”الهام بخش ترین کتاب علمی در همه زمان ها“
نظرسنجی سی‌امین سالگرد جایزه کتاب علوم جامعه سلطنتی

ریچارد داو کینز

ژن خودخواه

بهترین فروشنده با تیراژ میلیاردی

چهل‌امین سالگرد سالانه

برای دانلود کتاب‌های بیشتر به آدرس NaKhoda.at مراجعه فرمایید.

ژن خودخواه

ریچارد داکینز

The Selfish Gene

Richard Dawkins

Oxford University Press, 2006

فهرست

مقدمه‌ی چاپ سی‌اُمین سالگشت ۷
مقدمه‌ی ویرایش دوم ۱۹
نگاهی به چاپ یکم ۲۵
یادداشتی بر چاپ یکم (رابرت ترِورز) ۲۹
فصل یکم ما از کجا آمده‌ایم؟ ۳۳
فصل دوم همتاسازها ۴۹
فصل سوم مارپیچ‌های همیشه‌زنده ۶۱
فصل چهارم ماشین ژن ۹۹
فصل پنجم تهاجم: ثبات و ماشین خودخواه ۱۳۱
فصل ششم چیستی ژن ۱۶۵
فصل هفتم تنظیم خانواده ۱۹۷
فصل هشتم نبرد نسل‌ها ۲۱۹
فصل نهم جنگ بین دو جنس (نر و ماده) ۲۴۵
فصل دهم تو پشتم را می‌خارانی، من پشتت سوار می‌شوم ۲۸۳
فصل یازدهم میم: همتاساز جدید ۳۱۹
فصل دوازدهم آدم‌های خوب جلو اند ۳۳۷
فصل سیزدهم گستره‌ی وسیع ژن ۳۶۵
پی‌نوشت‌ها ۴۳۳
کتابشناسی به‌روز شده ۵۰۳
نقد پیتر مداوار در «اسپکتاتور» ـ ژانویه ۱۹۷۷ ..... ۵۱۳
نمایه ۵۴۸

مقدمه‌ی چاپ سی‌اُمین سالگشت

سخت می‌شود باور کرد که من تقریباً نیمی از عمرم را ــ بد یا خوب ــ با *ژن خودخواه* گذرانده‌ام. طی این سال‌ها، با انتشار هریک از هفت کتاب بعدی‌ام، ناشران مرا برای ترویج کتابم به سفرهایی فرستادند، خوانندگان نظر خود را در مورد تک‌تک کتاب‌هایم بیان و با لطف و همراهی خود تشویقم می‌کنند و سوآل‌های هوشمندانه می‌پرسند. بعد برای خریدن کتاب *ژن خودخواه* صف می‌کشند و می‌خواهند که امضایش کنم... این یک کم اغراق است. بعضی‌ها فقط کتاب جدیدم را می‌خرند و در مورد بقیه کتاب‌ها همسرم این‌طور به من تسلی خاطر می‌دهد که آنها تازه نویسنده‌ای را کشف می‌کنند طبیعتاً سراغ اولین کتابش هم می‌روند: بعد از خواندن *ژن خودخواه*، حتماً تا رسیدن به آخرین کتابت (بچه ته‌تغاری پدر مادر) دست‌بردار نیستند.

دلم می‌خواست بگویم *ژن خودخواه* کاملاً کهنه و از دور خارج شده است. متأسفانه (از یک نظر) نمی‌توانم. اکنون بعضی جزئیات مطالب این کتاب تغییر کرده‌اند و مثال‌های مبتنی بر واقعیت وضوح بیشتری پیدا کرده‌اند. اما، با یک استثنا که چند لحظه‌ی دیگر آن را شرح می‌دهم، کمتر چیزی در این کتاب است که بخواهم اصلاحش کنم یا حرفم را پس بگیرم. آرتور کِین، استاد فقید جانورشناسی در لیورپول و یکی از الهام‌بخش‌ترین استادان من در آکسفورد در سال‌های شصت قرن بیستم، *ژن خودخواه* را «کتاب یک مرد جوان» خواند. او به‌عمد این عبارت را، که گفته‌ی کس دیگری درباره‌ی کتاب *زبان، حقیقت و منطق* نوشته‌ی ای. جی. آیر بود، تکرار کرد. من از این قیاس به وجد آمده بودم، ولی چون می‌دانستم آیر بسیاری از مطالب کتاب نخست خود را نفی کرده است، نادیده گرفتن این کنایه‌ی کین برایم راحت نبود، که من هم در روزگار پختگی چنان خواهم کرد.

اجازه بدهید از تجدیدنظرهایم درباره‌ی عنوان کتاب شروع کنم. در ۱۹۷۵، بعد از همفکری با دوستم دزموند موریس، کتاب نیمه‌تمام را به تام ماشلر نشان دادم. او از ناشران پیش‌کسوت لندن بود و ما در دفتر کار او در جاناتان کیپ همدیگر را دیدیم. از کتاب خوشش آمد ولی از عنوان آن نه. گفت «خودخواه» واژه‌ی مثبتی نیست. ژن **همیشه‌زنده** چطور است؟ همیشه‌زنده واژه‌ی مثبتی بود. نامیرا بودن اطلاعات ژنی از موضوعات اصلی کتاب بود، «ژن **همیشه‌زنده**» تقریباً همان گیرایی «ژن خودخواه» را داشت. (به‌گمانم هیچ‌کدام ما حواسمان به هم‌آوایی این عنوان با عنوان کتاب ***غول خودخواه*** اُسکار وایلد نبود[1]) حالا فکر می‌کنم شاید حق با ماشلر بود. بسیاری از منتقدان، مخصوصاً آنها که اهل جاروجنجالند و خبره در فلسفه، ظاهراً ترجیح می‌دهند کتاب را فقط از روی عنوانش بخوانند. بی‌شک این کار در مورد ***قصه‌های بنیامین بانی*** یا ***انحطاط و سقوط روم*** خوب جواب می‌دهد، اما برای من کاملاً آشکار است که خواندن خود کتاب ***ژن خودخواه*** بدون زیرنویس مفصل، برای ایجاد تصور کاملی از مطالب آن ناکافی است. این روزها، هر ناشر آمریکایی اصرار دارد کتاب‌ها یک عنوان فرعی هم داشته باشند.

بهترین راه برای توضیح این عنوان، مشخص کردن نقطه‌ی تأکید است. اگر روی «خودخواه» تأکید کنیم، به نظر می‌رسد درباره‌ی خودخواهی است، در حالی که بیشتر کتاب در مورد ایثارگری است. درست این است که تأکید بر روی واژه‌ی «ژن» باشد، اجازه بدهید دلیلش را بیان کنم. در داروینیسم کشمکش اصلی بر سر این است که عملاً کدام واحد در انتخاب طبیعی برگزیده می‌شود: آن کدام واحد است که در نتیجه‌ی انتخاب طبیعی باقی می‌ماند یا از بین می‌رود. آن واحد، کم و بیش، طبق تعریف، «خودخواه» خواهد بود. ممکن است در سطوح دیگر ایثارگری ترجیح داده شود. آیا انتخاب طبیعی از میان گونه‌ها برمی‌گزیند؟ اگر چنین باشد، باید انتظار ما این باشد که تک تک موجودات به‌خاطر «صلاح‌گونه» ایثارگرانه رفتار کنند. مثلاً میزان زاد و ولد خود را محدود کنند تا جمعیت دچار ازدحام نشود یا رفتار شکارگری خود را کنترل کنند تا نسل طعمه

۱. اشاره‌ی نویسنده به شباهت آواییِ دو کلمه gene (جین /ژن) و giant (جاینت) است.

برای افراد آینده‌ی جمعیت‌شان هم باقی بماند. این بحث چنان درک نادرستی از داروینیسم را رواج می‌داد که مرا به نوشتن این کتاب واداشت.

آیا آن‌طور که من در این کتاب تأکید می‌کنم، انتخاب از میان ژن‌ها صورت می‌گیرد؟ در این صورت، برای ما دیدن اینکه تک تک موجودات زنده به‌خاطر «صلاح ژن‌ها» ایثارگرانه رفتار کنند، نباید تعجب‌آور باشد؛ مثل غذا دادن و مراقبت کردن از خویشانی که احتمالاً نسخه‌هایی از ژن خودشان را دارند. این ایثاگری نسبت به خویشاوند فقط یکی از آن راه‌هایی است که در آن خودخواهی ژن به صورت ایثارگری فرد جلوه می‌کند. این کتاب توضیح می‌دهد این کار همراه با معامله به مثل، دیگر ابزار اصلی ایثارگری در نظریه‌ی داروینی، چگونه صورت می‌گیرد. به عنوان کسی که کمی دیر با «*اصل معلولیت*» صحاوی *اگرافن* (صفحه‌های ۴۲۹ تا ۴۳۵ را بخوانید) آشنا شدم، اگر قرار بود دوباره این کتاب را بنویسم، جایی را به نظر عاموس صحاوی اختصاص می‌دادم؛ به این نظر او که بخشش از روی ایثارگری شاید نشانه‌ی نوعی برتری‌جویی باشد: ببین چطور از تو برتر، این توان در من هست که کمکت کنم!

اجازه بدهید دلیل منطقی حضور واژه‌ی «خودخواه» در عنوان کتاب را تکرار کنم و توضیح دهم. سوآل اساسی این است که در سلسله‌مراتب حیات، کدام سطح به یقین سطح خودخواه است، انتخاب طبیعی در چه سطحی عمل می‌کند؟ در گونه‌ی خودخواه؟ گروه خودخواه؟ موجود خودخواه؟ یا بوم‌سامانه‌ی خودخواه؟ می‌توان بیشتر در مورد اینها بحث کرد و نویسنده‌ها اغلب از این موضوع، بدون نشان دادن حساسیت، گذشته‌اند، اما اشتباه کرده‌اند. با فرض اینکه در پیام داروین، با ایجاز تمام، صحبت از یک چیز خودخواه است، از قرار معلوم آن چیز باید به دلایل محکمی، که در این کتاب مورد بحث قرار می‌گیرد، ژن باشد؛ چه شما در آخر این استدلال‌ها را پذیرفته باشید یا نه، دلیل عنوان کتاب این است.

امیدوارم این توضیح مانع از سوءتفاهم‌های بزرگ‌تر شود. با وجود این، خودم با بازنگری مطالب بعضی اشکال‌ها را که بیشتر در فصل یکم است توضیح می‌دهم؛ بارزترین آنها این جمله است: «بیایید بکوشیم مهربانی و ایثارگری را بیاموزیم، ما خودخواه زاده شده‌ایم.» در یاد گرفتن مهربانی و ایثار اشکالی نیست

اما «خودخواه زاده شده‌ایم» گمراه‌کننده است. باید بگویم که از ۱۹۷۸ بود که من به تصور روشنی از تفاوت «محمل‌ها» (معمولاً موجودات زنده) و «همتاسازها» دست یافتم (در واقع ژن‌ها: تمام مطلب در فصل سیزدهم شرح داده شده است. این فصل به چاپ دوم اضافه شده است). لطفاً آن جمله‌ی تند و جمله‌هایی مانند آن را از ذهن خود پاک کنید و به جایش چیزی در ردیف مطالب این پاراگراف بگذارید.

با در نظر گرفتن این نوع اشکالات، حالا متوجه شده‌ام چرا ممکن بود از این عنوان برداشت نادرستی شود، و به این دلیل احساس می‌کنم شاید بهتر بود «ژن همیشه‌زنده» را انتخاب می‌کردم. یک گزینه‌ی دیگر «محمل ایثارگر» بود. شاید کمی مبهم بود ولی به هر حال کشمکش آشکار بین ژن و موجود زنده، در نقش واحدهای رقیب در انتخاب طبیعی را حل می‌کرد (کشمکشی که ارنست مایر فقید را تا آخر با خود برد).

در انتخاب طبیعی دو نوع واحد وجود دارد و بحث از درگیری نیست. ژن واحدی است در نقش همتاساز. موجود زنده واحدی است در نقش محمل. هردو مهمند. هیچ‌کدام را نباید دست‌کم گرفت. آنها نماینده‌ی دو نوع واحد کاملاً متمایز از یکدیگرند و اگر این تمایز را درست تشخیص ندهیم، دچار سردرگمی یأس‌آوری خواهیم شد.

به‌جای ژن خودخواه، یک انتخاب خوب دیگر می‌توانست «ژن همیار» باشد. متضادِ خودخواه به نظر می‌رسد، ولی بخش عمده‌ای از کتاب درباره‌ی نوعی همکاری بین ژن‌های منفعت‌طلب است. البته به این معنی نیست که گروه ژن‌ها با زیر پا گذاشتن منافع اعضای خود یا منافع گروه‌های دیگر به موفقیت می‌رسند. برعکس، هر ژن را در کنار ژن‌های دیگر آن خزانه ــ مجموعه‌ای از نامزدها برای سازمان‌بندی مجدد درون یک گونه ــ دنبال برنامه‌ی کارهای منفعت‌طلبانه خود می‌بینند. درون یک گونه، ژن‌های دیگر بخشی از محیط محسوب می‌شوند، همان‌طور که آب و هوا، شکارگر و طعمه، پوشش گیاهی و باکتری‌های خاک بخشی از محیط زیست‌اند. از نقطه‌نظر هر ژن، در کوتاه‌مدت، ژن‌های زمینه آنهایی‌اند که در سفر از نسلی به نسل دیگر با او در یک بدن هستند ولی در درازمدت ژن‌های زمینه ژن‌های دیگری‌اند که در خزانه‌ی ژنیِ آن گونه وجود

دارند. بنابراین، انتخاب طبیعی گوش به زنگ است که دارودسته ژن‌های همسازگار را ــ که می‌توان گفت همکار یکدیگراند ــ در جایی که کنار هم باشند مورد عنایت قرار دهد. هیچ‌وقت تکاملِ این «ژن‌های همیار» اصل اساسی ژن خودخواه را برهم نمی‌زند. این موضوع در فصل پنجم با استفاده از قیاس با گروه‌های پاروزن بسط یافته و در فصل سیزدهم ادامه پیدا کرده است.

ولی با این فرض که انتخابِ طبیعیِ ژن‌های خودخواه بیشتر به همکاری بین ژن‌ها بها می‌دهد، باید اذعان کرد که بعضی ژن‌ها تن به همکاری نمی‌دهند و علیه منافع دیگرِ ژن‌ها در ژنوم عمل می‌کنند. بعضی نویسندگان آنها را ژن‌های شورشی، بعضی دیگر ژن‌های فوق‌العاده خودخواه و عده‌ای هم آنها را فقط خودخواه نامیده‌اند. این موجب سوءتفاهم در مورد تفاوت ظریفشان با ژن‌هایی است که در کارتل‌های منفعت‌طلب همکاری می‌کنند. را با ژن‌هایی که سهامدار کار نمونه‌ی ژن‌های فوق‌العاده خودخواه، ژن‌های گرایش میتوزی‌اند که در صفحه‌های ۴۵۱ تا ۴۵۳ وصفشان بیان شده و «DNA های انگلی»اند که در صفحه‌های ۴۴ و ۴۵ مطرح شده‌اند و نویسنده‌های دیگر زیر عنوان «DNA خودخواه» در موردشان توضیح داده‌اند. در سال‌های بعد از انتشار این کتاب، مدام نمونه‌های جدید و هرچه عجیب‌تری از ژن‌های فوق‌العاده خودخواه معرفی شده‌اند.[۱]

از کتاب *ژن خودخواه* به خاطر انسان‌گونه پنداری‌ها در آن انتقاد کرده‌اند، که آن هم اگر جای عذرخواهی نداشته باشد، توضیح لازم دارد. من در دو سطح از انسان‌انگاری استفاده کرده‌ام: در سطح ژن و در سطح موجود زنده. در مورد تشبیه ژن به انسان جای بحث نیست، زیرا هیچ آدم عاقلی نیست که فکر کند مولکول‌های DNA از آگاهی برخوردارند و هیچ خواننده‌ی معقولی چنین ایرادی را بر نویسنده وارد نمی‌داند. یک بار این فرصت را داشتم که مستمع سخنرانی زیست مولکول‌شناس برجسته، جک موناد، درباره‌ی خلاقیت در علم باشم. عین

---

۱. کتاب *کشمکش ژن‌ها، زیست‌شناسی عناصر خودخواه* (۲۰۰۶) نوشته آستین برت و رابرت تریورز (انتشارات دانشگاه هاروارد) دیرتر از آن رسید که در چاپ اول این ویرایش از آن استفاده کنم. بدون تردید این کتاب مرجع موثقی برای بررسی این موضوع بااهمیت است.

کلمات او را به یاد نمی‌آورم ولی تقریباً مفهوم سخن او این بود که وقتی به موضوعی در شیمی فکر می‌کرد، از خودش می‌پرسید اگر جای یک الکترون بود چکار می‌کرد؟ پیتر اتکینز در کتاب فوق‌العاده‌اش، ***با زنگری خلاقیت***، آنجا که می‌خواهد شکست باریکه‌ی نوری را مجسم کند که از میان محیطی با ضریب شکست بالاتر می‌گذرد و از سرعتش کاسته می‌شود، از یک چنین انسان‌انگاری‌ای استفاده می‌کند. به نظر می‌رسد آن شعاع نور طوری رفتار می‌کند که زمان رسیدن به نقطه‌ی مقصد را به حداقل برساند. اتکینز آن را به نجات غریقی در کنار ساحل دریا تشبیه می‌کند که قصد نجات یک شناگر در حال غرق شدن را دارد. آیا باید یک‌راست به طرف آن شخص برود؟ نه، زیرا سرعت او در دویدن بیشتر از شناست و عاقلانه‌تر این است که زمانِ راهی را که در خشکی می‌تواند بدود بیشتر کند. آیا باید بدود تا به جایی مقابل او در ساحل برسد و به این ترتیب زمان شنا کردن را کمتر کند؟

این کار بهتر است، ولی بهترین کار نیست. محاسبه (اگر فرصتی باشد) به آن نجات غریق نشان می‌دهد. با چه زاویه‌ای وارد آب شود و بعد شنا کند تا مطلوب‌ترین وضعیت حاصل شود. اتکینز نتیجه می‌گیرد:

> این درست مانند رفتارهای نوری است که از میان یک محیط متراکم‌تر می‌گذرد. اما نور پیشاپیش از کجا می‌داند کوتاه‌ترین راه کدام است؟ و این چه اهمیتی برایش دارد؟

او با الهام گرفتن از نظریه‌ی کوانتوم این پرسش را به صورت جالبی عرضه می‌کند.

انسان‌انگاری فقط یک ابزار آموزشی غیرمعمول نیست. در مقابل حالت‌هایی که ممکن است منجر به اشتباه شوند به دانشمند حرفه‌ای کمک می‌کند تا به پاسخ درست برسد. در مورد محاسبه‌های داروینیِ ایثارگری و خودخواهی و همکاری و دشمنی هم قضیه همین است. خیلی راحت ممکن است به پاسخ نادرست برسیم. ژن‌های انسان‌پنداشته اگر با دقت و احتیاط لازم بررسی شوند، اغلب، نظریه‌پرداز داروینی را از کوتاه‌ترین مسیر به ساحل نجات می‌رسانند. وقتی من سعی می‌کردم در این کار احتیاط را رعایت کنم، و. د. همیلتون یکی از

چهار حامی که نامشان در این کتاب آمده به دادم رسید. او در مقاله‌ای، در ۱۹۷۲ (سالی که نوشتن *ژن خودخواه* را شروع کردم)، نوشت:

> به ژنی در انتخاب طبیعی برتری داده می‌شود که تجمع همتاهای آن در خزانه‌ی ژنی رو به افزایش باشد. توجه ما به ژن‌هایی است که به نظر می‌رسد روی رفتار اجتماعی دارندگانشان اثر می‌گذارند، پس بیایید برای ژن‌ها تا حدی هوش و آزادی انتخاب قائل شویم تا بحث ملموس‌تر شود. فرض کنید ژنی به مسئله‌ی افزایش تعداد همتاهایش می‌اندیشد و فرض کنید می‌تواند انتخاب کند بین...

درست همان حال و هوا در خواندن بیشتر متن کتاب *ژن خودخواه* وجود دارد.

انسان‌گونه پنداشتن یک زیستمند بیشتر جای بحث دارد، چون زیستمندان، برخلاف ژن‌ها، مغز دارند و بنابراین واقعاً ممکن است انگیزه‌های خودخواهانه یا ایثارگرانه‌ای، مانند احساسات درونی ما، داشته باشند. کتابی به نام **شیر خودخواه** ممکن است واقعاً سوءتفاهم ایجاد کند، ولی **ژن خودخواه** چنین نیست. درست به همان صورت که آدم می‌تواند خود را به جای یک باریکه‌ی نور تصور کند، و هوشمندانه از میان آبشار نور عدسی‌ها و منشورها مناسب‌ترین مسیر را انتخاب کند، یا خود را به جای یک ژن فرضی بگذارد و مطلوب‌ترین مسیر را برای انتقال به نسل‌های دیگر انتخاب کند، پس می‌توانیم فرض کنیم یک شیر ماده هم می‌تواند بهترین راهکار را برای بقای ژن‌هایش در درازمدت محاسبه کند. نخستین هدیه‌ی همیلتون به زیست‌شناسی محاسبه‌ی ریاضی تصمیم‌های حساب‌شده‌ای بود که یک موجود داروینی، مثلاً شیر، برای به حداکثر رساندن بقای ژن‌هایش انجام می‌دهد. در این کتاب من از معادل کلامی و خودمانی این محاسبات ــ در آن دو سطح ــ استفاده کرده‌ام.

در صفحه‌ی ۱۹۸ با سرعت از یک سطح به سطح دیگر می‌رویم:

> ما دیدیم در شرایطی عملاً برای مادر به صرفه این است که بگذارد آن بچه‌ی نحیف بمیرد. ما می‌توانیم به‌طور حسی فرض را بر این بگذاریم که آن بچه‌ی ضعیف باید تا آخرین لحظه به تقلا برای زندگی ادامه دهد، اما

> این نظریه لزوماً چنین چیزی را پیش‌بینی نمی‌کند. وقتی یک توله‌ی ضعیف آن‌قدر ناتوان شود که، با کم شدن امید به زندگی‌اش، منفعتی را که از امکانات والدین می‌برد کمتر از نصف منفعتی باشد که بچه‌های دیگر از آن امکانات می‌برند، او باید با متانت و اشتیاق مرگ را پذیرا شود. به این ترتیب سود بیشتری نصیب ژن‌هایش می‌کند.

این خویشتن‌نگری در سطح فرد است. فرض بر این نیست که آن توله‌ی ضعیف چیزی را انتخاب می‌کند که برایش لذت‌بخش یا شادی‌آور است. برعکس، در جهان داروینی، افراد در مورد منافع ژن‌هاشان حساب کتاب می‌کنند. در ادامه‌ی پاراگراف بالا با چرخشی سریع انسان‌گونگی به سطح ژن می‌رسد:

> یعنی ژنی که امر می‌کند «ای بدن، اگر از آنهایی که با هم زاده شده‌اید، خیلی کوچک‌تر هستی، تقلا نکن، بمیر» در خزانه‌ی ژنی موفق است زیرا ۵۰ درصد احتمال دارد که با زندگی در بدن برادر یا خواهر خود نجات پیدا کند، ولی احتمال زنده ماندنش در آن بدن نحیف در هر صورت بسیار کم است.

و بعد دوباره پاراگراف فوراً به خویشتن‌نگری آن توله‌ی ضعیف برمی‌گردد:

> باید در مسیر زندگی یک توله‌ی ضعیف یک نقطه‌ی برگشت ممنوع وجود داشته باشد. قبل از رسیدن به آن نقطه او باید به تلاش خود ادامه دهد. به محض اینکه به آن نقطه رسید، باید خود را رها کند و ترجیحاً رضا دهد خوراک توله‌های همزاد یا پدر و مادرش شود.

من واقعاً بر این باورم که اگر متن به دقت و کامل خوانده شود، این دو سطح انسان‌گونگی با هم اشتباه گرفته نمی‌شوند. اگر محاسبه و حساب کتاب کردن در این دو سطح درست صورت گیرد، دقیقاً به نتیجه‌ی یکسانی می‌رسند: و معیار برای تعیین درست بودن‌شان همین است. بنابراین اگر قرار بود من امروز از اول این کتاب را بنویسم، فکر نمی‌کنم انسان‌پنداری را در آن تغییر می‌دادم.

ننوشتن کتاب یک چیز است، نخواندن آن، یک چیز دیگر. از اظهار نظر زیر که خواننده‌ای از استرالیا فرستاده است چه چیزی دستگیرمان می‌شود؟

گیرا بود، اما گاهی می‌گفتم ای کاش نخوانده بودمش... گاهی در احساس شگفتی از سازوکار فرایندهای پیچیده‌ای که داکینز آن‌قدر روشن توضیح‌شان می‌داد با او همراه می‌شدم... اما در عین حال، گناه افسردگی‌های دوره‌ای‌ام در این دهه‌ی گذشته را به گردن ژن **خودخواه** می‌اندازم. هیچ‌گاه تصور ذهنی مطمئنی نسبت به حیات نداشته‌ام، در پی یافتن چیزی معنادارتر ــ سعی کردم باور کنم ولی چندان موفق نشدم ــ دیدم این کتاب همه‌ی تصورات مبهمی را که در راستای این مسائل داشتم با خود برد و نگذاشت که بیشتر در هم بیامیزند. چندسال پیش واقعاً مرا به هم ریخت.

قبلاً تعدادی از اظهار نظرهای نظیر این را بیان کرده‌ام.

یکی از ناشران خارجی کتاب اول من اعتراف کرد که بعد از خواندن آن کتاب سه شب خوابش نبرده است؛ به‌شدت از پیام سرد و تیره‌ی آن سرخورده شده بود. دیگران از من پرسیده‌اند صبح‌ها به چه امیدی برمی‌خیزم. یک آموزگار، از کشوری دور، سرزنش‌کنان برایم نوشت دانش‌آموزی بعد از خواندن آن کتاب با گریه پیش او رفته بود، چون احساس کرده بود دیگر در زندگی هدف و امیدی برایش وجود ندارد. معلم به او گفته بود آن را به دوستانش نشان ندهد، چون ممکن بود همان احساس خلأ و پوچی در آنها پیدا شود (**باز کردن بافت رنگین‌کمان**).

اگر چیزی واقعیت داشته باشد، با هیچ آرزویی عوض نمی‌شود. این چیز اولی است که می‌خواهم بگویم. ولی دومی هم تقریباً به همین اندازه مهم است. چون در ادامه نوشتم، شاید درواقع سرنوشت نهایی جهان در پی هدف خاصی نباشد، ولی آیا ما باید امیدهای زندگی‌مان را به سرنوشت نهایی جهان گره بزنیم؟ البته که نباید؛ اگر عاقل باشیم. دلبستگی‌ها و امیدهای گوم‌تر و صمیمانه‌تر انسانی در زندگی ما نقش دارند. این تهمت به علم که گرمای زندگی را از آن می‌گیرد، اشتباه بسیار نامعقولی است و چنان برخلاف احساس من و بسیاری از دانشمندان است که از این برداشت نادرست تا حدی دچار دلسردی می‌شوم.

منتقدان دیگری که پیامدهای اجتماعی، سیاسی یا اقتصادی *ژن خودخواه* به

نظرشان ناگوار می‌رسید نیز یا چنین رویکردی پیام‌آور آن را هدف قرار دادند. کمی بعد از پیروزی خانم تاچر در ۱۹۷۹، دوستم استیون رز در مجله‌ی *نیوسایتیست* چینی نوشت:

> نمی‌خواهم بگویم تبلیغاتچی‌های حرفه‌ای یک گروه زیست جامعه‌شناس را مأمور نوشتن متن‌های خانم تاچر کرده‌اند یا اینکه بعضی استادهای آکسفورد و ساسکس از اینکه بالأخره بعد از سال‌ها تلاش توانستند حقایق ساده‌ی مربوط به ژن خودخواه را برای ما بیان کنند در پوست خود نمی‌گنجند. مقارن شدن این نظریه‌ی جدید با رویدادهای سیاسی، پیچیده‌تر از این حرف‌هاست. اما من مطمئن هستم وقتی این حرکتِ به راست اواخر دهه‌ی هفتاد، از نظم و قانون آن گرفته تا پول‌محوری و (در تناقض با آن) حمله به دولت‌محوری آن، و سپس تغییر و تحول علمی روز، حتی فقط همان مُدل‌های انتخاب گروه تا انتخاب خویشاوند در نظریه‌ی تکامل را در تاریخ بنویسند، همه‌ی اینها بخشی از آن موجی محسوب می‌شود که تاچری‌ها و آن تصورِ جامد و کهنه‌ای را که از رقابت‌جویی و بیگانه‌هراسی سرشت انسان دارند به قدرت رساند.

منظور از «استاد ساسکس» مرحوم جان مینارد اسمیت، شخصیت مورد تحسین من و استیون رز، بود که در نامه‌ای به *نیوسایتیست* چنین پاسخ داد: «چکار باید می‌کردیم؟ معادله را برهم می‌زدیم؟» یکی از پیام‌های مهم *ژن خودخواه* (و تأکید شده در مقاله‌ی «قاضی شیطان») این است که ما نباید ارزش‌هامان را بر اساس داروینیسم قرار دهیم، مگر اینکه یک علامت منفی هم کنارش بگذاریم. مغز ما آن‌قدر تکامل یافته است که می‌توانیم در برابر خودخواهی ژن‌هامان بایستیم. استفاده از وسیله‌های پیشگیری از بارداری نشان از توان ما در این امر است. همین اصل را در مقیاس‌های بزرگ‌تر نیز می‌توان و باید در نظر گرفت.

برخلاف ویرایش دوم ۱۹۸۹، به این ویرایش ویژه‌ی سالگشت، جز این مقدمه و چند بریده از اظهارنظرها که حامی و ویراستار سه تا از کتاب‌هایم، لاتا منون، برگزید چیز دیگری افزوده نشده است. هیچ‌کس غیر از لاتا نمی‌توانست

جای مایکل راجرز ویراستار بی‌نظیر و برجسته‌ی *دنیای پررقابت* را پرکند. اطمینان بی‌قید و شرط راجرز به این کتاب سکوی پروازی بود برای چاپ نخست آن.

به هر حال ــ و بسیار خوشحالم ــ که در این ویرایش پیشگفتار اولیه رابرت تریورز دوباره سر جای خود برگشته است. من نام بیل همیلتون را به‌عنوان یکی از چهار حامی متفکر این کتاب ذکر کردم یک حامی دیگر باب تریورز است. نظر او بر بخش‌های بزرگی از فصل نهم، دهم، دوازدهم و تمام فصل هشتم سایه افکنده است، نوشته‌ی دلنشین او نه تنها یک پیشگفتار برای این کتاب است بلکه فرصتی برای اعلام نظریه جدید و درخشان خود او، نظریه‌ی تکامل خودفریبی، به دنیاست. از اینکه اجازه داد آن پیشگفتار اولیه آذین این چاپ شود، از او بسیار متشکرم.

ریچارد داکینز

آکسفورد، اکتبر ۲۰۰۵

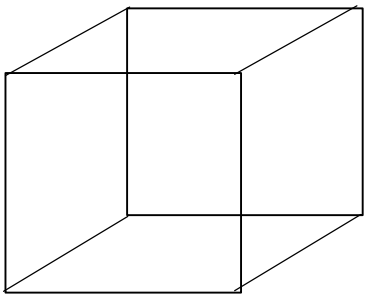
پیشگفتار ویراست دوم

در این چند سال اخیر که *ژن خودخواه* منتشر شده، پیام اصلی این کتاب از سوی بسیاری پذیرفته شده است. ولی در این امر اخیر تناقض پنهانی وجود دارد. وقتی این کتاب منتشر شد، چنین نبود که به عنوان یک کتاب کاملاً انقلابی مورد انتقاد قرار گیرد و سپس به تدریج مورد قبول واقع شود، طوری که ما امروز تعجب کنیم که آن همه جار و جنجال برای چه بود. کاملاً عکس این است. از ابتدا اظهارنظرها در مورد آن موافق و مثبت بود و کتاب بحث‌انگیزی به نظر نمی‌رسید. بعد از چند سال به عنوان کتاب جدل برانگیز معروف شد و حالا اغلب آن را یک اثر تند و افراطی می‌دانند. اما طی همین سال‌ها که بیشتر به افراطرگرا معروف شده، محتوای آن کمتر افراطی و بیشتر به باور عموم نزدیک به نظر رسیده است.

نظریه‌ی ژن خودخواه نظریه‌ی داروین است که به زبانی دیگر شرح داده شده است. اگر داروین در قید حیات می‌بود، این نزدیکی و سازگاری را بلافاصله تشخیص می‌داد و دست‌کم به گمان من، آن را می‌پسندید. این نظریه در واقع پیامد منطقی باور نوداروینی است که به شکلی جدید بیان می‌شود. به جای آنکه بر موجود زنده تمرکز کند، از دید یک ژن به طبیعت نگاه می‌کند. نگرش متفاوت است، نظریه همان است. در صفحه‌ای اول *رخنمون گسترش‌یافته*[1] با استفاده از مکعب نکر (Necker Cobe) موضوع را توضیح داده‌ام.

این یک طرح دو بعدی است روی کاغذ با جوهر، اما تصور ما از آن یک مکعب شفاف سه بعدی است. اگر چند ثانیه به آن خیره شوید می‌بینید جهت آن رو به سمت دیگری می‌شود. باز به آن خیره شوید، دوباره به حالت اول برمی‌گردد. هر دو مکعب با آن داده‌های دوبعدی که شبکیه‌ی ما را متأثر کرده‌اند

1. *The Extended Phenotype*



سازگارند. بنابراین، مغز به راحتی آن دو را به جای هم می‌گذارد. هیچ‌کدام از آن دیگری درست‌تر نیست. منظورم این است که به انتخاب طبیعی نیز می‌توان از دو منظر متفاوت نگاه کرد، از زاویه‌ی دید ژن، یا از زاویه‌ی دید فرد. اگر درست متوجه شویم، هر دو یکی‌اند؛ دو برداشت از یک حقیقت‌اند. می‌توان از این یا آن دید به تکامل نگریست و همچنان نو داروینی باقی ماند.

حالا احساس می‌کنم این تشبیه خیلی دقیق نبوده است. به جای ارائه‌ی یک نظریه یا کشف یک واقعیت تازه، اغلب مهم‌ترین نقش یک دانشمند این است که همان نظریه یا واقعیت‌های قدیمی را به شیوه‌ی جدیدی که خود کشف کرده مطرح کند. طرح مکعب نکر از این بابت گمراه‌کننده است که در آن نتیجه‌ی هر دو شیوه‌ی دیدن به یک اندازه خوب است. البته این تشبیه تاحدی درست است؛ برخلاف نظریه‌ها، زاویه‌های دید را نمی‌توان با آزمایش اثبات و در موردشان قضاوت کرد؛ نمی‌توانیم بر ضوابط آشنایی که برای تأیید یا تکذیت داریم تکیه کنیم. ولی تغییر دیدگاه، در بهترین حالت خود می‌تواند به چیزی بالاتر از نظریه دست یابد. می‌تواند راهی به سوی یک فضای فکری جدید باز کند که منشأنظریه‌های جالب و آزمایش شدنی بسیاری باشد و از بسیار چیزهای به ذهن نرسیده پرده بردارد. در مکعب نکر چنین چیزی اصلاً وجود ندارد. در آن مکعب فقط پرش دید از یک حالت به حالت دیگر است، و حق ارزش آن حالت‌ها ادا نمی‌شود. چیزی که مورد بحث ماست، چیزی نیست که مانند پریدن از یک زاویه‌ی دید به زاویه‌ی دیدی معادل آن باشد، بلکه، در شکل نهایی خود، یک صورتبندی مجدد است.

هر چه زودتر سهم ناچیز خودم را در این صورتبندی جدید اعلام می‌کنم. به

دلیلی از این دست که بهتر است بین علم و «عمومی کردن آن» خط فاصل دقیقی نگذاریم. شرح و تفصیل نظرهایی که پیش از این فقط در متون فنی آمده‌اند، هنر آسانی نیست. مستلزم این است که با درک و بینش از زبان تازه و استعاره‌های مناسب استفاده کنیم. اگر بتوانیم در مسیر استفاده از زبان و استعاره‌های نو خوب پیش برویم، به نگرش جدیدی نسبت به مسائل می‌رسیم. و همان‌طور که کمی پیش گفتم، شیوه‌ی جدید نگرش خود نقش باارزشی در علم دارد. انیشتین هم در رواج علم کم نقش نداشت. و من اغلب فکر می‌کنم نتیجه‌ی استعاره‌های روشن او فقط این نبود که به بقیه‌ی ما کمک کند، سوختی بود برای فکر خلاق خودش.

نگاه به داروینیسم از چشم ژن در نوشته‌های ر.ای. فیشر و دیگر پیشگامان نوداروینیسم در سال‌های ۱۹۳۰ به صورت ضمنی است؛ ولی این رویکرد در دهه‌ی شصت توسط و. د. همیلتون و ج. ث. ویلیامز به شکل آشکار است. برداشت آنها برای من حالتی رویاگونه داشت ولی بیان‌شان بسیار موجز و مختصر بود و شرح کافی نداشت. من احساس کردم یک شرح و بسط مفصل از موضوع حیات می‌تواند آن را هم در ذهن، هم در دل جا بیندازد، به این فکر افتادم کتابی بنویسم که تکامل را از دید ژن تحسین کند. باید مثال‌های آن حول رفتارهای اجتماعی می‌بود تا می‌توانست نگرش ناآگاهانه‌ی طرفداران پرشمار انتخاب گروه را که در آن زمان در داروینیسم دست بالا را داشتند تصحیح کند. کتاب را در ۱۹۷۲ شروع کردم، زمانی که قطع برق‌های ناشی از گرفتاری‌هایی در صنایع در تحقیقات آزمایشگاهی‌ام وقفه ایجاد می‌کرد. آن خاموشی‌ها متأسفانه (از یک نظر) بعد از نوشتن فقط دو فصل تمام شد و من ادامه‌ی برنامه را تا یک مرخصی تحقیقاتی در ۱۹۷۵ به تعویق انداختم. در این مدت بیش از بقیه توسط جان می‌نارد اسمیت و رابرت تریورز آن نظریه بسط یافته بود. حالا احساس می‌کنم آن فاصله یکی از آن دوره‌های اسرارآمیزی است که در آن نظریه‌های جدید در هوا بال بال می‌زنند. من *ژن خودخواه* را در وضعیتی شبیه به یک تب هیجانی نوشتم.

وقتی دانشگاه آکسفورد برای یک ویرایش دیگر با من تماس گرفت، اصرار داشتند که بازنگری رسمی، جامع و صفحه به صفحه بی‌مورد است. بعضی

کتاب‌ها، از اول شکل‌گیری‌شان معلوم است که چاپ‌های متوالی خواهند داشت و ژن خودخواه چنین نبود. چاپ نخست کیفیت شاداب خود را از زمانه‌ای که در آن نوشته شد وام گرفت. در بیرون بوی انقلاب می‌آمد، پرتوی از سپیده‌دم روح‌بخشِ ورذورث. حیف بود که کودک آن ایام را واقعیت‌های روز فربه کند یا سردرگمی‌ها و احتیاط‌ها بر چهره‌اش چین بیندازد. بنابراین، متن اصلی باید با تمام معایب همان‌طور که هست به قوت خود باقی بماند. یادداشت‌هایی که در انتها آمده است تصحیح‌ها، واکنش‌ها و شرح و تفصیل‌ها را در بردارد. لازم بود فصل‌های کاملاً جدیدی در باب موضوع‌هایی که بدیع بودن‌شان در دوره‌ی خود حال و هوای آن سحرگاه انقلابی را هم‌چنان تازه نگه می‌داشت اضافه شود. حاصل کار فصل‌های ۱۲ و ۱۳ بود. در مورد اینها من از دو کتاب در این زمینه، که در آن سال‌های وقفه، بیش از همه برایم جالب بودند، الهام گرفتم: *تکامل همکاری* از رابرت آکسلرود، که به نظر می‌رسد نوعی امید به آینده در آن است؛ و کتاب خودم *رخنمون گسترش‌یافته* که از نظر من در آن سال‌ها تأثیر زیادی داشت و ــ با تمام خوب و بدش ــ احتمالاً بهترین نوشته‌ی من در تمام عمرم است.

عنوان «آدم‌های خوب جلواند» را از یک برنامه‌ی تلویزیونی بی‌بی‌سی *هورایزن* که در سال ۱۹۸۵ در آن حضور داشتم وام گرفتم. این فیلم یک مستند ۵۰ دقیقه‌ای درباره‌ی رویکردِ نظریه‌ی بازی‌ها به تکاملِ همکاری بود که جرمی تاثیر آن را ساخته بود. ساخت این فیلم و یک فیلم دیگر، ساعت‌ساز نابینا، توسط همین تولیدکننده در من احساس احترامی نسبت به حرفه‌ی او به وجود آورد. تولیدکنندگان هورایزن (بعضی برنامه‌هاشان را اغلب با سازمانبندی جدید با عنوان *نُوا* در آمریکا نشان می‌دهند) به کارشناسان خبره‌ی صاحب‌نظر در موضوع فیلم تبدیل می‌شدند. فصل ۱۲ چیزی بیش از فقط عنوانش را به تجربه‌ی کاری نزدیک من با جرمی تایلر و گروه *هورایزن* مدیون است، و من سپاسگزارم.

اخیراً متوجه یک واقعیت ناخوشایند شده‌ام: بعضی دانشمندان صاحب نفوذ اسم خود را روی نوشته‌هایی می‌گذارند که در تهیه‌ی آن نقشی ندارند. ظاهراً بعضی دانشمندان رده بالا ادعا می‌کنند در پدید آوردن مقاله‌ای همکاری دارند در حالی که تنها شراکت آنها در میز کار، کمک هزینه و ویرایش نهایی آن نوشته

است. تا آنجا که من می‌دانم تمام شهرت دانشمند بودن‌شان بر پایه‌ی کار دانشجویان و همکاران‌شان است! نمی‌دانم برای مبارزه با این تقلب چه باید کرد. شاید سردبیران مجله‌ها باید از هر یک از نویسنده‌ها در مورد آنچه نوشته‌اند گواهی امضاشده‌ای بخواهند. ولی این یک یادآوری است. علت مطرح کردن آن این است که می‌خواهم عکس آن را نشان دهم. هلنا کرونین کوشیده است تا این کتاب را خط به خط ـ کلمه به کلمه ــ بهتر کند و باید اسمش به عنوان همکار بخش‌های جدید آن آورده شود ــ ولی خود او با این نظر مخالف است. من واقعاً از او ممنونم و متأسفم که سپاسگزاری‌ام فقط در این حد است. همچنین از مارک ریدلی و آلن گرافن به خاطر اظهارنظرهای سازنده‌شان در مورد بخش‌های خاصی از کتاب متشکرم، و از توماس وستر، هیلاری مک‌گلین و دوستان دیگر در انتشارات دانشگاه آکسفورد که سر به هوایی‌ها و دیر و زود کردن‌های مرا تحمل کردند.

ریچارد داکینز
۱۹۸۹

پیشگفتار چاپ یکم

از نظر یک تکامل‌گرا هیچ معیاری وجود ندارد که بر اساس آن یک گونه نسبت به گونه‌ی دیگر برتر باشد. مارمولک و قارچ با فرایندی به نام انتخاب طبیعی طی حدود سه میلیارد سال پیدا شده است. درون هر گونه، از بعضی افراد زاده‌های بیشتری باقی می‌مانند نسبت به بعضی دیگر، طوری که ویژگی‌هایِ قابلِ انتقالِ (ژن‌ها) آنهایی که از نظر تولیدمثل موفق‌اند در نسل بعد بیشتر می‌شود. انتخاب طبیعی عبارت است از: تفاوتِ غیراتفاقیِ تولیدمثلِ ژن‌ها. ما با انتخاب طبیعی شکل گرفته‌ایم و اگر بخواهیم از وجود خود سر درآوریم، باید انتخاب طبیعی را درک کنیم.

