساب می‌آید، و چگونه باید آنها را حساب کرد. به نظر می‌رسد هیچ روش

۱. Meme؛ در انگلیسی میم تلفظ می‌شود، بر وزن جین که تلفظ انگلیسی ژن است.

2. Replicator

3. Meme-pool

مشخصی برای تجزیه یک عمل فرهنگی پیچیده به واحدهای متمایز وجود نداشته باشد. برای مثال، آیا دین مسیحیت یک مم منفرد به حساب می‌آید یا مجموعه‌ای از مم‌های بسیار؟ از این گذشته، برداشت داوکینز از مم مبتنی بر پایبندی‌های فکری خاصی بود که وجود آنها برای نظریه تکامل فرهنگی ضروری نیست، از جمله این ادعای بحث‌انگیز که مم‌ها برای سود خودشان به انگل ذهن انسان تبدیل شده‌اند. و سرانجام اینکه مفهوم مم منتقدان را ترغیب کرد تکامل فرهنگی را پیشاپیش بی‌اهمیت بشمارند، بر این اساس که قیاس میان ژن و مم خیال‌پردازانه است و تناظرشان از همه نظر برقرار نیست. به این دلایل، نظریه تکامل فرهنگی نباید پاسوز مفهوم مم شود.

یکی از مسائل فلسفی جالب این است که آیا باید تکامل فرهنگی و زیستی را از یک نوع به شمار آورد؟ آیا هر دوی آنها نمونه‌هایی از منطق تجربیدی داروینی هستند؟ تکامل دانان فرهنگی می‌گویند همین‌طور است، اما منتقدان به ناهمانندی‌های گوناگون میان آنها اشاره می‌کنند. یکی این نکته است که احتمال دارد فرهنگ هم افقی منتقل شود و هم عمودی. اگرچه این حقیقت دارد، اما مسلماً موجب تفاوت بنیادی تکامل فرهنگی با همتای زیستی‌اش نمی‌شود. زیرا اگرچه انتقال افقی ژن‌ها در انسان روی نمی‌دهد، اما به لحاظ زیست‌شناختی نه تنها غیرممکن نیست، که در واقع میان باکتری‌ها بسیار رایج است. یک تفاوت عمیق‌تر آن است که اشکال فرهنگی نو، برخلاف اشکال ژنتیکی نو، معمولاً به تصادف پدید نمی‌آیند، بلکه اختراعات سنجیده و آگاهانه انسان هستند. برای مثال، یک اصلاح خاص در طرح قایق پارویی، احتمالاً نه به شکل یک اتفاق تصادفی، بلکه از پی بردن یک وایکینگ قایق‌ساز باهوش به این نکته روی می‌دهد که طرح کنونی را می‌توان بهتر کرد. در عوض، وراثت زیست‌شناختی معمولاً لامارکی نیست، زیرا تغییراتی که محیط در یک جاندار پدید می‌آورد معمولاً به فرزندانش منتقل نمی‌شوند.

این دو تفاوت آخری مهم‌اند، اما نباید در اهمیت‌شان اغراق کرد.

این واقعیت که یک شکل فرهنگی نو به عمد ایجاد می‌شود، به جای آنکه تصادفی پدید آید، با اینکه در ادامه مطابق الگویی داروینی انتشار می‌یابد، یعنی بر اساس امتیازی سازشی که این شکل به کاربران خود اعطا می‌کند، تناقضی ندارد. به همین ترتیب، این واقعیت که وراثت فرهنگی لامارکی است، با در نظر گرفتن انتشار فرهنگ به عنوان فرایندی داروینی سازگار است. نخست آنکه خود داروین به وراثت ویژگی‌های اکتسابی باور داشت، این نوداروینی‌ها بودند که وراثت لامارکی را رد کردند. از این گذشته، کشف‌های اخیر در رشته وراثتیک نشان داده‌اند که در بعضی موارد، خود وراثت زیستی نیز لامارکی است، زیرا به جای تغییر توالی DNA یک ژن، تغییرات اکتسابی نشانگرهای وراثتیک^۱ آن می‌توانند به فرزندان منتقل شوند. به همین دلیل نیز نباید رد کرد که تکامل فرهنگی یک فرایند داروینی اصیل و واقعی است.

سرانجام آنکه میان تکامل فرهنگی و موضوع سطح انتخاب، که در فصل ۵ درباره‌اش بحث شد، رابطه جالبی وجود دارد. دیدیم که گرچه بیشتر ویژگی‌های زیست‌شناختی به دلیل امتیازی که به فرد جاندار می‌دهند تکامل می‌یابند، اما همیشه این‌طور نیست. احتمال دیگر آن است که یک ویژگی به این دلیل تکامل یابد که به سود گروه است، یعنی از طریق انتخاب در سطح گروه. همین نکته در مورد ویژگی‌های فرهنگی نیز درست است. یک تکنیک کشاورزی پیشرفته که در جمعیتی انتشار می‌یابد، احتمالاً به سود تک‌تک کشاورزانی است که آن را به کار می‌برند. اما اعمال فرهنگی دیگر ممکن است در اثر انتخاب گروهی تکامل یابند. برای مثال، بسیاری از جوامع سنتی نظام‌های پیچیده‌ای از هنجارهای اجتماعی دارند که رفتار اعضایشان را تحت نظارت درآورند. این هنجارها را افرادی اعمال می‌کنند که هر کس که از آنها تخطی کند را تنبیه می‌کنند. نکته اینجاست که تنبیه یک متخلف عملی فداکارانه است، زیرا برای فرد هزینه دارد اما به سود گروه

است. بنابراین، هنجارهای اجتماعی نامزدهای خوبی برای ویژگی‌هایی هستند که از طریق انتخاب گروهی فرهنگی تکامل یافته‌اند.

در فصل ۵، دیدیم که به انتخاب در سطح گروه در زیست‌شناسی همواره به دیده تردید نگریسته شده است. اما جالب آنکه ایرادهای سنتی به انتخاب گروهی ژنتیکی ممکن است در مورد همتای فرهنگی آن صدق نکنند. به‌ویژه، یک ایراد این است که مهاجرت میان گروه‌ها به سرعت آنها را از نظر ژنتیکی همگن خواهد کرد، و به این ترتیب آن تغییرات میان‌گروهی که برای عملکرد انتخاب گروهی ضروری است را رقیق و تضعیف می‌کند. اما در سپهر فرهنگی چنین مشکلی به وجود نمی‌آید. مهاجرت میان گروه‌های انسانی آنها را از نظر فرهنگی همگن نمی‌سازد، زیرا مهاجران اغلب آداب و رسوم فرهنگی گروه جدیدشان را می‌پذیرند. اگرچه بحث در این باره ادامه دارد، اما از شواهد چنین برمی‌آید که انتخاب گروهی ممکن است در قلمرو فرهنگی نیروی مؤثرتری باشد تا در قلمرو ژنتیکی.

خلاصه آنکه، گرچه زیست‌شناسی اجتماعی و روان‌شناسی تکاملی بر تکامل زیستی رفتار انسان و مبانی شناختی آن متمرکز هستند، نظریه تکامل فرهنگی رویکرد کاملاً متفاوتی را در پیش می‌گیرد. بر اساس وجود تفاوت‌های فرهنگی میان انسان‌ها، و واقعیت وراثت دوگانه ژن-فرهنگ، پیشنهاد می‌شود که یک فرایند تکامل فرهنگی به موازات تکامل ژنتیکی در جمعیت‌های انسانی روی می‌دهد، و گاه میان‌شان برهمکنش شکل می‌گیرد. این نظریه موجب پژوهش‌های تجربی جذابی شده، و پرسش‌های فلسفی جالبی مطرح کرده است، از جمله اینکه آیا تکامل فرهنگی و زیستی اساساً مانند همدیگرند یا نه.