گرچه در نظریه‌ی تکامل داروین انتخاب طبیعی آن اساس مطالعه‌ی رفتار اجتماعی است (مخصوصاً هنگامی که با ژنتیک مندل همراه شود) ولی تاکنون چندان مدنظر واقع نشده است. همه‌ی همت‌هایی که صرف بررسی علوم اجتماعی شده چارچوبی ساخته است که دیدگاه روانی و اجتماعی پیش داروینی و پیش مندلی را پیش رو قرار می‌دهد. حتی درون خود زیست‌شناسی هم غفلت و سوءبرداشت از نظریه‌ی داروینی حیرت‌آور است. دلیل این امر هر چه باشد بنا به شواهد رو به پایان است. کار بزرگ داروین و مندل را شمار رو به افزایشی از انسان‌ها پی گرفتند، که سرشناس‌ترین آنها ر. آ. فیشر، و. د. همیلتون، جی. ث. ویلیامز و جی می‌نارد اسمیت‌اند. اکنون، برای نخستین‌بار پیکره‌ی اصلی این نظریه‌ی اجتماعی، که بر پایه‌ی انتخاب طبیعی است، به شکلی قابل درک و شیوا توسط ریچارد داکینز ارائه شده است.

داکینز تک‌تک درون‌مایه‌های اصلی این نظریه‌ی جدید اجتماعی را می‌پروراند: مفاهیم رفتار ایثارگرانه و خودخواهانه، نظریه‌ی خویشاوندی (از جمله رابطه‌ی پدر و مادر ـ فرزند و تکامل حشرات اجتماعی، نظریه‌ی نسبت دو جنس،

ایثارگری دوجانبه، تقلب، و انتخاب طبیعی تفاوت‌های جنسی. با اعتماد به نفسی که حاصلِ تسلط به نظریه‌ی زیربنایی است، داکینز با دقت و شیوه‌ی قابل تحسینی از این کار جدید پرده برمی‌دارد. او با مطالعات وسیع در زیست‌شناسی، غنا و گیرایی کلامش را به خواننده می‌چشاند. آنجا که با کارهای قبلاً منتشر شده اختلاف‌نظر دارد (مثلاً وقتی از تصور نادرست خود من انتقاد می‌کند) دقیقاً به هدف می‌زند. داکینز همچنین با ظرافت تمام منطق استدلال‌هایش را شرح می‌دهد، طوری که خواننده با استفاده از آن منطق می‌تواند بحث را گسترش دهد (و از خود داکینز پیش بیفتد). این بحث‌ها در جهات مختلف ادامه می‌یابند. برای مثال، اگر (طبق استدلال داکینز) در ارتباط بین حیوانات تقلب یک اصل بنیادی باشد، پس باید برای تشخیص آن از میان چیزهای دیگر، انتخاب پرقدرتی وجود داشته باشد و این انتخاب، به نوبه‌ی خود، باید درجه‌ای از خودفریبی را برگزیند، طوری که بعضی حقایق و انگیزه‌های ناآگاه توسط نشانه‌های ظریف خودآگاهی سرکوب نشوند. بنابراین این دیدگاه متداول، که انتخاب طبیعی آن دستگاه عصبی را انتخاب می‌کند که تصاویری هر چه دقیق‌تر از جهان به دست دهد، باید دیدگاه سستی نسبت به تکامل ذهن باشد.

پیشرفت‌های اخیر در نظریه‌ی اجتماعی به قدر کافی قوی بوده‌اند که در فعالیت‌های مخالف تکامل آشفتگی‌های مختصری را سبب شوند. برای مثال، آنها ادعا کرده‌اند که این پیشرفت اخیر در واقع بخشی از یک دسیسه‌ی دوره‌ای است، و با غیرممکن وانمود کردن این پیشرفت‌ها از نظر ژنی می‌خواهند مانع از پیشرفت اجتماع شوند. فکرهای سست به هم گره خورده و این تصور را به وجود آورده‌اند که نظریه‌ی اجتماعی داروین از جنبه‌ی مفهوم سیاسی واپس‌گرایانه است. این از حقیقت به دور است. برای نخستین بار، فیشر و همیلتون برابری دو جنس را از نظر ژنی ثابت کردند. نظریه و داده‌های کمّی در مورد حشرات اجتماعی نشان می‌دهد که در والدین هیچ تمایل ذاتی برای حاکمیت بر زادگان‌شان (یا عکس آن) وجود ندارد. و مفاهیم سرمایه‌گذاری والدین و قدرت انتخاب ماده ـ مبنای یک دیدگاه بی‌طرفانه و عینی برای نگرش به تفاوت‌های جنسی است که در مقایسه با تلاش‌های عامه‌پسندی که ریشه‌ی قدرت و اختیار زنان را در **باتلاق بی‌عملکرد هویت جنسی** می‌داند، پیشرفت قابل توجهی است.

مختصر اینکه نظریه‌ی اجتماعی داروینی به ما چشمه‌ای از یک تقارن و منطق زیربنایی در روابط اجتماعی را نشان می‌دهد که وقتی خوب درک شود، هم به بینش سیاسی‌مان توان تازه‌ای می‌بخشد و هم یک تکیه‌گاه فکری برای علم و جادوی روان‌شناسی می‌شود. در این جریان به ما نیز درک عمیق‌تری از ریشه‌های مختلف رنج‌هایمان خواهد داد.

رابرت ل. تریورز

دانشگاه هاروارد، ژوئیه، ۱۹۷۶

مقدمه‌ی مؤلف بر چاپ نخست

این کتاب را باید تقریباً مثل یک داستان علمی تخیلی خواند، زیرا طوری طرح‌ریزی شده که با قوّه‌ی تخیل ما سازگار باشد. ولی افسانه‌ی علمی نیست، علم است. از نظر من عبارت «عجیب‌تر از افسانه» تاحدی قالبی ولی درست همان چیزی است که در مورد واقعیت صدق می‌کند. ما ماشین‌های بقا هستیم ــ محمل‌های متحرک که به‌طور تصادفی برای حفظ مولکول‌های خودخواهی، به نام ژن، برنامه‌ریزی شده‌ایم. این واقعیت هنوز مرا شگفت‌زده می‌کند. گرچه سال‌هاست با آن سروکار دارم ولی انگار هرگز برایم عادی نمی‌شود. یکی از آرزوهایم این است که بتوانم در دیگران هم این احساس شگفتی را بیدار کنم.

وقتی این کتاب را می‌نوشتم احساس می‌کردم سه خواننده‌ی فرضی از پشت شانه‌هایم ناظر کار من هستند. و حالا کتاب را به آنها پیشکش می‌کنم. اول، یک خواننده‌ی عادی، فردی غیرحرفه‌ای. به خاطر او من تقریباً به کلی از سبک و سیاق فنی اجتناب کردم و جایی که لازم بود واژه‌های تخصصی به کار برم آنها را تعریف کردم. حالا تعجب می‌کنم چرا از اکثر آن واژه‌های تخصصی در مجله‌های تخصصی کوتاه نمی‌آییم. فرض من این بود که آن فرد معمولی هیچ دانش ویژه‌ای ندارد، ولی فرض این نبود که کندذهن باشد. همه می‌توانند علم را عمومی کنند در صورتی که بسیار ساده‌اش کنند. من خیلی زحمت کشیدم تا بعضی نظرهای پیچیده و ظریف را به زبان غیرریاضی شرح دهم، بدون اینکه از جوهرشان کاسته شود. نمی‌دانم تا چه حد در این کار و در خواسته‌ی دیگرم موفق شده باشم؛ در اینکه این کتاب آن‌طور که شایسته‌ی موضوع مورد بحث آن است، جالب و گیرا باشد. همیشه این احساس را داشته‌ام که زیست‌شناسی را باید چون داستانی اسرارآمیز در نظر گرفت، چون به واقع شناختن زندگی ماجرای

اسرارآمیزی است. جرئت من بیش از این نیست که آرزو کنم از آن شوق و شوری که این موضوع برای عرضه دارد بخش بسیار کوچکی را انتقال دهم.

دومین خواننده‌ی خیالی من یک کارشناس بود. او یک منتقد صریح‌اللهجه، به محض دیدن بعضی قیاس‌ها و استعاره‌ها ابرو درهم می‌کشید. تکیه کلام‌های مورد علاقه‌ی او «بـه اسـتثنای»، «ولی از جـهتی»، و «وای» بـود، تـمام مـدت حواسم به او بود، و حتی از ترس او گاهی تمام یک فصل را دوباره از اول طوری می‌نوشتم که او بپسندد اما در آخر باز به روش خودم برمی‌گشتم. آن کارشناس هنوز هم از کار من چندان راضی نیست. با این حال واقعاً امیدوارم برای او هم در این کتاب چیز تازه‌ای یافت شود؛ مثلاً شـیوه‌ی جـدیدی بـرای نگـاه کـردن بـه مفاهیم آشنا؛ یا انگیزشی برای افکار جدید خودش. اگر این‌ها توقع زیادی است لااقل می‌توانم آرزو کنم این کتاب در قطار سرش را گرم کند.

خواننده‌ی سومی که در نظر داشتم، دانشجو بود، فـردی بـین یک شـخص معمولی و یک متخصص. اگر چنین کسی هنوز تصمیم قطعی نگرفته که در کدام رشـته تـخصص بگـیرد، امـیدوارم بـتوانـم عـلاقمندش کـنم بـه رشـته‌ی فـن، جانورشناسی سری بـزند. بـرای مـطالعه‌ی جـانورشناسی غـیر از «سـودمندی» احتمالی این رشته و کلاً دوست‌داشتنی بودن جانوران دلیل بهتری وجود دارد. آن دلیل ایـن است کـه مـا جـانوران پـیچیده‌ترین و خـوش‌ساخت‌ترین دسـتگاهی هستیم که در تمام جهان شناخته‌شده می‌توان یافت. با توجه به این، نمی‌دانـم چرا بعضی‌ها دنبال مطالعه‌ی چیزهای دیگر می‌روند! امیدوارم این کـتاب بـرای دانشجویی که از قبل مصمم بوده جانورشناسی بخواند، چـیز بـاارزشـی از نـظر آموزشی داشته باشد. او باید مقاله‌های پایه و کتاب‌های فنی را که زیربنای کتاب من است مطالعه کند. اگر برایش هضم آن منابع اصلی سخت باشد، شاید ایـن شرح و تفسیر غیرریاضی من به عنوان یک مقدمه یا ضمیمه به دردش بخورد.

معلوم است که از نظر سه خواننده‌ی مختلف مطلوب بـودن کـار بـی‌خطری نیست. فقط می‌خواهم این را بگویم که در تمام این مدت حواسم به این خطرها بود ولی فکر می‌کنم فایده‌ی این تلاش به زحمتش می‌ارزید.

من رفتارشناس هستم و این کتاب درباره‌ی رفتار حیوانات است. بدون شک مدیون آن سنت رفتارشناسی هستم که در آن پرورش یافتم به ویـژه نـیکوتین

برگن، که نمی‌داند در آن دوازده سالی که زیر نظرش در آکسفورد کار کردم چه تأثیر پردامنه‌ای بر من گذاشت. عبارت «ماشین بقا»، را شاید عیناً خود او نگفته باشد، ولی از اوست. اما اخیراً یک رشته نظرهای تازه، از منابعی که رسماً رفتارشناسی محسوب نمی‌شوند، رفتارشناسی را زیر و رو کرده‌اند. مبنای این کتاب تا حد زیادی همان نظرهای جدید است. از بانیان آنها به موقع در جاهای مختلف کتاب قدردانی شده است، چهره‌های شاخصی چون ج. ث. ویلیامز، ج. می‌نارد اسمیت، و. د. همیلتون و ر. ل. تریورز.

افراد مختلف برای عنوان این کتاب پیشنهادهایی داشتند و من با تشکر از آنها در عنوان فصل‌ها از پیشنهاد آنها استفاده کردم: «مارپیچ‌های همیشه زنده»، جان کربس؛ «ماشین ژن» دزموند موریس؛ «چیستی ژن» تیم کلاتون ـ بروک و جین داکینز جدا جدا؛ عذرخواهی از استفن پاتر.

شاید خواننده‌های فرضی برای آرزوها و انگیزه‌های ما نقش هدف را داشته باشند، ولی نقش واقعی خوانندگان حقیقی و نقدنویس‌ها را ندارند. من به بازنگری عادت دارم و ماریان داکینز مدام در حال انجام پیش‌نویس و پاکنویس‌های بی‌شمار بوده است. دانش قابل ملاحظه‌ی او در زیست‌شناسی، توانایی‌اش در درک مسائل نظری، همراه با دلگرم کردن‌ها و حمایت‌های روحی‌اش همیشه به دادم رسیده است. جان کربس هم پیش‌نویس تمام این کتاب را خواند. او بیشتر از من از مطالب کتاب خبر دارد و در بیان توصیه‌ها و پیشنهادهایش بزرگوار و سخاوتمند است. گلنیس تامسون و والتر بودمر از ادامه‌ی موضوعات مربوط به ژن با لحن ملایم ولی به‌طور جدی انتقاد کردند. می‌ترسم بازنگری من هنوز نظر آنها را برآورده نکرده باشد، اما امیدوارم تاحدی بهتر شده باشد. به خاطر وقتی که گذاشتند و به خاطر شکیبایی‌شان خیلی تشکر می‌کنم. جان داکینز شش دانگ حواسش به واژه‌پردازی‌های گمراه‌کننده بود و برای جمله‌بندی‌ها و جابه‌جایی دوباره‌ی کلمات پیشنهادهای بسیار خوبی داد. کسی مناسب‌تر از ماکسول استپ را به عنوان «آدم عادی هوشمند» نمی‌توانستم در نظر بگیرم. او با دقت تمام متوجه یک اشتباه کلی و مهم در سبک نسخه‌ی اولیه شد که نتیجه‌ی آن در نسخه‌ی نهایی بسیار تأثیرگذار بود. کسان دیگری که در مورد بخش‌های مختلف انتقادهای سازنده داشتند، یا نظر کارشناسی دقیقی

ابراز کردند عبارتند از جان می‌نارد اسمیت، دزموند موریس، تام ماشلر، نیک بلرتون جونز، ساراکتل ول، نیک هامفری، تیم کلوتون بروک، لوئیس جانسون، کریستوفر گراهام، جوف پارکر، و رابرت تریورز. پات سرل و استفانی ورهون هم خیلی خوب تایپ کردند و هم این کار را چنان با علاقه انجام دادند که مرا هم به شوق آوردند. سرانجام باید از مایکل راجرز در انتشارات دانشگاه آکسفورد تشکر کنم، زیرا علاوه بر آنکه ایراد به جایی به نوشته‌ام گرفت، خیلی بیش از آنچه وظیفه محسوب شود به همه‌ی جنبه‌های تولید این کتاب توجه نشان داد.

ریچارد داکینز

۱۹۷۶

فصل یکم

ما از کجا آمده‌ایم؟

امروز نظریه‌ی تکامل تقریباً همان قدر مورد تردید است که نظریه‌ی گردش زمین به دور خورشید. اما هنوز مفهوم کامل تکامل داروینی را بسیاری از افراد آن‌طور که باید متوجه نشده‌اند. هنوز جانورشناسی یک رشته‌ی فرعی در دانشگاه محسوب می‌شود و حتی آنها که در این رشته تحصیل می‌کنند، تصور درستی از اساسی بودن اهمیت فلسفی آن ندارند. فلسفه و رشته‌هایی که با عنوان علوم انسانی شناخته می‌شوند هنوز طوری تدریس می‌شوند که انگار داروینی وجود نداشته است. بی‌شک با گذشت زمان این وضع تغییر می‌کند. در هر صورت، هدف این کتاب طرفداری کلی از نظریه‌ی داروین نیست. بلکه در اینجا نتایج نظریه‌ی تکامل به‌خاطر موضوع خاصی مورد بررسی قرار می‌گیرد. منظور من بررسی زیست‌شناسی خودخواهی و ایثارگری است.

جدا از جاذبه‌ی علمی، این موضوع از نظر اهمیت انسانی مورد توجه است. به‌نحوی با تمامی جنبه‌های زندگی اجتماعی ما، به عشق و نفرت، ستیز و همکاری، دهش و دزدی، آز و سخاوتمندی ما مربوط می‌شود. این ادعاهایی است که در کتاب‌های *در باب پرخاشگری* نوشته‌ی لورنز[1]، *قرارداد اجتماعی* اثر آردری[2] و *مهر و کین* نوشته‌ی ایبل ایبسفلت[3] دنبال می‌شد. ولی مشکل همه‌ی این کتاب‌ها در این است که نویسنده‌های آنها کلاً و دربست به اشتباه افتادند.

---

1. Lorenz's *On Aggresion*
2. Ardery's *The Social Contract*
3. Eibl - Eibesfeldt's *Love and Hate*

چون خوب از سازوکار تکامل سردرنیاوردند. آنها به این فرضیه‌ی نادرست رسیدند که نکته‌ی مهم در تکامل، صلاح‌گونه (یا گروه) است به جای آنکه صلاح فرد (یا ژن) را مورد نظر قرار دهند. از عجایب روزگار اینکه اشلی مانتگیو لورنز را به باد انتقاد می‌گیرد که «فرزند خلف متفکران "طبیعتِ چنگ و دندان سرخ" قرن نوزدهم است...» آن‌طور که من از نگاه لورنز به طبیعت برداشت می‌کنم، نظر او در رد کردن عبارت معروف تنیسون، تفاوتی با نظر مانتگیو ندارد. من، برخلاف هردوی آنها، فکر می‌کنم «طبیعتِ چنگ و دندان سرخ» لُب کلامِ درکی است که ما امروز از انتخاب طبیعی داریم.

قبل از اینکه وارد خودِ بحث شوم، مایلم به‌طور خلاصه توضیح دهم که این چه نوع بحثی است و از چه نوع نیست. اگر به ما بگویند فلانی عمر دراز و پربرکتی را در دنیای گانگسترهای شیکاگو سپری کرد، ما حق داریم درباره‌ی اینکه طرف چگونه آدمی بوده حدس‌هایی بزنیم. ممکن است حدس بزنیم او آدم خشن، دست به هفت‌تیر و دارای قابلیت جذب دوستان وفادار بوده است. این نتیجه‌گیری‌ها ممکن است از خطا بری نباشد ولی در هر صورت آدم می‌تواند در مورد شخصیت کسی که درباره‌ی شرایط زندگی و کامروا شدن او چیزهایی می‌داند، گمانه‌زنی‌هایی داشته باشد. بحث این است که ما، و همه‌ی حیوانات دیگر، ماشین‌هایی هستیم که توسط ژن‌هامان ساخته شده‌ایم. ژن‌های ما، مثل گانگسترهای شیکاگو، در یک دنیای پر از رقابت، گاهی در طول میلیون‌ها سال دو نبرد با زندگی پیروز از میدان بیرون آمده‌اند. این قضیه ما را وامی‌دارد که کیفیات خاصی را به ژن‌ها نسبت دهیم. من استدلال خواهم نمود که صفت غالبی که انتظار داریم در ژن باشد خودخواهی بی‌رحمانه است. این خودخواهی ژن به‌طور عادی منجر به ظهور خودخواهی در رفتار فرد می‌شود. اما، همان‌طور که ملاحظه خواهیم کرد، شرایط و موقعیت‌های خاصی وجود دارد که در آنها ژن با اعمال شکل قابل کنترل و محدودی از ایثارگری در سطح افراد به اهداف خودخواهانه‌اش دست می‌یابد. واژه‌های «خاصی» و «محدودی» که در جمله‌ی قبل آمده‌اند بار معنایی ویژه‌ای دارند. بر خلافِ آنچه ما دوست داریم باور داشته باشیم، مفاهیمی مانند دوستی جهانی و سعادتِ هم‌نوع که کل یک گروه را شامل شود، در تکامل جایی ندارد.

این توضیح مرا به نخستین نکته‌ی مورد نظرم می‌رساند، یعنی به اینکه کتاب درباره‌ی چه چیز نیست. من نمی‌خواهم از اخلاقیاتی که بر مبنای تکامل باشد جانبداری کنم. می‌خواهم بگویم چگونه تکامل صورت گرفته است. نمی‌خواهم بگویم ما انسان‌ها از لحاظ اخلاقی چگونه باید رفتار کنیم. روی این موضوع تأکید دارم، زیرا می‌دانم این خطر وجود دارد افرادی، که تعدادشان هم کم نیست، منظورم را درست متوجه نشوند، آنانی که نمی‌توانند بین گفته‌ای که باور دارند با جانبداری از آنچه واقعیت دارد، تفاوت قائل شوند. احساس خود من این است که اگر جامعه‌ی انسانی فقط بر پایه‌ی قانون‌های بی‌رحمانه‌ی ژنی استوار باشد، جامعه‌ی بسیار ناخوشایندی برای زیستن است. اما متأسفانه، هرقدر از چیزی اظهار تأسف کنیم، در واقعیت تغییری پیدا نمی‌شود. منظور اصلی این کتاب این است که جالب باشد، اما اگر شما توانستید یک چیز اخلاقی از آن بیرون بکشید، آن را به‌صورت یک هُشدار بخوانید. بدانید که اگر، مثل من، آرزو دارید جامعه‌ای بنا کنید که در آن افراد با مهربانی و تواضع در جهت خیر همگان یاور هم باشند، نباید از طبیعت انتظار کمترین مساعدتی داشته باشید. بیایید بکوشیم مهربانی و از خودگذشتگی را بیاموزیم، زیرا ما خودخواه زاده شده‌ایم. بگذارید بفهمیم ژن‌های خودخواه ما چه می‌کنند، زیرا در آن صورت است که لااقل این امکان به وجود می‌آید که طرحی نو دراندازیم، طرحی که تاکنون هیچ موجود دیگری در پی آن نبوده است.

به‌عنوان نتیجه‌ی منطقی این بحث در مورد آموزش، باید گفت این یک سفسطه ــ اتفاقاً از نوع بسیار رایج ــ است که فرض کنیم ویژگی‌هایی که از طریق ژن به ارث می‌رسند، بنا به تعریف ثابت و غیرقابل اصلاح‌اند. ژن‌های ما، ممکن است ما را خودخواه بار بیاورند، اما ما مجبور نیستیم همه‌ی عمر از آنها اطاعت کنیم. شاید اگر ما ذاتاً برای ایثارگری برنامه‌ریزی شده بودیم، آن‌وقت هم همان‌قدر مشکل بود که غیر ازآن باشیم. در میان حیوانات، تنها انسان تحت حاکمیت فرهنگ است و تابع تأثیری که از آن می‌گیرد و نسل به نسل منتقل می‌کند. از نظر بعضی‌ها فرهنگ به‌قدری مهم است که ژن‌ها، چه خودخواه باشند چه نباشند، عملاً نقشی در درک سرشت بشر ندارند. عده‌ای دیگر با این نظر مخالف‌اند. بستگی دارد به اینکه در مناظره‌ی «طبیعت در مقابل تربیت»، برای

تعیین خصوصیات انسان‌ها، شما در کدام طرف ایستاده باشید. این بحث ما را به دومین چیزی که این کتاب درباره‌ی آن نیست می‌رساند: در بحث «طبیعت در مقابل تربیت» این کتاب به جانبداری از یکی از طرفین نمی‌پردازد. بدیهی است که من در آن موردنظر شخصی خودم را دارم، ولی آن را بیان نمی‌کنم، مگر در فصل آخر کتاب، که در آنجا به‌صورت تلویحی آمده است. اگر واقعاً معلوم شود که ژن‌ها در رفتار انسان امروز نقشی ندارند، اگر ما واقعاً از این نظر در میان حیوانات منحصر به فرد باشیم، باز هم بسیار جالب است درباره‌ی قاعده‌ای که ما در این اواخر نسبت به آن استثنا شده‌ایم چیزهایی بدانیم. و اگر گونه‌ی ما آن قدرها هم که فکر می‌کنیم مستثنی نیست باز هم مهم است که این قاعده را بررسی کنیم.

سومین چیزی که این کتاب درباره‌اش نیست، توصیف جزئیات رفتار انسان یا هر گونه‌ی حیوانی دیگر است. من بعضی جزئیات واقعی را فقط به‌عنوان نمونه‌های روشنگر می‌آورم. نمی‌گویم «اگر به رفتار بابون‌ها نگاه کنید متوجه می‌شوید که خودخواهانه است، بنابراین احتمال دارد که رفتار انسان‌ها هم خودخواهانه باشد.» منطقی که در بحث «گانگسترهای شیکاگو» به کار می‌گیرم کاملاً چیز دیگری است؛ این است که انسان و بابون از طریق انتخاب طبیعی تکامل یافته‌اند. اگر به ساز و کار انتخاب طبیعی توجه کنید، این‌طور به نظر می‌رسد که هر چه از طریق انتخاب طبیعی تکامل یافته باشد باید خودخواهانه باشد. بنابراین وقتی ما به تماشای بابون‌ها می‌رویم این انتظار در ما پیدا می‌شود که انسان‌ها و همه‌ی موجودات زنده‌ی دیگر باید خودخواه باشند. اگر این انتظارمان درست از آب درنیاید، اگر رفتار انسان‌ها را کاملاً ایثارگرانه ببینیم، آن وقت تعجب می‌کنیم و احساس می‌کنیم لازم است موضوعی روشن شود.

در ادامه‌ی مطلب، لازم است نکته‌ای را شرح دهم. در مورد موجودی، مثلاً بابون، در صورتی می‌گوییم دارای ایثارگری است که رفتارش طوری باشد که به بهای گذشتن از خود، باعث رفاه موجود دیگری مانند خود شود. رفتار خودخواهانه کاملاً عکس این است. «رفاه» را «فرصت بقا» تعریف کرده‌اند، حتی اگر اثر آن بر چشم‌انداز مرگ و زندگی بسیار اندک و تقریباً قابل اغماض باشد. یکی از نتایج تعجب‌آور روایت‌های جدید از نظریه‌ی داروینی این است که اثر بسیار ناچیزی روی احتمال بقا می‌تواند تأثیر چشمگیری روی تکامل داشته

باشد. به دلیل اینکه زمان بسیار طولانی که در اختیار است می‌تواند، آن تأثیرات را به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای درآورد.

شایان ذکر است که تعریف‌های بالا از ایثارگری و خودخواهی، از نظر رفتاری‌اند نه از نظر ذهنی. من در اینجا با روان‌شناسی انگیزه‌ها کاری ندارم. در مورد اینکه افرادی که رفتار ایثارگرانه از خود نشان می‌دهند در واقع آن را بر اساس انگیزه‌های خودخواهانه‌ی پنهان یا ناخودآگاه خود انجام می‌دهند، اینجا بحث نمی‌کنم. شاید چنین باشد یا نباشد و شاید هرگز نتوان این را تشخیص داد. اما در هر صورت موضوع این کتاب چنین مطلبی نیست. توضیح من تنها به این مربوط می‌شود که آیا اثر یک رفتار، بالا بردن یا پایین آوردن احتمال بقای آن ایثارگر فرضی از خود گذشته و احتمال بقای ذی‌نفعی است که از آن ایثارگری بهره‌مند می‌شود؟

نشان دادن اثر رفتار روی چشم‌انداز بقا در درازمدت کار بسیار پیچیده‌ای است. در عمل، وقتی ما این تعریف را در مورد رفتار واقعی به کار می‌بریم، باید آن را با واژه‌ی ظاهراً همراه کنیم. عملِ ظاهراً ایثارگرانه، رفتاری است که در ظاهر چنین می‌نماید، طوری است که انگار باید فرد ایثارگر را (هرقدر کم) در معرض نابودی قرار دهد و فردِ بهره‌مند از ایثارگریِ را در جهتِ بقا پیش ببرد. اغلب در بازنگری دقیق‌تر مشخص می‌شود که رفتار به‌ظاهر ایثارگرانه در واقع صورتی از خودخواهی پنهان است. بار دیگر اعلام می‌کنیم، منظور من این نیست که انگیزه‌های زیربنایی به‌طور پنهان خودخواهانه‌اند، بلکه می‌خواهم بگویم اثر واقعی آن رفتارها روی احتمال بقا عکس آن چیزی است که ما در ابتدا فکر می‌کردیم.

قصد دارم نمونه‌هایی از رفتارِ به‌ظاهر خودخواهانه و رفتار به‌ظاهر ایثارگرانه را ارائه کنم. برای ما سرکوب کردن تفکراتی که به‌صورت عادت‌های ذهنی درآمده‌اند آسان نیست، بنابراین نمونه‌ها را از حیوانات دیگر انتخاب می‌کنم. اول چند مورد متفرقه از رفتار خودخواهانه در در بعضی حیوانات.

مرغ‌های دریایی کله‌سیاه در پرگنه‌های بزرگ آشیانه می‌سازند، به‌طوری که لانه‌ها فقط چند قدم از هم فاصله دارند. وقتی جوجه‌ها از تخم بیرون می‌آیند کوچک و آسیب‌پذیرند و به‌راحتی طعمه‌ی جانداران دیگر می‌شوند. هر مرغ

دریایی به‌طور معمول منتظر است تا همسایه‌اش لحظاتی نباشد، مثلاً برای ماهیگیری رفته باشد، آن‌وقت روی یکی از جوجه‌های او می‌پرد و یک لقمه‌ی چپ می‌کندش. به این ترتیب به یک غذای مقوی و خوب دست می‌یابد، بدون اینکه زحمت ماهیگیری را تحمل کرده باشد و بدون اینکه لانه‌ی خودش را بی‌سرپرست رها کرده باشد.

نمونه‌ی آشناتر از این، هم‌جنس‌خواری وحشتناکِ حشره‌ی ماده‌ی آخوندک است. آخوندک‌ها حشرات گوشتخوار بزرگی هستند که معمولاً حشرات کوچک‌تر مثل مگس را می‌خورند، اما تقریباً به هر چیزی که بجنبد حمله می‌کنند. در وقت جفت‌گیری، حشره‌ی نر با احتیاط روی ماده می‌خزد، از آن بالا می‌رود و با او جفت می‌شود. حشره‌ی ماده اگر بتواند، حشره‌ی نر را می‌خورد. اول سرش را گاز می‌گیرد و جدا می‌کند. این کار را وقتی که حشره‌ی نر نزدیک می‌شود، یا به محض اینکه روی بدنش خزید یا بعد از جدا شدن از هم انجام می‌دهد. ظاهراً برای ماده بهترین وقت خوردن نر باید بعد از انجام جفت‌گیری باشد. ولی به نظر نمی‌رسد فقدان سر در حشرات نر مانع از ادامه‌ی عمل جنسی شود. در واقع، چون سر حشره مرکز بعضی اعصاب بازدارنده است، شاید حشره‌ی ماده با خوردنِ سرِ حشره‌ی نر اجرای عمل جنسی او را بهتر کند. اگر چنین باشد، از این کار یک سود دیگر هم می‌برد. سود اول رسیدن به یک غذای درست و حسابی بود.

شاید واژه‌ی «خودخواه» برای توصیف چنین موردی واژه‌ی مناسبی نباشد، گرچه با تعریف ما همخوانی دارد. شاید رفتار احتیاط‌آمیزی را که از پنگوئن‌های امپراتور در قطب جنوب گزارش می‌کنند، بهتر بتوان درک کرد. آنها را دیده‌اند که لب آب ایستاده‌اند، ولی به‌خاطر ترس از فوک‌های آبی، جرئت پریدن به درون آن را ندارند. اگر فقط یکی از آنها بپرد، بقیه خواهند فهمید آیا فوکی در کار هست یا نه. طبیعتاً هیچ‌کدام نمی‌خواهند موش آزمایشگاهی باشند. بنابراین منتظر می‌مانند و حتی گاهی سعی می‌کنند همدیگر را به درون آب هُل دهند.

در حالت‌های خیلی معمولی‌تر، رفتار خودخواهانه فقط شامل خودداری از سهیم کردن در یک منبع باارزش مثل غذا، حریم، یا شریک جنسی است. حالا به سراغ چند نمونه از رفتار به‌ظاهر ایثارگرانه می‌رویم.

نیش زدن دفاع جانانه‌ای است که زنبورهای کارگر در مقابل دزدان عسل انجام می‌دهند. اما زنبورهایی که این عمل را انجام می‌دهند جنگجویانی انتحاری هستند. هنگام نیش زدن، اندام‌های درونیِ حیاتی از بدن جدا آنها می‌شود و حشره کمی پس از آن می‌میرد. شاید با این خودکشیِ او ذخیره‌ی باارزش غذای گروه حفظ شود، ولی از خود او دیگر چیزی نمی‌ماند که از آن منبع استفاده کند. طبق تعریف ما، این یک رفتار ایثارگرانه است. یادتان باشد صحبت از انگیزه‌های آگاهانه نیست. هم در اینجا و هم در نمونه‌های خودخواهی، انگیزه ممکن است وجود داشته یا نداشته باشد، اما این امر ربطی به تعریف ما ندارد.

معلوم است که فدا کردن زندگیِ خود در راه دوست، عملی ایثارگرانه است، اما در این راه تن به خطرهای کوچک‌تر سپردن هم ایثارگری محسوب می‌شود. بسیاری از پرندگان کوچک وقتی پرنده‌ی مهاجمی مثل عقاب را در حال پرواز می‌بینند، فریاد هشداردهنده‌ی خاصی سر می‌دهند تا تمام فوج پرندگان هوای کار خود را داشته باشند. شواهد غیرمستقیمی وجود دارد حاکی از اینکه پرنده‌ی هشداردهنده، خودش را در معرض تهاجم آن شکارچی قرار می‌دهد، زیرا با این کار توجه او را به خود جلب کرده است. گرچه این کار تنها افزودن به میزان خطرپذیری است، ولی دست‌کم در نگاه اول به نظر می‌رسد که طبق تعریف ما مصداق رفتار ایثارگرانه باشد.

معمول‌ترین و آشکارترین رفتار ایثارگرانه در حیوانات، در پدر و مادرها نسبت به فرزندانشان دیده می‌شود. مخصوصاً مادرها که روی تخم می‌خوابند یا درون بدنشان از آنها محافظت می‌کنند، از جان خود مایه می‌گذارند و آنها را تغذیه می‌کنند و در حفاظت از آنها در مقابل مهاجمین، خود را به خطر می‌اندازند. فقط به یک نمونه از آنها اشاره می‌کنم. بسیاری از پرندگانی که روی زمین تخم می‌گذارند، یک نمایش به‌اصطلاح «حواس‌پرت‌کنی» دارند و وقتی شکارگری مثل روباه نزدیک شود آن را اجرا می‌کنند. پرنده‌ی مادر لنگ لنگان از لانه دور می‌شود و طوری یک بال خود را بالا می‌گیرد که انگار شکسته است. حیوان شکارگر، به خیال اینکه طعمه‌ی راحتی پیدا کرده است، توجهش از لانه و جوجه‌ها پرت می‌شود و پرنده‌ی مادر درست در لحظه‌ی آخر پیش از آنکه در دهان روباه گرفتار شود به هوا می‌پرد. این کار احتمالاً به نجات جان جوجه‌ها

می‌انجامد ولی برای خود مادر خالی از خطر نیست.

نمی‌خواهم با گفتن این داستان‌ها بـه نـتیجه‌ی خـاصی بـرسم. نـمونه‌های انتخابی هرگز نمی‌توانند دلیل محکمی برای یک نتیجه‌گیری مهم باشند. اینها را فقط به قصد ایجاد تصوری از منظورم از رفتار خودخواهانه و رفتار ایثارگرانه در یک جاندار ارائه کردم. در این کتاب خواهید دید چگـونه خـودخواهـی افـراد و از خودگذشتگی آنها توسط قانونی بنیادی که من آن را **خـودخواهـی** ژن مـی‌نامم، توضیح داده می‌شوند. اما ابتدا باید تکلیف توضیح نادرست خاصی را روشن کنم که در مورد ایثارگری است، چون این توضیح را خیلی‌ها می‌دانند و در مـدارس زیاد تدریس شده است.

اساس این توضیح برداشت نادرستی است که قبلاً به آن اشاره کـردم، ایـن نظر که موجودات زنده در جهت «صلاح هم‌نوعان» یا «صلاح گروه خود» تکامل می‌یابند. به راحتی می‌شود دید که این نظر از زیست‌شناسی شروع شـده است. بخش مهمی از عمر هر جاندار به تولیدمثل اختصاص دارد و بـیشتر رفـتارهای فداکارانه‌ای که در طبیعت دیده می‌شود، پدر مادرها نسبت به فرزندانشان صورت می‌دهند. «تداوم گونه» معادل مؤدبانه‌ای است که معمولاً به جای «تولیدمثل» به کار می‌رود و پیداست که پیامد تولیدمثل است. اگر کمی با دید بازتر به موضوع دقت کنیم نتیجه می‌گیریم که «نقش» تولیدمثل «تداوم» بخشیدن به گونه است. از اینجا فقط یک گام نادرست دیگر باقی‌مانده تا به این نتیجه برسیم که رفـتار جانداران در کل در جهتی است که به‌نفع بقای گونه‌شان باشد. به نظر مـی‌رسد ایثارگری نسبت به هم‌گونه‌ی خود هم از تبعات آن است.

این طرز برداشت را می‌شود تا حدی با استفاده از اصطلاحات داروینی بیان کرد. تکامل از طریق انتخاب طبیعی پیش می‌رود و انتخاب طبیعی یعنی بقای «مناسب‌ترین‌ها». ولی آیا منظور ما از مناسب‌ترین‌ها، مناسب‌ترین نژاد است یا مناسب‌ترین گونه یا مناسب‌ترین چه چیز؟ در مورد بعضی اهداف این مـوضوع اهمیت چندانی ندارد، ولی وقتی صحبت از ایثارگری است، مهم است کـه ایـن موضوع روشن باشد. اگر گونه‌ها درگیر رقابتی هستند کـه داروین آن را تـلاش برای بقا نامیده، آن وقت افراد نقش سرباز پیاده را در این بازی دارند که هر وقت منافع گروه ایجاب کند باید جان خود را فدا کـنند. بـه‌صورت کـمی مـحترمانه‌تر

می‌شود گفت یک گروه، مثلاً یک گونه یا جمعیت خاصی درون یک گونه که افرادش حاضرند جان خود را به خاطر منافع گروه فدا کنند، در مقایسه با گروه رقیبی که افراد آن به منافع خودخواهانه‌ی خود اولویت می‌دهند، کمتر در معرض انقراض قرار می‌گیرد. به این ترتیب، جهان پر می‌شود از گروه‌هایی که شامل افراد از خود گذشته‌اند. این نظریه که «انتخاب گروه» نام گرفته مدت‌ها از نظر زیست‌شناسانی که با زیر و بم نظریه‌ی تکامل آشنا نبودند درست محسوب می‌شد و در کتاب معروفی و. ث. وین ـ ادواردز شرح داده شده و رابرت آردری آن را در *قرارداد اجتماعی* عامه فهم کرده است. شق پذیرفته شده‌ی دیگر معمولاً «انتخاب فردی» نامیده می‌شود، ولی من شخصاً ترجیح می‌دهم به جای آن از انتخاب ژنی صحبت کنم.

کسی که از «انتخاب فردی» جانبداری می‌کند ممکن است به بحث بالا بلافاصله چنین پاسخ دهد: حتی در آن گروه ایثارگر، یقیناً یک گروه اقلیت مخالف هست که حاضر به فداکاری نیستند. اگر فقط یک شورشی خودخواه وجود داشته باشد که بخواهد از ایثارگری دیگران بهره ببرد، طبق تعریف برای او احتمال بقا و داشتن فرزند بیش از دیگران است و هریک از بچه‌هایش نیز خودخواهی او را به ارث می‌برند. بعد از چند نسل از انتخاب طبیعی، این افراد خودخواه آن گروه ایثارگر را برمی‌اندازند و دیگر گروهشان از گروه‌های خودخواه دیگر قابل تشخیص نیست. حتی اگر ما در ابتدا به گروه‌های فرصت نامحتملی را اعطا کنیم، دیدن اینکه افراد گروه‌های خودخواه با مهاجرت به درون این گروه‌ها و آمیزش با آنها یکدستی گروه‌های ایثارگر را از بین می‌برند ناگوار است.

کسی که طرفدار انتخاب فردی است بر این باور است که در واقع این گروه است که منقرض می‌شود و اینکه آیا گروهی از بین برود یا بماند بسته به رفتار افراد آن گروه است. او حتی ممکن است قبول داشته باشد **فقط** در صورتی که افراد یک گروه از موهبت آینده‌نگری برخوردار باشند می‌دانند در درازمدت منافع خودشان در این است که خودخواهی‌شان را کنترل کنند، زیرا به این ترتیب مانع نابودی کل گروه می‌شوند. در سال‌های اخیر چندین‌بار باید این موضوع به طبقه‌ی کارگر در بریتانیا گوشزد شده باشد؟ ولی نابودی گروه، در مقایسه با بحث پرشور رقابت‌های فردی، روند کندی دارد. حتی در آن زمان که گروه به‌طور قطع و

به‌آرامی به سرازیری می‌افتد، افراد خودخواه به بهای جان افراد فداکار از رفاه کوتاه‌مدت خود لذت می‌برند. شهروندان بریتانیا شاید این آینده‌نگری را داشته یا نداشته باشند ولی تکامل نسبت به آینده نگرشی ندارد.

گرچه اکنون نظریه‌ی انتخاب گروه در سطح زیست‌شناسان حرفه‌ای که تکامل را درک کرده‌اند چندان پشتیبانی ندارد، با این حال از نظر ذهنی بسیار گیراست. نسل‌های متوالی دانشجویان جانورشناسی وقتی از دبیرستان به دانشگاه می‌آیند و متوجه می‌شوند که دیدگاه بنیادگرا غیر از این است، تعجب می‌کنند. نمی‌شود آنها را از این بابت ملامت کرد، زیرا در کتاب *راهنمای دبیر زیست‌شناسی نافیلد* که برای دبیران سطح پیشرفته در انگلستان نوشته شده چنین آمده است: «در جانداران عالی، رفتاری ممکن است به شکل خودکشی صورت بگیرد تا بقای گروه را تضمین کند.» نویسنده‌ی ناشناس و خوش‌خیال این راهنما کاملاً غافل از این واقعیت است که چیز متناقضی را بیان می‌کند. از این نظر باید به او جایزه‌ی نوبل داد. کنراد لورنز در کتاب *در باب پرخاشگری* از نقش «حفظ گونه‌ها» در رفتار پرخاشگرانه صحبت می‌کند، یکی از این نقش‌ها اطمینان یافتن از این است که به مناسب‌ترین افراد اجازه‌ی تولیدمثل داده می‌شود. این نمونه‌ی عالیِ یک استدلال چرخه‌ای است، اما منظور من در اینجا این است که موضوع انتخاب گروه به‌قدری عمیق و ریشه‌دار است که لورنز، مانند نویسنده‌ی راهنمای نافیلد، ظاهراً متوجه نیست که گفته‌ی او با اصل بنیادی نظریه‌ی داروینی در تضاد است.

اخیراً نمونه‌ی جالبی از همین قضیه را که درباره‌ی عنکبوت‌های استرالیا بود از برنامه‌ی تلویزیونی بی‌بی‌سی شنیدم. شخص متخصصی در برنامه اظهار می‌داشت اکثر بچه‌عنکبوت‌ها سرانجام طعمه‌ی گونه‌های دیگر می‌شوند و بعد در ادامه گفت: «شاید هدف آنها از زندگی همین باشد، زیرا فقط کافیست تعداد اندکی زنده بمانند تا گونه منقرض نشود!»

رابرت آردری در کتاب *قرارداد اجتماعی* نظریه‌ی انتخاب گروه را جواب‌گوی کل نظام اجتماعی می‌داند. از نظر او، انسان بدون تردید گونه‌ای است که از مسیر درست حیوانات خارج شده است. آردری لااقل مشق شب خود را انجام داده است. از این نظر باید به او آفرین گفت. چون مخالفت او با نظریه‌ی سنتی یک

تصمیم آگاهانه است.

شاید یک دلیل برای مقبول بودن انتخاب گروه این باشد که با اهداف اخلاقی و سیاسی که بین اکثر ما مشترک است کاملاً هماهنگی دارد. ما در جایگاه یک فرد ممکن است خودخواهانه رفتار کنیم، اما در لحظات آرمانی‌تر را کسانی که به رفاه دیگران بیشتر اهمیت می‌دهند قرین افتخار و تحسینشان می‌کنیم. البته ممکن است در مورد گستره‌ی واژه‌ی «دیگران» مثل هم فکر نکنیم. اغلب، ایثارگری درون گروه و خودخواهی بین گروه‌ها با هم همراهند؛ و این می‌شود اساس اتحاد. در سطحی دیگر، کل ملت از فداکاری ایثارگرانه‌ی ما بهره‌مند می‌شود و از جوانان انتظار می‌رود که، به‌عنوان فرد، از گذشتن جانشان برای افتخار کشور (کشور به‌عنوان کل)، دریغ نکنند. به‌علاوه، آنان را تشویق می‌کنند کسانی را بکشند که چیزی درباره‌شان نمی‌دانند، جز اینکه متعلق به ملت دیگری هستند. (عجیب اینکه جاذبه‌ای که در زمان صلح افراد را وامی‌دارد با فداکاری‌های کوچک تا حدی سطح زندگی را بالا ببرند، ظاهراً در زمان جنگ کارایی ندارد و جوانان در این وقت باید آماده‌ی جان‌فشانی باشند.)