جمع‌بندی

از این مرور اجمالی فلسفه زیست‌شناسی چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟ علاوه بر نکته‌های اختصاصی که در هر فصل به آنها اشاره شد، مهم‌ترین نکته کلی آن است که مباحث فلسفی در علوم زیستی فراوان است. این نشان می‌دهد که اندیشه فلسفی درباره زیست‌شناسی نقش ارزشمندی برای ایفا دارد. فلسفه با موشکافی در معنای مفاهیم زیست‌شناختی، بررسی پیامدهای نظریه‌های زیست‌شناختی، و کاوش در منطق تبیین‌های زیست‌شناختی، به عمیق‌تر شدن شناخت ما از آن جهان‌بینی که زیست‌شناسی امروز ترسیم کرده کمک می‌کند.

برای مطالعه بیشتر

یادداشت مترجم

عنوان یادداشت مترجم از مقاله انتقادی دیوید هال گرفته شده است که گاه نقطه آغاز فلسفه زیست‌شناسی جدید به شمار می‌آید:

Hull, David L. 1969. What philosophy of biology is not. *Synthese*, 20(2): 157-184.

۳۶ سال بعد ورنر کلبو باز به همین موضوع بازگشت:

Callebaut, Werner. 2005. Again, what the philosophy of biology is not. *Acta Biotheoretica*, 53: 93-122.

دیوید هال در مقاله زیر مرور کوتاهی از تاریخ فلسفه زیست‌شناسی عمدتاً در دنیای انگلیسی‌زبان به دست می‌دهد:

Hull, David L. 2008. The History of the Philosophy of Biology. Pp. 11-33, in *The Oxford Handbook of Philosophy of Biology* (ed. Michael Ruse). Oxford University Press.

کتاب زیر تا اندازه‌ای به تاریخ فلسفه زیست‌شناسی به معنای عام آن از ارسطو تا پیش از دوران معاصر پرداخته است:

Grene, Marjorie & Depew, David. 2004. *The Philosophy of Biology: An Episodic History*. Cambridge University Press.

برای نقد روایت رسمی از تاریخ فلسفه زیست‌شناسی به دو مقاله زیر مراجعه کنید:
Byron, Jason M. 2007. Whence Philosophy of Biology? *British Journal for the Philosophy of Science*, 58 (3): 409-422.

Nicholson, Daniel J. & Gawne, Richard. 2015. Neither logical empiricism nor vitalism, but organicism: what the philosophy of biology was. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 37 (4): 345-381.

مقاله زیر نیز رابطه جدیدی میان تجربه‌باوری منطقی و فلسفه زیست‌شناسی ترسیم می‌کند که با روایت رسمی سازگاری ندارد:

Hofer, Veronika. 2013. Philosophy of Biology in Early Logical Empiricism, Pp. 351-363 in *New Challenges to Philosophy of Science*. Springer.

مدخل فلسفه زیست‌شناسی در دانشنامه فلسفی استنفورد علاوه بر تعریف فلسفه زیست‌شناسی به موضوعاتی اشاره می‌کند که در هر کدام از زیرشاخه‌های زیست‌شناسی مطرح است:

Griffiths, Paul. 2018. Philosophy of Biology. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2018 Edition).

<https://plato.stanford.edu/entries/biology-philosophy/>

تاکنون چندین مجموعه مقاله از نویسندگان پیشگام درباره موضوعات کلیدی فلسفه زیست‌شناسی منتشر شده است:

Ayala, Francisco & Dobzhansky, Theodosius. 1974. *Studies in the Philosophy of Biology: Reduction and Related Problems*. University of California Press.

Ruse, Michael. 1989. *What the Philosophy of Biology Is*. Springer.

Hull, David & Ruse, Michael. 1998. *The Philosophy of Biology*. Oxford University Press.

Sober, Elliott. 2006. *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*. Bradford Books, MIT Press.

Ruse, Michael. 2008. *The Oxford Handbook of Philosophy of Biology*. Oxford University Press.

زیست‌شناسی و فلسفه یکی از معتبرترین نشریه‌ها در رشته فلسفه زیست‌شناسی است. انتشار این ژورنال از سال ۱۹۸۶ آغاز شده و در ابتدا فصل‌نامه بود اما اکنون هر دو ماه یک بار منتشر می‌شود:

Biology and Philosophy (www.springer.com/journal/10539)

«انجمن تاریخ، فلسفه و مطالعات اجتماعی زیست‌شناسی» که در سال ۱۹۸۹ تأسیس شده و همایش‌های دوسالانه‌ای برگزار می‌کند، معتبرترین انجمن در زمینه فلسفه زیست‌شناسی است:

Society for the History, Philosophy and Social Studies of Biology
(www.ishpssb.org)

فصل ۱: چرا فلسفه زیست‌شناسی؟

کتاب‌های زیر فلسفه زیست‌شناسی را به خوبی مرور کرده‌اند:

Sex and Death by Kim Sterelny and Paul Griffiths (University of Chicago Press, 1999)

Philosophy of Biology, by Alex Rosenberg and Daniel McShea (Routledge, 2008)

(ترجمه‌ای از این کتاب به قلم پریسا صادقیه صورت گرفته که در ۱۳۹۲ در پیام امروز منتشر شده است.)

Philosophy of Biology by Peter Godfrey-Smith (Princeton University Press, 2016).

دو مجموعه مقاله زیر نیز سودمند هستند:

A Companion to Philosophy of Biology, edited by Sahotra Sarkar and Anya Plutynski (Blackwell, 2008)

The Cambridge Companion to the Philosophy of Biology, edited by David L. Hull and Michael Ruse (Cambridge University Press, 2007).

فصل ۲: تکامل و انتخاب طبیعی

استدلال داروین در این کتاب مطرح شده:

On the Origin of Species by Charles Darwin (John Murray, 1859).

قدیمی‌ترین تلاش برای ترجمه شاهکار داروین به فارسی به سال ۱۳۱۸ بازمی‌گردد که در آن عباس شوقی (؟؟ تا ۱۳۶۷) نیمه نخست این کتاب شامل پنج فصل را با عنوان بنیاد انواع احتمالاً از عربی ترجمه کرد و بعدها به یازده فصل رساند (ابن سینا، ۱۳۵۱). دکتر محمود بهزاد (۱۲۹۲ تا ۱۳۸۶)، در کتاب داروین چه می‌گوید؟ (طاعتی، ۱۳۲۳) خلاصه‌ای از کتاب داروین به دست داد و آن را اصل انواع نامید. او فصل پایانی (پانزدهم) کتاب داروین را نیز در جلد نخست فلسفه علمی ترجمه کرد (فرانکلین، ۱۳۳۸). در سال ۱۳۵۷ ترجمه نسبتاً کاملی توسط دکتر نورالدین فرهیخته (۱۳۱۲ تا ۱۳۷۱) از روی ترجمه فرانسوی انجام (شبگیر، ۱۳۵۷) و احتمالاً به پیروی از محمدعلی فروغی در کتاب سیر حکمت در اروپا منشأ انواع نامیده شد.

برهان طرح پیلی را می‌توانید در کتاب زیر پیدا کنید:
Natural Theology by William Paley (J. Faulder, 1802).

یک بحث خوب دربارهٔ داروین و پیلی را می‌توان در مقالهٔ زیر یافت:
 Ayala, Francisco J. 2007. Darwin's greatest discovery: design without designer. *Proceedings of the National Academy of Sciences* vol. 104 (suppl. 1): 8567-8573.

کتاب زیر مقدمهٔ خوبی بر نظریهٔ نوداروینی است:
The Theory of Evolution by John Maynard Smith (Cambridge University Press, 1993).

منطق تبیین داروینی در دو کتاب زیر تبیین شده است:
The Nature of Selection by Elliott Sober (University of Chicago Press, 1984)

Darwin's Dangerous Idea by Daniel Dennett (Penguin, 1995)

تمایز نزدیک/دور را نخستین بار ارنست مایر در مقالهٔ زیر مطرح کرد:
 Mayr, Ernst. 1961. Cause and effect in biology. *Science* vol. 134: 1501-1506.

در مقالهٔ زیر این تمایز با رویکردی انتقادی از نو ارزیابی شده است:
 Laland, Kevin N. et al. 2011. Cause and effect in biology revisited. *Science* vol. 334: 1512-1516.

شواهدی که در تأیید تکامل وجود دارد در کتاب زیر گرد آمده است:
Why Evolution is True by Jerry Coyne (Oxford University Press, 2010)
 کتاب زیر بحث پیشرفته‌ای است دربارهٔ اینکه فرضیه‌های تکاملی را چگونه می‌توان با داده‌های موجود آزمود:

Evidence and Evolution by Elliott Sober (Cambridge University Press, 2008)

فصل ۳: کارکرد و سازش

بحث‌های خوب دربارهٔ کارکرد زیست‌شناختی را می‌توان در مقالهٔ «کارکرد و طرح» از فیلیپ کیچر و «کارکرد: اجماع بدون اتحاد» از پیتر گادفری اسمیت یافت. هر دوی این مقاله‌ها در کتاب زیر بازنشر شده‌اند:

Philosophy of Biology by D. Hull and M. Ruse (eds.) (Oxford University Press, 1998).

نظریهٔ علت‌شناختی در مقالهٔ زیر مطرح شده است:

Neander, Karen. 1991. The teleological notion of "function". *Australasian Journal of Philosophy*. 69 (4): 454-468.

نظریه نقش علی برگرفته از مقاله زیر است:

Cummins, Robert. 1975. Functional analysis. *The Journal of Philosophy*. 72 (20): 741-765.

دیدگاه جافتاده DNA بُنجل در مقاله زیر به چالش کشیده شده است:

Ecker, Joseph et al. 2012. Genomics: ENCODE explained. *Nature*, 489: 52-55.

و در مقاله زیر به آن پاسخ داده شده است:

Ford Doolittle, W. 2013. Is junk DNA bunk? A critique of ENCODE. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 110 (14): 5294-5300.

نقد استیون جی گولد و ریچارد لونتین بر سازش باوری را در مقاله زیر بخوانید:

Gould, Stephen Jay & Lewontin, Richard. 1979. The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm. *Proceedings of the Royal Society B*. 205: 581-598.

یک ویژه‌نامه از ژورنال زیست‌شناسی و فلسفه حاوی مقالاتی است که در نقد گولد و لونتین در سی‌امین سالگرد انتشار آن بازنگری می‌کنند:

<https://link.springer.com/journal/10539/24/2>

فصل ۴: سطح انتخاب

مرور فلسفی سطح انتخاب را در مقاله و کتاب زیر بخوانید:

Lloyd, Elizabeth. 2005. Units and levels of selection. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

Evolution and the Levels of Selection by Samir Okasha (Oxford University Press, 2006).

نقد جورج ویلیامز بر انتخاب گروهی را در کتاب‌های زیر ببینید:

Adaptation and Natural Selection by George C. Williams (Princeton University Press, 1966).

The Nature of Selection by Elliott Sober (University of Chicago Press, 1984).

مقاله‌های اصلی همیلتون درباره انتخاب خویشاوندی و شایستگی فراگیر در مجموعه مقالاتش بازنشر شده‌اند:

Narrow Roads of Gene Land, vol. 1: Evolution of Social Behaviour by William D. Hamilton (Oxford University Press, 1998).

کتابی که به تازگی به مباحث فلسفی کار همیلتون پرداخته:

The Philosophy of Social Evolution by Jonathan Birch (Oxford University Press, 2017).

مسئله انتخاب خویشاوندی در برابر انتخاب گروهی در کتاب و مقاله زیر بررسی شده‌اند:

Unto Others by Elliott Sober and David Sloan Wilson (Oxford University Press, 1998)

Okasha, Samir. 2016. The Relation between Kin and Multilevel Selection: An Approach Using Causal Graphs. *British Journal for the Philosophy of Science*. 67 (2): 435-470.

دیدگاه داوکینز درباره نگاه به تکامل از دیدگاه ژن در کتاب‌های زیر مطرح شده‌اند:

The Selfish Gene by Richard Dawkins (Oxford University Press, 1976)

The Extended Phenotype by Richard Dawkins (Oxford University Press, 1982)

تحلیل فلسفی خوبی از ایده‌های داوکینز را می‌توان در کتاب زیر یافت:

Sex and Death by Kim Sterelny & Paul Griffith (University of Chicago Press, 1999)

بحث گذارهای بزرگ از کتاب زیر آغاز شد:

The Major Transitions in Evolution by John Maynard Smith and Eörs Szathmáry (Oxford University Press, 1995)

تحلیل‌های فلسفی خوب در این باره را در دو کتاب زیر بخوانید:

Darwinian Populations by Peter Godfrey-Smith (Oxford University Press, 2009)

The Major Transitions in Evolution Revisited by Kim Sterelny & Brett Calcott (eds.) (MIT Press, 2011).

فصل ۵: گونه ورده‌بندی

مقاله زیر مرور خوبی از مسئله گونه به دست می‌دهد:

Ereshefsky, Marc. 2002. Species. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

کتاب‌هایی که به این موضوع پرداخته‌اند عبارت‌اند از:

Species by John Wilkins (University of California Press, 2009)
The Species Problem by Robert Richards (Cambridge University Press, 2010)

مفهوم زیست‌شناختی گونه به روایت ارنست مایر در کتاب زیر مطرح شده است:
Animal Species and Evolution by Ernst Mayr (Harvard University Press, 1963)

نسخه کوتاه‌شده این کتاب را جمشید درویش، جانورشناس فقید دانشگاه فردوسی مشهد (۱۳۳۰ تا ۱۳۹۶)، ترجمه کرده است:

جمعیت‌ها، گونه‌ها و تکامل، واژگان خرد، ۱۳۸۴.

مرور سودمندی از مفاهیم گونه را می‌توانید در مقاله «گونه‌زایی» نوشته جری کوین و آلن اور (صص. ۲۷۲ تا ۲۹۲) در کتاب زیر ببینید:

Philosophy of Biology: An Anthology by A. Rosenberg and R. Arp (eds.) (Blackwell, 2009)

ایده گونه به عنوان فرد در مقاله زیر مطرح شده:

Hull, David L. 1978. A matter of individuality. *Philosophy of Science*, 45 (3): 335-360.

و بحث خوبی درباره آن را می‌توانید در مقاله زیر پیدا کنید:

Reydon, Thomas. 2003. Species are individuals, or are they? *Philosophy of Science*, 70 (1): 49-56.

مقاله زیر این اجماع گسترده را به چالش کشیده که گونه‌ها ذات ندارند:

Devitt, Michael. 2008. Resurrecting biological essentialism. *Philosophy of Science* 75 (3): 344-382.