اخیراً واکنش‌هایی در مقابل نژادگرایی و میهن‌پرستی پیدا شده و تمایلی برای جایگزین کردن کل گونه‌ی انسان به‌عنوان هم‌نوع مطرح شده است. این گسترده کردن دامنه‌ی اهداف ایثارگری موضوع جالبی است که باز به نظر می‌رسد همان مفهوم «صلاح‌گونه» در تکامل را در بر داشته باشد. آنهایی که از نظر سیاسی لیبرال هستند و معمولاً سخنرانی‌های بسیار پرحرارتی در مورد اخلاقِ گونه ایراد می‌کنند، حالا بیشتر از همه کسانی را سرزنش می‌کنند که دامنه‌ی ایثارگری را تا آنجا بسط داده‌اند که شامل گونه‌های دیگر شود. اگر من بگویم به جلوگیری از کشتار نهنگ‌های بزرگ بیشتر علاقه‌مندم تا به بهبود شرایط مسکن مردم، ممکن است بعضی از دوستانم تعجب کنند.

این احساس که اعضای گونه‌ی خودِ من، در مقایسه با اعضای گونه‌های دیگر، لایق ملاحظات اخلاقی خاصی اند، احساسی ریشه‌دار و قدیمی است. در غیر از زمان جنگ، کشتن آدم بدترین جنایت محسوب می‌شود. تنها چیزی که در فرهنگ ما بیشتر از آن منع شده، خوردن آدم‌هاست (حتی اگر مرده باشد). اما، ما از خوردن اعضای گونه‌های دیگر لذت می‌بریم. بسیاری از ما از مجازات‌هایی که

قاضی‌ها برای جنایات وحشتناک تعیین می‌کنند به لرزه می‌افتیم، ولی با کمال شوق شکار حیوانات نسبتاً بی‌آزار را تأیید می‌کنیم. در واقع، آنها را می‌کشیم تا تفریح کرده و سرگرم شده باشیم. جنین انسان، که بیشتر از یک جانور تک‌یاخته چیزی از دنیا حس نمی‌کند، از احترام و حمایت قانونی برخوردار است، خیلی بیشتر از حقی که به یک شامپانزه‌ی بالغ داده می‌شود؛ گرچه آن شامپانزه هم حس دارد و فکر می‌کند ــ بر اساس شواهد عملی جدید ــ شاید حتی قادر باشد صورتی از زبان انسانی را یاد بگیرد. چون آن جنین به گونه‌ی ما تعلق دارد، درجا حقوق و امتیازاتی شامل حالش می‌شود. این را که بتوان اخلاقِ به‌قول ریچارد رایدر «نوع‌دوست» را به‌شکل منطقی‌تری از «نژادپرستی» ارائه کرد، من نمی‌دانم. فقط می‌دانم که چنین چیزی در زیست‌شناسی تکاملی بنیان درستی ندارد.

به‌هم ریختن اخلاقیات انسانی و بردن آن بالاتر از سطحی که در آن، ازخودگذشتگی مطلوب است ــ خانواده، ملت، نژاد، گونه، یا همه‌ی موجودات زنده ــ را می‌توان مشابه با به‌هم ریختن معادل آن در زیست‌شناسی دانست که در آن، از خودگذشتگی قرار است با نظریه‌ی تکامل مطابقت پیدا کند. حتی کسی که انتخاب گروه را قبول دارد از دیدن رفتار بد اعضای گروه‌های رقیب نسبت به یکدیگر تعجب نمی‌کند؛ به این ترتیب مانند اعضای یک اتحادیه یا سربازها، هنگام دست‌یابی به منابع محدود، آنها به اعضای گروه خود اولویت می‌دهند. اما آن وقت جا دارد از شخص طرفدار انتخاب گروه بپرسیم چگونه تعیین می‌کند کدام سطح از همه مهم‌تر است. اگر انتخاب بین گروه‌های درون یک گونه و بین گونه‌ها صورت می‌گیرد، چرا این روند بین گروه‌های بزرگ‌تر برقرار نباشد؟ گونه‌ها با هم یک جنس[1] را به وجود می‌آورند، جنس‌ها با هم یک تیره و تیره‌ها با هم یک رده را تشکیل می‌دهند. شیر و آهو، هردو، مثل ما، عضو رده‌ی پستانداران هستند. آیا باید انتظار داشته باشیم شیرها به‌خاطر «صلاح پستانداران» از کشتن آهوها صرف نظر کنند؟ در جهت حفظ و حمایت رده‌ی خود از انقراض، حتماً می‌توانند به جای آهو، پرنده یا خزنده شکار کنند. اما، آن‌گاه در نیاز به بقای کل

1. genus

شاخه‌ی مهره‌داران چه باید گفت؟

من به‌راحتی می‌توانم با استفاده از برهان **خلف** استدلال کنم و مشکلات نظریه‌ی انتخاب گروه را مدنظر قرار دهم، اما هنوز باید وجود ایثارگران آشکار در افراد را به‌نحوی توضیح داد. آردری تا آنجا پیش می‌رود که می‌گوید انتخاب گروه تنها توضیح ممکن برای رفتاری مانند «پیشمرگی»[1]، در غزال‌های تامسون است. جهیدن پرانرژی آنها جلو چشم شکارگر قابل مقایسه با فریاد هُشدار آن پرنده است، از این نظر که ضمن باخبر کردن همراهان از خطر، توجه حیوانات مهاجم را نیز به خود جلب می‌کند. وظیفه‌ی ما این است که این پیشمرگ‌ها[2] و همه‌ی پدیده‌های مشابه آن را توضیح دهیم و این چیزی است که من در فصل‌های بعد به آن می‌پردازم.

پیش از آن باید دلیل خود را بیان کنم که چرا بهترین طریقه‌ی نگاه به تکامل این است که سطح انتخاب را در پایین‌ترین حد ممکن در نظر بگیریم. این باور من تا اندازه‌ی زیادی تحت تأثیر کتاب باارزش ***سازگاری و انتخاب طبیعی*** اثر ج. ث. ویلیامز بوده است. قبلاً آ. وایسمان به آن مفهوم اصلی، که اینجا مورد استفاده قرار می‌گیرد، در ایام قبل از ژه در پایان قرن گذشته ــ در عقیده‌اش به «تداوم ماده‌ی حیاتی زایشی»[3] اشاره‌هایی کرده بود. من استدلال خواهم کرد که واحد اصلی انتخاب و بنابراین واحد منافع شخصی، نه گونه، نه گروه و نه حتی خود فرد. بلکه ژن، این واحد وراثت، است.ممکن است از نظر بعضی زیست‌شناسان این دیدگاهی افراطی باشد. ولی امیدوارم وقتی به موضوع با همان مفهومی که موردنظر من است دقت کنند، می‌پذیرند که اصل قضیه همین است، حتی اگر به زبانی غیرمعمول بیان شده باشد. بیان این استدلال زمان می‌برد و ما باید بحث را از آغاز آن شروع کنیم، یعنی از خاستگاه حیات.

---

1. stotting — با هر چهار پا به هوا جهیدن که در بعضی چهارپایان جوان مانند غزال‌ها و بزغاله‌ها دیده می‌شود.

2. stotting Tommies

3. Continuity of germ-plasm

فصل دوم

همتاسازها

در آغاز همه چیز ساده بود. توضیح چگونگی آغاز یک جهان ساده هم خیلی آسان نیست. من فرض را بر این می‌گذارم که همه قبول داریم از آن مشکل‌تر توضیح دادن ظهور ناگهانی یک جهان زنده‌ی پیچیده و کاملاً مرتب و به‌سامان است، یعنی حیات یا چیزی که بتواند حیات بیافریند. نظریه‌ی داروین با استفاده از انتخاب طبیعی می‌تواند به کمک ما بیاید زیرا مسیری را به ما نشان می‌دهد که در آن سادگی به پیچیدگی تبدیل می‌شود. چگونه اتم‌های درهم برهم، گروه گروه در مجموعه‌هایی پیچیده‌تر دسته‌بندی شدند و سرانجام انسان ساخته شد. راه‌حلی که داروین در اختیار ما می‌گذارد تنها راه‌حل معقولی است که تاکنون برای حل معمای وجود ما مطرح شده است. من سعی می‌کنم این نظریه‌ی مهم را به‌صورتی همگانی‌تر از آنچه تاکنون معمول بوده، با شروع از زمانی قبل از خود تکامل شرح دهم.

در واقع «بقای مناسب‌ترین‌ها»ی داروین، موردی خاص از یک قانون کلی‌تر به نام «**بقای باثبات‌ها**»ست. دنیا پر از چیزهای باثبات است. هر چیز باثبات مجموعه‌ای از اتم‌هاست که ثبات دائم دارند یا تقریباً به آن اندازه از ثبات رسیده‌اند که بتوان نامی بر آنها گذاشت؛ چه به‌صورت یک مجموعه‌ی منحصر به فرد، مثلاً کوه ماترهورن، باشند که استحقاق داشتن یک نام را داشته است، چه گروهی از اشیا باشد، مثل قطره‌های باران، که با سرعت نسبتاً زیادی به وجود می‌آیند و همه‌شان یک اسم دارند، و عمر همه‌شان بسیار کوتاه است. چیزهایی که ما در اطرافمان می‌بینیم، و آنچه ما فکر می‌کنیم باید در موردشان توضیحی

داده شود ــ سنگ‌ها، کهکشان‌ها، امواج اقیانوس ــ همه کم‌وبیش الگوی ثابتی از اتم‌ها هستند. حباب‌های صابون کروی‌اند، زیرا برای لایه‌ی نازکی که درونش پر از گاز است، این یک هیئت باثبات است. در یک سفینه‌ی فضایی هم آب به‌صورت قطره‌های کوچک کروی شکل است، ولی روی زمین، که نیروی جاذبه وجود دارد، سطحی که در آن آب بتواند پایدار باشد، صاف و افقی است. بلورهای نمک شکل مکعبی دارند زیرا این صورت باثباتی برای کنار هم نگه داشتن یون‌های سدیم و کلر است. در خورشید، ساده‌ترین اتم‌ها، یعنی اتم‌های هیدروژن، با هم جوش می‌خورند و اتم‌های هلیوم را می‌سازند، زیرا در شرایط حاکم بر آنجا، به هیئت هلیوم بودن صورت پایدارتری است. بعد از آغاز پیدایش جهان، که در حال حاضر بنا بر نظریه‌ی مورد قبل اکثریت، مهبانگ عامل آن بوده است، اتم‌های پیچیده‌ترین در دورترین شماره‌های سراسر عالم شکل گرفته‌اند. اتم‌های دیگری که خیلی پیچیده‌تر عناصر جهان در اصل از اینجا پیدا شده‌اند.

گاهی وقتی اتم‌ها به هم می‌رسند نسبت به همدیگر واکنش شیمیایی نشان می‌دهند و با هم مولکول‌هایی را می‌سازند که ممکن است تا حدی باثبات باشند. این مولکول‌ها ممکن است خیلی درشت باشند. بلوری مانند الماس را می‌توان یک مولکول به حساب آورد، مولکولی که از نظر ثبات زبانزد، اما بسیار ساده است، چون ساختار اتمی درون آن بی‌نهایت تکراری است. با این حال مولکول‌های درشت دیگری هستند که بسیار پیچیده‌اند و پیچیدگی‌شان در سطوح مختلف آشکار می‌شود. هموگلوبین خون ما نمونه‌ای از یک مولکول پروتئین است. این مولکول از رشته‌ای از مولکول‌های ریزتر، یعنی آمینواسیدها تشکیل شده که هر کدام از آن آمینواسیدها شامل چندین اتم است که به شکل خاصی کنار هم قرار گرفته‌اند. در مولکول هموگلوبین ۵۷۴ آمینواسید وجود دارد. این آمینواسیدها در چهار رشته‌ی به هم تابیده قرار دارند و با هم یک ساختار سه‌بُعدی گوی‌مانند فوق‌العاده پیچیده می‌سازند. مُدلی از یک مولکول هموگلوبین بیشتر شبیه یک بوته‌ی خار درهم فشرده است. ولی بر خلاف یک خاربُن واقعی، طرح پیچیدگی خارهای آن اتفاقی نیست، بلکه ساختار معین و ثابتی دارد، طرحی که بدون هیچ شاخک یا پیچ و تاب نابه‌جا، بیش از ۶۰۰۰ میلیون میلیون

میلیون‌بار در بدن یک انسان معمولی تکرار شده است. شکل منظم و خاربنی یک مولکول پروئتین، مثلاً هموگلوبین، باثبات است، به این ترتیب که دو رشته شامل توالی یکسانی از آمینواسیدها، مثل دورشته فنر، دقیقاً به‌صورت طرح سه‌بُعدی یکسانی چنبره زده‌اند. همین حالا در بدن شما هموگلوبین‌ها، به آن شکلی که خود ترجیح می‌دهند، دارند با سرعتی حدود ۴۰۰ میلیون میلیون عدد در ثانیه پیدا می‌شوند و تعدادی دیگر با همین سرعت از میان می‌روند.

هموگلوبین یک مولکول امروزی است که از آن استفاده کردیم تا نشان دهیم اتم‌ها تمایل دارند به‌صورتی با ثبات ظاهر شوند. نکته‌ی قابل ذکر اینکه قبل از پیدایش حیات بر روی کره‌ی زمین، احتمالاً توسط فرایندهای فیزیکی و شیمیایی عادی، تکامل حاشیه‌ای بعضی از مولکول‌ها رخ داده است. لزومی ندارد به دنبال یافتن نقشه، هدف یا جهت خاصی در این کار باشیم. هرگاه گروهی اتم، در معرض انرژی طرح معینی به خود بگیرند، این گرایش وجود دارد که به همان شکل باقی بمانند. نخستین صورت انتخاب طبیعی، فقط انتخاب صورت‌های باثبات و رد شکل‌های بی‌ثبات بود. چیز اسرارآمیزی در این امر وجود ندارد. طبق تعریف آنچه رخ داده است، باید رخ می‌داد.

البته نباید به این نتیجه رسید که می‌توان وجود موجود پیچیده‌ای همچون انسان را فقط با همین اصول شرح داد.

این‌طور نیست که تعداد مناسبی اتم را با یک انرژی بیرونی تکان دهیم تا به‌طور اتفاقی به‌صورت مناسبی کنار هم قرار گیرند و نتیجه‌ی کار بشود یک آدم! شاید مولکولی را که از چند اتم ساخته شده بتوان به این صورت درست کرد، اما آدم از بیش از هزار میلیون میلیون میلیون میلیون اتم درست شده است. برای اینکه آدم بسازیم باید آن دستگاه همزن بیوشیمیایی خود را در مدت زمانی بسیار طولانی، مدت زمانی که در مقابل آن طول عمر کیهان بیش از یک چشم به‌هم‌زدن نباشد، به کار بیندازیم. تازه آن وقت هم به جایی نمی‌رسیم. در اینجاست که نظریه‌ی داروین، در کلی‌ترین صورت خود، به داد ما می‌رسد. نظریه‌ی داروین از زمانی وارد می‌شود که داستان روند کُند تشکیل مولکول‌ها به پایان رسیده است.

توجیهی که من از آغاز پیدایش حیات ارائه می‌کنم لزوماً فرضی است. از قرار

معلوم، در آن زمان کسی آن دور و بر نبود تا ببیند چه اتفاقی رخ می‌دهد. چند نظریه‌ی دیگر هم در این مورد وجود دارد، اما از بعضی جهات مثل هم‌اند. این توضیح ساده‌شده‌ای که من ارائه می‌کنم احتمالاً زیاد دور از حقیقت نیست.

ما نمی‌دانیم قبل از حیات چه مواد خامی در روی زمین فراوان بود، اما احتمال وجود آب و دی‌اکسید کربن، متان و آمونیاک تقریباً پذیرفتنی است. همه‌ی این ترکیبات ساده دست‌کم در سیارات دیگر منظومه‌ی شمسی ما وجود دارند. شیمیدان‌ها سعی کرده‌اند شرایط شیمیایی دوران جوانی زمین را دوباره بسازند. آنها این مواد ساده را در محفظه‌ای قرار دادند و یک منبع انرژی مثل نور ماورای بنفش یا جرقه‌های الکتریکی هم فراهم آوردند ــ که شبیه‌سازی رعد و برق‌های اولیه بود. بعد از چند هفته چیز جالبی در آن محفظه پیدا شد. یک سوپ رقیق قهوه‌ای شامل تعداد زیادی مولکول که اغلب پیچیده‌تر از مولکول‌هایی بودند که در ابتدای کار در آنجا گذاشته بودند، مخصوصاً آمینواسیدها ــ سنگ‌بنای پروتئین‌ها ــ دیده شدند، که یکی از دو طبقه‌ی مهم مولکول‌های زیستی‌اند. قبل از انجام این آزمایش‌ها، تصور می‌شد آمینواسیدها که به‌طور طبیعی یافت می‌شوند شاخص حیات باشند. مثلاً اگر روی کره‌ی مریخ پیدا می‌شدند، احتمال وجود حیات روی آن سیاره بسیار زیاد می‌بود. اما، حالا، وجود آنها فقط حاکی از وجود چند گاز ساده در جو و آتشفشان‌ها، نور آفتاب یا هوای رعد و برقی است. همین اواخر، آزمایشگاه شبیه‌سازی شرایط شیمیایی زمینِ قبل از پیدایش حیات، موادی آلی به نام‌های پیورین[1] و پیریمیدین[2] را به دست داده است. اینها سنگ‌بناهای مولکول‌های ژنی DNA اند.

فرایندهایی شبیه این آزمایشات باید منجر به پیدا شدن «سوپ اولیه»ای شده باشد که از نظر زیست‌شناسان و شیمی‌دانان حدود سه یا چهارهزار میلیون ــ سال پیش دریاها را تشکیل می‌دادند. این مواد آلی در جاهای مختلف متراکم شدند، شاید در کف‌های لبه‌ی ساحل‌ها یا در قطره‌های معلق کوچک، و تحت تأثیر انرژی‌های دیگر مانند نور ماورای بنفش خورشید به هم پیوستند و مولکول‌های بزرگ‌تری ساختند. امروز مولکول‌های آلی درشت آن قدرها دوام

1. Purines 2. Pirimidines

نمی‌آورند که دیده شوند. خیلی زود توسط باکتری یا موجودات زنده‌ی دیگر شکسته و جذب می‌شوند. ولی باکتری‌ها و بقیه‌ی ما متعلق به زمان‌های جدیدتری هستیم و در آن روزها مولکول‌های آلی درشت می‌توانستند به‌راحتی در آن سوپِ در حال غلیظ شدن به هر سو رانده شوند.

در جایی به‌طور تصادفی یک مولکول استثنایی خاص تشکیل شد. ما آن را همتاساز[1] خواهیم نامید. این مولکول لزوماً بزرگ‌ترین یا پیچیده‌ترین مولکول در آن دوروبر نبود ولی این خاصیت فوق‌العاده را داشت که می‌توانست چیزهایی مانند خودش تولید کند. ممکن است رخ دادن چنین حادثه‌ای بعید به نظر برسد، ولی به هر حال رخ داده است. احتمال آن بسیار کم بود. ما چیزهایی را که رخ دادنشان در طول عمر یک آدم تا این اندازه نامحتمل باشد، غیرممکن به شمار می‌آوریم. به همین دلیل شما در شرط‌بندی‌های فوتبال برنده نمی‌شوید. اما ما انسان‌ها در تخمین چیزهای ممکن و چیزهای غیرممکن، عادت نداریم که با صدها میلیون سال سروکار داشته باشیم. اگر شما طی صدمیلیون سال هر هفته کوپن‌های شرط‌بندی مسابقه را پر کنید به احتمال زیاد چندبار برنده می‌شوید.

در واقع داشتن تصوری از یک مولکول که نسخه‌هایی از خودش را می‌سازد آن‌قدرها هم که در ابتدا به نظر می‌رسد مشکل نیست، فقط کافیست یک بار پیدا شود. آن را به‌صورت یک مولکول درشت در نظر آورید که شامل زنجیره‌ی پیچیده‌ای از انواع مختلف مولکول‌های واحد ساختاری[2] باشد. این مولکول‌های واحد ساختاری به وفور در سوپی که دور و بر آن همتاساز بود یافت می‌شد. حالا در نظر بگیرید که هر مولکولِ واحد ساختاری کششی نسبت به نوع خود دارد. آن وقت، هرگاه که یک مولکول واحد ساختاری از بیرون آن وارد آن سوپ و نزدیک بخشی از آن همتاساز می‌شود که نسبت به آن کششی دارد، میل می‌کند که همان جا بماند. مولکول‌های واحد ساختاری که به این ترتیب به هم می‌چسبند، خودبه‌خود ترتیبی پیدا می‌کنند که شبیه ترتیب خود آن همتاساز است. دیگر در نظر آوردن آنها به‌صورت یک مجموعه‌ی به‌هم چسبیده مشکل نیست، آنها به هم می‌چسبند تا رشته‌ای بادوام بسازند، درست به همان صورتی که آن همتاساز

1. replicator 2. building block molecules

اولیه تشکیل شد. این فرایند ممکن است به‌صورت تدریجی با تلنبار شدن هر لایه روی لایه دیگر ادامه پیدا کند. این همان ترتیبی است که بلورها ساخته می‌شوند. از طرف دیگر، ممکن است این دو رشته از هم جدا شوند که در آن صورت دو همتاساز داریم که هریک می‌تواند به ساختن نسخه‌هایی از خود ادامه دهد.

یک امکان پیچیده‌تر این است که یک مولکول واحد ساختاری نه نسبت به نوع خود، بلکه به‌طور دوجانبه به یک نوع خاص دیگر کشش داشته باشد. آن‌گاه آن همتاساز مانند یک شابلن عمل می‌کند اما نه برای نسخه‌برداری از خودش بلکه برای ساختن یک نوع «نگاتیو» که آن هم به نوبه‌ی خود دوباره از آن شکل مثبت اولیه‌ی رونوشت را می‌سازد. برای کار ما مهم نیست که فرایند همتاسازی اولیه به‌صورت مثبت ـ منفی یا مثبت مثبت باشد. گرچه بد نیست یادآور شویم معادل‌های امروزی آن همتاساز نخستین، یعنی مولکول‌های DNA، از همتاسازی مثبت ـ منفی استفاده می‌کنند. مهم این بود که نوع جدیدی از «ثبات» ناگهان وارد جهان شد. این احتمال هست که در ابتدا هیچ نوع مولکول پیچیده‌ای در آن سوپ فراوان نبود، چون هر کدام باید به‌طور اتفاقی از کنار هم قرار گرفتن مولکول‌های واحد ساختاری با ترتیب خاصی که باثبات بود به وجود می‌آمدند. به محض اینکه آن همتاساز پیدا شد و احتمالاً به سرعت نسخه‌هایی از خودش را در سرتاسر آن دریاها پراکنده کرد تا آنجا که مولکول‌های عناصر بنیادی که کوچک‌تر بودند کمیاب شدند، تشکیل مولکول‌های درشت دیگر به ندرت صورت گرفت.

بنابراین، مثل اینکه داریم به جمعیت بزرگی از نسخه‌های همانند می‌رسیم. اما حالا باید یک خاصیت مهم هر فرایند نسخه‌برداری را ذکر کنم: این کار بی‌نقص نیست. اشتباهاتی در آن رخ می‌دهد. من امیدوارم در این کتاب اشتباه چاپی وجود نداشته باشد. ولی اگر به دقت در آن بگردید شاید یک یا دو تا پیدا شود، که البته در معنی جمله‌های کتاب چندان اشکالی به وجود نمی‌آورند، زیرا اشتباهات نسل اول هستند. ولی زمانِ قبل از اختراع چاپ را در نظر بگیرید، زمانی که کتاب‌هایی مانند انجیل با دست نسخه‌برداری می‌شدند. همه‌ی کاتب‌ها، هرقدر هم که دقت می‌کردند، در کارشان اشتباه‌هایی وجود داشت. اگر

همه از روی یک نسخه‌ی اصلی رونویسی می‌کردند، معنا زیاد تغییر نمی‌کرد، اما وقتی رونوشت‌ها از روی نسخه‌های متفاوت تهیه می‌شد، که آنها هم از روی نسخه‌های متفاوت نوشته شده بودند، اشتباه‌ها کم‌کم بیشتر و بزرگ‌تر می‌شد. از نظر ما نسخه‌ای که در آن اشتباه باشد چیز بدی است و در مورد سندهایی که که آدم‌ها می‌سازند، خیلی بعید است نمونه‌هایی را که در آنها اشتباه وجود دارد پیشرفت محسوب کنیم. به نظرم روحانیانی که نخستین‌بار تورات را به یونانی ترجمه کردند در یونانی با قرار دادن «باکره» به جای واژه‌ی عبری‌ای که معادل «زن جوان» بود کار بزرگی را بنا گذاشتند و به این پیشگویی رسیدند که «بنگر که باکره‌ای باردار شده و پسری به دنیا خواهد آورد... .» به هر حال، چنان که خواهیم دید، نسخه‌برداری بی‌دقت در همتاسازهای زیستی باعث پیشرفت، به‌معنای واقعی آن، می‌شوند و برای تکامل تدریجی حیات وجود بعضی اشتباهات ضروری است. ما نمی‌دانیم مولکول‌های همتاساز اولیه با چه دقتی نسخه‌هایشان را می‌ساختند. بازماندگان امروزی آنها، یعنی مولکول‌های DNA در مقایسه با فرایند نسخه‌برداری بسیار معتبری که انسان‌ها انجام می‌دهند به‌طرز شگفت‌آوری قابل اعتماداند. اما آنها هم گاهی اشتباه می‌کردند و در نهایت این اشتباهاتند که تکامل را ممکن می‌سازند. احتمالاً آن همتاسازهای اولیه خیلی بیشتر اشتباه داشتند، در هر صورت یقین داریم که اشتباه‌ها صورت می‌گرفت و انباشته می‌شد.

وقتی نسخه‌برداری‌های پرغلط صورت گرفت و نسخه‌ها منتشر شد، آن سوپ اولیه پر شد از جمعیتی که نه از نسخه‌های یکسان بلکه از چند رقم مختلف از مولکول‌های همتاساز که همه از «بازماندگان» آن «نیای» مشترک بودند. آیا تعداد بعضی رقم‌ها بیشتر از رقم‌های دیگر بود؟ تقریباً با اطمینان می‌توان گفت بله. بعضی ارقام ذاتاً پایداری بیشتری داشتند. احتمال دوباره از هم پاشیدن بعضی مولکول‌ها پس از تشکیلشان نسبت به بقیه کمتر بود. این رقم‌ها شمارشان در آن سوپ نسبتاً بیشتر شد، نه فقط به این دلیل منطقی که «ماندگاری» بیشتر داشتند، بلکه به این خاطر که زمان بیشتری برای ساختن نسخه‌هایی از خود در اختیار داشتند. بنابراین همتاسازهای ماندگارتر رو به افزایش نهادند. و در شرایطی که چیزهای دیگر یکسان می‌بود، یک «روند

تکاملی» در جهت ماندگاری بیشتر در جمعیت مولکول‌ها برقرار می‌شد.

ولی احتمالاً چیزهای دیگر یکسان نبود و یک ویژگی دیگر نوع، همتاساز که شاید انتشارش در میان جمعیت اهمیت بیشتری داشت سرعت همتاسازی یا «زایایی» بود. اگر مولکول‌های همتاساز A نسخه‌هایی مانند خود را به‌طور متوسط هفته‌ای یک‌بار می‌ساختند و مولکول‌های همتاساز B ساعتی یک بار نسخه‌هایی از خود می‌ساختند به راحتی می‌بینیم که در زمان خیلی کوتاهی مولکول‌های A از میدان به در می‌شدند حتی اگر طول عمرشان خیلی بیشتر از مولکول‌های B بود. بنابراین، احتمالاً یک روند تکاملی در جهت «زایایی» بیشتر در آن سوپ وجود داشته است. ویژگی سوم مولکول‌های همتاساز که به‌طور مثبت مورد گزینش واقع می‌شد دقت در همتاسازی بود. اگر مولکول‌های نوع X و نوع Y دوام یکسانی داشتند و با سرعت یکسانی همتاسازی می‌کردند، اما نوع X در هر ده همتاسازی یک اشتباه و نوع Y در هر صد همتاسازی یک اشتباه می‌داشت، یقیناً تعداد نوع Y بیشتر می‌شد. گروه X نه فقط زادگان دارای اشتباه خود را از دست می‌داد، بلکه به این ترتیب زادگان آن زادگان، چه بالقوه چه بالفعل، را نیز از دست می‌داد.

اگر شما از قبل درباره‌ی تکامل چیزی بدانید ممکن است در آخرین نکته‌ای که بیان شد کمی تناقض ببینید. آیا می‌شود بین این نظر که اشتباه در نسخه‌برداری پیش‌نیاز ضروری برای رخ دادن تکامل است و این عبارت که انتخاب طبیعی امانت در نسخه‌برداری را ترجیح می‌دهد سازش برقرار کنیم؟ پاسخ این است که هرچند تکامل، به‌صورتی نه خیلی آشکار، «چیز خوبی» به نظر می‌رسد، به خصوص از این نظر که ما محصول آن هستیم، ولی در واقع در هیچ چیز «میل» به تکامل وجود ندارد. تکامل چیزی است که وقوع علی‌رغم تلاش همتاسازها (و امروزه ژن‌ها) برای پیشگیری از وقوع آن، خواهی نخواهی، رخ می‌دهد. ژاک مونو[1] در سخنرانی‌اش درباره‌ی هربرت اسپنسر در قالب گفته‌ی طنزآمیزی خیلی خوب به این نکته اشاره کرده است: «یک جنبه‌ی عجیب دیگر نظریه‌ی تکامل این است که همه فکر می‌کنند آن را می‌فهمند!»

1. Jacques Monod

برگردیم به سوپ اولیه، که احتمالاً پر از انواع مولکول‌های باثبات شده بود، باثبات از این نظر که طول عمر مولکول‌ها زیاد بود، خیلی سریع همتاسازی می‌کردند یا همتاسازیشان با دقت زیاد صورت می‌گرفت. روندهای تکاملی در جهت این سه نوع «ثبات» پیش می‌رفت، به این صورت که اگر در دو زمان مختلف از آن سوپ نمونه‌ای برمی‌داشتید، در نمونه‌ی دوم نسبت بیشتری از گونه‌های دارای ماندگاری، زایایی و امانت بیشتر در نسخه‌برداری یافت می‌شد. در واقع این همان منظور نظر یک زیست‌شناس از تکامل است وقتی از موجودات زنده صحبت می‌کند و سازوکار آن هم همین است ــ انتخاب طبیعی.

آیا ما باید آن همتاساز نخستین را چیز «زنده» بنامیم؟ چه اهمیتی دارد؟ ممکن است من به شما بگویم: «بزرگ‌ترین انسانی که تاکنون زیسته داروین است» و شما بگویید: «نه، نیوتون است» البته امیدوارم این بحث زیاد به درازا نکشد. مهم این است که بحث به هر صورت به انجام برسد، در اصل ماجرا تأثیری ندارد. در واقعیتِ زندگی و دستاوردهای نیوتون و داروین تغییری پیدا نمی‌شود، چه ما برچسب «بزرگ» را به آنها بزنیم چه نزنیم. احتمالاً داستان آن مولکول همتاساز هم همین‌طور است. چه فرق می‌کند که آنها را «زنده» بنامیم یا نه. دلیلش این است که بسیاری از ما متوجه نیستیم که واژه‌ها فقط ابزارهایی برای استفاده‌ی ما هستند و صرف وجود آنها در فرهنگ لغت دلیل نمی‌شود که حتماً به چیز خاصی در جهان واقع برگردند. چه ما آن همتاسازهای نخستین را زنده بنامیم یا نه آنها اجداد حیات و پدران سازنده‌ی ما بودند.

موضوع دیگرِ مربوط به این بحث، چیزی که خود داروین روی آن تأکید داشت (گرچه او از حیوانات و گیاهان صحبت می‌کرد نه مولکول‌ها) رقابت است. آن سوپ اولیه نمی‌توانست از آن تعداد بی‌شمار مولکول‌های همتاساز حمایت کند. یک دلیل محدود بودن وسعت کره‌ی زمین بود، عوامل محدودکننده‌ی دیگر هم بی‌اهمیت نبودند. در تصویری که در آن همتاساز را مثل یک الگو یا شابلن در نظر گرفتیم فرض می‌کنیم آن سوپ غلیظ پر از مولکول‌های کوچک واحد ساختاری لازم برای نسخه‌برداری‌ها بود و الگوی ما در آن غوطه‌ور بود. اما وقتی تعداد همتاسازها زیاد شد، از آن مولکول‌های عناصر اصلی به میزان موردنیاز وجود نداشت و آنها به‌صورت یک منبع پرارزش و کمیاب درآمدند که نوع‌ها و

زنجیره‌های مختلف همتاسازها بر سرشان با هم رقابت می‌کردند. ما عواملی را که باعث افزایش تعداد انواع برتر همتاسازها می‌شد ملاحظه کردیم. حالا می‌بینیم گونه‌هایی که کمتر ترجیح داده می‌شدند عملاً تعدادشان باید در این رقابت کمتر می‌شد؛ و در نهایت بسیاری از نسل‌های آنها باید از بین رفته باشد. انواع مختلف همتاساز درگیر تنازع بقا بودند. آنها نمی‌دانستند که در تلاشند، و نگران نبودند، این کشمکش بدون اینکه احساس بدی ایجاد کند پیش می‌رفت. در واقع بدون هیچ احساسی بود. اما همچنان ادامه داشت، به این مفهوم که هر اشتباه در نسخه‌برداری که منجر به شناخت یک سطح جدید و بالاتر ثبات می‌شد، یا روش جدیدی بود برای پایین آوردن میزان پایداری رقیب، خودبه‌خود حفظ و تکثیر می‌شد. فرایند پیشرفت انباشتی بود. روش‌های افزایش پایداری خود و کاهش پایداری رقیب دقیق‌تر و کارآمدتر می‌شد. شاید حتی بعضی از آنها کشف کرده بودند چگونه مولکول‌های رقیب را به‌طور شیمیایی از هم بپاشند و از مولکول‌های واحد ساختاری که از این طریق آزاد می‌شدند برای ساختن نسخه‌هایی از خودشان استفاده کنند. این نخستین موجودات غالب هم‌زمان با از بین بردن رقیب به غذا نیز دست می‌یافتند. همتاسازهای دیگر احتمالاً کشف کردند به‌صورت شیمیایی یا با ساختن یک دیواره‌ی پروتئینی به دور بدن از خود محافظت کنند. احتمالاً به این ترتیب نخستین سلول‌های زنده پیدا شدند. همتاسازها نه فقط به وجود آمدند بلکه برای خود جایگاهی ساختند ــ وسیله‌ای که وجودشان در آن به زندگی ادامه دهد. آن همتاسازهایی بقا یافتند که **ماشین بقا** برای خودشان ساختند تا در آن زندگی کنند. احتمالاً اولین ماشین‌های بقا چیزی بیش از یک پوشش محافظ نبودند ولی به تدریج که رقیب‌های جدید با ماشین‌های بقای بهتر و کارآمدتر پیدا شدند امکان ادامه‌ی زندگی سخت‌تر شد. ماشین‌های بقا بزرگ‌تر و مفصل‌تر شدند، و این فرایند تدریجی و انباشتی بود.

آیا این پیشرفت تدریجی در روش‌ها و شیوه‌هایی که آن همتاسازها برای تضمین ادامه‌ی وجودشان در جهان به کار می‌گرفتند پایانی داشت؟ برای پیشرفت زمان فراوانی در دسترس بود. چه ماشین‌های عجیبی برای حفظ خود، در آن هزاره‌ها، به راه افتاد. چهارهزار میلیون سال بعد، سرنوشت آن همتاسازهای قدیمی به کجا رسید؟ آنها از بین نرفتند، زیرا در هنر بقا استاد شده

بودند. ولی دنبال این نباشید که آنها را غوطه‌ور در دریا پیدا کنید؛ مدت‌هاست که آن آزادی بی‌محدودیت خود را از دست داده‌اند. حالا به‌صورت مجموعه‌های بزرگی، درون ربات‌های سنگین غول‌آسا در جوش و خروش‌اند و جدا شده از جهان بیرون، به زحمت از راه‌های غیرمستقیم با آن ارتباط دارند و با کنترل از راه دور از آن به نفع خود استفاده می‌کنند. آنها در من و شما هستند، ما را ساخته‌اند، جسم و ذهن‌مان را؛ و پشتکار آنها علت نهایی وجود ماست. آنها از راهی دور آمده‌اند، این همتاسازها حالا به اسم ژن پیش می‌روند و ما ماشین بقای آنها هستیم.

فصل سوم

مارپیچ‌های نامیرا

ما ماشین بقا هستیم، ولی منظور از «ما» فقط آدم‌ها نیست؛ شامل همه‌ی حیوانات، گیاهان، باکتری‌ها و ویروس‌ها می‌شود. شمردن تعداد همه‌ی ماشین‌های بقای روی زمین کار مشکلی است و حتی تعداد همه‌ی گونه‌ها نیز مشخص نیست. فقط حشرات را در نظر بگیریم، تعداد گونه‌های زنده را حدود سه میلیون برآورد کرده‌اند، و شمار تک تک آنها شاید به میلیون میلیون میلیون برسد.

انواع مختلف ماشین‌های بقا، چه از نظر ظاهر چه از نظر اعضای درونی، شکل‌های گوناگونی دارند. اختاپوس هیچ شباهتی به موش ندارد و هردو کاملاً با درخت بلوط فرق دارند. اما از نظر شیمی بنیادی تقریباً مانند یکدیگرند، به خصوص از نظر همتاسازهایی که درونشان هست، یعنی ژن‌ها ــ در اصل یک نوع مولکول در همه‌ی ما، از باکتری گرفته تا فیل، وجود دارد. همه‌ی ما ماشین بقا هستیم برای یک نوع همتاساز، مولکول‌هایی که DNA نام گرفته‌اند ــ ولی در دنیا برای گذراندن زندگی راه‌های بسیار متفاوتی وجود دارد. و این همتاسازها برای استفاده‌ی خود ماشین‌های مختلفی را ساخته‌اند. میمون ماشینی است که ژن‌ها را در بالای درخت حفظ می‌کند، ماهی دستگاهی است که ژن را در آب نگه می‌دارد؛ حتی کرم کوچکی وجود دارد که ژن را در زیرلیوانی حفظ می‌کند. DNA عملکرد اسرارآمیزی دارد.

من برای ساده‌تر نمودن موضوع این‌طور نشان داده‌ام ژن‌ها، که از DNA ساخته شده‌اند، خیلی شباهت دارند به اولین همتاسازهایی که در سوپ آغازین بودند. این موضوع در بحث ما اهمیتی ندارد ولی ممکن است حقیقت غیر از این

باشد. شاید آن همتاسازهای اولیه نوعی خویشاوندی با مولکول‌های DNA داشته باشند، شاید هم چیزی کاملاً متفاوت بوده‌اند. در صورت دوم، شاید بتوان گفت، در یک مرحله‌ی زمانی DNA باید ماشین بقای آنها را از میدان به‌در کرده باشد. اگر چنین باشد، باید آن همتاسازهای اولیه کاملاً از بین رفته باشند، زیرا هیچ اثری از آنها در ماشین‌های بقای امروزی وجود ندارد. در راستای این موضوع آ.ج. کِرنز اسمیت[1] این نظر غیرمعمول را مطرح کرده است که احتمال دارد اجداد ما، آن همتاسازهای نخستین، اصلاً مولکول‌های آلی نبوده باشند، بلکه بلورهای معدنی غیرآلی، ذرات ریز گِل، بودند. DNA را چه غاصب بدانیم چه ندانیم، امروزه همه‌کاره است، مگر، آن‌طور که در فصل یازدهم به‌صورت ضمنی مطرح می‌کنم، نوع جدیدی از تهاجم و غصب قدرت در راه باشد و DNA مجبور شود جای خود را به آن واگذارد.

هر مولکول DNA یک رشته‌ی طولانی از مولکول واحد ساختاری[2] است، مولکول‌های کوچکی که نوکلئوتید[3] نام دارند، درست مانند مولکول‌های پروتئین که رشته‌ای از آمینواسیدها هستند، مولکول‌های DNA رشته‌ای از نوکلئوتید اند. مولکول‌های DNA بسیار ریزتر از آن‌اند که با چشم دیده شوند، ولی با استفاده از روش‌های غیرمستقیم کاملاً به شکل آنها پی برده‌اند. آنها از یک جفت رشته‌ی نوکلئوتید تشکیل شده‌اند که به‌شکل مارپیچ ظریفی به هم تابیده‌اند؛ این مارپیچ‌های دوتایی، مارپیچ‌های همیشه زنده‌اند. نوکلئوتیدهای تشکیل‌دهنده‌ی آنها فقط از چهارنوع مختلف هستند که به‌صورت کوتاه‌شده A، T، C و G نامیده می‌شوند. این عناصر اصلی در تمام حیوانات و گیاهان یکسان‌اند. چیزی که باعث تفاوت می‌شود طرز قرار گرفتن این عناصر پشت‌سر همدیگر است. واحد ساختاری G در هر آدم درست شبیه G در حلزون است. اما توالی واحدهای ساختاری در هر آدم هم با حلزون فرق دارد و هم ــ گرچه تا حدی کمتر ــ با آدم‌های دیگر (جز در مورد خاص دوقلوهای یکسان).

دی.ان.اِیِ ما درون بدنمان زندگی می‌کند. DNA در یک قسمت خاص جمع نشده بلکه در تمام بدن درون تمام سلول‌ها پراکنده است. بدن یک آدم معمولی،

---

1. A.G. Cairns-Smith 2. a long chain of building blocks 3. nucleotides

از حدود هزار میلیون میلیون سلول تشکیل شده، و با چند استثنای قابل اغماض، در هر یک از این سلول‌ها نسخه‌ای کامل از DNA بدن وجود دارد. DNA را می‌توان یک مجموعه دستور عمل برای ساخت بدن در نظر گرفت که با ۴ حرف الفبای نوکلئوتید، یعنی A، T، C و G نوشته شده است. به این صورت که انگار در هر اتاقِ یک ساختمان فوق‌العاده بزرگ، کتابخانه‌ای باشد و در آن کتابخانه نقشه‌ی تمام بنای ساختمان قرار داشته باشد. کتابخانه‌ای که درون سلول است هسته نام دارد. در انسان، این نقشه‌ی بنا شامل ۴۶ جلد کتاب می‌شود ــ این عدد در گونه‌های دیگر متفاوت است. این «کتاب»ها کروموزوم نام دارند و زیر میکروسکوپ به‌صورت نخ‌های دراز دیده می‌شوند و ژن‌ها به ترتیب در امتداد آنها ردیف شده‌اند. تعیین کردن اینکه کجا یک ژن تمام و ژن بعد شروع می‌شود آسان نیست و در واقع شاید معنادار هم نباشد. خوشبختانه همان‌طور که در این فصل خواهید دید، این مسئله برای هدف ما چندان اهمیتی ندارد.

من از قیاس با نقشه‌ی ساختمان استفاده و به راحتی زبان استعاره را با زبان عادی مخلوط می‌کنم. گاهی به جای کروموزم از کتاب، استفاده می‌کنم. عجالتاً گاهی «صفحه» را به جای ژن به کار می‌برم، گرچه تقسیم‌شدگی ژن‌ها مثل تقسیم‌بندی صفحه‌های یک کتاب نیست که مرز مشخصی داشته باشد. ولی با استفاده از این تشابه تا حد زیادی پیش می‌رویم. وقتی مطالب به‌خوبی دسته‌بندی شد، بعد استعاره‌های دیگر را معرفی می‌کنم. در ضمن، باید گفت که از «معمار» در اینجا خبری نیست. این انتخاب طبیعی است که دستور عمل‌های DNA را گرد آورده است.