درباره نظام رده‌بندی لینه‌ای در کتاب زیر بحث شده:

The Poverty of the Linnaean Hierarchy by Marc Ereshefsky (Cambridge University Press, 2001)

مقدمه سودمندی بر سیستماتیک تبارشناختی را می‌توانید در مقاله زیر بخوانید:

Hull, David L. 1970. Contemporary systematic philosophies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1: 19-54.

فصل ۶: ژن

کتاب زیر درباره ژنتیک در چشم‌اندازی تاریخی است:

The Century of the Gene by Evelyn Fox Keller (Harvard University Press, 2000)

کتاب زیر مروری کلی به مباحث فلسفی در ژنتیک است:

Genetics and Philosophy by Paul Griffiths & Karola Stotz (Cambridge University Press, 2013)

مقاله کلاسیکی که نشان می‌دهد ژنتیک مندلی را نمی‌توان به ژنتیک مولکولی فروکاست:

Kitcher, Philip. 1984. 1953 and all That. A Tale of Two Sciences. *The Philosophical Review*, 93 (3): 335-373.

دیدگاه‌های دیگر درباره فروکاست‌باوری را می‌توان در کتاب و مقاله زیر یافت:

Genetics and Reductionism by Sahotra Sarkar (Cambridge University Press, 1998)

Waters, Ken. 2007. Molecular genetics. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

مفهوم ژن در مقاله و کتاب زیر به تفصیل بررسی شده است:

Rheinberger, Hans-Jörg & Muller-Wille, Staffan. 2004. Gene. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

The Gene by Hans-Jörg Rheinberger & Staffan Muller-Wille (University of Chicago Press, 2018)

از ایده اطلاعات ژنتیکی در مقاله زیر دفاع شده است:

Maynard Smith, John. 2000. The concept of information in biology. *Philosophy of Science*, 67 (2): 177-194.

و در مقاله‌های زیر از آن انتقاد شده است:

Griffiths, Paul. 2001. Genetic information: a metaphor in search of a theory. *Philosophy of Science*, 68 (3): 394-412.

Sarkar, Sahotra. 2004. Decoding "Coding": information and DNA. *BioScience*, 46 (11): 857-864.

فصل ۷: رفتار، ذهن و فرهنگ انسان

مرور خوبی از چگونگی به کار بردن زیست‌شناسی تکاملی در بررسی رفتار انسان را می‌توان در کتاب زیر یافت:

Sense and Nonsense by Kevin Laland & Gillian Brown (Oxford University Press, 2002)

کتاب زیر درباره ژنتیک رفتار، تحلیل وراثت‌پذیری، و چالش‌های دوگانه طبیعت-تربیت بحث می‌کند:

Behaving: What's Genetic, What's Not, and Why Should We Care? By Kenneth Schaffner (Oxford University Press, 2016)

ادوارد ویلسون در کتاب زیر از زیست‌شناسی اجتماعی انسان دفاع می‌کند:
On Human Nature by Edward O. Wilson (Harvard University Press, 1978)

و در کتاب زیر فیلیپ کیچر به نقد ایده‌های ویلسون می‌پردازد:
Vaulting Ambition by Philip Kitcher (MIT Press, 1985)

مقاله زیر اصول کلی روان‌شناسی تکاملی را ترسیم کرده است:
Tooby, John & Cosmides, Leda. 1992. The psychological foundations of culture. 19-136 in *The Adapted Mind* (H. Barkow, L. Cosmides, and J. Tooby, eds.) Oxford University Press.

در مقاله و کتاب زیر بحث‌های خوبی می‌توان درباره روان‌شناسی تکاملی یافت:
Downes, Stephen M. 2008. Evolutionary psychology. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

Adapting Minds by David Buller (MIT Press, 2005)

نظریه تکامل فرهنگ در کتاب زیر تشریح شده است:
Not by Genes Alone by Peter Richerson & Robert Boyd (University of Chicago Press, 2005)

بحث‌های خوب درباره تکامل فرهنگ را در کتاب و مقاله زیر بخوانید:
Cultural Evolution by Tim Lewens (Oxford University Press, 2015)
Lewens, Tim. 2007. Cultural Evolution. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.

کتاب زیر تکامل فرهنگی را با جنبه‌هایی از روان‌شناسی تکاملی ادغام کرده است:
Cognitive Gadgets by Cecilia Heyes (Cambridge University Press, 2018)

نمایه

اشخاص

بیتی، جان، ۴۴	آیالا، فرانسیسکو، ۱۵، ۳۲، ۳۳، ۴۴
پاپر، کارل ریموند، ۲۵، ۴۴	آینشتاین، آلبرت، ۳۶، ۵۲، ۵۴
پرس، چارلز، ۱۵	ادلمن، جerald، ۱۵
پولانی، مایکل، ۲۸	ارسطو، ۱۳، ۱۳۷، ۲۰۳
پیازہ، ژان، ۱۵	اسپنسر، ہربرت، ۱۳، ۱۵، ۱۹
پیلی، ویلیام، ۶۶-۷۰، ۲۰۶	اسپینوزا، ۱۳
تولمین، استیون، ۲۵	استالین، ۱۶
جیمز، ویلیام، ۱۵	استرلنی، کیم، ۱۲، ۴۴
چاملرز، آلن، ۲۵	اسمارت، جک، ۲۷
داروین، اراسموس، ۶۴	اگلر، فرانک، ۴۳
داروین، چارلز، ۱۵-۱۳، ۱۹، ۲۴، ۲۷، ۵۸،	الکساندر، ریچارد، ۳۳
۶۳-۶۶، ۷۷-۶۸، ۷۹، ۸۲-۸۴، ۱۱۳-۱۱۴،	اور، آلن، ۱۷
۱۲۱، ۱۳۵، ۱۳۹، ۱۴۱، ۱۹۳، ۱۹۹، ۲۰۵،	برت، ادوین آرتور، ۲۵
۲۰۶	برتالنفی، کارل لودویگ فون، ۳۹، ۴۴
داوکینز، ریچارد، ۳۳، ۶۸، ۱۲۲-۱۲۷، ۱۷۴،	برکسون، آنری، ۱۳، ۱۵، ۱۶
۱۹۷، ۱۹۸، ۲۰۸	برنار، کلود، ۱۳
دکارت، رنه، ۵۱، ۸۱	برندن، رابرت، ۳۲، ۳۳، ۴۴
دموکریٹوس، ۵۱	بکنر، مورتون، ۳۰، ۴۰-۳۹، ۴۴
دنت، دنیل، ۱۴، ۱۷	بلوخ، ارنست، ۴۴
دوہڑانسکی، تئودوزیوس، ۱۵، ۳۲، ۴۳، ۷۷	بونگی، ماریو، ۲۷، ۴۴

- کیپلینگ، رادیرد، ۱۰۳
 کیچر، فیلیپ، ۳۲، ۱۷۱، ۱۷۲، ۲۰۶، ۲۱۱
 گادفری اسمیت، پیٹر، ۲۳، ۲۶، ۴۹، ۲۰۶
 گریفیس، پل، ۱۲، ۱۷، ۲۲، ۲۳، ۴۴، ۴۸، ۱۷۹
 گرین، مارجری، ۲۸، ۲۹، ۳۲
 گوج، توماس، ۴۰، ۴۳
 گولد، استیون جی، ۱۵، ۳۳، ۴۴، ۱۰۸-۱۰۳،
 ۱۹۲، ۲۰۷
 گیسلین، مایکل، ۱۵، ۳۳، ۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶،
 ۱۴۹
 گیلیس، دونالد، ۲۵
 لاک، جان، ۵۸
 لامارک، ژان باپتیست، ۷۳، ۷۴
 لایب نیتس، گوتفرید، ۵۱
 لایل، چارلز، ۱۳، ۱۴
 لورنتس، کنراد، ۱۵، ۱۱۴، ۱۱۵
 لونتین، ریچارد، ۱۵، ۳۳، ۷۴، ۱۰۳، ۱۰۴،
 ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۹۲، ۲۰۷
 لوید، الیزابت، ۳۳
 لیلی، رالف، ۴۳
 لینہ، کارل، ۱۴، ۳۱، ۱۳۶-۱۳۴، ۱۵۶، ۱۵۷
 لیونگستون اسمیت، دیوید، ۲۲
 مارکس، کارل، ۱۵
 مالتوس، توماس، ۶۵
 مانسن، رونالد، ۴۱، ۴۴، ۴۷
 مایر، ارنست، ۱۱، ۱۵، ۲۴، ۳۳، ۳۷، ۳۸، ۴۴،
 ۵۷، ۷۶، ۷۸، ۱۴۰، ۲۰۶، ۲۰۹
 مدور، پیٹر، ۱۵، ۴۴
 مندل، گرگور، ۱۶۳-۱۶۰، ۱۷۰
 مندلسون، اورت، ۳۲
 مورگان، توماس ہانت، ۱۶۵-۱۶۳
 مونو، ژاک، ۱۵، ۴۱، ۵۷
 مترلینک، موریس، ۱۶
 دولیتل، فورڈ، ۱۰۲
 دیوی، جان، ۱۳، ۱۵
 راسل، ادوارد استوارت، ۳۹، ۴۴
 رایشنباخ، ہانس، ۵۳
 رنش، برنہارد، ۱۵، ۴۰، ۴۴
 روزنبرگ، الکساندر، ۲۶، ۳۲، ۴۷، ۴۸
 روس، مایکل، ۱۳، ۲۱، ۲۳، ۳۱، ۳۲، ۳۵
 ریٹر، ویلیام، ۳۸
 زیلسل، ادگار، ۴۳
 زیمل، گئورگ، ۱۵
 ژاکوب، فرانسوا، ۱۵
 ساتماری، اوریس، ۱۲۸
 سرکار، ساہوترا، ۱۷۹
 سوبر، الیوت، ۱۷، ۲۰، ۳۲، ۷۴، ۷۵
 سیمپسون، جورج گیلورد، ۱۵، ۲۸، ۴۴
 شافنر، کنت، ۱۸، ۴۷
 شاکسل، یولیوس، ۴۳
 شلر، ماکس، ۱۵
 شیندولف، اتو، ۲۸، ۲۹
 فاکس کلر، ایولین، ۱۵۹، ۱۷۹
 فایلمن، جیمز، ۴۳
 فاینمن، ریچارد، ۱۱، ۴۵، ۴۶، ۴۹
 فرانکلین، روزالینڈ، ۱۶۶
 فیشر، رونالد، ۴۳
 کاپالڈی، نیکلاس، ۲۵
 کارنپ، رودولف، ۲۵، ۵۳
 کاسیرر، ارنست، ۴۴
 کافمن، استوارت، ۴۷
 کانت، ایمانوئل، ۱۳، ۱۴، ۵۱
 کریک، فرانسیس، ۵۵، ۱۶۶، ۱۶۸، ۱۷۶
 کلبو، ورنر، ۱۴، ۲۰، ۲۲، ۴۹
 کواین، ویلارد، ۵۸
 کون، توماس، ۵۴، ۵۵

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| ویلیامز، جورج، ۳۳، ۱۱۴-۱۱۶، ۱۲۱، ۲۰۷ | مری، چارلز، ۱۸۳-۱۸۵ |
| ویلیامز، مری، ۳۲ | مولر، هرمان، ۴۳ |
| ویمست، ویلیام، ۳۱، ۳۲، ۴۴ | میلیکان، روت، ۵۹، ۶۰ |
| هاروی، ویلیام، ۹۶، ۹۷ | مینارد اسمیت، جان، ۳۳، ۵۷، ۱۲۸، ۱۴۴ |
| هاکسلی، جولین، ۱۵ | ۱۷۸ |
| هال، دیوید، ۱۲، ۱۸-۱۶، ۲۷، ۳۱، ۳۲، ۳۵ | نیچه، فریدریش، ۱۵ |
| ۳۷، ۴۰، ۴۲، ۴۴، ۴۵، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۸ | نیدم، جوزف، ۳۹، ۴۲ |
| ۱۴۹، ۲۰۳ | نیگل، ارنست، ۴۰، ۴۴ |
| هالدین، جان اسکات، ۱۵، ۳۹ | نیگل، توماس، ۱۶، ۱۷، ۴۳ |
| هالدین، جان بردن ساندرسون، ۳۹، ۴۳ | نیوتن، آیزاک، ۱۴، ۲۰، ۵۲ |
| هرنستاین، ریچارد، ۱۸۳-۱۸۵ | واتسون، جیمز، ۵۵، ۱۶۶ |
| هکل، ارنست، ۱۵ | وایتهد، آلفرد نورس، ۱۴ |
| همپل، کارل، ۲۵، ۴۴ | وایس، پل آلفرد، ۳۹ |
| همپلتون، ویلیام، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۱ | ودینگتون، کنراد، ۳۹، ۴۴ |
| هیوم، دیوید، ۵۱، ۶۸، ۱۸۴ | وودجر، جوزف هنری، ۳۰، ۳۱، ۳۶، ۳۹، ۴۳ |
| یوهانسن، ویلهلم، ۱۶۳ | ویلر، ویلیام مورتون، ۴۱ |
| | ویلسون، ادوارد، ۳۳، ۳۹، ۱۹۰-۱۸۸، ۲۱۱ |

کتابها

- | | |
|---|---|
| تفسیر تکوین و وراثت، ۳۹ | اصل انواع، ۱۴، ۱۹، ۲۴، ۲۷، ۶۳، ۱۳۹ |
| تصادف و ضرورت، ۴۱ | اصول تکوین، ۳۹ |
| جمعیت‌های داروینی و انتخاب طبیعی،
۲۳ | اصول زیست‌شناختی، ۳۰، ۳۹ |
| جهت‌داری فعالیت‌های جانداران، ۳۹ | انسان و طبیعت: مباحث فلسفی در
زیست‌شناسی، ۴۱ |
| چگونه زیست‌شناسی به فلسفه شکل
می‌دهد، ۲۲ | بازسازی گذشته، ۳۲ |
| حیات شگفت‌انگیز، ۴۴ | بخش‌های جانوران، ۱۳ |
| دانشنامه فلسفه استانفورد، ۱۷ | بنیان فلسفی زیست‌شناسی، ۳۹ |
| ذهن و کیهان، ۱۶ | به سوی فلسفه جدید زیست‌شناسی، ۳۸ |
| | پزشکی داروینی، ۸۰ |