مولکول‌های DNA دو کار مهم انجام می‌دهند. اول اینکه تکثیر می‌شوند، یعنی نسخه‌هایی از خودشان را می‌سازند. این کار از شروع حیات تاکنون بدون توقف ادامه داشته است و حالا این مولکول‌ها واقعاً در این کار خبره شده‌اند. شما به عنوان یک بزرگسال، بدنی دارید که از هزار میلیون میلیون سلول تشکیل شده است، اما در ابتدا فقط یک سلول بودید با این موهبت که نقشه‌ی ساختمان بدن در آن سلول بود. این سلول به دو سلول تقسیم شد و در هر یک از آن دو سلول باز نقشه‌ای از کل بنا وجود داشت. در تقسیم‌های بعدی تعداد سلول‌ها به ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و همین‌طور تا میلیاردها رسید. در هر تقسیم، نقشه‌های DNA با امانت

تکثیر شد و به‌ندرت اشتباهی رخ داد.

موضوع تکثیر DNA بحث جداگانه‌ای است. اما اگر DNA واقعاً یک مجموعه طرح برای ساختن بدن است، چطور این طرح‌ها اجرا می‌شوند؟ چگونه آنها به‌صورت ساختار بدن درمی‌آیند؟ این موضوع ما را می‌برد به سراغ دومین کار مهمی که DNA انجام می‌دهد. DNA به‌صورت غیر مستقیم بر تولید یک نوع مولکول متفاوت، یعنی پروتئین، نظارت می‌کند. هموگلوبین، که از آن در فصل قبل صحبت کردیم، فقط یک نمونه از طیف وسیع مولکول‌های پروتئین است. پیام رمزگذاری شده‌ی DNA، که با چهار حرف الفبای نوکلئوتید نوشته می‌شود، با یک روش ساده‌ی مکانیکی به زبان دیگری ترجمه می‌شود. الفبای این زبان آمینواسیدهایند که مولکول‌های پروتئین با آنها هجی می‌شود.

شاید ساختن پروتئین خیلی متفاوت از ساختن بدن به نظر برسد، ولی در واقع نخستین قدم در راه ساختن بدن است. پروتئین‌ها نه فقط بیشتر بافت بدن را تشکیل می‌دهند، بلکه کنترل دقیقی روی همه‌ی فرایندهای شیمیایی درون هر سلول اعمال می‌کنند؛ به‌طور گزینشی آنها را در زمان‌های مناسب و جاهای مناسب روشن و خاموش می‌کنند. چگونه این کارها در نهایت باعث بزرگ شدن یک نوزاد می‌شود، داستانی است که دهه‌ها یا قرن‌ها طول می‌کشد تا جنین‌شناسان از آن سر درآورند. اما واقعیت همین است. ژن‌ها ساخت بدن را به‌طور غیرمستقیم کنترل می‌کنند و تأثیر آنها فقط یک‌سویه است: صفات اکتسابی به ارث نمی‌رسند. مهم نیست شما در طول زندگی به چه اندازه دانش و آگاهی دست یافته باشید، یک ذره‌ی آن هم از طریق ژن به فرزندتان منتقل نمی‌شود. هر نسل جدید، از صفر شروع می‌کند. از طریق بدن است که ژن‌ها خود را از تغییر حفظ می‌کنند.

اهمیت اینکه ژن‌ها رشد جنین را کنترل می‌کنند از نظر تکامل این است: ژن‌ها تا حد زیادی در زنده ماندن خود در آینده نقش دارند، به این دلیل که بقای آنها بستگی به کارآمدی بدنی دارد که در آن زندگی می‌کنند و در ساختن آن کمک کرده‌اند. زمانی، انتخاب طبیعی ضامن بقای همتاسازهایی بود که آزادانه در سوپ آغازین شناور بودند. حالا انتخاب طبیعی همتاسازهایی را ترجیح می‌دهد که با مهارت بیشتری ماشین بقای خود را بسازند، یعنی ژن‌هایی که در هنر

کنترل رشد جنین واردتر باشند. مانند هر زمان دیگر، همتاسازها در این کار آگاهی یا برنامه‌ی خاصی در پیش رو ندارند. همان فرایندهای قدیمی انتخاب خودبه‌خودی بین مولکول‌های رقیب، یعنی ماندگاری، زایایی و دقت، مانند نخستین روزهای بسیار دور حیات، همچنان کورکورانه و اجتناب‌ناپذیر در کارند. در ژن‌ها هیچ نگاهی نسبت به آینده وجود ندارد و برنامه‌ای موردنظر نیست. ژن‌ها فقط وجود دارند، بعضی بیشتر از بقیه. همین و بس. ولی ویژگی‌هایی که ضامن ماندگاری و زایایی بیشتر یک ژن می‌شوند مانند گذشته ساده نیستند. خیلی فرق کرده‌اند.

در سال‌های اخیر ــ از حدود ۶۰۰ میلیون سال پیش به این طرف ــ همتاسازها به پیشرفت‌های چشمگیری در فناوری ماشین‌های بقا از جمله ماهیچه، قلب و چشم دست یافته‌اند (هرکدام از اینها چندین‌بار جداگانه تکامل یافته‌اند). قبل از این، همتاسازها مشخصه‌های اصلی زندگی خود را بسیار تغییر می‌دادند و این موضوع را باید خوب متوجه باشیم تا بتوانیم بحث را دنبال کنیم.

نخستین چیزی را که باید در مورد یک همتاساز امروزی بدانیم این است که بسیار اجتماعی است. ماشین بقا وسیله‌ای نیست که فقط از یک ژن درست شده باشد، شامل چندین هزار ژن است. ساختن یک بدن کاری دسته‌جمعی و بسیار دقیق است طوری که تقریباً غیرممکن است کار یک ژن را از ژن‌های دیگر جدا کنیم. هر ژن خاص چند اثر متفاوت روی جاهای کاملاً مختلف بدن دارد. هر بخش بدن تحت تأثیر ژن‌های زیادی است و اثر هر ژن بستگی به تعامل آن با دیگر ژن‌ها دارد. بعضی ژن‌ها نقش رئیس را دارند و کار گروهیِ ژن‌های دیگر را کنترل می‌کنند. با استفاده از آن قیاس می‌شود گفت هر صفحه‌ی آن نقشه به چندین جای مختلف آن ساختمان مربوط می‌شود و هر صفحه فقط در صورتی مفهوم است که ارجاع درون متنی به تعداد زیادی از صفحه‌های دیگر داشته باشد.

این وابستگی درونی و پیچیده‌ی ژن‌ها ممکن است این سوآل را برای شما پیش آورد که ما اصلاً چرا واژه‌ی «ژن» را به کار می‌بریم. چرا از عبارتی مثل

«ژن مرکب[1]» استفاده نمی‌کنیم. در پاسخ باید گفت «ژن مرکب» اصطلاح به دردخوری است اما از یک منظر دیگر، می‌توان ژن مرکب را به همتاسازهای منفرد یا ژن‌ها تقسیم کرد. این ناشی از پدیده‌ی جنسیت است. تولیدمثل جنسی باعث آمیخته شدن و زیر و رو شدن ژن‌ها می‌شود. به این معنی که هر بدن فقط یک وسیله‌ی نقلیه‌ی موقت است که در آن ژن‌ها به شکل خاصی که زیاد نمی‌پاید دور هم گرد آمده‌اند. نحوه‌ی ترکیب ژن‌ها در آن، یعنی عمر افراد، کوتاه‌مدت است، در حالی که خود ژن‌ها بالقوه عمری بسیار طولانی دارند. مسیرهای آنها طی نسل‌های متوالی پیموده می‌شود. هر ژن را می‌توان به‌صورت واحدی در نظر گرفت که از میان نسل‌های پشت در پشت گذشته و زنده مانده است. همین قضیه اصلی‌ترین موضوع این کتاب است، که در این فصل آن را بازتر خواهیم کرد. بعضی از همکاران محترم من به‌شدت با آن مخالفند. بنابراین مرا ببخشید اگر آن را با شرح و تفصیل بسیاری بیان می‌کنم. ابتدا باید چگونگی موضوع جنسیت[2] را به‌طور خلاصه توضیح دهم.

قبلاً گفتم که نقشه‌ی بدن انسان در ۴۶ جلد کتاب آمده است. البته من مطلب را بسیار ساده کرده‌ام. حقیقت امر خیلی اعجاب‌آور است. آن ۴۶ کروموزوم به‌صورت ۲۳ جفت کروموزوم‌اند. می‌توانیم بگوییم در هسته‌ی هر سلول دو مجموعه‌ی ۲۳ جلدی از نقشه، به‌صورت پرونده‌های مجزا وجود دارند. می‌شود آنها را جلد ۱ـ الف و ۱ـ ب، ۲ـ الف و ۲ـ ب و همین‌طور تا آخر نام‌گذاری کرد. البته اعدادی که من برای مشخص نمودن آنها به کار می‌برم و اعدادی که بعداً برای صفحه‌ها به کار خواهم برد کاملاً دلبخواهی‌اند.

ما هر کروموزوم را بدون تغییر از یکی از والدین‌مان گرفته‌ایم که در بیضه یا تخمدان او بوده‌اند. مثلاً جلدهای ۱ـ الف، ۲ـ الف، ۳ـ الف را از پدر. جلدهای ۱ـ ب، ۲ـ ب، ۳ـ ب را از مادر. در عمل این کار بسیار پیچیده است، ولی بر اساس اصول نظری می‌شود با میکروسکوپ درون هریک از آن سلول‌ها را دید و آن ۲۳ تایی را که از پدر آمده‌اند از آن ۲۳ تایی که از مادر آمده‌اند جدا کرد.

این‌طور نیست که هر جفت کروموزوم همه‌ی عمرشان را از نظر فیزیکی کنار

---

1. gene complex 2. Sex

هم بگذرانند یا حتی نزدیک هم باشند. پس از چه نظر جفت هم محسوب می‌شوند؟ از این نظر که هر جلدی را که در اصل از طرف پدر است می‌توان صفحه به صفحه نظیر یک جلد خاص دانست. که از طرف مادر است مثلاً صفحه ۶ جلد ۱۳ـ الف و صفحه‌ی ۶ جلد ۱۳ـ ب ممکن است هردو مربوط به رنگ چشم باشند. شاید یکی «آبی» و آن دیگری «قهوه‌ای» باشد.

گاهی دو صفحه‌ی نظیر یکسان‌اند. اما در بعضی موارد، مثل مثال ما از رنگ چشم، با هم فرق دارند. اگر این دو صفحه دو «توصیه»ی متضاد داشته باشند، تکلیف بدن در این‌باره چیست؟ پاسخ متفاوت است. گاهی یک خوانش بر خوانش دیگر غلبه می‌کند. در نمونه‌ای که اکنون از رنگ چشم گفتیم، چشم در واقع قهوه‌ای است. هنگام ساخت دستور عمل ساخت چشم آبی ندیده گرفته شده، با این حال دلیل نمی‌شود که این دستور به نسل‌های آینده‌ی او منتقل نشود. ژنی که به این صورت ندیده گرفته می‌شود ژن **مغلوب**[1] نام دارد. در مقابل آن ژن **غالب**[2] را داریم. نسبت به ژن آبی که مغلوب است ژن چشم قهوه‌ای غالب است؛ کسی دارای چشم آبی خواهد شد که هردو نسخه‌ی صفحه‌های مربوط به توصیه در مورد رنگ چشم و رنگ آبی متفق‌القول باشند. بیشتر اوقات که دو ژن نظیر مانند هم نیستند، نتیجه‌ی حاصل چیزی بینابین است ــ بدنی که ساخته می‌شود یا طرحی بین آن دو دارد یا چیزی کاملاً متفاوت است.

وقتی دو ژن ــ مثل ژن چشم آبی و قهوه‌ای ــ برای به دست آوردن یک جایگاه واحد روی کروموزوم با هم رقابت کنند، آلل[3] یکدیگر نامیده می‌شوند. در هدفی که ما داریم، واژه‌ی آلل مترادف است با رقیب. کتاب‌های نقشه‌ی آن ساختمان را در نظر بیاورید و فرض کنید که شیرازه‌ی سستی دارند، طوری که ممکن است صفحه‌ها جدا و جابه‌جا شوند. هر جلد ۱۳ باید یک صفحه‌ی ۶ داشته باشد، ولی بیش از یک صفحه‌ی ۶ وجود دارد که ممکن است بین صفحه‌های ۵ و ۷ قرار گیرد. یک روایت می‌گوید چشم آبی، یک روایت احتمالی دیگر می‌گوید قهوه‌ای؛ با این حال روایت‌های دیگری در آن جمعیت هست که رنگ‌های دیگر مثلاً سبز را توصیه می‌کنند. شاید نیم دوجین آلل دیگر که

---

1. recessive 2. dominant 3. alleles

می‌توانند در جایگاه خاص صفحه‌ی ۶ روی کروموزوم ۱۳ بنشینند در آن جمعیت پراکنده باشند. هر آدم فرضی فقط دو جلد کروموزوم ۱۳ دارد. بنابراین حداکثر فقط می‌تواند دو آلل برای جای خالی صفحه‌ی ۶ داشته باشد. ممکن است مثل یک آدم چشم آبی، دو نسخه از یک آلل یکسان داشته باشد، یا دو آللی را داشته باشد که از میان نیم‌دوجین دیگری که در آن جمعیت است انتخاب شده است.

البته آدم نمی‌تواند برود از میان خزانه‌ی کل ژن‌های موجود برای خودش ژن انتخاب کند. در هر زمان خاص، همه‌ی ژن‌ها محکومند به اینکه درون ماشین بقا باشند. ژن‌های ما تقدیر ما هستند و ما در این‌باره کاری نمی‌توانیم بکنیم. در هر حال، همه‌ی ژن‌های کل یک جمعیت را، در درازمدت، به عنوان خزانه‌ی ژن[1] در نظر می‌گیرند. این عبارت در واقع یک اصطلاح فنی است که متخصصان ژنتیک به کار می‌برند. این اصطلاح تصویر ذهنی باارزشی است زیرا در لقاح ژن‌ها با هم آمیخته می‌شوند، البته به‌صورتی کاملاً سازمان یافته. به خصوص همان‌طور که خواهیم دید، چیزی مثل گسیختن شیرازه و جابه‌جا شدن صفحه‌ها واقعاً صورت می‌گیرد.

پیش از این شرح دادم چگونه یک سلول به‌طور طبیعی به دو سلول جدید تقسیم می‌شود و به هر کدام آنها یک نسخه‌ی کامل از آن ۴۶ کروموزوم می‌رسد. این تقسیم عادی میتوز[2] نام دارد. اما یک نوع دیگر تقسیم سلولی نیز هست که میوز[3] نام دارد. این نوع تقسیم فقط در تولید سلول‌های جنسی رخ می‌دهد. اسپرم و تخمک در میان سلول‌ها منحصر به فردند، از این نظر که به‌جای ۴۶ تا ۲۳ کروموزوم دارند. این درست نصف ۴۶ تاست ــ برای اینکه وقتی در لقاح جنسی کروموزوم‌ها ترکیب می‌شوند که فرد جدید بسازند، حسابش راحت باشد! میوز یک نوع خاص از تقسیم سلول است که فقط در بیضه و تخمدان صورت می‌گیرد، که در آن یک سلول با مجموعه‌ی دوتایی ۴۶ کروموزومی که دارد تقسیم می‌شود و سلول‌های جنسی را تولید می‌کند که هرکدام فقط یک مجموعه‌ی ۲۳ تایی دارند (من همواره از تعداد کروموزوم‌های انسان برای مثال استفاده کرده‌ام).

---

1. gene pool 2. mitosis 3. meiosis

هر اسپرم با ۲۳ کروموزومی که دارد از طریق تقسیم یک سلول ۴۶ کروموزومی، به شیوه‌ی میوز، در بیضه ساخته می‌شود. کدام ۲۳ کروموزوم در هر سلول اسپرم قرار می‌گیرد؟ نباید ۲۳ کروموزوم به‌طور اتفاقی انتخاب و وارد اسپرم شوند. نباید این‌طور باشد که سرانجام درون اسپرم دو نسخه از جلد ۱۳ باشد و جلد ۱۷ وجود نداشته باشد. از جنبه‌ی نظری ممکن است در یکی از اسپرم‌های یک شخص، همه‌ی ۲۳ کروموزوم از یک والد، مثلاً مادر، باشد، مثلاً جلدهای ۱ـ ب، ۲ـ ب، ...، ۲۳ـ ب. در چنین رویداد نادری، دختربچه‌ای که از این اسپرم تولید می‌شود نیمی از ژن‌هایش را از مادربزرگ پدری به ارث برده و از پدربزرگ پدری چیزی به او نرسیده است. اما درواقع، تقسیم به این صورتِ بی‌ظرافت نیست که کل کروموزوم از یک طرف منتقل شود. واقعیت کمی پیچیده‌تر از این است. یادتان هست که کتاب‌ها (کروموزوم‌ها) شیرازه‌شان سست بود. در چنین حالتی، ضمن تولید اسپرم، یک یا چند صفحه ممکن است با هم از یک کتاب جدا شود و درون کتاب دیگری جا بگیرند. بنابراین ممکن است ۶۵ صفحه‌ی اول یک اسپرم خاص از جلد ۱ـ الف و از صفحه‌ی ۶۶ تا آخر کتاب از جلد ۱ـ ب باشد. ۲۲ جلد دیگر موجود در این اسپرم هم به روشی مشابه این ساخته می‌شوند. بنابراین هر سلول اسپرمی که یک فرد می‌سازد یک چیز منحصر به فرد است، حتی اگر همه‌ی اسپرم‌های ۱ و ۲۳ کروموزوم خود را فقط از یک مجموعه کروموزوم ۴۶ تایی گرفته باشند. در تخمدان، تخمک‌ها هم به همین طریق ساخته می‌شوند و همه‌ی‌شان منحصر به فردند.

از سازوکار واقعی این آمیختگی آگاهی تقریباً خوبی داریم: ضمن تولید یک اسپرم (یا تخمک) بخش‌هایی از هر کروموزومِ پدری خود را جدا و دقیقاً جای خود را با نظیر همان بخش از کروموزوم مادری عوض می‌کنند. (یادتان باشد ما در مورد کروموزوم‌هایی صحبت می‌کنیم که در اصل از والدین کسی آمده که آن اسپرم را می‌سازد، یعنی از پدربزرگ پدریِ بچه‌ای که در نهایت از آن اسپرم به وجود می‌آید). فرایند جابه‌جا شدن بخش‌های کروموزوم **چلیپایگی**[1] نام دارد. این

---

1. Crossing-over مبادله‌ی دوقطعه از کروموزوم‌های همانند بر اثر شکستن و اتصال مجدد آنها در جریان تقسیم میوز

موضوع در تمام بحث‌های این کتاب مهم است. به این معنی است که اگر شما با میکروسکوپ به کروموزوم‌های درون یکی از اسپرم‌ها (یا اگر مؤنث هستید، تخمک‌ها)ی خود نگاه کنید و بخواهید تشخیص دهید کدام از طرف پدر و کدام از طرف مادر آمده‌اند بی‌جهت وقت خود را تلف کرده‌اید. (این با وضعیت سلول‌های عادی بدن در تقابل آشکار است؛ به صفحه ۶۲ رجوع کنید). هر کروموزوم چهل‌تکه یا موزاییکی است از ژن‌های پدر و مادر.

در اینجا به قیاس ژن با صفحه می‌رسیم. در کتابی که شیرازه‌ی آن شل شده، می‌شود تمام یک صفحه را برداشت، اضافه یا جابه‌جا کرد، ولی نه بخشی از یک صفحه را. اما ژن مرکب فقط یک رشته‌ی دراز از حروف نوکلئوتید است و این‌طور نیست که در صفحه‌های جداگانه تنظیم شده باشد. یقیناً اول و آخر هر زنجیره‌ی پیام پروتئینی نماد خاصی دارد که با همان الفبای چهار حرفی پروتئین‌ها نوشته می‌شود. بین این دو علامت سجاوندی دستور عمل ساخت پروتئین رمزگذاری شده است. می‌توانیم ژن را توالی حروف نوکلئوتیدی که بین علامت ابتدا و انتها قرار دارد و رمز زنجیره‌ی پروتئین است در نظر بگیریم. واژه‌ی سیسترون[1] را برای واحدی که چنین تعریفی دارد به کار می‌برند و بعضی‌ها ژن و سیسترون را به جای هم به کار می‌برند. ولی چلیپایگی مرز بین سیسترون‌ها را رعایت نمی‌کند. جداشدگی ممکن است درون سیسترون‌ها یا بین آنها صورت گیرد. مثل این است که آن نقشه‌ی ساختمان را نه روی صفحه‌های جداگانه، بلکه روی ۴۶ نقطه‌ی یک نوار کاغذی نوشته باشند. اندازه‌ی طول سیسترون‌ها ثابت نیست. تنها راهی که معلوم می‌کند کجا یک سیسترون تمام و سیسترون بعدی شروع می‌شود، خواندن نشانه‌های روی آن نوار کاغذی و گشتن به دنبال علامت اول پیام و آخر پیام است. چلیپایگی عبارت است از مبادله‌ی دو قطعه از کروموزوم‌های همانند پدری و مادری بر اثر شکستن و اتصال مجدد آنها، صرف‌نظر از اینکه چه مطلبی دارند.

منظور از واژه‌ی ژن که در عنوان این کتاب آمده، یک سیسترون نیست، بلکه چیزی دقیق‌تر از آن است. شاید این تعریف به مذاق همه خوش نیاید ولی ما

1. Cistron

تعریفی از ژن نداریم که مورد قبول همگان باشد. حتی اگر داشتیم، این‌طور نبود که نشود آن را رد کرد. ما می‌توانیم واژه‌ها را هر طور که منظورمان را برآورده کنند تعریف کنیم، به شرطی که این کار روشن و بی‌ابهام باشد. تعریف زیر را که من به کار می‌برم از ج.ث. ویلیامز گرفته‌ام.[1] ژن عبارت است از آن بخش از مواد کروموزومی که بالقوه طی نسل‌های متعدد آن‌قدر دوام دارد که به عنوان واحد انتخاب طبیعی عمل کند. به زبان فصل قبل بگوییم، ژن همتاسازی است که امانت زیادی در نسخه‌برداری دارد. امانت در نسخه‌برداری، به عبارت دیگر، ماندگاری ــ به‌صورت ــ نسخه است که من آن را فقط به‌صورت ماندگاری کوتاه می‌کنم. این تعریف نیاز به کمی توجیه دارد.

در هر تعریفی که از ژن داشته باشیم باید آن را قطعه‌ای از یک کروموزوم بدانیم. سوآل این است که بزرگی آن قطعه چه اندازه باید باشد ــ چه مقدار از طول آن نوار کاغذی؟ توالی حروف رمز مجاور یکدیگر را روی آن نوار کاغذی در نظر بگیرید. این توالی را یک واحد ژن بنامید. ممکن است فقط توالی ده حرف پشت سرهم درون یک سیسترون باشد؛ شاید توالی هشت سیسترون باشد؛ ممکن است از وسط یک سیسترون شروع و همان جا تمام شود. هر واحد ژنی با واحدهای ژنی دیگر هم‌پوشانی خواهد داشت. شامل واحدهای کوچک‌تر می‌شود. و بخشی از یک واحد بزرگ‌تر را می‌سازد. مهم نیست به چه درازی یا کوتاهی باشد، برای هدف بحث حاضر، چیزی است که ما آن را واحد ژنی می‌نامیم. فقط مقداری از طول کروموزوم است و از نظر فیزیکی به هیچ‌وجه تفاوتی با بقیه‌ی آن کروموزوم ندارد.

حالا به نکته‌ی اصلی می‌رسیم. هرچه یک واحد ژنی طول کمتری داشته باشد، احتمال بیشتر بودن طول عمرش ــ در طی نسل‌ها ــ بیشتر است. مخصوصاً کمتر این احتمال وجود دارد که با چلیپایگی شکسته شود. فرض کنید هربار که یک اسپرم یا تخمک با تقسیم میتوزی ساخته می‌شود، احتمال دارد در یک کروموزوم کامل یک بار چلیپایگی رخ دهد و این تقاطع و تبادل ممکن است در هر جای طول کروموزوم صورت گیرد. اگر یک واحد ژنی دراز، عملاً نصف

1. G.C. Williams

طول یک کروموزوم، را در نظر بگیریم، احتمال اینکه در هر میوز قطع شود ۵۰ درصد است. اما اگر طول واحد ژنی موردنظر ما فقط یک‌صدم طول آن کروموزوم باشد، فقط یک درصد احتمال قطع و تبادل آن در هر تقسیم میوزی وجود دارد. در این صورت می‌توانیم انتظار داشته باشیم آن واحد ژنی در عبور از تعداد بیشتری از نسل‌های زادگان آن فرد دوام بیاورد. حتی می‌شود انتظار داشت گروهی که شامل چند سیسترون مجاور هم است قبل از اینکه با چلیپایگی شکسته شود چندین نسل زندگی کند.

برای راحتی، متوسط عمر یک واحد ژنی را به نسل بیان می‌کنند، که می‌توان آن را به سال نیز حساب کرد. اگر ما تمام یک کروموزوم را به عنوان یک واحد ژنی در نظر بگیریم، طول عمر آن فقط یک نسل خواهد بود. مثلاً کروموزوم ۸ـ الف را که باید از پدرتان به شما ارث رسیده باشد در نظر بگیرید. کمی قبل از اینکه نطفه‌ی شما بسته شود این کروموزوم در یکی از بیضه‌های پدرتان تولید شده و تا قبل از آن هرگز در طول تاریخ جهان وجود نداشته است. این کروموزوم طی فرایند جابه‌جایی میتوز، با کنار هم قرار گرفتن قطعه‌هایی از کروموزوم مادربزرگ پدری و قطعه‌هایی از کروموزوم پدربزرگ پدری شما تشکیل شده، درون یک اسپرم خاص قرار گرفته و کاملاً منحصر به فرد است. آن اسپرم (البته اگر شما یک دوقلوی غیرهمسان نباشید)، از میلیون‌ها شناورهایی بوده، که در یکی از تخمک‌های مادرتان لنگر انداخته است ــ و به این دلیل شما وجود دارید. این واحد ژنی مورد نظر، یعنی کروموزوم ۸ـ الف، در کنار بقیه مواد ژنی موجود در بدن شما شروع به تکثیر خودش می‌کند. اما وقتی نوبت بچه‌دار شدن شما می‌رسد یعنی شما تخمک (یا اسپرم) تولید می‌کنید، این کروموزوم شکسته می‌شود. ذراتی از آن با ذراتی از کروموزوم شماره‌ی ۸ـ ب مادری شما جابه‌جا می‌شود. در هر سلول جنسی، یک کروموزوم شماره‌ی ۸ جدید پیدا می‌شود که شاید از قبلی بهتر یا بدتر باشد، ولی، با مانع شدن از یک تصادف غیرمحتمل، چیز کاملاً متفاوت و منحصر به فردی است. طول زندگی هر کروموزوم فقط یک نسل است.

طول زندگی یک واحد ژنی کوچک‌تر، مثلاً یک‌صدم طول کروموزوم ۸ـ الف آدم چقدر است؟ این واحد هم از پدر به شما رسیده، اما به احتمال زیاد در اصل در

او تشکیل نشده است. بر اساس استدلال قبل، به احتمال ۹۹ درصد او آن را به همان صورت از یکی از دو والد خود دریافت کرده است. فرض کنید از مادرش گرفته باشد، یعنی از مادربزرگ پدری شما. باز ۹۹ درصد احتمال دارد که او هم آن را از یکی از والدین خود گرفته باشد. به همین ترتیب اگر رد اجداد یک واحد ژنی کوچک را به اندازه‌ی کافی دنبال کنیم به تولیدکننده‌ی آن می‌رسیم. بالأخره باید در زمانی درون بیضه یا تخمدان یکی از اجدادتان درست شده باشد.

بگذارید مفهوم خاصی را که از «درست شدن» در نظر دارم توضیح دهم. هرچه زیرواحدهایی که یک واحد ژنی موردنظر را می‌سازند کوچک‌تر باشند؛ احتمال اینکه آن واحد ژنی عمر طولانی‌تری داشته باشد بیشتر است. واحد ژنی ما در لحظه‌ی خاصی از زمان درست شده، یعنی قبل از آن لحظه این آرایش خاصی که زیرواحدهای آن دارند و هویت آن واحد را تشکیل می‌دهد، هرگز وجود نداشته است. لحظه‌ی درست شدن آن ممکن است همین اواخر بوده باشد، مثلاً در یکی از پدربزرگ یا مادربزرگ‌های شما. اما اگر یک واحد ژنی بسیار ریز مورد نظر ما باشد، شاید در یک نیای بسیار دورتر مثلاً در یک جاندار بوزینه مانند قبل از انسان[1] درست شده باشد. علاوه بر این، یک واحد ژنی کوچک درون شما در آینده هم ممکن است به همان اندازه عمر کند، و بدون تغییر از مسیری عبور کند که از میان نسل‌های متوالی زادگان شما می‌گذرد.

ولی فراموش نکنید مسیری که زادگان یک فرد طی می‌کنند یک مسیر منشعب‌شونده است نه یک خط راست. هر کدام از اجداد شما که یک قطعه‌ی کوتاه خاص از کروموزوم ۸ـ الف شما را «درست کرده» باشد، چه خانم بوده باشد چه آقا، علاوه بر شما زادگان دیگری هم داشته است. ممکن است یکی از واحدهای ژنی شما در نوه عموی پدرتان هم باشد. ممکن است در من، در نخست‌وزیر ما، در سگ شما هم آن واحد باشد، زیرا اگر به اندازه‌ی کافی به عقب برگردیم، همه‌ی ما اجداد مشترکی داریم. همین واحد کوچک ممکن است چندین بار جداگانه به‌طور تصادفی درست شده باشد: در صورتی که واحد کوچک باشد، این رخداد چندان غیرمحتمل نیست. اما این احتمال وجود ندارد که همه‌ی

1. ape-like prehuman

کروموزوم‌های حتی یکی از منسوبین نزدیک‌تان کاملاً مانند کروموزوم‌های شما باشد. هرچه یک واحد ژنی کوچک‌تر باشد، احتمال اینکه در آن با فرد دیگری شریک باشیم بیشتر می‌شود ــ احتمال اینکه در جهان چندین‌بار به‌صورت یک نسخه پیدا شده باشد بیشتر است.

اینکه با تقاطع و تبادل زیر واحدهای از قبل موجود به‌طور اتفاقی کنار هم قرار گیرند، شیوه‌ی معمول تشکیل واحدهای ژنی جدید است. شیوه‌ی دیگر ــ که از نظر تکامل بسیار مهم ولی بسیار نادر است ــ **جهش نقطه‌ای**[1] است. جهش نقطه‌ای اشتباهی است که با چاپ بد یک حرف در کتاب رخ می‌دهد. اشتباه نادری است. اما واضح است هرچه طول یک واحد ژنی بیشتر باشد، احتمال اینکه با یک جهش در نقطه‌ای در امتداد طولش تغییری در آن حاصل شود بیشتر است.

یک نوع اشتباه نادر دیگر **وارونگی**[2] است که نتایج درازمدت آن قابل‌ملاحظه است. یک تکه کروموزوم خود را از هردو سر جدا کرده، سروته می‌کند و دوباره به همان جا وصل می‌شود. با استفاده از قیاس قبل می‌شود گفت در این حالت لازم است آن صفحه‌ها دوباره شماره‌گذاری شوند. گاهی قطعه‌ای از کروموزوم‌ها فقط سروته نمی‌شوند بلکه به جای دیگری از آن کروموزوم می‌چسبند. در این وضعیت، یعنی از یک کتاب وارد کتاب دیگری شده‌اند. این نوع اشتباه ــ گرچه ممکن است فاجعه‌آمیز باشد ــ از این نظر مهم است که گاهی باعث می‌شود قطعه‌هایی از مواد ژنی کنار هم قرار گیرند که با هم همکاری بهتری دارند. شاید دو سیسترون که فقط در صورتی که کنار هم باشند اثر خوبی دارند ــ به‌نحوی مکمل‌اند یا یکدیگر را تقویت می‌کنند ــ با وارونگی کنار هم واقع شوند. آن‌گاه انتخاب طبیعی، آن واحد ژنی را که به این صورت شکل گرفته، ترجیح می‌دهد و تعدادش را در میان جمعیت‌های آتی زیاد می‌کند. این امکان وجود دارد که ژن‌های مرکب طی گذشت سال‌ها، به این ترتیب آرایششان تغییر کرده یا «ویرایش» شده باشند.

---

1. Point mutation 2. inversion

یکی از شسته‌رفته‌ترین نمونه‌های این پدیده را به نام **تـقلید**[1] مـی‌شناسیم. بعضی پروانه‌ها طعم بدی دارند. رنگ آنها معمولاً درخشان و چشـمگیر است و پرنده‌ها از روی نشانه‌های «هشداردهنده» آنها می‌فهمند که نزدیکشان نـروند. آن وقت گونه‌های دیگر پروانه که بدطعم نیستند از این وضعیت سـود مـی‌برند. آنها از پروانه‌های بدطعم تقلید می‌کنند. از نظر شکل و رنگ مثل بدطعم‌ها زاده می‌شوند (البته نه از نظر مزه). اغلب طبیعت‌شناسان و همچنین پرنده‌ها را گول می‌زنند. پرنده‌ای که یک‌بار طعم یکی از پروانه‌های واقعاً بدطعم را چشیده باشد دیگر به هیچ پروانه‌ای که به آن شکل باشد، از جمله پروانه‌های مقلد، نـزدیک نمی‌شود. و به این ترتیب ژن تقلید در انتخاب ترجیح داده می‌شود. به این شکل تقلید بسط پیدا می‌کند.

گونه‌های بسیار مختلفی از پروانه‌های بدطعم وجود دارد و این‌طور نیست که همه شبیه هم باشند. یک مقلد نمی‌تواند به همه‌ی آنها شبیه شود. باید خودش را به یک گونه‌ی خاص بدطعم شبیه کند. در کل، هر گونه‌ی مقلد خاص، در تقلید یک گونه‌ی بدطعم خاص تخصص دارد. اما گونه‌های تقلیدگری وجود دارند که کارشان بسیار عجیب است. بعضی افراد آن‌گـونه از یک گـونه‌ی بـدطعم تـقلید می‌کنند، افراد دیگر از گونه‌ی بدطعم دیگر. هر فردی که بین این دو گروه باشد یعنی بخواهد از هردو گروه تقلید کند خیلی زود خورده می‌شود و چـینن مـوجود بینابینی اصلاً زاده نمی‌شود. درست همان‌طور که یک فرد مذکر یا مؤنث است، یک پروانه‌ی مقلد هم باید از این و یا از آن گونه تقلید کند. یا از آن. مثلاً یک پروانه از گونه‌ی A تقلید می‌کند، برادرش از گونه‌ی B.

به نظر می‌رسد فقط یک ژن در تعیین اینکه از گونه‌ی A تقلید شـود یـا از گونه‌ی B، نقش داشته باشد. اما چگونه تنها یک ژن می‌تواند همه‌ی جنبه‌های چندگانه‌ای را که تقلید می‌شود ــ رنگ، شکل، طـرح خـال‌ها و حـالت پـرواز ــ تعیین کند؟ پاسخ این است که اگر ژن را به مفهوم سیسترون در نـظر بگـیریم، احتمالاً نمی‌تواند. اما با «ویرایش» خودکار و ناآگاهانه‌ای که حاصل وارونگـی و دیگر بازآرایی‌های اتفاقی مواد ژنی است، دسته‌ی بزرگی از ژن‌ها که قبلاً پراکنده

1. mimicry

بودند کنار هم جمع می‌شوند و روی یک کروموزوم می‌نشینند. رفتار کل این مجموعه مانند رفتار یک ژن است ــ در واقع اکنون طبق تعریف ژن محسوب می‌شود ــ و آلل آن یک مجموعه‌ی دیگر است. یک مجموعه شامل سیسترون‌هایی است که به تقلید از گونه‌ی A مربوط می‌شوند؛ در مجموعه‌ی دیگر به گونه‌ی B مربوط می‌شوند. احتمال اینکه با «چلیپایگی» در چنین مجموعه‌ای تقاطع و تبادل رخ دهد بسیار کم است و هرگز در طبیعت یک پروانه‌ی بینابین دیده نشده است: اما گاهی در میان تعداد زیادی پروانه که در آزمایشگاه به عمل می‌آورند ظاهر شده‌اند.

منظور من از واژه‌ی ژن یک واحد ژنی بسیار کوچک است که توانسته نسل‌های زیادی را پشت سر بگذارد و به‌صورت نسخه‌های فراوانی تکثیر شود. این تعریفی خشک و بدون انعطاف نیست، بلکه یک تعریف نسبی است مثل تعریف «بزرگ» و «پیر» که نسبی‌اند. هرچه احتمال جدا شدن قطعه‌ای از طول یک کروموزوم بیشتر باشد، احتمال اینکه بشود روی آن نام ژن گذاشت کمتر است؛ البته در مفهومی که من از ژن در نظر دارم. قاعدتاً سیسترون شرایط این تعریف را دارد، اما واحدهای بزرگ‌تر از آن هم همین‌طورند. یک دوجین سیسترون روی یک کروموزوم ممکن است آن قدر به‌هم نزدیک باشند که از نظر ما یک واحد ژنی پرعُمر را تشکیل دهند. مورد گروه پروانه‌های تقلیدگر نمونه‌ی خوبی است. وقتی سیسترون‌ها از بدنی خارج و وارد بدن دیگر می‌شوند، همان زمان که سوار بر اسپرم یا تخمک شده و راهی نسل جدیدی می‌شوند، ممکن است در آن کشتی کوچکی که هستند همسایه‌های نزدیک سفرهای قبل خود را ملاقات کنند؛ همسفران قدیمی که ضمن سفرهای پرماجرا در بدن‌های اجداد دور همراهشان بوده‌اند. سیسترون‌های مجاور روی یک کروموزوم گروه همبسته‌ای را تشکیل می‌دهند که وقتی زمان جدایی میوزی می‌رسد دیگر بعید است بتوانند با هم سوار یک کشتی شوند.

اگر دقیق‌تر می‌شدیم باید اسم این کتاب را نه **سیسترون خودخواه** و نه **کروموزوم خودخواه** می‌گذاشتیم، بلکه باید آن را **قطعه‌ی بزرگ کروموزوم تا حدی خودخواه** و **قطعه‌ی کوچک کروموزوم خودخواه‌تر** می‌نامیدیم. اما از چنین عنوانی مردم معمولاً خوششان نمی‌آید. بنابراین با تعریف ژن به‌عنوان قطعه‌ی کوچکی

از کروموزوم، که بالقوه در نسل‌های زیادی زنده می‌ماند، نام این کتاب را ژن خودخواه می‌گذارم.

اکنون به نقطه‌ای برگشتیم که در پایان فصل یکم ترکش کردیم. در آنجا دیدیم از هر موجودی که بتواند یک واحد انتخاب طبیعی به شمار آید انتظار می‌رود که خودخواهی داشته باشد. دیدیم که بعضی‌ها گونه را به‌عنوان واحد انتخاب طبیعی در نظر می‌گیرند، در حالی که کسانی دیگر جمعیت‌ها یا گروه‌های درون گونه‌ها را و عده‌ای دیگر افراد آن جمعیت‌ها را. همان‌طور که قبلاً گفتم من ترجیح می‌دهم ژن را واحد اصلی انتخاب طبیعی و بنابراین واحد اصلی خودخواهی بدانم. کار من تا اینجا این بوده است که ژن را به‌صورتی تعریف کنم که ناگزیر حق با من باشد!

انتخاب طبیعی در کلی‌ترین شکل خود به معنی تفاوت میزان بقا در موجودات است. بعضی موجودات می‌مانند و بعضی می‌میرند، اما برای اینکه این مرگ گزینشی اثری روی جهان داشته باشد وجود یک شرط اضافی ضروری است. هر موجود باید به‌صورت نسخه‌های متعددی وجود داشته باشد و دست‌کم بعضی از آنها ــ به‌صورت نسخه ــ باید بالقوه بتوانند در مدتی که از نظر تکامل با اهمیت است زنده بمانند. واحدهای ریز ژن این ویژگی را دارند؛ افراد، گروه‌ها و گونه‌ها چنین نیستند. دستاورد بزرگ گریگوری مندل نشان داد که واحدهای وراثتی را در عمل می‌توان مانند ذرات جداگانه‌ی غیرقابل تقسیم در نظر گرفت. ولی حالا می‌دانیم که موضوع به این سادگی هم نیست. حتی گاهی یک سیسترون تقسیم می‌شود و این‌طور نیست که هر دو ژنی که روی یک کروموزوم‌اند کاملاً از هم مستقل باشند. من سعی کردم ژن را به‌صورت واحدی تعریف کنم که، تا حد زیادی، به آن ذره‌ی غیرقابل تقسیم آرمانی نزدیک باشد. ژن غیرقابل تقسیم نیست، ولی به ندرت تقسیم می‌شود. یک ژن خاص در بدن یک فرد دقیقاً وجود دارد یا ندارد. ژن از پدر بزرگ یا مادربزرگ‌ها، با عبور مستقیم از میان نسل‌هایی که بین آنها هستند بدون اینکه با ژن‌های دیگر ادغام شود، بدون تغییر به نوه‌ها می‌رسد. اگر ژن‌ها مدام با یکدیگر آمیخته می‌شدند، انتخاب طبیعی به آن صورتی که ما می‌شناسیم هرگز ممکن نبود. از قضا این موضوع در زمان حیات داروین اثبات شده بود و توجه داروین را بسیار به خود جلب کرده بود،

زیرا در آن روزها تصور بر این بود که وراثت یک فرایند آمیخته است. در آن زمان کشف مندل منتشر شده بود و می‌توانست به داد داروین برسد اما افسوس که هیچ‌گاه داروین از آن باخبر نشد، ظاهراً تا سال بعد از مرگ داروین و مندل کسی آن را نفهمیده بود. شاید خود مندل هم به اهمیت کشفی که کرده بود پی نبرد. زیرا در غیر این صورت راجع به آن برای داروین می‌نوشت.

جنبه‌ی دیگر وراثتی بودن[1] ژن این است که دچار پیری نمی‌شود و احتمال مردن آن در یک میلیون سالگی بیشتر از زمان یکصد سالگی‌اش نیست. ژن در گذر از نسل‌ها، از بدنی به بدن دیگر می‌پرد و بدن‌ها را، یکی بعد از دیگری، متناسب با خواست خود تنظیم می‌کند و آنها را، یکی بعد از دیگری، قبل از اینکه با پیری و مرگ رو به نابودی روند، ترک می‌کند.

ژن‌ها همیشه زنده‌اند، یا بهتر بگوییم موجوداتی ژنتیکی هستند که حتی‌الامکان استحقاق داشتن چنین صفتی را دارند. ما که ماشین‌های بقای فردی هستیم، در این جهان می‌توانیم انتظار چند دهه عمر را داشته باشیم. اما انتظار عمر ژن‌ها در این جهان بسیار زیادتر از آن است که با دهه سنجیده شود و سر به هزاران و میلیون‌ها سال می‌زند.

در گونه‌هایی که تولیدمثل در آنها جنسی است، هر فرد یک واحد ژنی فوق‌العاده بزرگ و فوق‌العاده موقتی است، موقتی‌تر از آنکه بتوان آن را یک واحد باارزش در انتخاب طبیعی در نظر گرفت. گروهی که از جمع شدن این افراد تشکیل می‌شود واحد بزرگ‌تری است. از دیدگاه ژنی، افراد و گروه‌ها مثل ابر در آسمان یا توفان ذرات غبار در بیابان‌اند که کنار هم آمدن یا انبوه‌شدگی موقت دارند. تجمع آنها در زمان‌های مربوط به تکامل دوام ندارد. جمعیت‌ها ممکن است مدتی دوام داشته باشند، ولی مدام با جمعیت‌های دیگر می‌آمیزند و به این ترتیب هویت خود را از دست می‌دهند. به علاوه از درون نیز تحت تأثیر تغییرات تکاملی واقع می‌شوند. هویت جمعیت به‌اندازه‌ای که بتوان آن را یک واحد انتخاب طبیعی به شمار آورد مستقل نیست و ثبات و یکپارچگی لازم را ندارد تا در برابر جمعیت دیگری ترجیح داده شود.

---

1. Particulateness

وقتی بدن شخص وجود دارد به نظر مستقل می‌رسد، اما افسوس که این هستی طولانی نیست. هر فردی منحصر به فرد است. تکامل نمی‌تواند از بین موجوداتی که از هر کدام یک نمونه وجود دارد، انتخابی صورت دهد! تولیدمثل جنسی تکثیر نیست. درست همان‌طور که جمعیتی با جمعیت‌های دیگر می‌آمیزد، نسل‌های آینده‌ی یک فرد، آمیزه‌ای از او و شریک جنسی‌اش هستند. بچه‌های شما فقط نیمی از شمایند، نوه‌های‌تان فقط یک‌چهارم. بعد از چند نسل، در تعداد زیاد زادگان شما، حداکثر بخش بسیار کوچکی از شما ــ فقط چند ژن ــ وجود دارد، حتی اگر همه‌ی آنها نام شما را بر خود داشته باشند.

افراد چیزهای ماندگاری نیستند، موقتی‌اند. کروموزوم‌ها هم زیر و رو می‌شوند و به فراموشی سپرده می‌شوند، مثل یک دست ورق که بعد از هر دور بازی بُر می‌خورد. اما خود ورق‌ها بعد از بازی باقی می‌مانند. ژن‌ها با چلیپایگی از بین نمی‌روند، فقط شریک‌هایشان را عوض می‌کنند و پیش می‌روند. حتماً پیش می‌روند. کارشان همین است. آنها همتا سازند و ما ماشین‌های بقای آنها هستیم. وقتی خدمت موردنظر را انجام دادیم ما را دور می‌اندازند. اما ژن‌ها اهل زمان‌های بسیار طولانی‌اند؛ همیشگی‌اند.

ژن‌ها، مثل الماس، همیشگی‌اند، البته نه کاملاً مثل الماس. الماس به‌صورت بلوری که از الگوی ثابتی از اتم‌ها تشکیل شده ماندگار است. ماندگاری مولکول‌های DNA از این نوع نیست. زندگی فیزیکی هر مولکول DNA بسیار کوتاه است ــ شاید حدود چندماه ــ هرچه باشد بیشتر از طول یک عمر نیست. اما از جنبه‌ی نظری یک مولکول DNA می‌تواند به‌صورت نسخه‌هایی از خودش یکصد میلیون سال عمر کند. علاوه بر این، درست مانند همتاسازهای نخستین که در سوپ آغازین بودند، ممکن است نسخه‌های یک ژن خاص در سراسر جهان منتشر شود. فقط با این تفاوت که در روایت‌های جدید همه به‌صورت منظم و مرتبی درون بدن ماشین‌های بقا بسته‌بندی شده‌اند.

تأکید من بر ویژگی نامیرایی بالقوه‌ی ژن‌ها به‌صورت نسخه‌های متعدد است. در بعضی موارد می‌توان از تعریف ژن به عنوان یک تک سیسترون استفاده کرد، اما در مورد نظریه‌ی مربوط به تکامل باید آن را بسط داد. میزان بسط بستگی به هدف موردنظر دارد. قصد ما پی بردن به واحد عملی انتخاب طبیعی است. در

این راه باید ابتدا ویژگی‌های یک واحد انتخاب طبیعی کارآمد را مشخص کنیم که با استفاده از اصطلاحات فصل قبل عبارتند از: ماندگاری، زایایی و امانت در نسخه‌برداری. بعد ژن را فقط به عنوان بزرگ‌ترین موجودی که، حداقل بالقوه، این ویژگی‌ها را دارد تعریف می‌کنیم. ژن یک همتاساز ماندگار است که به‌صورت نسخه‌های تکثیر شده‌ی فراوان وجود دارد. البته ماندگاری آن ابدی نیست. الماس هم واقعاً فناناپذیر نیست و حتی یک سیسترون هم ممکن است با چلیپایگی دوتا شود. در تعریف ژن را قطعه‌ای از کروموزوم می‌دانیم به اندازه‌ای کوتاه که بالقوه به قدر کافی عمر می‌کند تا نقش یک واحد باارزش را در انتخاب طبیعی داشته باشد.

دقیقاً منظور از «به قدر کافی» چقدر است؟ این سوآل پاسخ شسته‌رفته‌ای ندارد. بستگی به این دارد که فشار انتخاب طبیعی چه اندازه باشد. یعنی بسته به این است که احتمال از بین رفتن یک واحد ژنی «بد» نسبت به آلل «خوب» آن چقدر باشد. این قضیه به جزئیات کمّی مربوط می‌شود که در نمونه‌های مختلف با هم فرق دارند. بزرگ‌ترین واحد عملی در انتخاب طبیعی ــ ژن ــ معمولاً در جایی روی یک خط میزان قرار دارد که در یک سر آن سیسترون و در سر دیگرش کروموزوم واقع است.

این نامیزاییِ بالقوه‌ی ژن است که باعث می‌شود آن را نامزد مناسبی برای واحد اصلی انتخاب طبیعی در نظر بگیریم. حالا وقت آن است که روی واژه‌ی «بالقوه» تأکید کنیم. هر ژن ممکن است میلیون‌ها سال عمر کند، اما عمر بسیاری از ژن‌های جدید به یک نسل هم نمی‌رسد. زنده ماندن تعداد اندکی از ژن‌های جدید تا حدی به‌دلیل خوش‌اقبالی‌شان است ولی عمدتاً به این دلیل است که آنی را که لازم است دارند، یعنی در ساختن ماشین بقا ماهرند. آنها روی روند رشد جنین در بدن‌های متوالی، که در آنها زندگی می‌کنند، تأثیر می‌گذارند به‌صورتی که احتمال زنده ماندن و تولیدمثل آن بدن را، نسبت به بدنی که تحت تأثیر ژن رقیب یا آلل است، کمی بیشتر می‌کنند. برای مثال، یک ژن «خوب» ممکن است با ایجاد پاهای بلند در بدن‌های متوالی که خود در آن است، بقای خود را تضمین کند، به این ترتیب که آن بدن‌ها بهتر بتوانند از مقابل شکارگرها فرار کنند. این یک مورد خاص است نه یک نمونه‌ی کلی. برای موش داشتن

پای بلند مزاحمت است. به جای اینکه خود را درگیر این جزئیات کنیم بهتر است بپرسیم آیا هیچ ویژگی **کلی** وجود دارد که انتظار آن را در همه‌ی ژن‌های «خوب» (یعنی دراز عمر) داشته باشیم؟ در مقابل چه ویژگی‌هایی باعث می‌شود که بر یک ژن برچسب «بد» (کوتاه عمر) را بزنیم. ممکن است تعدادی از این ویژگی‌های کلی داشته باشیم، ولی یکی از آنها به‌طور خاص به این کتاب مربوط می‌شود: در سطح ژن باید ایثارگری را بد و خودخواهی را خوب بـه شـمار آورد. ایـن پـیامد اجتناب‌ناپذیر تعریفی است که از ایثارگری و خودخواهی داشتیم. ژن‌ها برای بقا مستقیماً با آلل‌هایشان رقابت می‌کنند، چون آلل‌ها در خزانه‌ی ژنی و در گرفتن جایگاه روی کروموزوم در نسل‌های آینده رقیب آنهایند. در آن خزانه احتمال زنده ماندن هر ژنی بیشتر خواهد شد که به‌بهای زیر پا گذاشتن تمایل آلل رقیب، با رفتارش احتمال بقای خود را در آینده افزایش دهد، این توضیح واضحات است، ولی، بنا به تعریف، آن ژن واحدِ اصلی خودخواهی محسوب می‌شود.

پیام اصلی این فصل همین بود. من از چند مسـئله و فـرض پـنهان سـریع گذشتم. اولین مسئله را قبلاً به‌طور گذرا دیدیم، هر قدر ژن‌ها در سـفری کـه از میان نسل‌ها می‌کنند آزاد و مستقل باشند، در کنترلی که بـر رشـد جـنین دارنـد آزادی و استقلال چندانی ندارند. آنها هم با یکدیگر و هم با محیط زیست خود همکاری و تعامل پیچیده و غیرقابل تفکیکی دارند. عباراتی مانند «ژن بلندی‌پا» یا ژن «رفتار ایثارگرانه» در کلام چیز راحتی است اما مهم این است که به معنای واقعی آنها پی ببریم. هیچ ژنی نیست که دست‌تنها پا بسازد ــ چه بلند چه کوتاه. ساختن پا حاصل کار دسته‌جمعی چندین ژن است. تأثیر محیط بیرون را هم باید لحاظ کرد، اصلاً در واقع پا از غذا ساخته می‌شود! اما شاید ژنی وجود داشته باشد که اگر دیگر شرایط یکسان باشد، نسبت به عملکرد آلل خود در این مورد، پا را بلندتر کند.

برای قیاس، تأثیر یک کود، مثلاً نیترات، را بر روی رشد گندم در نظر بگیرید. همه می‌دانیم گیاه گندم با کود نیترات، نسبت به شرایطی کـه ایـن کـود مـوجود نباشد بیشتر رشد می‌کند. ولی هیچ‌کس آن قدر نـادان نـیست کـه بگـوید خـود نیترات گندم را می‌سازد. بدیهی است که دانه، خاک، آفتاب، آب و مـواد مـعدنی مختلف همه لازمند. اما اگر همه‌ی این عوامل را ثابت در نظر بگیریم و حـتی

هرکدام در محدوده‌ای بتوانند کم و زیاد شوند، افزودن نیترات باعث می‌شود گیاه بیشتر رشد کند. به این ترتیب یک ژن خاص در رشد رویان نقش دارد. رشد مراحل ابتدایی را شبکه‌ی درهم تنیده‌ای از روابط بسیار پیچیده، کنترل می‌کند که سردرآوردن از آن آسان نیست. هیچ عامل ژنی یا محیطی را نمی‌توان تنها «علت» بخشی از یک کودک در نظر گرفت. هر بخش بدن کودک را که در نظر بگیریم نزدیک به بی‌نهایت علت قبلی در آن نقش دارد. اما تفاوت بین یک کودک با کودک دیگر، مثلاً تفاوت در طول ساق پا، را می‌توان به‌آسانی ردیابی کرد تا به یک یا چند تفاوت ساده‌ی پیشین در محیط زیست یا در ژن‌ها رسید. همین تفاوت‌ها هستند که در رقابت برای بقا مهم‌اند؛ و این تفاوت‌های تحت کنترل ژن‌ها هستند که در تکامل نقش دارند.

برای یک ژن، آلل‌ها رقیبان مرگ‌آوری هستند، اما ژن‌های دیگر بخشی از محیط به شمار می‌آیند، و در ردیف دما، غذا، شکارگرها، یا همراهان قرار دارند. اثر ژن به محیط بستگی دارد و محیط، ژن‌های دیگر را نیز شامل می‌شود. یک ژن گاهی در حضور یک ژن خاص دیگر اثری کاملاً متفاوت از آن تأثیری دارد که در حضور مجموعه‌ای دیگر از ژن‌های همراه خود دارد. کل مجموعه ژن‌هایی که درون یک بدن قرار دارد یک نوع فضا یا زمینه‌ی ژنی به وجود می‌آورند که باعث تغییر یا تعدیل اثر هر ژن خاص می‌شوند.

اما حالا به نظر می‌رسد با یک تناقض مواجهیم. اگر ساختن یک کودک کار گروهی و بسیار پیچیده است و اگر هر ژن نیاز به هزاران ژن همکار دیگر دارد تا کارش نتیجه دهد، چگونه می‌توان این را با آن تصویری تطبیق دهیم که من از ژن تقسیم‌ناپذیر که مثل بُز کوهیِ نامیرا از بدنی به بدن دیگر می‌پرد ایجاد کردم؟ با این عامل حیاتی که آزاد و بی‌خیال و خودخواه است؟ همه‌ی آن حرف‌ها بی‌ربط بود؟ اصلاً چنین نیست. شاید این شاخ و برگ‌ها مرا کمی از مسیرم دور کرده باشد، ولی بی‌ربط نگفته‌ام و در واقع تناقضی در میان نیست. می‌شود با استفاده از یک قیاس دیگر موضوع را شرح داد.

یک پاروزنِ تنها نمی‌تواند در مسابقه‌ی قایقرانی بین آکسفورد و کمبریج برنده شود. هشت همکار لازم دارد. هر کدام آنها باید برای نشستن در جای خاصی از قایق تخصص داشته باشند ــ در سینه‌ی قایق، در پاشنه، پشت سکان

و غیره. راندن قایق یک کار گروهی است، با این حال بعضی در کارشان از بقیه ماهرترند. فرض کنید یک مربی بخواهد از میان گروهی داوطلب نفرات موردنظر خـود را انـتخاب کـند، بـعضی را بـرای جـایگاه سـینه، بـعضی را بـرای سکـان، همین‌طور تا آخر. حالا فرض کنید که به‌صورت زیر آنها را گزینش می‌کند. ــ در هر روز سه دسته پاروزن را کنار هم امتحان می‌کند و به‌صورت اتفاقی جای آنها را عوض می‌کند و می‌گذارد با هم مسابقه دهند. بعد از چند هفته کـم‌کم مـعلوم می‌شود که نفرات قایق‌های برنده اغلب افراد معینی هسـتند. بـه آنـها بـرچسب پاروزن خوب زده می‌شود. درون قایق‌های کُندروتر افراد دیگری هستند کـه بـه تدریج از میدان به‌در می‌شوند. اما گاهی ممکن است یک پاروزن خوب عضو یک قایق کُندرو باشد، دلیلش ضعیف بودن هم‌گروه‌هایش یـا بـدبیاری اوست، مـثلاً شدید بودن باد مخالف. فقط می‌شود گفت مردانـی کـه در قـایق بـرنده هسـتند روی‌هم‌رفته بهترند.

این پاروزن‌ها همان ژن‌ها هستند. رقیبانی که با هم بر سر یک جا در قایق رقابت می‌کنند آلل‌هایی هستند که بالقوه می‌توانند در طول کروموزوم جای خاصی را اشغال کنند. تند پارو زدن به ساخت بدنی مربوط می‌شود که بقای خوبی دارد. باد محیط بیرون است. مجموعه‌ی افراد داوطلب خزانه‌ی ژنی است. تا آنجا که به ماندگاری هر تک بدن مربوط می‌شود، همه‌ی ژن‌های آن درون یک قایقند. چه بسا که یک ژن خوب گرفتار همراهان بد شود، و خودش را در بدنی بیابد که در آن ژن کُشنده‌ای هست، و آن ژن بدن کودکی را از بین می‌برد. در این صورت ژن خوب هم همراه آن بدن از بین می‌رود. گرچه این وضع برای یک بدن اتفاق می‌افتد، نسخه‌های دیگر آن ژن خوب در بدن‌های دیگری هستند که در آنها از آن ژن کشنده خبری نیست. بعضی از نسخه‌های آن ژن خوب بر اثر سهیم بودن بـا ژن‌هـای کُشـنده در یک بـدن از بـین مـی‌روند و بسـیاری هـم بـه دلیـل بدشانس‌های دیگر نابود می‌شوند، مثلاً وقتی بدن مورد اصابت رعد و برق واقع می‌شود. اما بنا به تعریف اقبال، یعنی خوب یا بد آمدنِ قرعه اتفاقی است و ژنی که مدام بد می‌آورد فقط بدبیار نیست، ژن بدی است.

یکی از ویژگی‌های پاروزن خوب کار تیمی است، این توانایی که بـا بـقیه‌ی افراد هماهنگ باشد و همکاری کند. شاید این به اندازه‌ی داشتن بازوهای قوی

مهم باشد. همان‌طور که در مورد پروانه‌ها دیدیم، انتخاب طبیعی ممکن است با وارونگی یا انواع دیگر جابه‌جایی‌ها در قطعات کروموزوم، یک ژن مرکب را «ویرایش» کند و به این ترتیب ژن‌هایی که همکاری خوبی با هم دارند در یک‌جا جمع شوند. همچنین ممکن است ژن‌هایی که از نظر فیزیکی اصلاً ربطی به هم ندارند نیز به خاطر سازگاری دوجانبه‌ای مورد انتخاب واقع شوند. به ژنی برتری داده می‌شود که با ژن‌هایی که احتمالاً در بدن‌های متوالی ملاقات می‌کند، یعنی با بقیه‌ی ژن‌های خزانه، همکاری خوبی داشته باشد.

برای مثال، در بدن یک گوشتخوار بعضی خصوصیات مهم است، از جمله دندان تیز و برنده، روده‌ی مناسب برای هضم گوشت و خیلی چیزهای دیگر. از آن طرف یک گیاهخوار کارآمد دندان تخت و ساینده لازم دارد و روده‌اش باید خیلی درازتر باشد و شیمی هضم متفاوتی داشته باشد. در خزانه‌ی ژنی یک گیاهخوار، هر ژن جدیدی که به دارنده‌اش دندان تیز گوشتخواری بدهد زیاد مطلوب نیست. نه به این دلیل که کُلاً گوشتخواری بد است، بلکه به این دلیل که بدون داشتن روده‌ی مناسب گوشتخواری، نمی‌شود به‌راحتی گوشت خورد، مگر اینکه روده‌ی مناسب و همچنین همه‌ی ویژگی‌های دیگر زندگی گوشتخواری را دارا بود. ژن دندان تیز گوشتخوار ذاتاً ژن بدی نیست. چنین ژنی فقط در یک خزانه‌ی ژنی که در آن ژن‌های خاص گیاهخواری حاکمیت دارند، ژن بد محسوب می‌شود.

این یک مفهوم ظریف و پیچیده است. پیچیده است زیرا «محیط کار» ژن را تا حد زیادی ژن‌های دیگر تشکیل می‌دهند، که هر کدام آنها نیز بر مبنای توانایی‌شان در همکاری با محیط خود که همکاری با محیط خود انتخاب می‌شوند که همان ژن‌های دیگرند. شاید با استفاده از قیاس بهتر بتوان این نکته را نشان داد، گرچه در این قیاس نه از یک تجربه‌ی روزمره، بلکه از نظریه‌پردازی‌ها که در فصل پنجم معرفی و به رقابت‌های تهاجمی بین حیوانات مربوط می‌شود، استفاده می‌کنیم. بنابراین بحث بیشتر در مورد این نکته را به آخر فصل پنجم موکول می‌کنم و برمی‌گردم به پیام اصلی این فصل. یعنی اینکه بهترین واحد بنیادی انتخاب طبیعی نه گونه است نه جمعیت، نه حتی افراد. بلکه واحد کوچکی از ماده‌ی ژنی است که برای راحتی کار برچسب ژن را رویش

گذاشته‌ایم. اساس این بحث، همان‌طور که قبلاً گفتیم، این فرض است که ژن‌ها بالقوه نامیرا هستند، در حالی که بدن‌ها و همه‌ی دیگر واحدهای عالی‌تر کوتاه‌عمرند. این فرض بر مبنای دو واقعیت است، اول تولیدمثل جنسی و «چلیپایگی»، و دوم میرا بودن افراد. اینها واقعیت‌های انکارناپذیری‌اند. اما مانع این نمی‌شوند که علت آنها را مورد سوآل قرار دهیم. چرا ما و بیشتر دیگر ماشین‌های بقا از تولیدمثل جنسی استفاده می‌کنیم؟ چرا در کروموزوم‌های ما چلیپایگی وجود دارد؟ و چرا ما تا ابد زنده نمی‌مانیم؟

این سوآل که چرا ما از پیری می‌میریم سوآل مشکلی است و جزئیات آن خارج از گستره‌ی این کتاب است. علاوه بر دلایل خاص، چند دلیل کلی‌تر در پاسخ به آن ارائه شده است. برای مثال، یک نظریه این است که کهولت نشان‌دهنده‌ی انباشتگی زیان‌بار اشتباه در نسخه‌برداری‌ها و دیگر آسیب‌های ژنی در طول زندگی فرد است. نظریه‌ی دیگری، از سِر پیتر مداوار[1]، نمونه‌ی خوبی است از توجه به انتخاب ژنی در مورد تکامل. مداوار ابتدا استدلال‌های سنتی را رد می‌کند، مانند اینکه مردن افراد، ایثارگری نسبت به بقیه‌ی افراد گونه محسوب می‌شود زیرا اگر مردنی در کار نبود، افرادی که دیگر نمی‌توانستند تولیدمثل کنند بیهوده دنیا را شلوغ می‌کردند. همان‌طور که مداوار خاطرنشان می‌کند این استدلال در باطل است و آن چیزی را که می‌خواهد ثابت کند مفروض به حساب می‌آورد. مثلاً اینکه حیوانات پیر فرتوت‌تر از آن‌اند که تولیدمثل کنند. به علاوه، این استدلال برای توجیه انتخاب گروه یا انتخاب گونه توضیح محکمی نیست، گرچه آن قسمت از بحث را می‌توان به‌صورت دیگری موجه‌تر بیان کرد. در نظریه‌ی خود مداوار منطق زیبایی پنهان است. اکنون به آن می‌پردازیم.

قبلاً پرسیدیم که ویژگی کلی ژن خوب چیست و تعیین کردیم که یکی از آن ویژگی‌ها «خودخواهی» است. اما یک ویژگی مهم دیگر ژن‌های موفق تمایل به عقب انداختن مرگ ماشین‌های بقایشان، دست‌کم تا بعد از تولیدمثل، است. بی‌شک بعضی از عموزاده‌ها یا عموهای شما در کودکی مرده‌اند، اما نه یکی از

1. Sir Peter Medawar

اجداد شما. اجداد در کودکی نمی‌میرند!

ژنی که باعث می‌شود دارنده‌اش بمیرد ژن کشنده[1] نام دارد. ژن نیمه کشنده باعث ناتوان شدن فرد می‌شود، طوری که احتمال مرگ بر اثر علت‌های دیگر زیاد شود. هر ژن بیشترین تأثیرش را بر یک بدن در یک دوره‌ی خاص نشان می‌دهد، و ژن‌های کشنده و نیمه کشنده از این قاعده مستثنی نیستند. بیشتر ژن‌ها اثرشان را در دوران جنینی نشان می‌دهند، بعضی در دوران کودکی، بعضی دیگر در جوانی، بعضی در میان‌سالی و تعدادی در سن پیری. (کرم پروانه و پروانه‌ای که از آن پیدا می‌شود مجموعه ژن‌های کاملاً یکسانی دارند.) واضح است که این تمایل وجود دارد که ژن‌های کشنده از خزانه‌ی ژنی کنار گذاشته شود. و به همان اندازه واضح است که در یک خزانه‌ی ژنی یک ژن کشنده‌ی دیر عمل کن.[2] پایداری و ماندگاری بیشتری خواهد داشت نسبت به یک ژن کشنده‌ی زود عمل کن[3] ژن کشنده‌ای که در یک بدن مسن قرار دارد، اگر اثر مهلک خود را تا زمانی که آن بدن چند تولیدمثل انجام دهد بروز ندهد، هنوز در خزانه‌ی ژنی موفق به حساب می‌آید. برای مثال، ژنی که باعث می‌شود فرد پیر دچار سرطان شود ممکن است به تعدادی از فرزندان آن فرد منتقل شود زیرا صاحب آن ژن قبل از ابتلا به سرطان تولیدمثل‌هایی انجام داده است. از آن سو، ژنی که باعث می‌شود فرد جوان دچار سرطان کشنده شود اصلاً به هیچ یک از فرزندان آن فرد منتقل نمی‌شود. بنابراین، طبق این نظریه، نابودی بر اثر کهولت فقط یک محصول جانبی انباشتگی ژن‌های کشنده و نیمه‌کشنده دیر عمل کن است که به دلیل دیر عمل کردنشان اجازه یافته‌اند از صافی انتخاب طبیعی بگذرند.

جنبه‌ای که خود مداوار روی آن تکیه می‌کند این است که در انتخاب به ژن‌هایی برتری داده می‌شود که عمل ژن‌های کُشنده‌ی دیگر را عقب می‌اندازند و همچنین به ژن‌هایی اولویت داده می‌شود که عملکرد ژن‌های خوب را تسریع می‌کنند. شاید مقدار زیادی از تکامل به تغییراتی مربوط شود که تحت کنترل ژن‌ها و در مرحله‌ی شروع فعالیتشان رخ داده است.

---

1. a lethal gene 2. late acting gene 3. early acting gene

توجه به این نکته مهم است که این نظریه هیچ پیش فرضی را در مورد سن خاص تولیدمثل در نظر نمی‌گیرد. نظریه‌ی مداوار، با در نظر گرفتن این پیش‌فرض که همه‌ی افراد در هر سنی به یک اندازه احتمال بچه‌دار شدن دارند، بلافاصله انباشتگی ژن‌های فرتوت دیرعمل کن را در خزانه‌ی ژن پیش‌بینی می‌کند و گرایش کمتر به تولیدمثل در پیری را پیامد ثانویه‌ی آن در نظر می‌گیرد.

یکی از مشخصات خوب این نظریه این است که ما را به سمت حدس‌های نسبتاً جالبی هدایت می‌کند. برای مثال، می‌توان از آن چنین برداشت کرد که اگر بخواهیم طول عمر انسان را زیاد کنیم، دو راه کلی وجود دارد. اول، اینکه تولیدمثل را تا پس از سن خاصی ممنوع کنیم، مثلاً از چهل سالگی. بعد از چند قرن می‌شود آن را تا ۵۰ سالگی بالا برد و همین‌طور بیشتر کرد. قابل تصور است که از این طریق می‌توان عمر انسان‌ها را تا چند قرن افزایش داد. ولی بعید است کسی واقعاً این راه را امتحان کند.

راه دیگر این است که سعی کنیم ژن‌ها را «گول» بزنیم طوری که تصور کنند بدنی که در آن هستند جوان‌تر از سن واقعی است. در عمل، این به‌معنی پی بردن به تغییراتی است که در محیط شیمیایی درون بدن طی پیر شدن رخ می‌دهد. هر کدام اینها می‌تواند «نشانه‌ای» باشد که با آن ژن‌های کشنده‌ی دیر عمل کن فعال شوند. با شبیه‌سازی خواص شیمیایی سطحی یک بدن جوان شاید بتوان از به‌کار افتادن ژن‌های ضعیف‌کننده‌ی دیر عمل کن جلوگیری کرد. نکته‌ی جالب اینکه لازم نیست نشانه‌های شیمیایی دوره‌ی پیری، به مفهوم عالی آن، خود تضعیف‌کننده باشند. برای مثال، فرض کنید به‌طور تصادفی تجمع ماده‌ی S در بدن افراد پیر بیشتر باشد تا در افراد جوان. خود S می‌تواند یک ماده‌ی کاملاً بی‌ضرر باشد، شاید یک ماده غذایی باشد که طی سال‌ها در بدن انباشته شده است. اما خودبه‌خود، هر ژنی که تصادفاً در حضور S اثر تضعیف‌کننده دارد و در غیر این صورت اثرآن خوب است، از خزانه‌ی ژن برگزیده شده و در نتیجه ژنی «برای» مردن از پیری به حساب می‌آید. چاره‌ی کار این است که آن S را از بدن خارج کنیم.

چیزی که به این نظریه جنبه‌ی انقلابی می‌دهد این است که "S" فقط یک برچسب برای پیری است. پزشکی که متوجه می‌شود تجمع S منجر به مرگ

می‌شود، احتمالاً S را نوعی سم در نظر می‌گیرد و سعی می‌کند رابطه‌ی علت و معلولیِ مستقیمی بین S و عملکرد بدنِ مسئله‌دار پیدا کند: ولی در مورد این نمونه‌ی فرضی شاید بیهوده وقتش را هدر می‌دهد!

همچنین ممکن است یک ماده‌ی Y وجود داشته باشد با برچسب جوانی، به این معنا که تجمع آن در بدن‌های جوان بیش از بدن‌های پیر باشد. باز هم این احتمال هست ژن‌هایی که در حضور Y اثر خوبی دارند و در عدم حضور Y اثر تضعیف‌کننده دارند انتخاب شوند. بدون داشتن راهی برای پی بردن به اینکه S و Y چه هستند ــ این‌گونه مواد کم نیستند ــ می‌توان به راحتی پیش‌بینی کرد هرچه ویژگی‌های یک بدن جوان را در یک بدن پیر شبیه‌سازی کنیم آن بدن پیر عمر درازتری خواهد داشت، گرچه آن خواص ممکن است ظاهری جلوه کنند.

باید تأکید کنم اینها فقط حدسیات ما بر حسب نظریه‌ی مداوار است. گرچه نظریه‌ی مداوار در مفهوم منطقی خود تا حدی به حقیقت نزدیک است ولی به این معنی نیست که حتماً تنها توضیح صحیح در هر مورد از زوال بر اثر پیری باشد. آنچه از نظر بحث حاضر مهم است دیدگاهی است که در آن انتخاب ژن در تکامل مورد توجه است، و در این استدلال که در افراد هنگام پیری تمایل به مرگ وجود دارد اشکالی پیش نمی‌آورد. فرض میرا بودن فرد، که در کانون بحث این فصل قرار دارد، در چهارچوب این نظریه قابل توجیه است.

توجیه فرض دیگری که به آن نپرداختم، یعنی وجود تولیدمثل جنسی و «چلیپایگی» مشکل‌تر است. لازم نیست همیشه چلیپایگی رخ دهد. در مگس میوه‌ی نر چنین چیزی روی نمی‌دهد. در «مگس میوه»های ماده هم ژنی وجود دارد که از اثر «چلیپایگی» جلوگیری می‌کند. اگر می‌خواستیم جمعیتی از مگس‌ها را پرورش دهیم که در همه‌شان این ژن باشد، در یک خزانه‌ی کروموزوم، خود کروموزوم واحد غیرقابل تقسیم و اصلی در انتخاب طبیعی می‌شد. در واقع، اگر تعریف‌مان را تا نتیجه‌ی منطقی‌اش دنبال کنیم، کل یک کروموزوم را باید یک «ژن» به حساب آوریم.

باز آن وقت هم، جانشینی برای جنسیت وجود می‌داشت. شته‌های[1] ماده

1. aphids

می‌توانند زادگان ماده‌ی بدون پدری را زنده‌زایی کنند که در هر کدام تمام ژن‌های مادر وجود داشته باشد. (از قضا، شاید جنین که در زهدان مادر است درون خودش یک جنین کوچک‌تر داشته باشد. بنابراین ممکن است یک شته هم‌زمان یک دختر و یک مادربزرگ بزاید، که هردوی آنها معادل جفت دوقلوی خودش باشند.) بسیاری از گیاهان با فرستادن ریشه‌های زیرزمینی به اطراف، تکثیر می‌شوند در این مورد شاید بتوان گفت در واقع رُشد صورت می‌گیرد نه تولیدمثل؛ اما اگر دقت کنید، بین رشد و تولیدمثل غیرجنسی تفاوت نسبتاً کمی وجود دارد، چون هردو با تقسیم ساده‌ی سلول به‌صورت میتوز انجام می‌گیرد. گاهی گیاهانی که با تولیدمثل گیاهی به وجود می‌آیند از «والد» خود جدا می‌شوند. در موارد دیگر، مثلاً درخت نارون، ریشه‌های زیرزمینی به همان صورت باقی می‌مانند. در واقع کل یک جنگل نارون را می‌توان یک گیاه در نظر گرفت.

حال، سوآل این است: اگر شته و درخت نارون تولیدمثل جنسی ندارند، چرا بقیه‌ی ما باید برای بچه‌دار شدن چنین راه طولانی، یعنی آمیختن ژن‌های‌مان با ژن‌های یک فرد دیگر، را طی کنیم؟ شاید از راه غیرمعمول وارد این قضیه شده‌ایم. اصلاً جنسیت داشتن، این روش عجیبی که در تقابل با تولیدمثل سرراست است، از کجا پیدا شده است؟ فایده‌اش چیست؟

برای یک متخصص تکامل پاسخ به این سوآل آسان نیست. اغلب تلاش‌های جدی برای پاسخ به این سوآل از استدلال‌های پیچیده‌ی ریاضی کمک می‌گیرد. راستش را بگویم من می‌خواهم آن را نشنیده بگیرم، فقط یک چیز می‌گویم. و آن اینکه حداقل تا حدی مشکل نظریه‌پردازان در توضیح تکامل جنسی به این واقعیت برمی‌گردد که آنها بر حسب عادت فکر می‌کنند افراد سعی دارند ژن‌هایی را که زنده مانده‌اند زیاد کنند. در این صورت، به تناقضی در جنسیت برمی‌خوریم، زیرا برای اینکه فرد بتواند ژن‌های خود را منتشر کند روش ناکارآمدی است: هر بچه فقط ۵۰ درصد ژن مادرش را در خود دارد، ۵۰ درصد بقیه را از شریک جنسی مادر خود گرفته است. فقط در صورتی که مادری مثل شنه، بچه‌ها را به‌صورت نسخه‌ی کامل خودش بیرون بریزد، صددرصد ژن‌هایش را در بدن بچه‌اش به نسل بعد منتقل می‌کند. این دوگانگی آشکار

بعضی نظریه‌پردازان را به سمت گروه گزینی[1] سوق داده است. چون در آن صورت نسبتاً به سادگی می‌توان تصور کرد که در گروه گزینی به جنس برتری داده شود. چنان که و. ف. بودمر[2] به روشنی بیان کرده است: جنسیت باعث می‌شود جهش‌های برتری که جداگانه در افراد متفاوت رخ داده‌اند راحت‌تر در یک بدن انباشته شوند.

اما اگر استدلال‌های این کتاب را دنبال کنیم و هر فرد را ماشین بقایی بدانیم که از دور هم جمع شدن کوتاه‌مدت ژن‌های پرعمر درست شده است، این تناقض کم‌رنگ‌تر می‌شود. آن‌گاه از دیدگاه کل یک فرد، «کارآیی» بی‌ربط به نظر می‌رسد. جنسی بودن در مقابل غیرجنسی بودن مانند یک ویژگی مربوط به یک ژن می‌شود درست مثل ویژگی چشم آبی در مقابل چشم قهوه‌ای. ژن جنسیت، برای رسیدن به اهداف خودخواهانه‌ی خود، همه‌ی ژن‌های دیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. طبق تعریف، ژنِ چلیپایگی هم همین‌طور است. حتی ژن‌هایی هستند ــ به‌نام جهشگر ــ که در میزان اشتباه‌های نسخه‌برداریِ ژن‌های دیگر دستکاری می‌کنند. طبق تعریف، اشتباه در نسخه‌برداری به ضرر ژنی است که بد نسخه‌برداری شده است. اما اگر این اشتباه به نفع ژن جهشگر خودخواهی باشد که عامل ایجاد آن است. آن ژن جهشگر در خزانه زیاد می‌شود. به همین ترتیب، اگر چلیپایگی به نفع ژنی باشد که آن را انجام می‌دهد، همین دلیل برای وجود آن چلیپایگی کافی است و اگر تولیدمثل جنسی، در مقایسه با غیرجنسی، به نفع ژن تولیدمثل جنسی باشد، همین توضیح برای وجود تولیدمثل جنسی کفایت می‌کند. اینکه آن فرد از همه‌ی ژن‌های دیگر سود ببرد یا نه مهم نیست. از دیدگاه ژن خودخواه، جنسیت اصلاً چیز عجیبی نیست.

مثل اینکه این بحث کم‌کم دارد وارد یک دور باطل می‌شود، زیرا وجود جنسیت پیش‌نیازی است برای کل زنجیره‌ی استدلال منجر به اینکه ژن را واحد انتخاب در نظر بگیریم. به نظر من برای گریز از این چرخه راه‌هایی وجود دارد، ولی جای بررسی آنها این کتاب نیست. جنسیت وجود دارد، همین و بس. در نتیجه‌ی جنسیت و چلیپایگی است که یک واحد کوچک ژنی یا ژن را می‌توان

---

1. Sroup-selectionism 2. W.F. Bodmer

نزدیک‌ترین چیز به یک عامل مستقل و بنیادی تکامل در نظر گرفت.

تنها جنسیت نیست که با در نظر گرفتن خودخواهی برای ژن از تناقض آن کاسته می‌شود، علاوه بر این، معلوم می‌شود که مقدار DNA موجود در هر زیستمند بیش از حداقل لازم برای آن است. مقدار زیادی از DNA اصلاً به پروتئین ترجمه نمی‌شود. از نظر یک موجود آلی، در این موضوع تناقض وجود دارد. اگر «هدف» DNA نظارت بر ساختمان بدن باشد، چرا مقداری از DNA چنین کاری را انجام نمی‌دهد. زیست‌شناسان سعی دارند متوجه شوند این DNA به‌ظاهر مازاد به چه درد می‌خورد. اما از نظر خود ژن خودخواه، تناقضی در کار نیست. «هدف» اصلی DNA ماندگار بودن است، نه چیزی بیشتر و نه چیزی کمتر. ساده‌ترین راه برای توضیح DNA اضافی این است که آن را «انگل» یا به شکل بهتر یک مسافر اضافی در نظر بگیریم که مجانی سوار ماشین بقایی شده است که DNAهای دیگر ساخته‌اند.

بعضی‌ها نسبت به چیزی که در تکامل ژن اضافی در نظر گرفته شده اعتراض دارند. آنها چنین استدلال می‌کنند که این کل فرد است که همراه همه‌ی ژن‌های خود زنده می‌ماند یا می‌میرد. امیدوارم در این فصل به اندازه کافی نشان داده باشم که من با این موضوع مخالفتی ندارم. درست همان‌طور که کل قایق در یک مسابقه برنده یا بازنده می‌شود، در واقع کل یک فرد است که می‌میرد یا می‌ماند، و نزدیک‌ترین نمودی که انتخاب طبیعی دارد در سطح افراد دیده می‌شود. اما نتایج درازمدت مرگ غیرتصادفی[1] افراد و توفیق در تولیدمثل خود را به‌صورت تغییر بسامد ژن در خزانه‌ی ژنی نشان می‌دهد. باکمی احتیاط می‌توان گفت، خزانه‌ی ژنی امروز همان نقشی را برای همتاسازهای امروزی دارد که سوپ آغازین برای همتاسازهای نخستین داشت. اثر جنسیت، چلیپایگی و کروموزوم حفظ موجودی معادل‌های امروزی آن سوپ است. با جنسیت و چلیپایگی خزانه‌ی ژنی خوب زیر و رو شده و ژن‌ها بُر می‌خورند. تکامل فرایندی است که در طی آن شمار بعضی ژن‌ها زیادتر و بعضی کمتر می‌شود. خوب است بنا را این‌طور بگذاریم که هر وقت خواستیم تکامل برخی از ویژگی‌ها مثلاً رفتار

1. non - random death

ایثارگرانه را توضیح دهیم، فقط از خودمان بپرسیم: این ویژگی چه اثری روی بسامد ژن‌های خزانه‌ی ژنی خواهد داشت؟ گاهی صحبت از ژن کمی خسته‌کننده می‌شود و بهتر است برای روشن و کوتاه‌تر کردن موضوع از استعاره استفاده کنیم. ولی باید مواظب و مطمئن باشیم که به موقع می‌توانیم استعاره‌ها را به زبان ژنی ترجمه کنیم.

از نظر ژن، خزانه فقط نوع جدیدی از سوپ است که ژن در آن به سر می‌برد. تنها چیز عوض شده این است که امروز زندگی‌اش را از طریق همکاری با گروه‌های متوالی همراهانی می‌گذراند که اعضای آن خزانه‌ی ژنی‌اند و در ساختن ماشین‌های بقایِ موقتی شریک اویند. در فصل بعد به خود ماشین بقا و به این مفهوم می‌پردازیم که ژن‌ها رفتار آنها را کنترل می‌کنند.

فصل چهارم

ماشین ژن

ماشین‌های بقا در ابتدا ظرف منفعلی برای ژن‌ها بودند که کمی بیش از یک دیواره آنها را از جنگ‌افزارهای شیمیایی رقیبان و آسیب‌های اتفاقی بمباران‌های مولکولی حفظ می‌کردند. در آن ایام نخستین، آنها از مولکول‌های آلی تغذیه می‌کردند که در سوپ اولیه فراوان بود. وقتی غذاهای آلی درون سوپ که با تابش خورشید و طی قرن‌ها به تدریج ساخته شده بودند ته کشید، زندگی راحت آنها به پایان رسید. یک شاخه‌ی اصلی از ماشین‌های بقا، که امروز گیاه نامیده می‌شوند، شروع کردند به اینکه خودشان مستقیماً با استفاده از خورشید از مولکول ساده‌تر مولکول‌های پیچیده‌تری بسازند و با سرعت زیادتری همان نقشی را اجرا کنند که خورشید در فرایند ترکیب آن سوپ اولیه داشت. شاخه‌ای دیگر، که حالا حیوانات نامیده می‌شوند، «فهمیدند» چگونه از حاصل زحمت گیاهان، به‌صورت گیاه یا به‌صورت حیوانات دیگر، استفاده کنند. این هردو دسته‌ی اصلی ماشین‌های بقا از راه‌هایی هرچه ابتکاری‌تر کارآمدی خود را در روش‌های مختلف گذران زندگی زیاد کردند و مدام شیوه‌های تازه‌ای برای زندگی پیدا شد. شاخه‌های آن شاخه‌ها و شاخه‌های شاخه‌های آنها نیز پیدا شد، هر کدام در یک روش خاص امرار معاش مهارت می‌یافت: در دریا، روی زمین، در هوا، زیر زمین، بالای درخت و درون بدن موجودات زنده‌ی دیگر. این شاخه شاخه‌شدن‌ها موجب چنان تنوعی در حیوانات و گیاهان شد که امروزه ما از آن در شگفتیم.

هم حیوانات و هم گیاهان به شکل بدن‌های پرسلولی درآمدند که نسخه‌ی کاملی بود از همه‌ی ژن‌هایی که در تک تک سلول‌ها پراکنده بود. ما نمی‌دانیم در

چه زمانی، و چرا و چندبار جداگانه چنین اتفاقی رخ داده است. بعضی‌ها با استفاده از استعاره بدن را یک پرگنه‌ی سلول‌ها در نظر می‌گیرند. من ترجیح می‌دهم بدن را پرکنه‌ی ژن‌ها بدانم و سلول را یک واحد سودمند و راحت برای صنایع شیمیایی ژن‌ها محسوب کنم.

گرچه ممکن است بدن پرکنه‌ی ژن‌ها باشد اما بی‌تردید از نظر رفتار فردیت خاص خود را دارد. یک حیوان به‌صورت یک کل هماهنگ حرکت می‌کند، به‌صورت یک واحد. برداشت درونی من از آن یک واحد است نه یک پرکنه. و این عجیب نیست. در انتخاب به ژن‌هایی که با بقیه همکاری کنند برتری داده می‌شود. در رقابت شدیدی بر سر منابع کمیاب، در تلاش بی‌وقفه‌ای که برای خوردن ماشین‌های بقای دیگر و گریز از خورده شدن وجود دارد، باید درون آن بدن مشترک، به جای آشوب و هرج و مرج، هماهنگی اساسی از ارزش خاصی برخوردار باشد. امروزه تکامل توأم و متقابل ژن‌ها به قدری پیش رفته است که ماهیت همبودی[1] یک ماشین بقا غیر عملاً قابل تشخیص است. در واقع بسیاری از زیست‌شناسان آن را تشخیص نمی‌دهند و با نظر من مخالفت می‌کنند.

خوشبختانه در مورد بقیه‌ی این کتاب، از بابت چیزی که ژورنالیست‌ها: «اعتبار» می‌نامند، بیشتر اختلاف نظر در سطح مجامع علمی است. درست همان‌طور که وقتی در مورد طرز کار یک اتومبیل حرف می‌زنیم، صحبت از کوانتوم و ذرات بنیادی موردی ندارد، وقتی از رفتار ماشین‌های بقا هم حرف می‌زنیم، اغلب نابه‌جا و خسته‌کننده است که پای ژن‌ها را به میان بکشیم. عملاً راحت‌تر این است که بدن یک فرد را به‌صورت تقریبی عاملی در نظر بگیریم که «می‌کوشد» تعداد همه‌ی ژن‌هایش را در نسل‌های آینده افزایش دهد. من از این زبان راحت‌تر استفاده می‌کنم. «رفتار ایثارگرانه» و «رفتار خودخواهانه» به معنی رفتاری است که از جانب بدن یک حیوان متوجه بدن حیوان دیگر می‌شود، مگر اینکه به‌صورت دیگری توضیح داده شود.

این فصل درباره‌ی رفتار است ــ فوت و فن سریع حرکت کردن، چیزی که

1. Communal

شاخه‌ی حیواناتِ ماشین‌های بقا زیاد از آن استفاده می‌کنند. حیوان‌ها وسیله‌ی نقلیه‌ی پرتحرک و پرزوری برای ژن‌ها، و به عبارتی ماشین ژن شده‌اند. ویژگی رفتار، به آن مفهومی که زیست‌شناس‌ها آن را به کار می‌برند، سریع بودن آن است. گیاهان هم حرکت دارند، ولی خیلی کُند. گیاهان رونده، در فیلمی که خیلی سریع بچرخد، مانند حیوانات پرتحرکند. اما حرکت بیشتر گیاهان در واقع رُشد و فقط رو به جلو است.اما حیوانات به شیوه‌هایی از حرکت رسیده‌اند که صدها یا هزاران بار سریع‌تر است. به علاوه، حرکت آنها جهت برگشت هم دارد و می‌تواند بارها تکرار شود.