- رشد اندیشه زیست‌شناختی، ۳۳
ریخت‌پویایی، ۳۹
زیست‌شناسی نظری، ۳۹
زیست‌شناسی و زبان، ۳۰
زیست‌فلسفه بر پایه معرفت‌شناسی، ۴۰
ساختار علوم زیستی، ۳۲، ۴۷
ساختار و تأیید نظریه تکامل، ۳۲
سازش و انتخاب طبیعی، ۱۱۴
سازش و محیط، ۳۲
سکس و مرگ، ۱۲، ۴۴
سوءاستفاده از علم، ۳۲
طرز فکر زیست‌شناختی، ۳۰، ۳۹
عروج حیات: بررسی فلسفی نظریه تکامل، ۴۰
علم همچون فرایند، ۳۲
فلسفه زیست‌شناسی، ۳۲
فلسفه علوم زیستی، ۳۲
فلسفه یک زیست‌شناس، ۳۹
مابعدالطبیعه، ۱۳
ماهیت انتخاب، ۳۲
مباحث مفهومی در زیست‌شناسی تکاملی، ۳۲
مبانی متافیزیکی علوم فیزیکی مدرن، ۲۵
مبانی فلسفی فیزیک، ۲۵
مسائل حیات، ۳۹
مطالعاتی در فلسفه زیست‌شناسی، ۳۲
منحنی زنگوله‌ای، ۱۸۳
موضوعاتی در فلسفه زیست‌شناسی، ۳۲
نسب انسان، ۱۱۳
نظریه‌های مدرن تکوین، ۳۹
نظم و حیات، ۳۹
نقد عقل محض، ۱۳
نقد قوه حکم، ۱۳، ۱۴
یکپارچگی جاندار، ۳۸

موضوعات

- آزمایش، ۵۲، ۵۵، ۱۶۵-۱۶۰، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۳
آفرینش، ۶۳، ۷۷، ۹۱، ۱۳۵
آمیب، ۶۷، ۱۲۸
آهن‌بر، ۱۱۲
اثبات‌پذیری، ۳۴
اثبات‌گرایی، ۳۴، ۳۶، ۴۰، ۴۲، ۴۳
اسید همگانی، ۱۴
اصل پل، ۱۷۱، ۱۷۲
انتخاب پیکری، ۱۱۰
انتخاب خویشاوندی، ۳۴، ۱۲۲-۱۱۷، ۱۲۵، ۱۲۹، ۱۳۱، ۱۸۹، ۲۰۷، ۲۰۸
انتخاب در سطح ژن، ۱۱۱، ۱۲۲، ۱۲۷-۱۲۵
انتخاب طبیعی، ۱۴، ۱۵، ۱۷، ۱۹، ۵۵، ۵۹، ۶۰، ۶۳-۶۶، ۷۴-۶۸، ۷۶، ۷۸، ۷۹، ۸۳، ۹۰، ۹۲-۹۶، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۳-۱۰۶، ۱۱۸-۱۰۹، ۱۲۲، ۱۸۲، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۴
۱۹۵
اندیشه جمعیتی، ۲۱، ۷۶
انسان، ۸۲، ۱۴۸، ۱۸۱، ۱۸۲: تبیین رفتار،

- پروژۀ ژنوم انسان، ۱۵۹، ۱۶۹
 پروکاریوت، ۱۲۸
 پزشکی داروینی، ۸۰
 پشت میزنشینی، ۴۷، ۵۷، ۵۸
 پیشامد، ۴۵
 پیشین سازگاری، ۹۵، ۹۶
 پیمانۀ ذهنی، ۱۹۰-۱۹۲
 تاکسونومی، ۴۵، ۱۰۶، ۱۳۴، ۱۳۶، ۱۳۷،
 ۱۴۵، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۶-۱۵۳؛ تکاملی،
 ۱۵۴، ۱۵۵؛ عددی، ۴۵
 تبیین: ۱۴، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۳۴، ۳۸-۳۶، ۴۰؛
 تکاملی، ۱۶، ۱۷، ۳۴، ۷۰-۶۷، ۱۱۳-
 ۱۱۱، ۱۱۹؛ داروینی، ۶۴، ۶۸، ۶۹، ۷۶-
 ۷۴، ۱۰۹، ۱۸۹؛ دور در برابر نزدیک،
 ۷۷-۸۰، ۹۹، ۱۰۱، ۱۹۰، ۲۰۶؛ سازشی
 (کارکردی)، ۹۰، ۱۰۸-۱۰۲، ۱۹۲-۱۹۰
 تجربه باوری منطقی، ۱۸، ۳۴، ۵۳، ۵۴، ۲۰۴
 تعادل منقطع، ۳۴
 تعریف دوری، ۱۹
 تغییرات ژنتیکی، ۲۱، ۶۴، ۶۵، ۷۰، ۷۱، ۷۶،
 ۱۳۸، ۱۴۷، ۱۸۷، ۱۹۶
 تکامل فرهنگی، ۱۹۳-۲۰۰، ۲۱۱
 تکامل همراه ژن-فرهنگ، ۱۹۷
 تکاوین، ۳۴
 تک تباری، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۷-۱۵۳
 تلفیق تکاملی، ۲۸، ۲۹، ۴۰، ۵۵، ۷۷
 تنظیم گرما، ۹۸-۹۶، ۱۰۰
 جاندارباوری، ۴۰-۳۷، ۴۲
 جانوران: اسب، ۸۳، ۱۴۵، ۱۴۶؛ خرچنگ،
 ۸۷-۸۹، ۹۱؛ خرس قطبی، ۷۵، ۷۶،
 ۹۳-۹۵، ۱۰۲، ۱۰۳؛ زرافه، ۷۴، ۱۰۷؛
 سگ، ۶۶، ۱۳۷؛ سمندر، ۱۴۲، ۱۴۳؛
 کرم خاکی، ۱۱۵؛ گاوسانان، ۱۳۷؛ گربه،
 ۱۲۰، ۱۸۲؛ تفاوت مرد و زن، ۱۸۵،
 ۱۹۱، ۱۹۲؛ تکامل، ۸۱، ۱۴۹، ۱۹۱؛
 فرهنگ، ۱۹۳، ۲۰۰؛ نخستین، ۱۱۳
 انسان، بدن: آپاندیس، ۹۲، ۱۰۶؛ چاقی، ۸۰،
 ۱۹۱؛ چانه، ۱۰۴، ۱۰۵؛ دستگاه ایمنی،
 ۹۸، ۹۹، ۱۱۰؛ سیخ شدن موها، ۱۰۶؛
 فنیل کتونوری، ۱۸۶؛ قلب، ۹۶، ۹۷،
 ۱۰۰؛ کلیه، ۸۷، ۸۹، ۹۳، ۹۴؛ مغز، ۵۹،
 ۹۷، ۱۰۵، ۱۸۵، ۱۸۶؛ هیپوتالاموس، ۹۷
 انسانریخت، ۱۰۴، ۱۵۱، ۱۵۳، ۱۸۱؛
 اوران گوتان، ۱۵۱؛ بونوبو، ۱۴۰، ۱۵۱؛
 گوریل، ۱۵۱، ۱۵۶؛ گیبون، ۱۵۳؛
 شمپانزه، ۷۷، ۸۲، ۱۴۰، ۱۴۸، ۱۴۹،
 ۱۵۱، ۱۵۶
 انسان شناسی، ۱۸۲
 انواع طبیعی، ۲۹، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۷، ۱۴۸
 ایمنی شناسی، ۲۲، ۶۰، ۹۸، ۹۹، ۱۱۰
 باکتری ها، ۵۵، ۷۳، ۷۸، ۸۴، ۹۲، ۱۱۲، ۱۲۸،
 ۱۳۵، ۱۹۸
 بدسازگاری، ۱۹۱
 برهان طرح، ۷۰-۶۶، ۲۰۶
 بقای شایسته ترین ها، ۱۹
 بقایایی، ویژگی های، ۱۰۶، ۱۰۷
 بوم شناسی، ۱۸، ۷۷، ۱۴۴
 بهنژادی (یا اصلاح نژاد)، ۱۸۳، ۱۸۹
 بیماری: سرطان، ۱۱۰، ۱۶۴، ۱۶۹؛
 هانتینگتون، ۱۵۹
 پارادایم، ۱۳، ۴۱، ۵۴
 پرندگان، ۱۱، ۴۵، ۴۹، ۸۳، ۸۸، ۹۶، ۱۱۹،
 ۱۲۰، ۱۲۳، ۱۵۳-۱۵۵؛ پرندۀ بهشتی،
 ۸۷، ۸۸، ۹۳، ۱۰۸؛ پرهای، ۹۶؛ عقاب،
 ۱۴۱؛ فاخته، ۱۲۰؛ یاور، ۱۱۹
 پروژۀ ENCODE، ۱۰۲