ابزاری که حیوانات برای جابه‌جایی سریع ساخته‌اند ماهیچه است. ماهیچه موتوری است که مثل ماشین بخار و موتور درون‌سوز، از انرژی‌ای ذخیره شده در سوخت شیمیایی برای ایجاد حرکت مکانیکی استفاده می‌کند. تفاوت در این است که نیروی مکانیکی ماهیچه با کشیدگی آن تولید می‌شود در حالی که در موتورهای درون‌سوز یا ماشین بخار به‌صورت فشار گاز است. اما از این نظر که ماهیچه نیروی خود را روی رشته‌ها و اهرم‌های لولا شده نشان می‌دهد مانند موتور است. در ما اهرم همان استخوان است، رشته‌ها رباط و لولاها مفصل‌اند. در مورد چگونگی سازوکار مولکول‌ها اطلاعات زیادی در دسترس است، اما این مسئله که نظم زمانی انقباض ماهیچه چگونه تعیین می‌شود برای من جالب‌تر است.

آیا تاکنون به یک ماشین تا حدی پیچیده به دقت نگاه کرده‌اید، مثلاً به چرخ خیاطی، ماشین بافندگی یا پارچه‌بافی، دستگاه بطری پرکن خودکار، یا ماشین بسته‌بندی علف خشک؟ نیروی محرک از جایی تأمین می‌شود، مثلاً از موتور برق یا تراکتور. اما خیلی عجیب‌تر از آن، چگونگی زمان‌بندی مراحل اجرای کار است. سوپاپ‌ها به‌ترتیب مناسب باز و بسته می‌شوند. چنگک‌های فولادی بندی را دور بسته‌ی علوفه گره می‌زنند، بعد درست در لحظه‌ی مناسب کاردی بیرون می‌آید و بند اضافی را می‌برد. در بسیاری از ماشین‌های ساخت بشر زمان‌بندیِ کار توسط یک اختراع شگفت‌آور، یعنی بادامک[1]، صورت می‌گیرد.

1. Cam

این وسیله حرکت ساده‌ی دورانی را به وسیله‌ی بادامک، یا چرخی که شکل خاصی دارد، به الگوی عملیات زمان‌بندی شده تبدیل می‌کند. اصل کار در جعبه‌ی موسیقی هم همین است. در دستگاه‌های دیگر مانند ارگ بخار و پیانولا از نوار کاغذی یا کارت‌های کاغذی که رویشان سوراخ‌های منظمی ایجاد شده استفاده می‌شود. اخیراً به‌تدریج به‌جای این تایمرهای ساده‌ی مکانیکی از نوع برقی آن استفاده می‌کنند. کامپیوتر دیجیتالی نمونه‌ای از وسایل بزرگ الکترونیکی همه‌کاره‌ای است که می‌توان آن را در ایجاد الگوهای پیچیده‌ی زمان‌بندی حرکت‌ها به کار برد. جزء مهم یک دستگاه الکترونیکی جدید، مثل کامپیوتر، نیمه‌هادی آن است، که صورت آشنای آن ترانزیستور است.

به نظر می‌رسد ماشین‌های بقا از بادامک و کارت‌های سوراخ شده جلوترند. دستگاهی که برای تعیین زمان‌بندی حرکتشان به کار می‌برند با کامپیوتر خیلی چیزهای مشترک دارد، ولی از نظر عملیات اصلی با آن بسیار متفاوت است. جزء اصلی کامپیوترهای زیستی، یعنی سلول‌های عصبی یا نورون‌ها، از نظر کارکرد داخلی هیچ شباهتی به ترانزیستور ندارد. البته رمزی که نورون‌ها با آن ارتباط برقرار می‌کنند تا حدی شبیه رمز پالسی[1] کامپیوترهای دیجیتالی است. اما یک نورون منفرد از نظر پردازش اطلاعات واحد بسیار پیچیده‌تری از ترانزیستور است. به جای فقط سه پیوند با اجزای دیگر، یک نورون ممکن است ده‌ها هزار پیوند داشته باشد. نورون از ترانزیستور کُندتر است. اما ترانزیستور از نظر ریز بودن خیلی پیشرفت کرده، و این روند در دو دهه‌ی گذشته بر صنایع الکترونیک حاکم شده است. خلاصه اینکه، حدود ده هزار میلیون نورون در مغز بشر وجود دارد، در حالی که فقط چندصد ترانزیستور را می‌شود درون یک جمجمه جا داد.

گیاهان به نورون نیاز ندارند، زیرا بدون اینکه جابه‌جا شوند غذای خود را به دست می‌آورند، لیکن تقریباً در تمام حیوانات نورون یافت می‌شود. احتمالاً نورون در ابتدای تکامل حیوانات «کشف» شده و به همه‌ی گروه‌ها به ارث رسیده است، این احتمال هم هست که چندین‌بار جداگانه کشف شده باشد.

نورون‌ها در اصل سلول‌اند و مثل سلول‌های دیگر هسته و کروموزوم دارند.

---

1. pulse code

اما از دیواره‌ی سلول آنها چیزهای دراز و باریک سیم‌مانندی بیرون زده است. اغلب یک «سیم» درازتر از بقیه دارند که آکسون[1] نامیده می‌شود. گرچه عرض آکسون میکروسکوپی است ولی طول آن ممکن است به چندپا برسد: آکسون‌های منفردی وجود دارند که در تمام طول گردن زرافه امتداد دارند. آکسون‌ها اغلب به‌صورت رشته‌هایی‌اند که با همدیگر یک کابل ضخیم به‌هم پیچیده به‌نام عصب را تشکیل می‌دهند. اینها پیام را از یک جای بدن به جای دیگر منتقل می‌کنند ــ تقریباً مثل کابل‌های تلفن بین شهری. نورون‌های دیگر آکسون‌های کوتاه دارند و محدودند به تجمع انبوه بافت‌های عصبی که گره عصبی[2] یا وقتی خیلی بزرگ باشد مغز نامیده می‌شود. کارکرد مغز را می‌توان با کامپیوتر قیاس کرد. از این نظر قابل قیاس است که این هردو نوع دستگاه پس از تحلیل الگوهای پیچیده‌ی دروندادها و پس از مراجعه به اطلاعات ذخیره شده، الگوهای پیچیده‌ی برونداد را تولید می‌کنند.

مغز از طریق کنترل و هماهنگ کردن انقباض ماهیچه‌ها عملاً در موفقیت ماشین بقا سهم دارد. برای این کار به کابل‌هایی نیاز دارد که به ماهیچه وصل باشد و آنها را اعصاب حرکتی می‌نامند. ولی این کار فقط در صورتی واقعاً منجر به حفظ ژن‌ها می‌شود که زمان‌بندی انقباض ماهیچه‌ها در ارتباط با زمان‌بندی رویدادهای خارج باشد. مهم است که ماهیچه‌ی آرواره فقط وقتی منقبض شود که چیز باارزشی برای گاز زدن در آن باشد، و انقباض ماهیچه‌ی پا وقتی به صورت دویدن درآید که برای دویدن به سمت چیزی یا گریز از آن دلیلی وجود داشته باشد. به این دلیل، انتخاب طبیعی حیواناتی را ترجیح داده است که به اندام‌هایی، یعنی به ابزارهایی مجهز باشند. که الگوی رویدادهای فیزیکی جهان خارج را به زبان رمز ضربان نورون‌ها ترجمه کنند، مغز به وسیله‌ی کابل‌هایی به نام اعصاب با اعضای حسی ـ چشم، گوش، جوانه‌های چشایی و غیره در ارتباط است. کارکرد سامانه‌های حسی بسیار حیرت‌آور است. زیرا آنها خیلی پیش از گران‌ترین و بهترین دستگاه‌های ساخته‌ی بشر می‌توانند به الگوهای شناخت دست بیابند، اگر غیر از این بود، دستگاه‌های تشخیص گفتار یا دستگاه‌هایی که

1. axon 2. ganglia

دست‌نوشته‌ها را می‌خوانند جای همه‌ی ماشین‌نویس‌ها را می‌گرفت و آنها را مازاد اعلام می‌کرد. هنوز تا دهه‌های زیادی به انسان‌های ماشین‌نویس نیاز داریم.

احتمالاً در ایامی اعضای حسی کم و بیش به‌طور مستقیم با ماهیچه‌ها ارتباط برقرار می‌کردند، در واقع شقایق‌های دریایی امروز تقریباً همین وضعیت را دارند، زیرا این روش به درد زندگی‌شان می‌خورد. اما برای دست یافتن به رابطه‌های پیچیده‌تر و غیرمستقیم‌تر بین زمان‌بندی حوادث جهان خارج و انقباض ماهیچه به نوعی مغز در نقش واسطه نیاز بود. یک پیشرفت چشمگیر «اختراع» حافظه بود. با این وسیله، نه فقط رویدادهای گذشته‌ی بسیار نزدیک بلکه رویدادهای گذشته‌های دور هم می‌توانستند روی زمان‌بندی انقباض ماهیچه‌ها تأثیر بگذارند. حافظه بخش مهمی از یک کامپیوتر دیجیتالی است. حافظه‌ی کامپیوتر از حافظه‌ی انسان قابل اعتمادتر است، اما گنجایش کمتری دارد و از نظر ترتیب‌بندی بازیابی اطلاعات بسیار عقب‌تر از آن است.

یکی از خیره‌کننده‌ترین ویژگی‌های رفتار ماشین بقا هدفمندی آشکار آن است. منظور فقط این نیست که برای کمک به بقای ژن جانداران کاملاً حساب شده تنظیم شده است، گرچه البته چنین است. منظور این است که شباهت نزدیکی به رفتار هدفمند انسان دارد. وقتی ما حیوانی را در «جست‌وجوی» خوراک یا در جست‌وجوی جفت یا بچه‌ی گم‌شده‌اش مشاهده می‌کنیم، بی‌اختیار به یاد یک احساس درونی می‌افتیم. که خودمان ضمن گشتن دنبال چیزی داریم. این شاید شامل «میل» به چیزی، «تصویر ذهنی»، «هدف» یا «تجسم مقصد» باشد. تک‌تک ما از روی شواهدی که از بررسی درون خود داریم، می‌دانیم دست‌کم یکی از ماشین‌های بقای امروزی، هدفمند بودن باعث ایجاد ویژگی‌ای شده است که نامش را «آگاهی» گذاشته‌ایم. من آن اندازه اهل فلسفه نیستم که بتوانم معنی آن را شرح دهم. و خوشبختانه در هدفی که از بحث حاضر داریم مسئله‌ی مهمی نیست، زیرا بحث درباره‌ی ماشین‌هایی که ظاهراً رفتارشان انگیزه‌ای دارد ساده است و می‌توان در مورد آنها این سوآل را به بحث گذاشت. که آیا در واقع آگاه هستند یا نه. چنین ماشین‌هایی در اصل خیلی ساده‌اند و اصل رفتار هدفمند ناآگاه یکی از اصول پیش‌پاافتاده در علم مهندسی است. نمونه‌ی

کلاسیک آن رگلاتور ماشین بخار دات است.

اصل بنیادینی که در آن دخیل است «بازخورد منفی[1]» نام گرفته است و صورت‌های مختلفی از آن وجود دارد. در کل این اتفاق صورت می‌گیرد که ماشین هدفمند ــ یعنی دستگاه یا آن چیزی که رفتارش طوری است که به نظر می‌رسد هدفی دارد ــ به یک نوع وسیله‌ی اندازه‌گیری مجهز است که اختلاف بین وضعیت موجود چیزی و وضعیت «مطلوب» آن چیز را اندازه می‌گیرد. این وسیله طوری ساخته شده که هرچه میزان این اختلاف بیشتر باشد، آن ماشین با شدت بیشتر کار می‌کند. به این ترتیب، دستگاه به‌طور خودکار تمایل دارد که اختلاف مذکور را کاهش دهد ــ به این دلیل بازخورد منفی نام گرفته ــ و در واقع اگر در وضعیت «مطلوب» قرار گیرد ممکن است به حالت آرامش برسد. رگلاتور وات از یک جفت توپ درست شده که با موتور بخار به گردش درمی‌آیند. هر توپ در انتهای یک بازوی لولا شده قرار دارد. هرچه توپ‌ها تندتر بچرخند، نیروی گریز از مرکز بیشتری بازوی آنها را به سمت افقی شدن می‌برد، که نیروی جاذبه‌ی زمین در برابرش مقاومت می‌کند. این بازوها به رگلاتور بخاری وصل است که به موتور نیرو می‌دهد، به این شکل که هروقت بازوها به وضعیت افقی نزدیک می‌شوند دریچه‌ی بخار کم‌کم بسته می‌شود. بنابراین، اگر موتور خیلی سریع حرکت کند، بخشی از بخار مسدود می‌شود و از سرعت موتور کاسته می‌شود. اگر موتور خیلی آهسته باشد، رگلاتور، به‌طور خودکار، بخار بیشتری به آن می‌دهد و دوباره سرعت می‌گیرد. این دستگاه‌های هدفمند اغلب به‌خاطر نرسیدن به وضعیت مطلوب و وقفه‌ی زمانی در نوسان‌اند، و اینکه چه وسایل جانبی در آن کار بگذارند که نوسان کمتر شود، بخشی از هنر مهندسی است.

وضعیت مطلوب برای رگلاتور وات داشتن سرعت ثابت است. بدیهی است که دستگاه آگاهانه چنین چیزی را طلب نمی‌کند. منظور از «هدف» در مورد دستگاه، وضعیتی است که دستگاه مایل است به آن برگردد. در ماشین‌های هدفمند امروزی با به کار گرفتن شکل بسط‌یافته‌ی اصول بنیادینی مثل بازخورد منفی، رفتاری شبیه به رفتار بسیار پیچیده‌تر موجودات زنده پیدا می‌شود. برای

1. negative feadback

مثال، موشک‌های هدایت شونده ظاهراً به دنبال هدف می‌روند و وقتی آن را در محدوده‌ای شناسایی کردند، با در نظر گرفتن گردش و چرخش‌های گمراه‌کننده‌اش، آن را دنبال و حتی گاهی موقعیت آن را «پیش‌بینی» یا «گمانه‌زنی» می‌کنند. شرح جزئیات اینکه این امر چگونه صورت می‌گیرد در اینجا لزومی ندارد. در کل شامل انواع مختلف بازخورد منفی، پیش‌خوراند[1] و اصول دیگری می‌شود که مهندس‌ها خوب از آن سردرمی‌آورند و حالا کاربرد وسیع آنها در مُدل‌های زنده شناخته شده است. گرچه هرآدم معمولی با تماشای رفتار به‌ظاهر عمدی و هدفمند آن، به‌سختی می‌تواند باور کند که موشک تحت کنترل مستقیم یک انسان خلبان نباشد، نباید چیزی تقریباً نزدیک به آگاهی را مسلم فرض کنیم.

این یک تصور غلط ولی رایج است که چون دستگاهی مثل موشک هدایت شونده را در اصل انسان آگاه ساخته است، پس باید حتماً تحت کنترل مستقیم انسان آگاه عمل کند. نوع دیگری از تصور غلط این است که «کامپیوترها واقعاً شطرنج‌بازی نمی‌کنند چون فقط کاری را که یک انسان اپراتور به آنها می‌گوید انجام می‌دهند.» مهم است که متوجه باشیم چرا چنین تصوری اشتباه است چون دربرداشت ما از این مفهوم که «ژن‌ها رفتار را کنترل می‌کنند» نقش دارد. شطرنج‌بازی کردن کامپیوتر مورد خوبی برای روشن کردن مطلب است، آن را به‌طور خلاصه شرح می‌دهم.

گرچه هنوز بازی کامپیوترها به خوبی استادان بزرگ شطرنج نیست اما به حد یک آماتور خوب رسیده است. به‌صورت دقیق‌تر، باید گفت برنامه‌ها به سطح یک آماتور خوب رسیده‌اند، چون برای یک برنامه‌ی بازی شطرنج مهم نیست که کامپیوترش از نظر فیزیکی چه باشد تا خوب عمل کند. حالا باید دید در اینجا نقش انسان برنامه‌نویس چیست؟ اولاً، یقیناً این‌طور نیست که مثل یک عروسک‌گردان که مدام بند عروسک‌ها را می‌کشد، لحظه به لحظه در کار کامپیوتر دخالت کند. این کار تقلب محسوب می‌شود. او برنامه را می‌نویسد، آن را به کامپیوتر می‌دهد و بقیه‌ی کار با خود کامپیوتر است: از دخالت انسان دیگر

1. feed-forward

خبری نیست، مگر زمانی که حریف کامپیوتر حرکات خود را بازی کند. آیا این‌طور است که برنامه‌نویس همه‌ی وضعیت‌های ممکن شطرنج را در نظر می‌گیرد و فهرستی طولانی از همه‌ی حرکت‌های مناسب در اختیار کامپیوتر قرار می‌دهد و برای هر موقعیت خاص یک حرکت مناسب توصیه می‌کند؟ به یقین چنین نیست، زیرا تعداد وضعیت‌های ممکن در شطرنج به‌قدری زیاد است که قبل از به پایان رسیدن آن فهرست دنیا به آخر می‌رسد. به این دلیل، کامپیوتر را نمی‌شود طوری برنامه‌ریزی کرد که در «سرِ خود» همه‌ی حرکت‌های ممکن و پیامد آنها را بسنجد تا یک راهکار مناسب پیدا کند. تعداد راه‌های بازی در شطرنج بیش از تمام اتم‌های موجود در کهکشان ماست. خوب، تا اینجا درباره‌ی مسئله‌ی ناقابل و بی‌جواب برنامه‌ریزی کامپیوتر برای شطرنج بود. در واقع معمای بسیار مشکلی است و تعجب ندارد که هنوز بهترین برنامه‌ها به سطح استادان بزرگ شطرنج نرسیده‌اند.

نقش برنامه‌ریز عملاً بیشتر شبیه پدری است که به فرزندش شطرنج یاد می‌دهد. او به کامپیوتر حرکت‌های اصلی را می‌گوید، البته نه این‌طور که برای هر نقطه‌ی شروع ممکن جداگانه توضیح دهد، بلکه آنها را به‌صورت قواعدی مختصر و مفید بیان می‌کند. مثلاً این‌طور خشک نمی‌گوید که «فیل ضربدری حرکت می‌کند»، بلکه چیزی معادل آن را به‌زبان ریاضی بیان می‌کند، گرچه کمی خلاصه‌تر ولی چیزی مثل این: «مختصات جدید فیل را با افزودن مقدار ثابتی به مختصات قبلی آن به دست می‌آورند، گرچه لازم نیست آن مقدار ثابتی که به مختصات x و y قدیم افزوده می‌شود از نظر علامت یکسان باشند.» بعد ممکن است در برنامه «توصیه»هایی قرار گیرد، که به‌نوعی با زبان ریاضی یا منطقی نوشته شده و با استفاده از اصطلاحات زبان بشری معادل «شاه را بی‌محافظ نگذار» یا شگردهای مفیدی مثل «چنگال[1]» با مهره‌ی اسب باشد. جزئیات آنها جالب توجه است، ولی ما را از مطلب اصلی دور می‌کند. نکته‌ی اصلی این است که عملاً در هنگام بازی، کامپیوتر را به حال خود وامی‌گذارند و از طرف صاحبش کمکی به او داده نمی‌شود. تنها کاری که برنامه‌ریز می‌کند این است که پیشاپیش

۱. به خطر انداختن دو مهره با یک حرکت. ـ م.

کامپیوتر را به بهترین شکل ممکن تنظیم کند که بین فهرست اطلاعات خاص و سرنخ‌هایی که در مورد راهکارها و تکنیک‌هاست توازن مناسبی برقرار باشد.

ژن‌ها هم رفتار ماشین بقایشان را کنترل می‌کنند، البته نه به‌صورت مستقیم که مثلاً با انگشت، بند عروسک‌ها را بکشند، بلکه به‌صورت غیرمستقیم مانند برنامه‌های کامپیوتر. تنها از پیش آن را تنظیم می‌کنند بعد ماشین بقا خودش راه می‌افتد و ژن‌های درون آن بدون دخالت در کارش آنجا می‌نشینند. چرا این‌قدر ژن‌ها منفعل هستند؟ چرا عنان را به دست نمی‌گیرند و بر لحظه لحظه‌ی کار نظارت نمی‌کنند؟ پاسخ این است که به خاطر مشکلات مربوط به وقفه‌های زمانی نمی‌توانند. این را با استفاده از قیاسی دیگر که از افسانه‌های علمی گرفته‌ایم بهتر می‌توان نشان داد. *"A For Andromeda"* داستان مهیجی است نوشته‌ی فرد هویل و جان الیوت[1] است و مثل همه‌ی افسانه‌های علمی خوب، نکات علمی جالبی در آن نهفته است. جالب اینکه هیچ اشاره‌ی آشکاری به مهم‌ترین نکته‌ی نهفته در آن وجود ندارد. آن را به قدرت تخیل خواننده سپرده‌اند. امیدوارم مطرح شدن آن در اینجا اسباب دل‌خوری نویسندگانش را فراهم نکند.

تمدنی در فاصله‌ی ۲۰۰ سال نوری در صورت فلکی امراةالمسلسله (زن پای در زنجیر) وجود دارد. ساکنان آنجا می‌خواهند فرهنگشان را به دنیاهای دوردست صادر کنند. بهترین راه برای این کار چیست؟ بحث سفر مستقیم را باید کنار گذاشت. سرعت نور به‌لحاظ نظری بر سرعت جابه‌جایی شما از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر در جهان محدودیتی را تحمیل می‌کند و شرایط مکانیکی در عمل، حد خیلی پایین‌تری را اعمال می‌کند. به‌علاوه، شاید همه‌ی دنیاها این ارزش را سفر کردن نداشته باشند و از کجا باید دانست که در چه جهتی باید رفت. رادیو دستگاه بهتری برای ارتباط با کیهان است، زیرا اگر بتوانید علایمتان را به‌جای اینکه فقط در یک جهت باشد، در همه‌ی جهات بفرستید، می‌توانید به جهان‌های زیادی برسید (که تعدادشان با مجذور فاصله‌ای که آن علایم می‌پیماید زیاد می‌شود). امواج رادیو با سرعت نور حرکت می‌کنند، یعنی ۲۰۰

1. Fred Hoyle and John Eliot

سال طول می‌کشد که از امراةالمسلسله به زمین برسند. مشکل این نوع فاصله در این است که آدم هرگز نمی‌تواند مکالمه‌ای برقرار کند. حتی اگر این واقعیت را ندیده بگیریم که هر دو پیامِ پشت سر هم از زمین، از طرف افرادی است که ۱۲ نسل با هم فاصله دارند، تلاش برای گفت و شنود از چنین فاصله‌ای کاری عبث و بی‌سرانجام است.

این مشکل به‌زودی شدیدترین صورت خود را به ما نشان می‌دهد؛ چهار دقیقه طول می‌کشد که امواج رادیویی فاصله‌ی بین زمین و مریخ را طی کنند. بی‌شک فضانوردان باید عادت گفتن جمله‌های کوتاه و پشت سرهم را کنار بگذارند و مجبورند از تک‌گویی یا سخنرانی‌های طولانی که بیشتر شبیه نامه است تا گفت‌وگو استفاده کنند. به‌عنوان مثالی دیگر، راجر پین خاطرنشان کرده است که وضعیت صوتی دریا ویژگی‌های خاصی دارد، به این معنی که اگر بعضی نهنگ‌ها در عمق خاصی شنا کنند، از جنبه‌ی نظری باید صدای «آواز»شان در سراسر جهان شنیده شود. هنوز معلوم نیست که آیا آنها واقعاً از فاصله‌های بسیار دور با هم ارتباط برقرار می‌کنند یا نه، اگر این‌طور باشد باید همان وضع فضانوردان روی مریخ را داشته باشند. سرعت صوت در آب طوری است که تقریباً دو ساعت طول می‌کشد که آوازی از روی اقیانوس اطلس بگذرد و جوابش برگردد. به نظر من این می‌تواند توضیحی برای این واقعیت باشد که بعضی نهنگ‌ها به مدت هشت دقیقه تک‌گفتاری را بیرون می‌دهند. بعد دوباره از اول آن را تکرار می‌کنند و چندین‌بار این کار را انجام می‌دهند و هر دور کامل حدود هشت دقیقه طول می‌کشد.

ساکنان امراةالمسلسله در آن داستان هم همین کار را کردند. چون موردی نداشت که منتظر جواب بمانند، همه‌ی آنچه را که می‌خواستند بگویند در یک پیام بسیار مفصل جمع کردند و چندبار پشت‌سرهم و با فاصله‌ی زمانی چندماهه آن را در فضا پخش کردند. با این حال، پیام آنها خیلی با پیام نهنگ‌ها تفاوت داشت. پیام آنها شامل دستورهای رمزگذاری شده‌ای برای ساخت و برنامه‌ریزی یک کامپیوتر بسیار بزرگ بود. البته آن دستورها اصلاً به زبان بشری نبود، ولی می‌شد تک تک رمزها را توسط یک رمزشناس ماهر رمزگشایی کرد، مخصوصاً وقتی قصد طراحان آن رمزها این بود که به‌راحتی شکسته شوند. آن پیام که

توسط تلسکوپ رادیویی جادرل بنک[1] دریافت شده بود بالأخره رمزگشایی شد. کامپیوتر را ساختند و برنامه‌اش راه افتاد. حاصل کار برای انسان تقریباً فاجعه‌بار بود، زیرا نیّت امراةالمسلسله‌ای‌ها در کل ایثارگرانه نبود و کامپیوتر در جهت تسلط بر جهان پیش می‌رفت تا بالأخره قهرمان داستان با یک تبر به ماجرا خاتمه داد.

از نظر ما، سوآل جالب این است که از چه نظر می‌توان گفت امراةالمسلسله‌ای‌ها قصد دخالت در ماجراهای روی زمین را داشتند. آنها هیچ نظارت لحظه به لحظه‌ای روی کارکرد آن کامپیوتر نداشتند، چون در واقع هیچ راه ممکنی برای مطلع شدن از اینکه اصلاً کامپیوتر ساخته شده یا نه نداشتند، به این دلیل که ۲۰۰ سال طول می‌کشید تا این اطلاع به آنها برسد. حتی برای گرفتن راهکارهای کلی، دسترسی به سازندگان آن ممکن نبود. همه‌ی دستور عمل‌ها باید از اول در آن کار گذاشته می‌شد، به این دلیل که فاصله و مانع ۲۰۰ ساله‌ای سر راه بود که گریزی از آن نبود. در اصل، باید خیلی شبیه کامپیوتر شطرنج‌باز برنامه‌ریزی می‌شد، اما با انعطاف و گنجایش بیشتر برای دریافت اطلاعات محلی. چون آن برنامه باید طوری طراحی می‌شد که نه فقط بر روی زمین، بلکه در هر جهانی که فناوری پیشرفته داشت به کار می‌افتاد، در هر جهان از مجموعه‌ی جهان‌هایی که امراةالمسلسله‌ای‌ها راهی برای دست یافتن به جزئیات وضعیت آنها در اختیار نداشتند.

درست همان‌طور که امراةالمسلسله‌ای‌ها برای تصمیم‌گیری روز به روز برای زمینی‌ها باید کامپیوتری در زمین می‌داشتند، ژن‌های ما باید مغزی می‌ساختند. اما ژن‌ها فقط مثل امراةالمسلسله‌ای‌ها نیستند که دستورعمل‌های رمزگذاری شده بفرستند، خودشان دستور عمل هستند. دلیل اینکه چرا نمی‌توانند یقیناً مثل عروسک‌گردان‌ها بند ما را بکشند، باز همان وقفه‌ی زمانی است. کار ژن‌ها تأثیر گذاشتن در ترکیب پروتئین‌هاست. این کاری کُند ولی پرقدرت برای دستکاری در کار دنیاست. ماه‌ها باید با صبر و حوصله بندهای پروتئین را کشید تا نطفه‌ی جنینی ساخته شود. از آن سو، اصل مطلب در مورد رفتار، سرعت آن است. مبنای زمانی آن ماه نیست، بلکه ثانیه و کسرهایی از ثانیه است. چیزی در دنیا

1. Jodrell Bank

اتفاق می‌افتد، جغدی ناگهان در هوا ظاهر می‌شود، خش خشی در علفزار خبر از طعمه‌ای می‌دهد، و در هزارم‌های ثانیه دستگاه عصبی به کار می‌افتد، ماهیچه‌ها می‌جهند و چیزی زندگی خود را از دست می‌دهد ــ یا نمی‌دهد. ژن چنین زمانی برای واکنش ندارد. مانند امراةالمسلسله‌ای‌ها فقط از قبل تلاش خود را می‌کند و یک کامپیوتر اجرایی سریع برای خودش می‌سازد و آن را با «قواعد» و «توصیه»هایی برنامه‌ریزی می‌کند که بتواند از پس اتفاقات و حوادث احتمالی برآید. اما اتفاقات زندگی، مثل راه‌های بازی در شطرنج، خیلی بیشتر از آن است که بشود تمامشان را پیش‌بینی کرد. مثل برنامه‌نویس شطرنج، ژن‌ها باید آموزش دستورات به ماشین بقایشان را نه جزء به جزء بلکه به‌صورت ارائه‌ی راهکارها و فوت و فن‌های کلی زندگی انجام دهند.

همان‌طور که ج. ز. یانگ[1] می‌گوید، عملی که ژن‌ها باید انجام دهند شبیه پیش‌گویی است. وقتی ماشین بقای جنینی در حال ساخته شدن است، خطرها و مسائل آن هنوز ناپیدا و در آینده نهفته‌اند. چه کسی می‌داند کدام گوشتخوار پشت فلان بوته کمین کرده یا کدام طعمه‌ی بادپایی مانند تیر با حرکتی مارپیچ از تیررس او جان به‌در می‌برد. نه هیچ انسان پیش‌گو و نه هیچ ژنی نمی‌داند. اما بعضی پیش‌بینی‌های کلی ممکن است. ژن خرس قطبی می‌تواند با آرامش پیش‌گویی کند که دنیای آینده‌ی ماشین‌های بقای هنوز متولد نشده‌شان سرد است. از نظر آنها این پیش‌گویی به حساب نمی‌آید، اصلاً ژن‌ها فکر نمی‌کنند. فقط یک پالتو پشمالو درست می‌کنند، چون در بدن‌های قبلی همیشه این کار را انجام داده‌اند و به همین دلیل است که اکنون در خزانه‌ی ژنی وجود دارند. همچنین، پیش‌گویی می‌کنند که قرار است زمین پوشیده از برف باشد و جنبه‌ی عملی این پیش‌گویی این می‌شود که کت را به رنگ سفید درست کنند که با محیط همرنگ باشد. اگر هوای قطب آن قدر سریع تغییر کند که بچه خرس خودش را در یک بیابان گرمسیری ببیند، پیش‌بینی ژن‌ها غلط از آب درآمده است و باید مکافاتش را خودشان پس دهند، بچه خرس و ژن‌های درونش با او می‌میرند.

---

1. J.Z. Young

در یک دنیای پیچیده، پیشگویی کار نامعلومی است. هر تصمیمی که یک ماشین بقا می‌گیرد مثل یک قمار است و این وظیفه‌ی ژن‌هاست که پیشاپیش مغزها را طوری برنامه‌ریزی کنند که تا تصمیمی که می‌گیرند روی‌هم‌رفته برایشان به صرفه باشد. سرمایه‌ی در گردشِ کارخانه‌ی تکامل، زنده ماندن است: دقیقاً بقای ژن‌هاست، اما بقای افراد، از بسیاری نظرها، چیزی تقریباً نزدیک به آن است. اگر حیوانی برای نوشیدن سر چاله‌ی آب برود، احتمال این را که غذای حیوانات شکارگری شود که در کنار برکه‌های آب برای یافتن طعمه کمین می‌کنند، زیاد کرده است. اگر سر چاله‌ی آب نرود، ممکن است از تشنگی هلاک شود. در هر انتخاب خطری وجود دارد و باید تصمیمی بگیرد که احتمال بیشتر زنده‌ماندن ژن‌هایش افزایش یابد. شاید بهترین سیاست این باشد که حتی‌الامکان نوشیدن آب را عقب بیندازد، بعد برود و یک دل سیر بنوشد و تا مدتی راحت باشد. به این ترتیب تعداد دفعاتی را که باید نزدیک برکه آب شود کم می‌کند ولی در هر صورت باید مدت زمانی طولانی را با سری فرو افتاده در حال نوشیدن بگذراند. شاید بهتر این باشد که زود به زود ولی مقدار کمی آب بخورد، یک قُلپ آب فرو دهد و از جلو برکه‌ی دور شود. اینکه کدام قمار بهتری است بستگی به عوامل پیچیده‌ی مختلفی دارد که یکی از آنها شیوه‌ی شکار آن جانور جالب است که از نظر خود آن جانور حداکثر کارآمدی را پیدا کرده است. باید نوعی سنجش احتمال صورت بگیرد. البته ما نباید این تصور را داشته باشیم که حیوانات آگاهانه این محاسبات را انجام می‌دهند. آنچه باید قبول کنیم آن حیواناتی احتمال زنده ماندنشان بیشتر است که ژن‌هاشان مغز را طوری ساخته‌اند که بیشتر در این قمارها برنده می‌شود، و بنابراین همان ژن‌ها را بیشتر منتشر می‌کنند.

با قمار می‌شود قیاس را کمی بیشتر بسط داد. یک قمار باز به سه کمیت اصلی می‌اندیشد، خطر، احتمال و پاداش. اگر پاداش خیلی زیاد باشد، قمارباز برای خطر بزرگ آماده می‌شود. قماربازی که همه‌ی دارایی‌اش را در یک قمار به میدان می‌آورد، آمده است تا غنیمت زیادی کسب کند. همچنین خود را برای یک باخت بزرگ آماده کرده است، اما روی‌هم‌رفته قماربازهای اهل خطر کردن از آنهایی که با احتیاط پیش می‌روند، نه بهتر و نه بدترند. می‌شود اینها را با کسانی

که در بازار بورس زیاد می‌کنند و آنانی که احتیاط‌کارند مقایسه کرد. از بعضی جهات، برای مقایسه، بازار بورس از کازینو بهتر است، زیرا کازینوها عامداً به‌نفع خود در بازی دست می‌برند (یعنی، دقیقاً، در مجموع، قماربازهای اهل ریسک خیلی ندارتر از قماربازهای احتیاط‌کار و احتیاط‌کارها ندارتر از آنهایی هستند که اصلاً بازی نمی‌کنند. ولی دلیل این امر به بحث ما مربوط نمی‌شود). گذشته از این، کار قمار پرخطر و قمار کم‌خطر هردو منطقی به نظر می‌رسد. آیا حیوانات قمارباز هم داریم که بعضی بیشتر خطر کنند و بعضی محافظه‌کارتر باشند؟ در فصل نهم خواهیم دید که می‌شود نرها را به‌صورت قماربازان اهل خطر و ماده‌ها را سرمایه‌گذاران بااحتیاط مجسم کرد. مخصوصاً در گونه‌های چندهمسری که در آنها نرها برای دست یافتن به جفت با هم در رقابت‌اند. طبیعت‌شناس‌هایی که این کتاب را می‌خوانند شاید بتوانند گونه‌هایی را در نظر آورند که بشود گونه‌های خطرپذیر قلمدادشان کرد و در مقابل آنها گونه‌های احتیاط کار وجود داشته باشند. اکنون به این موضوع کلی‌تر برمی‌گردم که چگونه ژن‌ها «پیش‌بینی» می‌کنند.

یک راه برای اینکه ژن‌ها بتوانند مسئله‌ی پیش‌بینی در محیط‌های تقریباً غیرقابل پیش‌بینی را حل کنند ایجاد ظرفیت برای یادگیری است. در اینجا ممکن است دستور عمل‌هایی به این شکل به ماشین بقا داده شود: این فهرست چیزهایی است که رضایت‌بخش‌اند: حس طعم شیرین در دهان، اوج لذت جنسی، دمای ملایم و خنده‌ی کودک. و این سیاهه‌ی چیزهای ناخوشایند است: انواع مختلف درد، تهوع، شکم گرسنه و گریه‌ی بچه. اگر به‌طور اتفاقی کاری کردید که بعد از آن یکی از آن چیزهای ناخوشایند پیدا شد، دیگر آن را انجام ندهید، ولی برعکس، کاری را تکرار کنید که بعد از انجامش یکی از آن چیزهای فهرست خوب بیاید. فایده‌ی این نوع برنامه‌ریزی این است که واقعاً تعداد قاعده‌های مفصلی را که باید در برنامه گنجانده شود کم می‌کند، همچنین از پس تغییرات محیطی که به‌طور دقیق قابل پیش‌بینی نیست برمی‌آید. با این اوصاف، هنوز در بعضی موارد باید پیش‌بینی صورت بگیرد. در مثال ما، ژن‌ها پیش‌بینی می‌کنند که حس طعم شیرین در دهان، و اوج لذت جنسی باید «خوب» باشند، به این مفهوم که خوردن شکر و هم‌بستر شدن با یک جفت احتمالاً برای بقای ژن‌ها مفید است. بر اساس این نمونه، احتمال وجود قند مصنوعی و استمنا

پیش‌بینی نشده است و همچنین خطرهای زیاده‌روی در خوردن قند، که دور و بر ما به‌شکل مصنوعی فراوان یافت می‌شود، در نظر گرفته نشده است.

در بعضی برنامه‌های کامپیوتری بازی شطرنج، از راهکارهای یادگیری استفاده شده است. این برنامه‌ها وقتی با انسان یا کامپیوترهای دیگر بازی می‌کنند به‌تدریج بهتر می‌شوند. گرچه آنها به همه‌ای از قواعد و روش‌ها مجهزند، ولی در مسیر تصمیم‌گیریشان کمی تمایل تصادفی هم کارسازی شده است. آنها تصمیم‌هایی را که در بازی‌ها می‌گیرند ثبت می‌کنند و هر بار که در یک بازی برنده شوند، کمی وزنه‌ی روش‌های به کار گرفته در آن بازی برنده را سنگین‌تر می‌کنند، به‌طوری که این احتمال کمی بیشتر می‌شود که بعداً باز از آن روش‌ها استفاده کنند.

یکی از جالب‌ترین روش‌های پیش‌بینی آینده شبیه‌سازی است. اگر فرماندهی بخواهد دریابد که آیا نقشه‌ی خاصی از نقشه‌ی نظامی دیگر بهتر است، با مشکل پیش‌بینی مواجه است. در وضع هوا، در خُلق و خوی افرادش و در ضدعملیات احتمالی دشمن کمیت‌های ناشناخته‌ای وجود دارد. یک راه برای فهمیدن اینکه نقشه‌ای خوب است یا نه این است که آن را امتحان کنند و متوجه شوند، اما امتحان همه‌ی نقشه‌های احتمالی که به ذهن می‌رسد کار مطلوبی نیست، فقط به این دلیل که تعداد مردان جوانی که آماده‌اند «در راه وطن» جان خود را فدا کنند زیاد است و تعداد نقشه‌های ممکن هم کم نیست. بهتر است به جای اجرای کاملاً واقعی نقشه‌ها، آنها را به‌صورت آزمایشی امتحان کنیم؟ مثلاً به‌شکل جنگ تمام‌عیار «سرزمین شمالی» با «سرزمین جنوبی» با مهمات مشقی، گرچه ممکن است این کار نیز از نظر زمان و تجهیزاتی که نیاز دارد گران تمام شود، نمایش جنگ می‌تواند با ریخت و پاش کمتر با جابه‌جا کردن سربازهای فلزی و تانک‌های کوچک اسباب‌بازی روی یک نقشه‌ی بزرگ صورت بگیرد.

اخیراً کامپیوترها بخش عمده‌ای از کار شبیه‌سازی را به عهده گرفته‌اند، نه فقط در فن راهبرد نظامی، بلکه در همه‌ی رشته‌هایی که پیش‌بینی آینده در آن لازم است، مانند اقتصاد، بوم‌شناسی، جامعه‌شناسی و بسیاری از رشته‌های دیگر. روش کار چنین است: مُدلی از جنبه‌ای از جهان در کامپیوتر ساخته می‌شود؛ نه به

این معنی که اگر پیچ سرپوش آن را باز کنید یک موجود مینیاتوری یا ماکتی کوچک از چیزی که شبیه‌سازی شده در آن می‌بینید. در کامپیوتر شطرنج‌باز درون بانک حافظه هیچ چیزی نخواهید یافت که از یک صفحه‌ی شطرنج که روی آن سرباز و اسب قرار داشته باشد. صفحه‌ی شطرنج و وضعیت موجود آن را به‌شکل اعدادی که به‌صورت الکترونیکی کُدگذاری شده‌اند نشان می‌دهند. یک نقشه برای ما یک مُدل ریزنقش از بخشی از جهان است، که در دوبُعد فشرده شده است. در کامپیوتر ممکن است نقشه به‌صورت فهرستی از نام شهرها و نقاط دیگر با دو عدد که عرض و طول جغرافیایی را نشان می‌دهند نمایانده شود. ولی اینکه کامپیوتر واقعاً به چه صورت آن مُدل را در ذهن خود نگه می‌دارد مهم نیست. مهم این است که آن را به‌صورتی نگه دارد که بتواند به کارش گیرد، تغییراتی در آن بدهد، آزمایش‌هایی با آن انجام دهد و با اصطلاحاتی که برای انسانِ کاربر قابل درک باشد گزارش کار را بدهد. با شیوه‌های شبیه‌سازی، نیروهای ساختگی ممکن است برنده یا بازنده شوند، هواپیماهای مُدل می‌پرند یا درهم می‌شکنند، سیاست‌های اقتصادی یا رفاه یا فلاکت به‌بار می‌آورند. در هر مورد، کل جریان در کسر کوچکی از زمان که در واقعیت طول می‌کشد درون کامپیوتر انجام می‌گیرد. البته مُدل‌های جهان نیز خوب و بد دارند. تازه مُدل‌های خوب هم چیزی تقریبی‌اند. هیچ میزانی از شبیه‌سازی نمی‌تواند دقیقاً پیش‌بینی کند که در واقعیت چه روی خواهد داد؛ اما یک شبیه‌سازی خوب خیلی ترجیح دارد به یک آزمون و خطای کورکورانه. شبیه‌سازی را می‌توان آزمون و خطای قراردادی نامید، اصطلاحی که متأسفانه مدت‌هاست روان‌شناسان موش آن را از معنا تهی کرده‌اند.

اگر شبیه‌سازی تا به این حد فکر جالبی است، باید انتظار داشته باشیم ابتدا توسط ماشین‌های بقا کشف شده باشد. مگر نه این است که همه‌ی راهکارهای مهندسی بشر، قبل از اینکه ما در صحنه حاضر شویم، توسط آنها اختراع شده بود: ساز و کار عدسی‌های کانونی، آیینه‌های سهوی، تحلیل بسامد امواج صوتی، کنترل خودکار، سونار، حافظه‌ی اطلاعات ورودی و شمار دیگری از این اسم‌های طولانی که مهم نیست جزئیاتشان چه باشد.

اما شبیه‌سازی چیست؟ خوب، وقتی خود شما لازم باشد تصمیم مشکلی

بگیرید که به کمیت‌های نامعلومی در آینده مربوط می‌شود، یک جور شبیه‌سازی انجام می‌دهید. مجسم می‌کنید در صورتی که هریک از حالات ممکن رخ دهد، چه اتفاقی خواهد افتاد. مُدلی در ذهن خود می‌سازید که نه از همه‌ی چیزهای دنیا، بلکه از تعداد محدود چیزهایی که به نظرتان به موضوع مربوط است تشکیل می‌شود. شاید آنها را به‌وضوح در چشم ذهن خود ببینید یا در تصویری که از آنها در ذهن خود دارید تغییراتی ایجاد کنید. در هر صورت چنین نیست که در ذهن‌تان یک مُدل فضایی واقعی از چیزهایی که تصور می‌کنید وجود داشته باشد. بلکه، درست مثل کامپیوتر، جزئیات این امر که چگونه ذهن مُدلی را از جهان ارائه می‌کند کم‌اهمیت‌تر از این است که چگونه می‌تواند با استفاده از آن رویدادهای احتمالی را پیش‌بینی کند. ماشین‌های بقایی که آینده را شبیه‌سازی می‌کنند یک گام جلوتر از ماشین بقایی هستند که فقط بر اساس آزمون و خطای قابل مشاهده پیش می‌روند. گرفتاری آزمون (قابل مشاهده) این است که وقت و انرژی زیادی لازم دارد. اشکال خطای سرراست (قابل مشاهده) این است که اغلب مرگبار است. شبیه‌سازی هم امن‌تر است و هم سریع‌تر.

به نظر می‌رسد پیشرفت در توانایی شبیه‌سازی به آگاهی ذهنی انجامیده باشد. از نظر من این سوآل که چرا باید چنین چیزی رخ داده باشد مهم‌ترین معمایی است که در مقابل زیست‌شناسی امروز قرار دارد. دلیلی ندارد فرض را بر این قرار دهیم که کامپیوترهای الکترونیکی، هنگام شبیه‌سازی آگاه هستند. گرچه باید بپذیریم که ممکن است در آینده‌ی نزدیک چنین شوند. شاید وقتی آگاهی پیدا می‌شود که شبیه‌سازی جهان در مغز آن قدر کامل شده که مغز می‌خواهد مُدلی از خود نیز داشته باشد. معلوم است که اعضا و بدن یک ماشین بقا باید بخش مهمی از جهان شبیه‌سازی شده‌ی آن را تشکیل دهد. شاید به چنین دلیلی، خود شبیه‌سازی را بتوان بخشی از جهانی که باید شبیه‌سازی شود در نظر گرفت. در واقع شاید از «خودآگاهی»[1] بشود به عنوان یک واژه‌ی دیگر برای آن استفاده کرد، اما من این را یک توضیح کاملاً قانع‌کننده برای تکامل آگاهی نمی‌دانم، بلکه فقط به عنوان بخشی از قضیه است؛ به این دلیل که به این

1. self-awareness

ترتیب می‌شود بی‌نهایت بار به عقب برگشت ــ اگر ممکن است مُدلی از آن مُدل وجود داشته باشد، چرا مُدلی از مُدلِ مُدلِ آن وجود نداشته باشد؟

جدا از مسائل فلسفی که ناشی از آگاهی هستند، در مورد اهداف این کتاب می‌توان آن را حداعلای یک روند تکاملی دانست که در جهت رهایی ماشین‌های بقا، به عنوان مسئولین اجرایی، از اربابان نهایی یا ژن‌ها دانست. مغز نه فقط راه انداختن امور روزانه‌ی ماشین‌های بقا را به عهده دارد، همچنین باید توانایی پیش‌بینی آینده را کسب و بتواند مطابق آن عمل کند. مغزها حتی این استعداد را دارند که در مقابل استبداد ژن‌ها شورش کنند، مثلاً نخواهند همه‌ی آن تعداد بچه‌های ممکن را داشته باشند، اما همان‌طور که خواهیم دید، بشر از این نظر، یک مورد بسیار استثنایی است.

ربط این موضوع به ایثارگری و خودخواهی چیست؟ من سعی دارم این فکر را جا بیندازم که رفتار حیوانات، چه ایثارگرانه چه خودخواهانه، فقط به یک مفهوم غیرمستقیم ولی پرقدرت تحت کنترل ژن‌هاست. ژن‌ها با تأثیرگذاری روی ساخت ماشین‌های بقا و دستگاه عصبی آنها، اوج قدرت خود را در رفتار به نمایش می‌گذارند. اما تصمیم‌های لحظه به لحظه و اینکه لحظه‌ی دیگر چه کنیم را دستگاه عصبی می‌گیرد. ژن‌ها سیاست‌گذاران اولیه‌اند؛ مغزها عامل اجرایی‌اند. اما وقتی مغزها به‌قدری پیشرفت می‌کنند که به سطوح بالا می‌رسند، به تدریج تصمیم‌های سیاست‌گذاری بیشتری را به عهده می‌گیرند و در این راه از فوت و فن‌هایی مثل آموختن و شبیه‌سازی استفاده می‌کنند. پیامد منطقی این روند، که هنوز هیچ‌گونه‌ای به آن نرسیده است، این است که ژن‌ها فقط یک دستور کلی به ماشین بقا بدهند: هرچه خودت برای زنده نگه داشتن ما صلاح می‌دانی انجام بده.

مقایسه‌ی کامپیوتر با تصمیم‌گیری‌های بشر همه به جا بود. ولی حالا باید به واقعیت برگردیم و فراموش کنیم که تکامل در واقع گام به گام و از طریق تفاوتی که ژن‌ها از نظر بقا در خزانه‌ی ژنی دارند رخ می‌دهد. برای اینکه یک الگوی رفتار ــ ایثارگرانه یا خودخواهانه ــ شکل بگیرد، لازم است که در خزانه‌ی ژنی، ژن آن رفتار از ژنی که رقیب یا آلل آن برای رفتار دیگر دارد موفق‌تر باشد. ژن رفتار ایثارگرانه، یعنی هر ژنی که روی رُشد دستگاه اعصاب طوری اثر می‌گذارد

که در آن تمایل به رفتار ایثارگرانه تولید می‌کند. آیا هیچ نشانه‌ی واقعی وجود دارد که حاکی از به ارث رسیدن ژن رفتار ایثارگرانه باشد؟ خیر، ولی جای تعجب ندارد، به این دلیل که مطالعه‌ی زیادی بر روی ژنتیک رفتار صورت نگرفته است. در عوض، بگذارید از مطالعه‌ی الگوی رفتاری صحبت کنم که به‌ظاهر ایثارگرانه ولی آن‌قدر پیچیده است که می‌تواند جالب باشد. می‌توان از آن به عنوان مُدلی برای نشان دادن چگونگی به ارث رسیدن رفتار ایثارگرانه استفاده کرد.

زنبورهای عسل یک نوع بیماری عفونی دارند که لک لارو زنبوران[1] نام دارد. این بیماری به نوزاد حشره در خانه‌اش حمله می‌کند. از تخم‌های محلی که مورد استفاده‌ی زنبورداران قرار می‌گیرد بعضی بیشتر از بقیه در معرض خطر لک زنبوران هستند و معلوم شده است که تفاوت بین این گرایش موروثی، دست‌کم در بعضی موارد، یک تفاوت رفتاری است. نژادهایی به‌نام نژاد بهداشتی وجود دارند که با شناسایی نوزادان آلوده، و بیرون کشیدن آنها از خانه‌ی‌شان و بیرون انداختن‌شان از کندو، بیماری را به سرعت ریشه‌کن می‌کنند. نژاد آسیب‌پذیر، آسیب می‌بینند زیرا این نوزادکشی بهداشتی را انجام نمی‌دهند. رفتاری که عملاً به بهداشت مربوط می‌شود بسیار پیچیده است. زنبورهای کارگر باید تک تک خانه‌های نوزادان مبتلا را شناسایی کنند، روکش مومی آن را بردارند و لارو را از آن بیرون آورند، تا درِ کندو آن را بکشند و بیرون در محل زباله‌ها بیندازند.

به دلایل مختلف انجام آزمایش‌های ژنتیکی با زنبور کار بسیار مشکلی است. خود زنبورهای کارگر معمولاً تولیدمثل نمی‌کنند و بنابراین باید ملکه‌ای از یک نژاد را با زنبور نری از نژاد دیگر آمیزش داد و بعد رفتار فرزندان کارگر (زنبورهای کارگر به وجود آمده از) آنها را بررسی کرد. این کار را و.ک. روتن بوهلر[2] انجام داده است. او متوجه شد که در تمام کندوهای نوزاد (جدید) دورگه‌ی نسل اول غیربهداشتی بودند: به نظر می‌رسد رفتار بهداشتی والدشان را از دست داده بودند؛ گرچه بعداً معلوم شد ژن بهداشتی بودن، به‌صورت مغلوب، در آنها وجود داشت، مثل ژن چشم‌آبی در مورد انسان. وقتی روتن بوهلر بار دیگر نسل اول آنها را با یک نژاد کاملاً بهداشتی آمیزش داد (البته باز هم با استفاده از ملکه

1. foul brood 2. W.C.R Rothenbuhler

و زنبورهای نر) به نتیجه‌ی بسیار زیبایی رسید. کندوهای (جدید) نوزاد سه گروه، بودند. یک گروه رفتار کاملاً بهداشتی نشان می‌داد، گروه دوم اصلاً رفتار بهداشتی نداشت و سومین گروه آن را نیمه‌کاره انجام می‌داد. گروه آخر روکش مومی را که روی خانه‌ی نوزاد مبتلا بود برمی‌داشت، اما ادامه‌ی کار و بیرون انداختن لارو را انجام نمی‌داد. روتن بوهلر حدس زد شاید دو ژن جداگانه، یکی برای برداشتن روکش مومی و یکی برای بیرون انداختن وجود داشته باشد. نژادهای بهداشتی معمولی هر دو ژن را دارند، نژادهای آسیب‌پذیر به‌جای این ژن‌ها، رقیب آنها ــ آلل‌شان ــ را دارند، دورگه‌هایی که نصف کار را انجام می‌دادند احتمالاً ژن برداشتن روکش را (به‌میزان دوبرابر) داشتند ولی ژن بیرون انداختن را نداشتند. روتن بوهلر احتمال داد که آن گروه آزمایشی که همه به‌ظاهر غیربهداشتی بودند، شاید به‌صورت پنهان در یک زیرگروه ژن دور انداختن را داشت. اما اثر آن نمی‌توانست ظاهر شود؛ زیرا ژن برداشتن روکش موجود نبود. یقیناً نیمی از زنبورهای به‌ظاهر غیربهداشتی، اگر آن را داشتند، رفتار کاملاً عادی بیرون انداختن را نشان می‌دادند.

این داستان چند نکته‌ی مهم را که در فصل قبل مطرح شده به نمایش می‌گذارد. نشان می‌دهد که به‌جاست از ژن فلان رفتار صحبت کنیم، حتی اگر کوچک‌ترین تصوری از زنجیره‌ی شیمیایی مراحل تکوین از ژن تا آن رفتار را نداشته باشیم. زنجیره‌ی علت و معلول‌ها حتی ممکن است یادگیری را هم شامل شود. برای مثال، ممکن است این‌طور باشد که ژن برداشتن روکش، خود را به‌صورت تمایل به موم مبتلا بروز دهد. یعنی زنبوران کارگر احساس رضایت‌بخشی از خوردن موم روکش خانه‌های نوزادان مبتلا پیدا کنند و بنابراین میل به تکرار آن داشته باشند. حتی اگر شیوه‌ی کار آن ژن همین باشد، هنوز در صورتی ژنِ برداشتنِ روکش محسوب می‌شود که، در شرایط یکسان، زنبورهایی که این ژن را دارند روکش‌ها را بردارند و زنبورهایی که این ژن را ندارند، روکش‌ها را برندارند.

در وهله‌ی دوم این واقعیت را نشان می‌دهد که ژن‌ها در تأثیری که روی ماشین بقای همبودشان دارند با هم «تشریک مساعی» می‌کنند. اگر ژن بیرون انداختن را ژن برداشتن روکش همراهی نکند بی‌فایده خواهد بود، عکس آن هم

همین‌طور است. با این حال آزمایش‌های ژنتیکی با همین وضوح نشان می‌دهند که این دو ژن در سفری که طی نسل‌ها داشته‌اند همواره به‌طور کامل از هم مستقل بوده‌اند. در مورد کار مفیدی که انجام می‌دهند می‌شود آنها را یک واحد تعاون در نظر گرفت، اما به عنوان ژن‌های تکثیر شونده، دو عامل آزاد و مستقل محسوب می‌شوند.

در این استدلال لازم است برای انجام انواع کارهای غیرمحتمل نیز ژن در نظر گرفته شود. برای مثال اگر من از ژن فرضی «نجات همراهانِ در حال غرق شدن» صحبت کردم و به نظر شما چنین چیزی باورنکردنی آمد، داستان زنبورهای بهداشتی را به یاد بیاورید. یادتان باشد ژن از نظر ما تنها سبب همه‌ی انقباض‌های پیچیده‌ی ماهیچه‌ای جمع شدن حواس، حتی تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌ای نیست که در نجات کسی از غرق شدن دخالت دارند. تنها باید متوجه باشید در حالی که شرایط دیگر یکسان باشد و بسیاری از ژن‌های ضروری و عوامل محیطی دیگر حضور داشته باشند، برای فقط یک ژن این امکان وجود دارد که بدنی بسازد که بیشتر احتمال دارد کسی را از غرق شدن نجات دهد تا بدنی که الکل آن ژن را می‌سازد. ممکن است معلوم شود تفاوت این دو ژن در نهایت به تفاوت بسیار جزئی در یک متغیر ساده‌ی کمّی ربط پیدا کند. گرچه جزئیات فرایند رشد جنین ممکن است جالب باشد، ولی ربطی به واقعیت‌های تکامل ندارد. کنراد لورنز[1] این موضوع را به خوبی بیان کرده است.

ژن‌ها در برنامه‌ریزی استادند و برای زندگی خود برنامه می‌ریزند. آنها را بر اساس موفق بودن برنامه‌شان در کنار آمدن با اتفاقات و خطراتی می‌سنجند که در زندگی برای ماشین بقا پیش می‌آید. داورشان قاضی بی‌رحم محکمه‌ی بقاست. ما بعداً به روش‌هایی می‌رسیم که با آنها بقای ژن را با به توسط چیزی که رفتار ایثارگرانه به نظر می‌رسد می‌توان بیشتر کرد. اما اولویت اول و آشکار یک ماشین بقا و مغزی که برای آن تصمیم می‌گیرد، بقای فرد و تولیدمثل است. همه‌ی ژن‌های آن «پرگنه» این اولویت‌ها را قبول دارند. بنابراین حیوانات برای یافتن و رسیدن به غذا؛ برای گریز از گیر افتادن و خورده شدن؛ برای اجتناب از

1. Konrad Lorenz

بیماری و حوادث، برای حفظ خود از شرایط نامساعد آب و هوا؛ برای یافتن عضوی از جنس مخالف و ترغیب او به جفت‌گیری، برای دادن امتیازاتی به فرزندانشان، مشابه آنها که برای خودشان لذت‌بخش بوده، دست به هر کاری می‌زنند. من مثالی نمی‌آورم ــ اگر نمونه‌ای می‌خواهید کافی است به اولین جانور وحشی که برخوردید دقیق شوید. اما می‌خواهم به نوع خاصی از رفتار اشاره کنم، زیرا بعداً که به صحبت از ایثارگری و خودخواهی می‌رسیم، لازم است به آن رجوع کنیم. این رفتاری است که در کل می‌شود برچسب «ارتباط» را روی آن گذاشت.

وقتی یک ماشین بقا رفتار یا حالت دستگاه عصبی ماشین بقای دیگری را تحت تأثیر قرار می‌دهد، شاید بشود گفت که با آن ارتباط برقرار کرده است. این تعریفی نیست که همیشه صادق باشد، اما در مورد هدف فعلی ما مناسب است. منظور من از تحت تأثیر قرار دادن، تأثیر مستقیم و بدون برنامه‌ی قبلی است. موارد ارتباط زیادند: آواز پرنده، قورباغه، جیرجیرک؛ تکان دم و موهای گردن سگ، دندان نشان دادن شامپانزه، حرکات بدن و زبان انسان‌ها. تعداد زیادی از کارهای ماشین‌های بقا با تحت تأثیر قرار دادن ماشین‌های بقای دیگر، به‌طور غیرمستقیم راه را برای زندگی بهتر ژن‌های خود باز می‌کنند. حیوانات برای مؤثر بودن ارتباط خود دست به هر کاری می‌زنند. آواز پرنده‌ها نسل‌های پی در پی انسان‌ها را مسحور و مبهوت خود کرده است. پیش از این به آواز پرزحمت و اسرارآمیز نهنگ‌های کوهان‌دار اشاره کردم. این آواز با دامنه‌ی شگفت‌آورش بسامدی دارد که کل صداهای گوش‌رس بشر از غرش‌های کمتر از سرعت صوت تا جیغ‌های مافوق صوت را شامل می‌شود. جیرجیرک‌های حفار[1] با سر دادن صدا در راهروهای زیرزمینی با دقت، به شکل یک شیپورِ تقویت صدا یا بلندگو، می‌سازند، آوازشان را به‌طور حیرت‌آوری بلند می‌کنند. زنبورها می‌رقصند تا به زنبورهای دیگر درباره‌ی جهت و فاصله‌ی منبع غذایی اطلاع دقیق بدهند، شاهکاری از ارتباط که فقط با زبان بشر قابل مقایسه است.

کردارشناسان به‌طور سنتی بر این باورند که علت تکامل علایم ارتباطی نفع

1. mole crickets

دوسویه که برای فرستنده و گیرنده‌ی آن بوده است. برای مثال، جوجه‌های کوچک وقتی گم می‌شوند یا سردشان است با سر دادن جیک‌جیک بلند و تیزی روی رفتار مادرشان تأثیر می‌گذارند. اثر فوری این کار معمولاً احضار مادر است که او جوجه را به سمت گروه خود هدایت می‌کند. از این نظر می‌شود گفت که این رفتار به خاطر سود دوجانبه‌اش تکامل یافته است، زیرا انتخاب طبیعی بچه‌هایی را ترجیح می‌دهد که وقتی گم شوند جیک‌جیک می‌کنند و همچنین مادرانی را ترجیح می‌دهد که به این جیک‌جیک پاسخ مناسب می‌دهند.

اگر بخواهیم (البته ضروری نیست)، می‌توانیم علایمی مثل صدای جیک‌جیک را معنادار، یا حامل پیام تلقی کنیم: که در این مورد می‌شود «من گم شده‌ام.» فریاد هشداری را که پرنده‌های کوچک سر می‌دهند، و من به آن در فصل یکم اشاره کردم، می‌توان حاوی اطلاع «عقابی این طرف‌هاست» دانست سودی نصیب حیواناتی می‌کند که این پیام را می‌گیرند و بر اساس آن عمل می‌کنند. بنابراین می‌شود گفت که اطلاع صحیحی بوده است. اما آیا هرگز حیوانات اطلاع ناصحیح هم می‌دهند؛ آیا هرگز دروغ می‌گویند؟

بحث دروغگویی در حیوانات زیاد در معرض سوءتفاهمات است، بنابراین من سعی می‌کنم به آن دامن نزنم. به یاد می‌آورم به سخنرانی بئاتریس و آلن گاردنر[1] درباره‌ی شامپانزه‌ی سخنگوی معروفشان، واشو[2]، رفته بودم (واشو از زبان علامت آمریکایی استفاده می‌کند، و آموخته‌های او برای دانشجویان زبان بسیار قابل اهمیت است). در میان شنوندگان چند فیلسوف حضور داشتند و در گفت‌وگوی بعد از سخنرانی روی این پرسش که آیا واشو می‌تواند دروغ بگوید بحث زیادی درگرفت. به نظرم گاردنرها موضوعی را جالب‌تر از این برای بحث نمی‌دیدند، عقیده‌ی خودم هم همین بود. در این کتاب من از واژه‌های «گول زدن» و «دروغ» به آنچه مدنظر آن فیلسوف‌ها بود. توجه آنها به دروغ عمدی و آگاهانه بود. مفهوم بسیار روشن و سرراست‌تری را در نظر دارم نسبت منظور من فقط آن کاری است که نتیجه‌اش در عمل برابر گول زدن باشد. اگر یک پرنده وقتی عقابی آن دور و بر نیست با استفاده از علامتِ «عقابی این طرف‌هاست»

1. Beatrice and Allen Gardner 2. Washoe

بخواهد همکاران خود را فراری دهد تا خودش غذای همه‌ی آنها را بخورد، می‌توانیم بگوییم دروغ گفته است. منظور این نیست که با تصمیم قبلی و آگاهانه قصد گول زدن دارد. منظور این است که آن پرنده‌ی دروغگو با دور کردن پرنده‌های دیگر به غذا دست یافت، و آن پرنده‌ها دور شدند چون در مقابل هُشدار این دروغگو طوری رفتار کردند که انگار واقعاً عقابی در کار است.

بسیاری از حشرات خوردنی، مثل پروانه‌های فصل قبل، با تقلید از ظاهر حشره‌های دیگر که بدمزه یا نیش‌زن هستند خود را حفظ می‌کنند. خود ما اغلب گول خورده و مگس راه راه زرد و سیاه بال‌بال‌زن را با زنبور اشتباه گرفته‌ایم. بعضی مگس‌ها که از زنبور تقلید می‌کنند در فریب دادن بسیار استادند. حیوانات شکاری نیز دروغ می‌گویند. صیادماهی[1] در ته دریا صبورانه منتظر می‌ماند تا با زمینه‌ی متن اشتباه گرفته شود. تنها جایی که از او به چشم می‌آید بخشی گوشتی است که مانند یک تکه از کرمی که سر چوب ماهیگیری زده باشند در حال پیچ و تاب خوردن است. این تکه از بالای سر این ماهی بیرون زده است. وقتی یک ماهی کوچکِ طعمه نزدیک شود، صیادماهی آن تکه‌ی کرم‌مانندش را در مقابل او می‌رقصاند و با آن ماهی کوچک را گول می‌زند او را به طرف جایی که دهان ناپیدایش قرار دارد می‌کشاند. بعد ناگهان آرواره‌ها باز می‌گردد و ماهی کوچک به درون کشیده و خورده می‌شود. این صیادماهی با استفاده از تمایل آن ماهی کوچک به آن کرم‌مانند پیچان به‌دروغ می‌گوید «یک کرم اینجا هست» و ماهی کوچک که دروغ او را «باور کرده» به‌سرعت طعمه‌ی او می‌شود.

بعضی از ماشین‌های بقا از میل جنسی دیگران به نفع خود استفاده می‌کنند. گیاه اُرکیده (ثعلب) به خاطر شباهت زیادی که گل‌هایش به زنبورهای ماده دارند، زنبورها را ترغیب به جفت شدن با آن گل‌ها می‌کند. آنچه از این فریب نصیب ثعلب می‌شود افشاندن گرده است، زیرا زنبوری که به این ترتیب فریب دو گل را خورده است گرده‌ی یکی را به آن یکی منتقل می‌کند. کرم‌های شب‌تاب (که در واقع نوعی سوسک‌اند) با فرستادن نور توجه جفت خود را جلب می‌کنند. هر گونه‌ای الگوی نور فرستادن به‌شکل خط ـ نقطه خاص خود را دارد و این مانع از

1. angler fish ماهی صیاد

آن می‌شود که افراد گونه‌هه گیج شوند و ترکیب ناجوری از آنها حاصل شود. درست همان‌طور که چشم کشتیران‌ها دنبال یافتن الگوی خاصی از نور انداختنِ فانوس‌های دریایی است، کرم‌های شب‌تاب هم دنبال آن شکل از نور هستند که رمز گونه‌ی خودشان را در آن ببینند. در نژاد فوتوریس[1]، ماده‌ها «کشف کرده‌اند» که اگر رمز نورافکنی یک ماده از نژاد فوتی‌نوس[2] را تقلید کنند، می‌توانند نرهای فوتی‌نوس را گول بزنند. آدم به یاد سیرن‌ها و لورلی[3] می‌افتد، اما مردم کورن وال[4] را بیشتر یاد خرابکاران ایام گذشته می‌اندازد که از چراغ‌های دریایی برای گمراه کردن کشتی‌ها و کشاندن آنها به سمت صخره‌ها استفاده می‌کردند و بعد بارکشی‌های آسیب دیده را غارت می‌کردند.

هر وقت که یک دستگاه ارتباطی ساخته شود، همیشه این خطر وجود دارد که بعضی‌ها از آن در جهت اهداف خود استفاده کنند. ما که با این دیدگاه بزرگ شده‌ایم که در تکامل «صلاح‌گونه»ها نهفته است طبیعتاً فکر می‌کنیم دروغگوها و گول‌زن‌ها به گونه‌های دیگر تعلق دارند، به شکارگرها، انگل‌ها و مانند آنها؛ اما باید انتظار دروغ و فریب را داشته باشیم و هرگاه منافع ژن‌های افراد مختلف از هم فاصله بگیرند، از ارتباط به‌صورت خودخواهانه بهره‌برداری می‌شود. در مورد افراد یک گونه هم همین‌طور است. همان‌طور که خواهیم دید، دور از انتظار نباید باشد که بچه‌ها والدین خود را گول بزنند، شوهران زنان خود را فریب دهند و برادر به برادر دروغ بگوید.

حتی این باور که پیدا شدن علایم ارتباطی در اصل برای تأمین منافع دوجانبه بوده و سپس مورد بهره‌برداری گروه‌های بدخواه قرار گرفته، بسیار ساده‌دلانه است. به احتمال زیاد چنین است که در همه‌ی ارتباط‌های حیوانی از همان ابتدا یک عنصر فریب وجود داشته، زیرا در همه‌ی دادوستدهای حیوانی دست‌کم نوعی تضاد منافع وجود دارد. در فصل بعد راه پرقدرتی برای بررسی تضاد منافع از منظر تکامل معرفی می‌شود.

---

1. photuris 2. photinus

3. Sirens and Lorelei زنان افسونگر اساطیری که با آوازشان دریانوردان را جلب و به سوی صخره‌ها می‌کشاندند موجب نابودیشان می‌شدند.

4. Cornwall ایالتی در جنوب غربی انگلیس

فصل پنجم

تهاجم: ثبات و ماشین خودخواه

بیشتر این فصل درباره‌ی تهاجم است، موضوعی که بسیار مورد تعبیرهای غلط واقع شده است. ما همچنان فرد را ماشین خودخواهی در نظر می‌گیریم که برنامه‌ریزی‌اش طوری است که هرچه را درکل به نفع ژن‌هایش باشد انجام می‌دهد. این شیوه‌ی بیان برای راحتی کار است. در پایان فصل دوباره به زبان ژن‌ها برمی‌گردیم.

برای هر ماشین بقا، یک ماشین بقای دیگر (که فرزند یا خویشاوند نزدیک خود او نباشد) مثلاً یک صخره، رودخانه، یا لقمه‌ای غذا. بخشی از محیط محسوب می‌شود، این چیزی است که می‌تواند مایه‌ی دردسر باشد یا می‌شود از آن استفاده‌ای کرد. او از یک نظر با صخره و رودخانه فرق دارد: آماده است متقابلاً حمله کند. به این دلیل که او نیز ماشینی است که ژن‌های نامیرای خود را در صندوق امانات برای آینده نگه داشته است، و آن هم برای حفظ آنها از هیچ کوششی فروگذار نیست. انتخاب طبیعی به ژن‌هایی برتری می‌دهد که ماشین بقایشان را طوری کنترل می‌کنند که به بهترین صورت از محیط بهره‌برداری کنند. و این شامل استفاده از دیگر ماشین‌های بقا به بهترین صورت نیز می‌شود، چه آن ماشین‌ها از گونه‌ی خود، چه از گونه‌ی دیگری باشند.

در بعضی موارد به نظر می‌رسد ماشین‌های بقا نسبتاً کم به زندگی یکدیگر دست‌اندازی می‌کنند. برای مثال، موش کور و توکای سیاه همدیگر را نمی‌خورند، با هم جفت‌گیری نمی‌کنند، یا برای داشتن جای زندگی با هم رقابت ندارند. حتی در این حالت هم نباید آنها را کاملاً بر روی هم بی‌تأثیر بدانیم. ممکن است بر

سر چیزی، مثلاً کرم خاکی، با هم رقابت کنند. منظور این نیست که آدم همیشه موش کور و توکای سیاه را در جنگ و در حال کشمکش بر سر یک کرم خاکی می‌بیند؛ در واقع شاید چشم یک توکای سیاه در عمرش هرگز به موش کوری نیفتد. اما اگر جمعیت موش کورها را یکسره نیست و نابود کنید، نتیجه‌ی این کار ممکن است برای توکای سیاه فاجعه باشد. گرچه من نمی‌توانم اتفاقی حدس بزنم که جزئیات آن کار ممکن است چه باشد، و از چه راه‌های غیرمستقیم پُرپیچ و خمی ممکن است تأثیر بگذارد.

ماشین‌های بقای گونه‌های مختلف به روش‌های گوناگونی روی همدیگر اثر می‌گذارند. ممکن است شکارگر یا طعمه، انگل یا میزبان، یا رقیبانی برای یک منبع کمیاب باشند. ممکن است به روش‌های عجیبی از آنها بهره‌برداری شود، مثل وقتی که گل‌ها از زنبور عسل برای جابه‌جا کردن گرده‌شان استفاده می‌کنند.

ماشین‌های بقایی که از یک گونه‌اند برای دست‌اندازی به زندگی همدیگر آمادگی بیشتری دارند. به چند دلیل، یکی اینکه نیمی از جمعیت هرگونه می‌تواند بالقوه جفتی برای او و پدر یا مادر زحمت‌کشی برای فرزندانش شود. دلیل دیگر این است که اعضای یک گونه، با شباهت زیادی که به هم دارند، همه با روش‌های یکسان زندگی، ماشین‌های حفظ ژن در یک منطقه‌اند و مخصوصاً بر سر همه‌ی منابع لازم برای زندگی رقیب هم‌اند. برای یک توکا ممکن است موش کور یک رقیب باشد، اما این رقیب هرگز آن‌قدر مهم نیست که رقابت با یک توکای دیگر اهمیت دارد. ممکن است موش کور و توکا بر سر کرمی با هم رقابت کنند، اما توکاها با هم بر سر کرم و همه‌ی چیزهای دیگر رقابت دارند. اگر از نظر جنس مثل هم باشند، ممکن است بر سر شریک جنسی رقیب هم شوند. به دلایلی که خواهیم دید، معمولاً نرها با یکدیگر بر سر ماده‌ها رقابت می‌کنند. این یعنی اگر یک نر به نر دیگری که رقیبش است آسیبی وارد کند، احتمالاً به‌نفع ژن‌هایش تمام می‌شود.

بنابراین به نظر می‌رسد سیاست منطقی یک ماشین بقا این باشد که رقبای خود را بکشد، و سپس ترجیحاً آنها را بخورد. گرچه کشتن و خوردن هم‌جنس در طبیعت رخ می‌دهد ولی آن‌قدر رایج نیست که در تعبیر ضعیفی از نظریه‌ی ژن خودخواه قابل پیش‌بینی باشد. البته کنراد لورنز در کتاب *در باب پرخاشگری* بر

طبیعت خویشتن‌دارانه و آقامنشانه‌ی جنگ بین حیوانات تأکید می‌کند. برای او، در مورد جنگ میان حیوانات، قابل توجه این است که به شکل مسابقات قهرمانی رسمی‌اند، مثل مشت‌زنی و شمشیربازی قواعدی دارند. حیوانات با مشت دستکش پوشیده و شمشیر کُند به جنگ هم می‌روند. ترساندن طرف مقابل و به رخ کشیدن توانایی‌های خود جانشین جنگ واقعی می‌شود. پیروزها حالت و رفتار شکست‌خورده‌ها را تشخیص می‌دهند، و از وارد کردن ضربه یا نیش (گاز) کشنده‌ای که ممکن است نظریه‌ی ضعیف ما پیش‌بینی کند خودداری می‌کنند.

این تعبیر خویشتن‌دارانه و بزرگ‌منشانه از تهاجم حیوانی را ممکن است همه قبول نداشته باشند. مخصوصاً، کاملاً نادرست است که انسان هوشمند[1] بیچاره را به‌عنوان تنها گونه‌ای که هم‌نوع خود را می‌کشد و به‌عنوان تنها وارث قابیل و با دیگر اتهام‌های مانند اینها که ناشی از احساساتند سرزنش کنیم. اینکه یک طبیعت‌شناس بر تهاجم یا بر خویشتن‌داری حیوانات تأکید داشته باشد تا حدی بستگی دارد به اینکه چه نوع حیواناتی را مورد مشاهده قرار داده باشد و تا حدی نیز به پیش‌داوری او از تکامل مربوط می‌شود. البته، لورنز سرانجام طرفدار «گونه‌ی نیک انسانی» است. حتی اگر در این مورد اغراق هم شده باشد، در آن نگاه که حیواناتِ در حال جنگ را دستکش پوشیده می‌بیند، دست‌کم مقداری حقیقت وجود دارد. ظاهراً به نوعی ایثارگری شبیه است. نظریه‌ی ژن خودخواه باید بتواند از پس وظیفه‌ی مشکل توضیح آن برآید. چرا چنین است که حیوانات تا آخر قضیه نمی‌روند و افراد رقیب هم گونه‌ی خود را در هر فرصت ممکن نمی‌کشند؟

پاسخ کلی به این سوآل این است که ستیزه‌جویی در کنار منافعی که دارد، هزینه‌هایی هم دارد، غیر از صرف وقت و انرژی که هزینه‌هایی آشکار هستند. برای مثال، فرض کنید B و C هردو رقیب من باشند و من به‌طور اتفاقی در مقابل B قرار گیرم. شاید برای من به عنوان یک فرد خودخواه، معقول این باشد که تلاش کنم او را از بین ببرم. ولی عجله نکنید. C هم رقیب من است و هم

1. Homo sapiens انسان هوشمند

رقیب B. با کشتن B، من در واقع به C هم نفع می‌رسانم و یکی از رقبای او را حذف می‌کنم. شاید برای من بهتر این باشد که بگذارم B زنده بماند، زیرا او ممکن است درگیر رقابت با C شود و این به‌طور غیرمستقیم به نفع من خواهد بود. نتیجه‌ی اخلاقی این مثال ساده‌ی فرضی این است که هیچ مزیت آشکاری در تلاش نسنجیده برای کشتن رقبا وجود ندارد. در یک نظام رقابتی بزرگ و پیچیده از میان برداشتن یک رقیب لزوماً با منفعت همراه نیست: ممکن است رقبای دیگر بیشتر از خود آن فرد از آن کشتن بهره‌مند شوند. این از آن درس‌های مشکلی است که مأموران از بین بردن جانوران موذی باید فراگیرند. شما یک آفت گیاهی ناجور دارید، راه خوبی برای از بین بردنش پیدا و آن را عالی اجرا می‌کنید، بعد متوجه می‌شوید یک آفت دیگر بیشتر از خود شما دارد از نابودی آن استفاده می‌کند، و شما در نهایت در وضعی بدتر از قبل قرار دارید.

از طرف دیگر، کشتن یا دست‌کم جنگیدن با بعضی رقبای خاص، به‌صورت انتخابی به نظر نقشه‌ی خوبی می‌رسد. اگر B یک بیدستر بزرگ دارای حرمسرای پر از ماده باشد و من یک بیدستر دیگر باشم که با کشتن او بتوانم حرمسرا را صاحب شوم، خیلی عاقلانه است که در این راه سعی خود را بکنم. اما حتی ستیزه‌جویی گزینشی نیز هزینه و خطرهایی دارد. به نفع B است که متقابلاً حمله و از داشته‌ی ارزشمند خود دفاع کند. اگر من جنگ را شروع کنم، در نهایت همان‌قدر که ممکن است من از بین بروم، ممکن است او کشته شود. شاید از آن هم بیشتر. او صاحب یک منبع باارزش است و به این دلیل من به جنگش می‌روم. اما او آن را از کجا آورده است؟ شاید در مبارزه‌ای به آن دست یافته است. احتمالاً باید قبل از من حریفان دیگری را شکست داده باشد. شاید جنگنده‌ی خوبی باشد. حتی اگر در این جنگ برنده شوم و به حرمسرا دست یابم، ممکن است آن‌قدر شدید مورد ضرب و جرح قرار بگیرم که نتوانم از غنیمتی که گرفته‌ام لذتی ببرم. به علاوه، جنگ همه‌ی وقت و انرژی‌ام را می‌گیرد، بهتر است فعلاً اینها را هدر ندهم. اگر تا مدتی هدفم پرورش خود و دوری از دردسر باشد، بزرگ‌تر و قوی‌تر می‌شوم. اگر حالا به جای حمله، صبر کنم، امکان بهتری دارم برای اینکه سرانجام با جنگ به حرمسرای او دست پیدا کنم.

این گفت‌وگو با خود فقط نشان می‌دهد که تصمیم چه جنگیدن باشد چه

نباشد، حاصل یک محاسبه‌ی پیچیده، گرچه ناخودآگاه، در مورد هزینه و سود کار است. این‌طور نیست که منافع بالقوه همه در جنگیدن باشد، گرچه البته بعضی منافع چنین‌اند. به همین ترتیب، در طول یک جنگ، هر تصمیم تاکتیکی در مورد اینکه با شدت بیشتری بجنگم یا کوتاه بیایم هزینه‌ها و سودهای خودش را دارد که باید بررسی شود. مدت‌هاست که رفتارشناسان به‌صورت مبهمی به این موضوع پی برده‌اند، اما ج. مینارد اسمیت[1]، که معمولاً رفتارشناس به حساب نمی‌آید، آن را به‌صورتی شفاف و محکم بیان کرده است. او با همکاری ج.ر. پرایس و ج.آ. پارکر، از شاخه‌ای از ریاضیات به نام نظریه‌ی بازی‌ها استفاده کرده است. نظر دقیق آنها را به جای استفاده از علایم ریاضی، می‌توان با استفاده از واژه بیان کرد، البته با تلاش و موشکافی بسیار.

مطلب مهمی که مینارد اسمیت معرفی می‌کند به «راهبردِ تکاملی باثبات» مربوط می‌شود، نظری که او رد آن را تا عقاید و.د. همیلتون و ر.ه. مک‌آرتور پی می‌گیرد. «راهبرد» یک سیاست رفتاری از قبل برنامه‌یزی شده است. یک نمونه از راهبرد چنین است: «به حریف حمله کن؛ اگر فرار کرد دنبالش کن؛ اگر قصد داشت تلافی کند فرار کن.» مهم است توجه داشته باشیم که راهبرد چیزی نیست که یک فرد آگاهانه از آن پیروی کند. فراموش نکنید که تصور ما از حیوان یک ماشین بقای خودکار است که با یک کامپیوتر از پیش‌برنامه‌ریزی شده ماهیچه‌ها را کنترل می‌کند. برای اینکه راحت‌تر تصوری از راهبرد داشته باشیم، آن را یک مجموعه دستور عمل ساده که به انگلیسی نوشته شده در نظر می‌گیریم. با سازوکاری ناشناخته، حیوان طوری رفتار می‌کند که به نظر می‌رسد دارد از این دستورها پیروی می‌کند.

یک راهبردِ تکاملی باثبات (ESS)[2]، راهبردی است که اگر بیشتر اعضای یک جمعیت آن را اختیار کنند، راهبرد دیگری نمی‌تواند جایگزین آن شود. این یک نکته‌ی مهم و ظریف است. به بیان دیگر می‌شود گفت بهترین راهبرد برای یک فرد بسته به این است که اکثریت افراد آن جمعیت چه کنند. از آنجا که بقیه‌ی آن جمعیت را افرادی تشکیل می‌دهند، که هرکدام سعی در بیشتر کردن موفقیت

1. J. Maynard Smith 2. evolutionarily stable strategy (ESS)

خود دارند، تنها راهبرد پایدار آن است که بعد از پیدا شدن، هیچ شخص نوجوی دیگری نتواند آن را تغییر دهد. ممکن است بعد از تغییر محیطی مهمی یک دوره‌ی کوتاه تکاملی ناپایدار پیدا شود. حتی شاید نوسانی در جمعیت رُخ دهد. اما وقتی به یک راهبرد تکاملی باثبات رسید، پایدار خواهد ماند: انتخاب، انحراف از آن را مجازات می‌کند.

برای ربط این موضوع به تهاجم به یکی از ساده‌ترین موارد فرضی مینارد اسمیت توجه کنید. فرض کنید در جمعیت یک گونه‌ی خاص فقط دو نوع راهبرد جنگی به‌نام‌های **عقاب** و **کبوتر** وجود دارد. (این اسم‌ها قراردادی‌اند و هیچ ربطی به ویژگی‌های پرنده‌هایی که اسمشان آمده ندارند: در واقع کبوترها پرنده‌ی نسبتاً تهاجمی‌اند.) هر فرد در جمعیت فرضی ما، یا در طبقه‌ی عقاب قرار می‌گیرد یا در طبقه‌ی کبوتر. عقاب‌ها همیشه تا جایی که بتوانند به‌شدت و بی‌محابا می‌جنگند، فقط وقتی کوتاه می‌آیند که به‌شدت زخمی شده باشند. کبوترها فقط با یک وقار قراردادی طرف را می‌ترسانند: هرگز به کسی آسیب نمی‌رسانند. اگر عقابی با کبوتری بجنگد، کبوتر فوری فرار می‌کند و بنابراین زیاد آسیب نمی‌بیند. اگر یک عقاب با عقاب دیگری درگیر شود، آن قدر ادامه می‌دهند تا یکی از آنها به‌شدت زخمی شود یا بمیرد. اگر کبوتری در مقابل یک کبوتر دیگر قرار گیرد، هیچ‌کدام زخمی نمی‌شوند، مدتی برای هم ژست و قیافه می‌گیرند تا یکی از آنها خسته شود یا بخواهد کوتاه بیاید و بنابراین عقب‌نشینی کند. فعلاً، فرض را بر این می‌گذاریم راهی برای اینکه فرد از قبل پیش‌بینی کند فلان رقیب از نوع عقاب است یا کبوتر وجود ندارد. فقط وقتی این را می‌فهمد که با او جنگیده باشد، و از جنگ‌هایی که در گذشته با افرادی انجام داده چیزی در حافظه‌اش نمانده که از آن کمک بگیرد.

حالا به عنوان یک قرارداد کاملاً دلبخواه به این جنگنده‌ها «امتیاز» می‌دهیم. مثلاً ۵۰ امتیاز برای بُرد و صفر امتیاز برای باخت، ۱۰۰ـ برای زخم شدید، ۱۰ـ برای اتلاف وقت در مسابقه‌ی طولانی. فرض می‌کنیم می‌شود این امتیازها را مستقیماً به ارز رایج ژن بقا تبدیل کرد. کسی که امتیاز بالا می‌آورد، یعنی میانگین «بازده»اش بالاست، کسی است که از بسیاری از ژن‌های خزانه پیش افتاده است. درون یک گستره‌ی وسیع، ارزش‌های عددی در عمل، به درد تحلیل

نمی‌خورند، ولی به ما کمک می‌کنند که درباره‌ی مشکل بیندیشیم.

برای ما اینکه هنگام جنگ عقاب احتمالاً کبوتر را مغلوب می‌کند یا نه اهمیتی ندارد. از قبل جواب، را می‌دانیم. عقاب‌ها همیشه برنده‌اند. برای ما جالب این است که بدانیم آیا عقاب یا کبوتر یک راهبرد تکاملی باثبات است. اگر یکی از آنها ESS باشد و دیگری نباشد، باید انتظار داشته باشیم آنکه ESS است، تکامل یابد. از جنبه‌ی نظری این امکان وجود دارد که دو ESS وجود داشته باشد. این در صورتی درست است که بهترین راهبرد برای هر فرد فرضی این باشد که راهبرد اکثریت آن جمعیت هرچه هست، عقاب یا کبوتری عیناً همان را دنبال کند. در این مورد، گرایش جمعیت این است که به هر کدام از دو وضعیت پایداری که اول به آن رسید، محکم بچسبد. اما، همان‌طور که اکنون خواهیم دید، درواقع هیچ‌کدام از این دو راهبرد، عقاب یا کبوتر، به تنهایی از نظر تکاملی باثبات نیست و بنابراین نباید انتظار تکامل هیچ‌کدام را داشته باشیم، برای اینکه این را نشان دهیم باید میانگین بازده‌ها را محاسبه کنیم.

فرض کنید جمعیتی داریم که فقط از کبوتر تشکیل شده است. هروقت می‌جنگند، کسی آسیب نمی‌بیند. در رقابت آنها یک مراسم رزمی طولانی اجرا می‌شود، احتمالاً مسابقه‌ی خیره شدن به هم، فقط وقتی به پایان می‌رسد که یک طرف کوتاه بیاید. آن وقت برنده ۵۰ امتیاز می‌گیرد که در این جنگ به منبع موردنظر دست یافته است، ولی ۱۰ـ امتیاز به عنوان جریمه از او کم می‌شود زیرا هنگام خیره شدن به هم وقت زیادی را تلف کرده است، در مجموع ۴۰ امتیاز نصیبش می‌شود. بازنده هم ۱۰ـ امتیاز به خاطر اتلاف وقت می‌گیرد. روی‌هم‌رفته هر کبوتری ۵۰٪ احتمال برنده شدن و ۵۰٪ احتمال بازنده شدن دارد. بنابراین بازده کار هرکدام در هر مسابقه نصف میانگین ۴۰+ و ۱۰ـ یعنی ۱۵+ است. بدین ترتیب به نظر می‌رسد عملکرد کبوترها در آن جمعیت خوب باشد.