- ۱۳۴؛ گوزن، ۱۱۴، ۱۱۵؛ یوز، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۶، ۱۲۷. نیز نک. انسان‌ریخت‌ها، پرنندگان، حشرات، ماهی و میمون. جانورشناسی، ۲۸، ۴۰، ۵۳، ۵۵ جبر و اختیار، ۲۲، ۵۷ جنگ‌های علم، ۴۸ جنین‌شناسی، ۲۰، ۸۳، ۸۴، ۱۰۶ چرخش طبیعت باورانه، ۵۸، ۶۰ حشرات، ۸۴، ۱۱۹؛ پروانه، ۲۷؛ چوبک‌سان، ۶۷؛ زنبور، ۵۹، ۶۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۲۱، ۱۲۸، ۱۷۸؛ سوسک، ۱۶؛ شب‌پره، ۲۷؛ مگس سرکه، ۱۶۳، ۱۶۴؛ مورچه، ۴۱، ۱۴۶ حیات‌باوری، ۱۵، ۲۶، ۴۰-۴۶، ۴۴ خزندگان، ۱۵۳-۱۵۵ خودخواهی، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۷، ۱۲۲، ۱۲۶، ۱۷۴، ۱۹۷ خودمختاری زیست‌شناسی، ۱۹، ۲۷، ۲۸ دام‌داری، ۱۷۰، ۱۹۶-۱۹۴ دورگ‌گیری، منطقه، ۱۴۱، ۱۴۲ دوقلوها، ۲۰، ۱۴۷، ۱۸۷ دوگانه‌گاری، ۱۵، ۱۷، ۴۴ دیدگاه ژن‌مرکز، ۱۲۷-۱۲۲، ۲۰۸ دیرین‌شناسی، ۱۸، ۲۸، ۳۴، ۵۵ DNA (دئوکسی ریبونوکلیک اسید)، ۵۵، ۵۶، ۷۳، ۸۴، ۱۰۱، ۱۷۹-۱۷۵، ۱۹۹؛ بارکد کردن، ۱۳۹؛ پیرایش متناوب، ۱۷۵؛ تکمیل‌کنندگی جفت باز، ۱۶۶؛ بنجل، ۱۰۱، ۱۰۲، ۲۰۷؛ نوکلئوتید، ۸۴، ۱۶۹-۱۶۶، ۱۷۶، ۱۷۷؛ ساختار، ذات‌باوری، ۱۳، ۲۱، ۲۹ ذهن، ۱۷-۱۴، ۵۱، ۱۰۵؛ خودآگاهی، ۱۶، ۲۱، ۴۹، ۱۰۴؛ سوگیری شناختی،
- ۱۰۳، ۱۰۷؛ شناخت، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۹۰، ۱۹۵، ۲۰۰؛ کندذهنی، ۱۸۵-۱۸۳؛ مدل چاقوی سوئیسی، ۱۹۱ راست‌زایی، ۱۶، ۱۷، ۴۴ رده‌بندی، ۳۱، ۶۱، ۱۳۶-۱۳۳، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۶-۱۵۳، ۱۸۶، ۲۰۹؛ لینه‌ای، ۳۱، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۲۰۹ RNA (ریبونوکلیک اسید)، ۱۲۸، ۱۶۸، ۱۷۵، ۱۷۶ روان‌شناسی تکاملی، ۱۴۹، ۱۸۸، ۱۹۳-۱۹۱، ۲۰۰، ۲۱۱ زنا با محارم، ۱۸۹، ۱۹۰ زیست‌شناسی: اجتماعی، ۳۴، ۱۹۱-۱۸۸، ۱۹۳، ۲۰۰، ۲۱۱؛ بی‌توجهی فلسفه علم به، ۲۶-۲۴، ۵۴-۵۲؛ تکاملی، ۱۱، ۱۲، ۱۸، ۱۹، ۳۲، ۳۴، ۵۵، ۵۸، ۶۰، ۶۹، ۷۳، ۸۰، ۸۱، ۸۵، ۱۰۳، ۱۰۹، ۱۱۴، ۱۱۷، ۱۲۰، ۱۳۶، ۲۱۰؛ تکوینی، ۳۳، ۳۴، ۶۰، ۷۶، ۷۹، ۱۸۶؛ سلولی، ۳۰، ۹۹؛ مولکولی، ۱۵، ۱۸، ۱۹، ۳۳، ۳۴، ۴۷، ۵۳، ۵۵، ۷۳، ۷۹، ۹۹، ۱۵۶، ۱۷۴؛ نظری، ۴۸ زیست‌فلسفه، ۲۴-۲۱ ژن: ال، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۷، ۱۷۳، ۱۹۴ ترجمه، ۱۶۸، ۱۷۵، ۱۷۶؛ جریان، ۱۴۰، ۱۴۴؛ جهش، ۷۱، ۷۲، ۱۰۶، ۱۳۸، ۱۴۰، ۱۶۴، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۷۲، ۱۸۶، ۱۹۶؛ رونویسی، ۱۶۸، ۱۷۲، ۱۷۵، ۱۷۸؛ فروکاست مندلی به مولکولی، ۱۷۴-۱۷۰؛ قانون تفکیک، ۱۶۲؛ قانون جور شدن مستقل، ۱۶۳؛ مفهوم مولکولی، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۷۲؛ یاغی، ۱۲۷-۱۲۵ ژنتیک، ۱۸، ۱۹، ۵۳، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۶۰، ۶۱، ۷۱، ۷۲، ۸۴، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۸۰-

- عملکرد باوری، ۴۵
- غایت‌انگاری، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۲۶
- فداکاری: و انتخاب گروهی، ۱۱۱-۱۱۴؛
و انتخاب خویشاوندی، ۱۱۷-۱۲۲؛ و
نگاه ژن‌مرکز به تکامل، ۱۲۴، ۱۲۵
- فروکاست، ۱۷، ۱۹، ۲۶، ۳۱، ۳۴، ۳۷، ۳۸
- ۴۲، ۴۴، ۵۲، ۶۰، ۷۰، ۱۷۴-۱۷۰، ۲۱۰
- فلسفه زیست‌شناسی: تقسیم‌بندی، ۲۰-۱۸
فلسفه طبیعت، ۲۳
- فلسفه علم، ۲۴، ۴۳، ۴۷
- فنوتیپ، ۶۴، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۶، ۱۶۳، ۱۶۴،
۱۶۹، ۱۷۲-۱۷۴، ۱۷۷، ۱۸۵، ۱۸۶
- فیزیک، ۱۳، ۲۰، ۲۳، ۴۵، ۹۰، ۱۳۳، ۱۳۸،
۱۶۴؛ اتم، ۵۱، ۱۶۴؛ الکترون، ۸۵،
۱۴۸، ۱۷۰؛ انقلاب آینشتاینی، ۵۴؛
انقلاب کوپرنیکی، ۵۴؛ ترمودینامیک،
۱۷۱؛ عدد اتمی، ۱۳۸، ۱۴۶؛ فروکاست
زیست‌شناسی به، ۲۷، ۳۴، ۳۶، ۳۷،
۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۴؛ گرانش، ۵۳؛ مکانیک
آماری، ۱۷۱؛ مکانیک کلاسیک، ۵۴؛
مکانیک کوانتوم، ۳۶؛ نسبیت، ۳۶، ۵۵؛
و فلسفه علم، ۲۴، ۲۵، ۴۳، ۵۴-۵۲،
۵۶، ۶۰
- قاعده همیلتون، ۱۲۱، ۱۲۹، ۱۳۱، ۲۰۷،
۲۰۸
- قصدمندی، ۶۰-۵۸
- کارکرد، ۸۷-۹۰؛ دست‌ساخته‌های بشر، ۶۸،
۹۰-۹۳؛ سخن گفتن از، ۸۷، ۸۸، ۹۱-۹۳،
۹۷، ۹۹؛ نظریه تأثیر انتخاب‌شده، ۹۳؛
نظریه علت‌شناختی، ۹۷-۹۳؛ نظریه
نقش علی، ۹۷-۱۰۲
- کثرت‌باوری، ۱۰۱
- کروموزوم، ۱۱۰، ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۲۸، ۱۳۰،
۱۶۳، ۱۸۵، ۱۸۷، ۱۸۸، ۲۰۹، ۲۱۰؛
زبان اطلاعات، ۵۷؛ کلاسیک، ۱۶۳،
۱۷۱؛ مندلی، ۱۸، ۱۹، ۵۵، ۱۶۰، ۱۶۳،
۱۶۴، ۱۷۴-۱۷۰، ۲۱۰؛ مولکولی، ۱۹،
۱۷۰-۱۶۵، ۱۷۲-۱۷۴، ۱۷۷
- ژنومیک، ۵۵، ۱۶۹
- سازش، ۶۳، ۶۴، ۶۶، ۷۴، ۷۹، ۱۰۸-۸۷، ۱۱۰،
۱۱۶، ۱۲۳، ۱۲۷، ۱۳۰، ۱۹۲-۱۹۰، ۱۹۵،
۱۹۹
- سازش‌باوری، ۶۰، ۱۰۸-۱۰۲، ۱۹۱، ۱۹۲،
۲۰۷
- ستاره‌شناسی، ۸۷، ۹۲، ۱۳۳
- ستیز برای زنده ماندن (تنازع بقا)، ۶۵
- سطح انتخاب، ۳۳، ۶۰، ۱۳۱-۱۰۹، ۱۹۹
- سنخ‌شناسی، ۲۹، ۱۳۳، ۱۴۵
- سیستماتیک، ۳۴؛ تبارشناختی، ۱۵۷-
۱۵۰، ۲۰۹؛ فنیتیک، ۳۴، ۱۵۵-۱۵۳؛
کلادیستیک، ۳۴، ۱۵۰
- شایستگی، ۱۹، ۲۰، ۶۵، ۷۲، ۷۶، ۷۹، ۸۹،
۹۰، ۹۲، ۹۳، ۹۵، ۱۰۵، ۱۰۷، ۱۱۱، ۱۱۲،
۱۱۸، ۱۲۶، ۱۸۹، ۲۰۷
- شیمی، ۲۷، ۳۴، ۵۶، ۶۶، ۸۴، ۱۳۸، ۱۷۸؛
انقلاب شیمیایی، ۵۵؛ طلا، ۱۳۸، ۱۴۷-
۱۴۵؛ پیریت آهن، ۱۳۸؛ زیست‌شیمی،
۳۳، ۷۰، ۹۷، ۱۰۲؛ نظریه اکسیژن، ۵۵؛
نظریه فلوریزتون، ۵۵
- ضریب خویشاوندی، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۹
- طبیعت در برابر تربیت، ۱۸۸-۱۸۳
- طبیعی‌سازی، ۱۴
- طرح هوشمندانه، ۳۴، ۶۹، ۷۰
- علم متعارف، ۵۴
- علوم اجتماعی، ۳۶
- علوم اعصاب، ۱۵، ۲۲

- مفت‌خوری، ۱۱۲
 میکروبی‌شناسی، ۶۰، ۷۷؛ نظریه میکروبی،
 ۵۵
 میمون: ۱۵۳؛ بابون، ۵۸، ۱۳۱؛ ماک
 ژاپنی، ۱۱۹؛ وروت، ۱۱۲
 نادرینیسیم، ۱۷-۱۵
 ناهمخوانی تکاملی، ۸۰، ۱۹۱
 نخست‌شناسی، ۷۷
 نظریه تکامل، ۱۷-۱۴، ۱۹، ۲۱، ۲۴، ۲۸، ۳۲،
 ۵۵، ۵۸، ۶۰، ۶۳، ۷۷، ۷۹، ۸۱، ۸۲، ۸۵
 ۹۷، ۱۱۲، ۱۳۰، ۱۳۱
 نوپیدی، ۱۶
 نوداروینیسیم، ۲۹، ۵۵، ۷۳-۷۰، ۱۲۳، ۱۹۹،
 ۲۰۶
 وراثت‌پذیری، ۱۹۰-۱۸۸، ۲۱۰
 وراثت دوگانه، ۱۹۳، ۲۰۰
 وراثت صفات اکتسابی، ۱۶
 وراثت‌تیک، ۷۳، ۱۷۹، ۱۹۹
 ویروس، ۷۷، ۹۸
 همان‌گویی، ۱۹، ۲۰
 همسان‌سازی، ۱۵
 هوش مصنوعی، ۱۵
 یوکاریوت، ۱۲۸، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۶۸، ۱۷۵
- ۱۶۳، ۱۶۵، ۱۶۷، ۱۷۲
 کریسپر، ۱۶۹
 کسوف داروینیسیم، ۱۶، ۴۳
 کشاورزی، ۱۷۰، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۹
 کلان‌زایی، ۴۴
 کل‌نگری، ۳۸
 گونه: به عنوان فرد، ۱۴۹-۱۴۵؛ حلقه،
 ۱۴۲، ۱۴۳؛ مسأله، ۱۴۰-۱۳۶، ۱۴۹-
 ۱۴۵؛ مفاهیم، ۱۳۶، ۱۴۰؛ مفهوم
 زیست‌شناختی، ۱۴۵-۱۴۰
 گیاهان: ۶۵، ۷۱، ۱۰۵، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۵،
 ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۶۸، ۱۹۴؛ پرچم، ۸۹، ۱۰۵؛
 کاکتوس، ۵۶، ۶۷، ۸۹، ۹۹، ۱۰۰؛ گل،
 ۱۰۵، ۱۶۲؛ نخود فرنگی، ۱۶۲-۱۶۰،
 ۱۷۰
 لاکتوز، توانایی گوارش، ۱۹۶
 لامارکیسم، ۱۶، ۷۲-۷۴
 لچکی، ۱۰۶-۱۰۴، ۱۰۸
 ماشین‌انگاری، ۱۴، ۴۰
 ماهی، ۵۶، ۷۸، ۷۹، ۸۴، ۸۹، ۱۲۳
 محتوای بازمودی، ۵۹، ۶۰
 محدودیت‌های تکوینی، ۱۰۶
 معرفت‌شناسی، ۱۴، ۲۱، ۲۸، ۲۹