اما حالا فرض کنید در آن جمعیت یک عقاب جهش‌یافته پیدا شود. چون تنها عقابِ آنجاست در تمام جنگ‌ها در مقابلش یک کبوتر قرار دارد. عقاب همیشه کبوتر را مغلوب می‌کند، بنابراین در هر جنگ ۵۰+ امتیاز می‌آورد و میانگین عملکردش همین است. او در مقابل کبوترها که میانگین‌شان ۱۵+

است از برتری برخوردار است. در نتیجه ژن عقاب به سرعت در آن جمعیت منتشر می‌شود. اما آن‌وقت دیگر این‌طور نیست که در تمام جنگ‌ها در مقابل هر عقاب یک کبوتر قرار گیرد. در یک مثال افراطی، اگر ژن عقاب آن‌چنان با موفقیت منتشر شود که کل جمعیت از عقاب تشکیل شود، بعد جنگ فقط بین عقاب‌ها صورت می‌گیرد و اوضاع طور دیگری می‌شود. وقتی دو عقاب با هم درگیر می‌شوند، یکی به شدت زخمی می‌شود و امتیازش ۱۰۰ـ است، در حالی که امتیاز برنده ۵۰+ است. در جمعیت عقاب‌ها، هر عقاب ممکن است در نیمی از جنگ‌ها برنده و در نیمی از آنها بازنده باشد. بنابراین نتیجه‌ی حاصل در هر جنگ چیزی است بین ۱۰۰ـ و ۵۰+ یعنی ۲۵ـ برای هرکدام است. حالا فقط یک کبوتر را در میان جمعیت عقاب‌ها در نظر بگیرید. یقیناً، در همه‌ی جنگ‌ها بازنده است، ولی از آن طرف هرگز آسیب نمی‌بیند. میانگین بازده او در جمعیت عقاب‌ها صفر است، در حالی که میانگین نتیجه‌ی یک عقاب در جمعیت عقاب‌ها ۲۵ـ است. به این ترتیب ژن کبوتر احتمالاً در آن جمعیت منتشر می‌شود.

طوری که من داستان را شرح دادم، چنین به نظر می‌رسد که دائم یک نوسان در جمعیت برقرار است. ژن عقاب رو به افزایش می‌گذارد، بعد در نتیجه‌ی زیادتر شدن عقاب‌ها، ژن کبوتر برتری می‌یابد و تعدادش زیاد می‌شود تا دوباره ژن عقاب رونق بگیرد و همین‌طور تا آخر. اما، لازم نیست چنین نوسانی وجود داشته باشد. در این نظام امتیازدهی قراردادی که ما از آن استفاده می‌کنیم، نسبت ثابتی از تعداد عقاب به کبوتر وجود دارد. اگر حساب کنید، این نسبت $\frac{۵}{۱۲}$ کبوتر به $\frac{۷}{۱۲}$ عقاب است. همین که این نسبت ثابت برقرار شود، میانگین عملکرد عقاب با میانگین عملکرد کبوتر برابر می‌شود. به این ترتیب، انتخاب طبیعی هیچ‌کدام را به آن دیگری برتری نمی‌دهد. اگر تعداد عقاب‌های آن جمعیت رو به افزایش گذارد به‌طوری که در این نسبت $\frac{۷}{۱۲}$ نباشد، کم‌کم کبوترها امتیازشان بیشتر می‌شود و نسبت مربوطه به سمت وضعیت پایدار میل می‌کند. درست همان‌طور که نسبت جنس نر به ماده پایدار و ۵۰ به ۵۰ است، نسبت عقاب به کبوتر در این نمونه‌ی فرضی ۷ به ۵ است. در هریک از این موارد، اگر نوسانی نسبت به وضعیت تعادل پیدا شود، نباید چندان قابل‌ملاحظه باشد.

این موضوع در ظاهر کمی شبیه به انتخاب گروه است، اما در واقع از آن

دست نیست. از این نظر به انتخاب گروه شباهت دارد که این امکان را به ما می‌دهد تا جمعیت را دارای یک تعادل پایدار در نظر بگیریم که هرگاه تعادل در آن به هم بخورد، گرایش بازگشت به وضعیت قبل در آن هست. اما ESS مفهومی بسیار باریک‌تر از انتخاب گروه است. به اینکه بعضی گروه‌ها از بعضی دیگر موفق‌تر عمل کنند هیچ ربطی ندارد. این را می‌توان با استفاده از نظام امتیازدهی قراردادی مثال فرضی‌مان به خوبی نشان داد. در یک جمعیت باثبات که شامل $\frac{۷}{۱۲}$ عقاب و $\frac{۵}{۱۲}$ کبوتر است، میانگین هر فرد $۶\frac{۱}{۴}$ می‌شود. چه آن فرد عقاب باشد چه کبوتر این عدد فرقی نمی‌کند. $۶\frac{۱}{۴}$ خیلی کمتر از میانگین بازده هر کبوتر در جمعیت کبوترها (۱۵) است. فقط در صورتی که همه می‌پذیرفتند کبوتر باشند، آن‌وقت به نفع تک تک کبوترها بود. در انتخاب گروه ساده، هر گروهی که در آن همه‌ی افراد به‌صورت دوجانبه قبول کنند که کبوتر باشند، عملکرد بسیار موفق‌تر خواهد بود از گروه رقیبی که در وضعیت ESS قرار دارد. (درواقع، تبانی برای تشکیل گروهِ فقط کبوتر بهترین گروه ممکن را نمی‌سازد. در گروهی که شامل $\frac{۱}{۶}$ عقاب و $\frac{۵}{۶}$ کبوتر است، میانگین بازده در هر سابقه $۱۶\frac{۲}{۳}$ است. این موفق‌ترین تبانی ممکن است، اما به جهت اهداف فعلی کاری با آن نداریم. یک تبانی ساده‌تر همه کبوتر، با بازده میانگین ۱۵ برای هر فرد، خیلی بهتر از برقراری ESS برای آن افراد است.) بنابراین نظریه‌ی انتخاب گروه گرایش تکامل به سوی یک تبانی همه کبوتر را پیش‌بینی می‌کند، زیرا گروهی که شامل $\frac{۷}{۱۲}$ عقاب است، موفقیت کمتری دارد. اما گرفتاری تبانی‌ها، حتی در مواردی که در درازمدت به نفع همه باشد، این است که در معرض سوءاستفاده قرار دارند. درست است که در گروهِ همه‌کبوتر افراد بازده بهتری از گروه‌های ESS دارند، اما متأسفانه در جمع کبوترها بازده یک عقاب تنها آن‌قدر بالا می‌رود که چیزی نمی‌تواند مانع تکامل عقاب‌ها شود. بنابراین این جمع با خیانت از درون محکوم به شکست می‌شود. وضعیت ESS باثبات است، نه به این دلیل که مشخصاً به نفع افرادی است که در آن هستند، بلکه فقط به این دلیل که نسبت به خیانت از درون مصون است.

برای انسان‌ها این امکان هست که وارد قرارداد یا ساخت و پاخت‌هایی شوند که به نفع تک تک افراد است، حتی اگر آن وضعیت‌ها به مفهوم ESS پایداری

نداشته باشند. اما به این دلیل این امکان وجود دارد که هر فرد بینش هوشیاری آینده‌نگری آگاهانه‌ی خود را به کار می‌گیرد، و می‌تواند متوجه باشد که در درازمدت به سود خودش است که آن قراردادها را رعایت کند. حتی در قراردادهای بین انسان‌ها دائم این خطر وجود دارد که افراد بخواهند با زیر پا گذاشتن قواعد در کوتاه‌مدت به چیزهای زیادی برسند، که وسوسه برای این کار زیاد است. شاید بهترین مثال ثبات قیمت‌ها باشد. در درازمدت به نفع همه‌ی صاحبان پمپ بنزین است که قیمت بنزین را در یک سطح غیرعادی بالا نگه دارند. بر اساس برآوردی آگاهانه از بیشترین منفعت در درازمدت، این حد قیمت ممکن است تا زمانی طولانی ادامه داشته باشد. اما، هرازگاهی یک نفر تسلیم این وسوسه می‌شود که با کم کردن نرخ‌هایش پول زیادی به جیب بزند. همکاران او هم فوراً همان روش را پیش می‌گیرند و موجی از کاهش قیمت‌ها کشور را فرامی‌گیرد. برای همه‌ی ما جای تأسف است که دوباره‌ی آن آینده‌نگری آگاهانه‌ی صاحبان پمپ بنزین خودش را آشکار می‌کند، و دوباره آنها وارد یک قرارداد برای تثبیت قیمت می‌شوند. بنابراین، حتی در میان انسان‌ها، گونه‌ای که آینده‌نگری آگاهانه دارد، قرارداد یا تبانی که برای منفعت بیشتر در درازمدت منعقد می‌شود، مُدام به‌خاطر خیانت از درون در آستانه‌ی فروپاشی است. در حیوانات وحشی، که با ژن‌های پرتلاش کنترل می‌شوند، دیدن روش‌هایی که در آن منفعت گروه یا راهبردهای تبانی امکان تکامل داشته باشند مشکل‌تر است. ما باید انتظار یافتن راهبردهای از نظر تکاملی پایدار را در همه جا داشته باشیم.

در مثال فرضی‌مان، این فرض ساده را داشتیم که هر فرد عقاب یا کبوتر بود. و در آخر از نظر تکاملی به یک نسبت پایدارِ عقاب به کبوتر رسیدیم. در واقع به این معنی که می‌توان در خزانه‌ی ژن به نسبتِ پایداری از ژن عقاب به ژن کبوتر دست یافت. اصطلاح فنی این وضعیت در ژنتیک چندشکلی بودن[1] پایدار است. از نظر ریاضی، معادل دقیق ESS را می‌توان بدون چندشکلی بودن به‌صورت زیر به دست آورد. اگر هر فرد قادر باشد در هر رقابت خاص، مثل عقاب یا مثل کبوتر رفتار کند، می‌توان به ESS ی رسید که در آن همه‌ی افراد به احتمال برابر

1. Polymorphism

رفتاری مانند عقاب، مثلاً $\frac{۷}{۱۲}$ در نمونه‌ای که دیدیم، دارند و در عمل به این معنی است که هر فردی که وارد یک رقابت می‌شود، یک تصمیم اتفاقی گرفته که در این موقعیت چه مانند عقاب رفتار کند چه مانند کبوتر، این تصمیم با تبعیض $\frac{۷}{۵}$ به نفع عقاب است. بسیار مهم است که این تصمیم، گرچه به‌نفع عقاب است، تصادفی باشد، به این مفهوم که هیچ راهی وجود ندارد که یک طرف پیش‌بینی کند حریفش در هر مسابقه‌ی خاص چه رفتاری می‌خواهد داشته باشد. برای مثال، فایده‌ای ندارد در ۷ جنگ پشت سر هم نقش عقاب و سپس در ۵ جنگ پشت سر هم نقش کبوتر را داشت و همین‌طور ادامه داد. هر فردی که چنین توالی ساده‌ای را اختیار کند، رقیبش به سرعت به او می‌رسد و جلو می‌زند. راه امتیاز گرفتن از فردی که راهبردش توالی ساده باشد این است که هر وقت می‌دانید که می‌خواهد نقش کبوتر را بازی کند در مقابلش نقش عقاب را بازی کنید.

البته داستان عقاب و کبوتر بیش از حد ساده است. چیزی نیست که واقعاً در طبیعت وجود داشته باشد، بیشتر یک «مدل» است اما در درک چیزهایی که در طبیعت رخ می‌دهد به ما کمک می‌کند. مُدل ممکن است مانند همین مثال خیلی ساده باشد، ولی در عین حال برای فهماندن یک نکته یا دادن تصوری از یک چیز بسیارِ مفید می‌توان با کار روی مُدل‌های ساده به‌تدریج آنها را دقیق‌تر و پیچیده‌تر کرد. اگر همه چیز خوب پیش برود، به‌تدریج که پیچیده‌تر می‌شوند، به دنیای واقعی بیشتر شباهت پیدا می‌کنند. معرفی چند راهبرد دیگر روشی برای شروع ساختن مُدل عقاب و کبوتر است. عقاب و کبوتر تنها وضعیت ممکن نیستند. مینارد اسمیت و پرایس راهبرد پیچیده‌تری را معرفی کرده‌اند که **تلافی‌جو**[1] نام دارد.

تلافی‌جو در آغاز هر جنگ نقش کبوتر را بازی می‌کند. یعنی این‌طور نیست که مثل عقاب با تمام قوا حمله را شروع کند، بلکه رفتاری تهدیدکننده و آرام دارد. اما اگر حریف به او حمله‌ور شود، تلافی می‌کند. به عبارت دیگر، یک تلافی‌جو وقتی مورد حمله‌ی عقابی قرار گیرد، مثل عقاب می‌شود، و وقتی که در مقابل

1. retaliator

کبوتر قرار گیرد، مثل کبوتر رفتار می‌کند. تلافی‌جو یک استراتژیست مشروط است. رفتارش بستگی به رفتار حریف دارد.

نوع دیگری از استراتژیست مشروط قُلدر[1] نام دارد. قُلدر مانند عقاب گشت می‌زند تا کسی پاسخش را بدهد، آن‌وقت فوراً در می‌رود. باز یک تلافی‌جوی دیگر هست با نام تلافی‌جوی جسور.[2] تلافی‌جوی جسور در کُل مانند تلافی‌جوی معمولی است، اما گاهی در مسابقه کمی شدت آن را زیاد می‌کند. در صورتی که حریف جوابش را ندهد، به رفتار عقابی‌اش شدت می‌بخشد اما اگر حریف هم سر جنگ داشته باشد، مثل کبوتر حالت تهدیدآمیز معمول را به خود می‌گیرد. اگر به او حمله کنند، درست مثل یک تلافی‌جوی معمولی انتقام می‌گیرد.

اگر همه‌ی این ۵ راهبردی که ذکر کردم در یک برنامه‌ی شبیه‌سازی کامپیوتری رها شوند، فقط یکی از آنها، تلافی‌جو، از نظر تکاملی باثبات از آب درمی‌آید. تلافی‌جوی جسور تقریباً باثبات است. کبوتر باثبات نیست، زیرا عقاب‌ها و قُلدرها جمعیت کبوترها را قلع و قمع می‌کنند. عقاب باثبات نیست، زیرا کبوترها و قُلدرها جمعیت عقاب‌ها را از بین می‌برند. قُلدر باثبات نیست زیرا عقاب‌ها جمعیت قلدرها را نابود می‌کنند. در جمعیت تلافی‌جوها، هیچ راهبرد دیگری تاخت و تاز نمی‌کند زیرا هیچ راهبرد دیگری از خود تلافی‌جو بازدهش بهتر نیست. با این حال، کبوتر در یک جمعیت تلافی‌جو، عملکردش به همان اندازه خوب است. این یعنی، در شرایط یکسان، تعداد کبوترها به آرامی زیاد می‌شود. حال اگر تعداد کبوتر به‌طور چشمگیری زیاد شود، تلافی‌جوی جسور (و از قضا، عقاب‌ها و قُلدرها) کم کم به یک برتری دست پیدا می‌کنند، زیرا بهتر از تلافی‌جوی معمولی خدمت کبوترها می‌رسند. بر خلاف عقاب و قلدر، خودِ تلافی‌جوی جسور تقریباً یک ESS است، به این مفهوم که در جمعیت تلافی‌جوهای جسور، فقط یک راهبرد دیگر، یعنی فقط تلافی‌جو کمی موفق‌تر است. بنابراین می‌شود انتظار داشت یک جمعیت مخلوطی از تلافی‌جو و تلافی‌جوی جسور دست بالا را داشته باشد، احتمالاً با نوسان ملایمی بین این دو، همراه با نوسانی به اندازه‌ی اقلیت کوچک کبوترها. باز هم لازم نیست قضیه

1. Bully 2. Prober-retaliator

را به‌صورت چندشکلی بودن در نظر بگیریم، که در آن هر فرد همواره به یکی از دو راهبرد موجود اقتدا می‌کند. نقش هر فرد ممکن است ترکیب پیچیده‌ای از تلافی‌جو، تلافی‌جوی جسور و کبوتر باشد.

این نتیجه‌ی نظری از چیزی که در واقعیت، در بسیاری از حیوانات وحشی روی می‌دهد، دور نیست. ما به نوعی مفهوم «مشت با دستکش» را در تهاجم حیوانات شرح دادیم. البته جزئیات آن بستگی به امتیازی دارد که به برد، زخمی شدن، اتلاف وقت و غیره تعلق می‌گیرد. در نوعی فیل‌های دریایی[1] جایزه‌ی برد ممکن است حق در انحصار داشتن یک حرمسرای بزرگ پر از ماده باشد. بنابراین امتیاز این پیروزی بسیار بالاست. جای تعجب ندارد که جنگ‌ها وحشیانه و احتمال جراحت بسیار زیاد باشد. زیان اتلاف وقت در مقایسه با دردسر زخمی شدن و فایده‌ی برنده شدن قطعاً ناچیز خواهد بود. ولی برای پرنده‌ی کوچکی در اقلیم سردسیر ارزش وقت بسیار حیاتی است. یک چرخ ریسک بزرگ[2] وقت غذا دادن به جوجه‌هایش لازم است به‌طور متوسط هر ۳۰ ثانیه یک طعمه شکار کند. هر ثانیه از روشنایی روز برای او باارزش است. حتی مدت زمان نسبتاً کوتاهی که در جنگ عقاب/عقاب تلف می‌شود را احتمالاً باید جدی‌تر از احتمال خطر به چنین پرنده‌ای دانست. متأسفانه در حال حاضر دانش ما آن قدر نیست که رقم‌های واقع‌بینانه‌ای را به این هزینه‌ها و سودهایِ مختلف که در طبیعت حاصل می‌شود نسبت دهیم. باید مواظب باشیم که نتیجه فقط از روی روش دلبخواهی ما در انتخاب اعداد نباشد. نتایج کلی که مهم‌اند این است که ESS ها در جهت تکامل پیش می‌روند، یک ESS با مغلوب‌ترین وضعیتی که یک گروه می‌تواند با تبانی به آن دست پیدا کند فرق دارد، و عقل متعارف ممکن است ما را به بیراهه بکشد.

یک نوع دیگری از بازی‌های جنگی که مینارد اسمیت در نظر گرفته «جنگ فرسایشی» است. این جنگ را می‌شود در گونه‌ای دید که هرگز درگیر مبارزه‌های خطرناک نشده است، شاید گونه‌ی کاملاً مسلحی که در آن احتمال مجروح شدن بسیار کم است. در این گونه همه‌ی دعواها با ژست و قیافه گرفتن‌های قراردادی

1. elephant seal 2. great tit

برطرف می‌شود. در هر رقابتی یکی از دوطرف کوتاه می‌آید. برای برنده شدن تنها کاری که باید کرد این است که سر جای خود بمانی و به حریف خیره شوی تا بالأخره او دُمش را روی کولش بگذارد و برود. بدیهی است هیچ حیوانی نمی‌تواند زمان نامحدودی را صرف تهدید کردن کند، کارهای مهم دیگری هم هست که باید انجام شود. چیزی که فرد به خاطر آن می‌جنگد برایش ارزش دارد ولی ارزش آن بی‌حد و حساب نیست. مثل حراج در مزایده، تا فلان‌قدر زمان می‌ارزد، و هرکس آماده است تا آن‌قدر زمان صرفش کند. زمان وجه رایج این مزایده است که دو پیشنهاددهنده دارد.

فرض کنید همه‌ی این افراد از قبل دانستند که فلان چیز، مثلاً یک ماده، دقیقاً ارزش چقدر صرف وقت را دارد. همیشه یک فرد جهشی که حاضر باشد جلوتر برود برنده می‌شود. بنابراین این راهبرد که همیشه یک حد ثابت را در مزایده حفظ کنیم، پایدار نیست. حتی اگر بشود ارزش آن منبع را خوب برآورد کرد و همه‌ی افراد دقیقاً قیمت مناسب را پیشنهاد بدهند، باز هم راهبرد پایداری نیست. هردو نفری که بر اساس این راهبرد حداکثری پیشنهاد می‌دهند، دقیقاً در یک لحظه تسلیم می‌شوند و هیچ‌کدام به آن منبع دست نمی‌یابند! بنابراین برای فرد به‌صرفه‌تر این است به جای اینکه در چنین رقابتی وقتش را هدر بدهد. از همان اول کوتاه بیاید تفاوت مهم بین جنگ فرسایشی و یک حراج مزایده‌ی واقعی در این است که در جنگ فرسایشی هر دو طرف مسابقه از خود مایه می‌گذارند، ولی فقط یکی از آنها به چیزی می‌رسد. در جمعیت پیشنهاددهندگان حداکثری، راهبردِ از ابتدا تسلیم شدن کارآمدتر است و در جمعیت پخش می‌شود. در نتیجه مقداری سود عاید آنهایی می‌شود که فوراً تسلیم نشدند بلکه قبل از تسلیم شدن صبر کردند. این راهبرد وقتی به صرفه است که در مقابل آنهایی به کار گرفته شود که بلافاصله پا به فرار می‌گذارند و حالا دست بالا را در جمعیت دارند. به این ترتیب انتخاب طبیعی کش دادن تدریجی زمان تسلیم را ترجیح می‌دهد تا بار دیگر به حداکثری نزدیک شود که ارزش واقعی آن منبع مورد بحث اجازه می‌دهد.

یک بار دیگر با استفاده از واژه‌ها به ساختن تصویری از نوسان در یک جمعیت پرداختیم. یک بار دیگر تحلیل ریاضی نشان می‌دهد که این کار صحیح

نیست. یک راهبرد از نظر تکاملی باثبات وجود دارد که می‌شود آن را مثل یک رابطه‌ی ریاضی بیان کرد، اما وقتی از واژه‌ها استفاده می‌کنیم به اینجا می‌رسیم. هر فرد تا یک زمان **غیرقابل پیش‌بینی** ادامه می‌دهد. یعنی در هر وضعیت خاص غیرقابل پیش‌بینی است، ولی روی‌هم‌رفته ارزش واقعی آن منبع است. برای مثال، فرض کنید آن غنیمت فقط ارزش ۵ دقیقه نمایش را داشته باشد. در ESS، هر فرد خاص ممکن است بیش از ۵ دقیقه، کمتر از ۵ دقیقه، یا دقیقاً ۵ دقیقه ادامه دهد. نکته‌ی مهم این است که حریف او از هیچ راهی نمی‌تواند بفهمد که او در این وضعیت خاص تا چه مدت آمادگی مقاومت دارد.

معلوم است که در جنگ فرسایشی بسیار مهم است که طرفین با نشانه‌ای ضمنی بروز ندهند چه وقتی می‌خواهند تسلیم شوند. هر کسی که با لرزیدن یک موی پشت لب دستش رو شود، یعنی به طرف بفهماند که به فکر سپر انداختن افتاده، در موضع ضعف قرار خواهد گرفت. مثلاً اگر لرزش سبیل نشانه‌ی این باشد که حتماً تا یک دقیقه‌ی دیگر عقب‌نشینی صورت می‌گیرد، یک راهبرد ساده برای برنده شدن پیدا می‌شود: «اگر سبیل حریف لرزید، صرف‌نظر از اینکه نقشه‌ی قبلی خودت برای تسلیم چه بوده است. یک دقیقه‌ی دیگر صبر کن، اگر تو برای خودت فقط یک دقیقه‌ی دیگر می‌خواستی وقت بگذاری و دیگر تمام کنی ولی هنوز سبیل طرف نلرزیده، فوراً تسلیم شو و دیگر وقت را هدر نده. هیچ‌وقت سبیلت نباید بلرزد.» بنابراین انتخاب طبیعی لرزش سبیل و هر اشاره‌ی ضمنیِ دیگری را که به رفتار آینده اشاره کند، خیلی سریع به کیفر می‌رساند. قیافه‌های بی‌حالت در راه تکامل پیش می‌روند.

چرا به‌جای دروغ‌های تمام‌عیار چهره‌های بی‌حالت در راه تکامل پیش می‌روند، برای اینکه دروغگویی باثبات نیست. موردی را فرض کنید که در آن اکثریت افراد فقط در صورتی که واقعاً قصد ادامه‌ی یک جنگ فرسایشی طولانی را دارند موی سر و گردن را سیخ می‌کنند. در این حالت، طرف‌های مقابل تکامل پیدا می‌کنند: آنهایی که وقتی حریف را با سر و موی برافراشته می‌بیند فوراً تسلیم می‌شوند. اما حالا، ممکن است دروغگوها به مسیر تکامل بیفتند. افرادی که واقعاً قصد یک جنگ طولانی را ندارند ولی در هر مورد سر و موی خود را سیخ می‌کنند، از منافع یک پیروزی آسان و سریع برخوردار می‌شوند. بنابراین ژن

دروغگو پخش می‌شود. وقتی دروغگو اکثریت یافت، آن وقت انتخاب طبیعی افرادی را برمی‌گزیند که دست آنها را می‌خوانند. به این ترتیب دوباره تعداد دروغگوها رو به کاهش می‌گذارد. در جنگ فرسایشی از نظر تکاملی ثبات دروغگویی بیشتر از راستگویی نیست. وقتی سرانجام زمان رو شدن دست‌ها فرامی‌رسد، ناگهانی و غیر قابل پیش‌بینی است.

تا اینجا ما فقط به آن چیزی پرداختیم که مینارد اسمیت آن را رقابت «متقارن» می‌نامد. یعنی ما فرض را بر این گذاشتیم که طرفین رقابت از هر نظر، جز راهبرد جنگ، مانند یکدیگرند. فرض بر این بود که عقاب‌ها و کبوترها هردو به یک اندازه قوی و هردو کاملاً از تجهیزات جنگی و رزمی یکسانی برخوردارند، و از برنده شدن سودی برابر نصیبشان می‌شود. این فرض ساده‌ای بود برای ساختن یک نمونه‌ی کوچک، اما خیلی به واقعیت نزدیک نبود. پارکر و مینارد اسمیت به رقابت‌های نامتقارن هم پرداختند. برای مثال، اگر افراد از نظر جثه و توانایی جنگیدن با هم فرق داشته باشند، و هر فرد بتواند بزرگی رقیب را در مقایسه با جثه‌ی خودش محک بزند، آیا این قضیه ESS حاصل را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟ یقیناً چنین است.

به نظر می‌رسد در کل سه نوع نامتقارن اصلی وجود داشته باشد. نوع اول را همین حالا دیدیم: افراد از نظر جثه یا تجهیزات جنگی با هم فرق دارند. دوم، افراد از نظر سودی که از برنده شدن به دست می‌آورند با هم تفاوت دارند. برای مثال، یک نر مسن که پایش لب‌گور است چیز کمتری برای از دست دادن دارد تا نر جوانی که زمان زیادی از زندگی بارورش را در پیش رو دارد.

سوم، پیامد غریب این نظریه است که یک عدم تقارن کاملاً دلبخواهی و ظاهراً بی‌ربط، می‌تواند باعث پیدا شدن ESS شود، زیرا با آن می‌توان به سرعت جنگ‌ها را فرو نشاند. مثلاً، اغلب این‌طور است که یکی از حریف‌ها زودتر از آن دیگری به محل مسابقه می‌رسد. آنها را به ترتیب «ساکن» و «تازه‌وارد» می‌نامیم. به خاطر بحث، من فرض را بر این می‌گذارم که در کل به ساکن یا تازه‌وارد بودن امتیازی تعلق نگیرد. خواهیم دید به چه دلایلی در واقع این فرض نمی‌تواند درست باشد، اما موضوع این نیست. موضوع این است که حتی اگر هیچ دلیلی برای برتری ساکن به تازه‌وارد وجود نداشته باشد، احتمال تکامل

ESSای که به خود عدم تقارن وابسته باشد وجود دارد. می‌شود آن را به‌سادگی با انسان‌هایی مقایسه کرد که دعوا را با یک شیر و خط انداختن به سرعت و بدون قشقرق خاتمه می‌دهند.

راهبردِ مشروطِ «اگر ساکن هستی، حمله کن؛ اگر وارد شده‌ای، پس بکش» را می‌توان یک ESS دانست. از آنجا که این عدم تقارن دلبخواه فرض می‌شود، راهبرد مخالف آن، «اگر ساکن هستی، عقب‌نشینی کن؛ اگر وارد شده‌ای، حمله کن» هم می‌تواند پایدار باشد. اینکه در یک جمعیت کدام یک از این دو راهبرد اختیار شود بستگی به این دارد که کدام راهبرد قبل از دیگری به اکثریت رسیده باشد. همین که اکثریت یک جمعیت یکی از این دو راهبرد مشروط را برگزید، آنها که غیر از آن را انتخاب کنند مجازات می‌شوند. و به این ترتیب، طبق تعریف، یک ESS است.

به‌عنوان مثال، فرض کنید همه‌ی افراد نقش «ساکن برنده می‌شود، تازه‌وارد می‌گریزد.» را پیاده کنند. این یعنی هرکس در نیمی از جنگ‌ها برنده و در نیمی از آنها بازنده است. آنها هیچ‌وقت زخمی نمی‌شوند و هرگز وقت را تلف نمی‌کنند، زیرا مراسمی قراردادی همه‌ی جنگ و دعواها را فوراً فرومی‌نشاند. حالا یک شورشی تازه به میدان آمده را مجسم کنید. فرض کنید او راهبردی کاملاً عقاب‌گونه دارد، همیشه حمله می‌کند و هرگز پس نمی‌کشد. وقتی حریف او یک تازه‌وارد باشد برنده می‌شود. وقتی حریفش یک ساکن باشد، احتمال زخمی شدن بسیار زیاد است. روی هم رفته بازدهش از افرادی که طبق قاعده‌های قراردادی (دلبخواهی) ESS رفتار می‌کنند پایین‌تر است. آن شورشی که سعی کند مقررات را برعکس کند «اگر ساکنی فرار کن، اگر تازه‌واردی حمله کن» نتیجه کارش بدتر از این است. او نه فقط پشت‌سرهم مجروح می‌شود، در رقابت‌ها به ندرت برنده می‌شود. با این حال فرض کنید افرادی که این عکس قاعده را اجرا می‌کنند به نحوی شانسی به اکثریت دست پیدا کنند. در این حالت، راهبرد آنها هنجارِ ثابت، و انحراف از آن مستحق مجازات می‌شود. می‌توان تصور کرد که اگر جمعیتی را در طول چند نسل در نظر می‌گرفتیم، یک رشته پرش‌های گاه‌گاهی را از یک حالت پایدار به حالت دیگر در آن مشاهده می‌کردیم.

اما، در زندگی واقعی، شاید عدم تقارن‌های واقعاً دلبخواهی وجود نداشته

باشد. برای مثال، ساکن‌ها احتمالاً نسبت به تازه‌واردها در عمل دارای برتری هستند. از وضع محل مسابقه اطلاع بیشتری دارند. شاید تازه‌وارد خسته‌تر باشد زیرا او تازه به آنجا پا گذاشته در حالی که ساکن از قبل آنجا بوده است. برای اینکه چرا از این دو حالت پایدارِ «ساکن برنده می‌شود، تازه‌وارد عقب‌نشینی می‌کند» احتمال یکی بیشتر است، یک دلیل انتزاعی‌تر وجود دارد و آن این است که در راهبرد برعکس آن، «تازه‌وارد برنده می‌شود، ساکن عقب‌نشینی می‌کند»، یک تمایل ذاتی به تخریب خود وجود دارد ــ چیزی که مینارد اسمیت اسم آن را راهبرد متناقض گذاشته است. در هر جمعیت که در این وضعیت ESS متناقض قرار دارد، افراد مدام سعی می‌کنند به عنوان ساکن گیر نیفتند: همیشه می‌کوشند در هر برخوردی تازه‌وارد باشند. و تنها با بی‌وقفه گشت‌زدنی که در این صورت عبث به نظر می‌رسد، در راه خواسته‌ی خود تلاش می‌کنند! کاملاً به‌غیر از هزینه‌ای که این کار از نظر صرف وقت و انرژی می‌برد و می‌شود آن را طوری تحمل کرد، در این روند تکاملی گرایشی به پایان دادن به وجود مقوله‌ی «ساکن» دیده می‌شود. در اینجا جمعیت دیگری که در وضعیت باثباتِ «ساکن می‌برد، تازه‌وارد عقب می‌نشیند» قرار دارد، انتخاب طبیعی افرادی را ترجیح می‌دهد که می‌کوشند ساکن باشند. این برای هر فرد؛ یعنی چسبیدن به یک تکه زمین خاص، حتی‌الامکان کمتر ترک کردن آن و ظاهراً «دفاع» از آن است. همان‌طور که حالا همه می‌دانند، این رفتار تحت نام «دفاع از حریم»، در طبیعت زیاد مشاهده می‌شود.

شسته‌رفته‌ترین نمودی را که من از این شکل عدم تقارن رفتاری می‌شناسم توسط رفتارشناس برجسته، نیکو تینبرگن[1]، در آزمایشی ارائه شده است. او یک ظرف ماهی داشت که در آن دوماهی خاردار نر بود. هرکدام از این دو ماهی در یک انتهای آن ظرف برای خود لانه‌ای ساخته بودند و از حریم آن لانه دفاع می‌کردند. تینبرگن هرکدام از آن دو ماهی نر را در یک لوله‌ی آزمایش شیشه‌ای بزرگ گذاشت و دو لوله را کنار هم قرار داد و این دو نر را که می‌خواستند از پشت شیشه با هم بجنگند تماشا کرد. حالا به نتیجه‌ی جالب آن می‌رسیم. وقتی دو

1. Niko Tinbergen

لوله را به حول و حوش لانه‌ی ماهی A می‌برد، ماهی A یک حالت جنگنده می‌گرفت و ماهی B سعی می‌کرد عقب‌نشینی کند. اما وقتی دولوله را به حریم B نزدیک می‌کرد، اوضاع برعکس می‌شد. فقط با بردن لوله‌ها از یک طرف آن ظرف به طرف دیگر، تینبرگن تعیین می‌کرد که کدام نر حمله‌کننده و کدام عقب‌نشینی‌کننده باشد. هر دو نر، به‌صورت آشکاری، راهبرد مشروط ساده را پیش می‌بردند: «اگر ساکنی، حمله کن؛ اگر تازه‌واردی، عقب‌نشینی کن.»

اغلب زیست‌شناسان این سوآل را مطرح می‌کنند که امتیاز رفتار قلمرو داشتن از نظر زیست‌شناسی چیست؟ نظرهای زیادی در این مورد ارائه شده که به بعضی بعداً اشاره خواهد شد. اما خود این سوآل دیگر ممکن است بی‌مورد به نظر برسد. «دفاع» از قلمرو شاید فقط ESSی باشد به‌خاطر عدم تقارن و زمانی پدید می‌آید که تعیین‌کننده‌ی رابطه‌ی بین دو فرد و یک قطعه زمین است.

شاید مهم‌ترین نوع عدم تقارن غیردلبخواهی در اندازه و توانایی کلی جنگیدن باشد. داشتن جثه‌ی بزرگ همیشه اصلی‌ترین دلیل برنده شدن در جنگ نیست، ولی احتمالاً یکی از دلایل آن است. اگر از دو نفر که می‌جنگند همیشه آنکه درشت‌تر است برنده شود، و اگر هرکس مطمئن باشد که چه کوچک‌تر یا بزرگ‌تر از حریف خود باشد فقط یک راهبرد معنا دارد: «اگر حریفت از تو درشت‌تر است، در برو، با کوچک‌تر از خود بمان و بجنگ.» اگر اهمیت درشتی هیکل مورد تردید قرار گیرد، اوضاع کمی بغرنج‌تر می‌شود. در صورتی که درشتی جثه برتری کمی به حساب می‌آید، آن وقت راهبردی که کمی پیش ذکر شد همچنان پایدار است. اما اگر خطر زخمی شدن جدی باشد، یک «راهبرد متناقض‌نما»ی دومی هم وجود خواهد داشت. به این صورت «با آنها که از تو درشت‌ترند بجنگ و از آنها که از تو کوچک‌ترند فرار کن!» معلوم است چرا به این راهبرد متناقض‌نما گفته‌اند. به نظر کاملاً مخالف عقل سلیم است، و به‌دلیل زیر ممکن است باثبات باشد. در جمعیتی که همه‌ی افراد از راهبرد متناقض‌نما پیروی می‌کنند، کسی آسیب نمی‌بیند. به این دلیل که در هر رقابت، یکی از شرکت‌کننده‌ها، آنکه درشت‌تر است، همیشه پا به فرار می‌گذارد. یک فرد جهش یافته با اندازه‌ی متوسط که از راهبردِ «معقولِ» «کسی را که از تو کوچک‌تر است رها نکن» به‌ناچار با نیمی از افرادی که به او برمی‌خورند درگیر یک جنگ

پرشتاب می‌شود. زیرا اگر کسی را کوچک‌تر از خودش ببینند حمله می‌کند؛ آن فرد کوچک‌تر به شدت جواب حمله‌ی او را می‌دهد، چون نقش متناقضی را اجرا می‌کند؛ گرچه احتمال برنده شدن آن استراتژیست معقول بیش از آن فرد متناقض‌نماست، با این حال هنوز خطر باخت یا جراحت شدید او زیاد است. از آنجا که اکثریت جمعیت را متناقض‌نماها تشکیل می‌دهند، احتمال زخمی شدن یک استراتژیست معقول بیش از هر استراتژیست متناقض است.

گرچه یک راهبرد متناقض‌نما می‌تواند باثبات باشد، اما احتمالاً فقط مورد توجه اهل علم است. جنگنده‌های متناقض‌نما تنها در صورتی بازده بالاتر از متوسط دارند که به‌شدت تعداد معقول‌ها را کم کنند. اولاً، تصور اینکه چگونه ممکن است چنین وضعیتی پیدا شود مشکل است. حتی در آن صورت، نسبت معقول‌ها به متناقض‌نماها در آن جمعیت باید فقط کمی به سمت معقول‌ها میل کند تا به «منطقه‌ی جذب» آن ESS دیگر، یعنی معقول‌ها برسد. منطقه‌ی جذب مجموعه‌ای از نسبت‌های جمعیت است که در آن، در این مورد، استراتژیست معقول دست بالا را دارد: همین که جمعیتی به این منطقه رسید، لاجرم به سوی نقطه‌ی پایدار معقول کشیده می‌شود. یافتن موردی از یک ESS معقول در طبیعت جالب است، ولی من شک دارم که ما امید انجام این کار را داشته باشیم. (کمی زود اظهارنظر کردم. بعد از نوشتن این آخرین جمله، پروفسور مینارد اسمیت توجه مرا به توصیف زیر از رفتار عنکبوت اجتماعی مکزیک، Decobius civite، از ج. و. بورگس[1] جلب کرد: «اگر عنکبوتی ناراحت مجبور شود با عقب‌نشینی بیرون بیرون برود، مثل برق به طرف صخره می‌رود و اگر درز و شکافی پیدا نکند که در آن پنهان شود، ممکن است در محل اختفای یک عنکبوت هم گونه‌ی خود پناه بگیرد. اگر وقتی این تازه‌وارد به درون آن می‌رود، آن عنکبوت در شکاف خود باشد، به تازه‌وارد حمله نمی‌کند بلکه به سرعت بیرون می‌رود و دنبال پناهگاه دیگری برای خود می‌گردد. بنابراین وقتی عنکبوت اول ناراحت شود، توالی روند جابه‌جا شدن‌ها از یک لانه به لانه‌ی دیگر ممکن است تا چندثانیه ادامه یابد، که اغلب منجر به این می‌شود که اکثر

1. J.W. Burgess

عنکبوت‌های آن از پناهگاه خود به یک جای ناآشنا بروند.» («عنکبوت‌های اجتماعی»، *ساینتفیک امریکن*، مارس ۱۹۷۶). این رفتار به مفهومی که در صفحه‌ی ۷۹ آمده، متناقض است.)

اما اگر افراد خاطره‌ی جنگ‌های گذشته را به ذهن سپرده باشند، چگونه می‌شود؟ بستگی دارد به اینکه آن خاطره‌ها چیزی کلی یا جزء به جزء باشد. جیرجیرک‌ها یک خاطره‌ی کلی از آنچه در گذشته رخ داده در ذهن دارند. جیرجیرکی که در تعدادی از جنگ‌های اخیر برنده بوده، بیشتر عقاب‌مانند می‌شود. جیرجیرکی که در این اواخر روی دنده‌ی باخت بوده، بیشتر کبوتری می‌شود. این را ر. د. الکساندر[1] به‌خوبی نشان داده است. او از یک جیرجیرک مصنوعی برای حمله به جیرجیرک‌های واقعی استفاده کرد. بعد از این کار، احتمال باخت آن جیرجیرک‌های واقعی در مقابل جیرجیرک‌های واقعی دیگر بیشتر شد. می‌توان این‌طور در نظر گرفت که هر جیرجیرک مُدام میزان توانایی جنگی خودش را با این توانایی در یک فرد متوسط آن جمعیت می‌سنجد. اگر جاندارانی مانند جیرجیرک، که کارشان بر مبنای خاطره‌ی کلی جنگ‌های گذشته است، برای مدتی با هم در یک گروه بسته نگه داشته شوند، احتمالاً نوعی سلسله‌مراتب حاکمیت در آن پیدا می‌شود. یک مشاهده‌گر می‌تواند آن افراد را به‌ترتیب درجه‌بندی کند. افرادی که از نظر درجه پایین‌تر هستند تسلیم افرادی می‌شوند که درجه‌ی بالاتری باز بُرد دارند. افرادی که به بردن عادت کرده‌اند احتمال بُردشان بیشتر می‌شود، در حالی که افرادی که به باخت عادت کرده‌اند، به‌تدریج احتمال باختشان بیشتر می‌شود. حتی آنهایی هم که در ابتدا بُرد و باختشان کاملاً بی‌نظم بوده در این جهت پیش می‌روند که خود را در یکی از این دو گروه طبقه‌بندی کنند. و نتیجه‌ی ضمنی آن این است که از تعداد جنگ‌های شدید درون گروه کاسته می‌شود.

من باید عبارت «نوعی سلسله‌مراتب حاکمیت» را به کار ببرم، زیرا مردم اکثراً از «سلسله‌مراتب حاکمیت» در مواردی استفاده می‌کنند که در آن شناخت افراد نقش دارد. در این موارد، خاطره‌ی جنگ‌های گذشته بیشتر جزء به جزء است تا

1. R.D. Alexander

کلی. جیرجیرک‌ها مثل آدم‌ها نیستند که همدیگر را بشناسند؛ اما مرغ‌ها و میمون‌ها یکدیگر را می‌شناسند. اگر شما یک میمون باشید، میمونی که در گذشته شما را مغلوب کرده، احتمالاً در آینده هم شکستتان خواهد داد. بهترین راهبرد برای هر فرد این است که نسبت به کسی که قبلاً از او شکست خورده تقریباً کبوتری رفتار کند. اگر تعدادی مرغ که قبلاً همدیگر را ندیده‌اند در کنار هم قرار گیرند، معمولاً جنگ زیادی درمی‌گیرد. بعد از مدتی، جنگ فرو می‌نشیند، ولی نه به آن دلیل که در جیرجیرک‌ها دیدیم. در مورد مرغ‌ها دلیل این است که هر فرد جایگاه خود را نسبت به افراد دیگر «درک می‌کند». اتفاقاً، این در کل به نفع گروه است. از این به عنوان یک شاخص استفاده کرده و متوجه شده‌اند که در گروه‌های شکل گرفته‌ی مرغ‌ها، که در آن جنگ‌های شدید به ندرت رخ می‌دهد، تولید تخم بیشتر از آن گروهی است که در آن چگونگی عضویت افراد مُدام در تغییر است و در نتیجه در آن جنگ بیشتر است. زیست‌شناسان اغلب از برتری زیستی یا «نقش» سلسله‌مراتب حاکمیت به عنوان تقلیل‌دهنده‌ی تهاجم آشکار در گروه صحبت می‌کنند. اما راه درست بیان آن این نیست. نمی‌توان گفت سلسله‌مراتب حاکمیت، به‌تنهایی، در تکامل «نقش» دارد زیرا این ویژگی به گروه تعلق می‌گرد نه به فرد. شاید وقتی الگوهای رفتار افراد، که خود را به‌صورت سلسله‌مراتب حاکمیت نشان می‌دهند، در سطح گروه در نظر گرفته شوند، بتوان آنها را نقش‌دار به حساب آورد. در هر حال، بهتر است کلاً از خیر واژه‌ی «نقش» بگذریم و قضیه را به‌صورت ESSهای رقابت نامتقارنی در نظر بگیریم که در آنها شناخت و حافظه‌ی فرد دخیل است.

ما تا اینجا رقابت بین اعضای یک گونه را بررسی کردیم. رقابت بین افراد گونه‌های متفاوت چگونه است؟ همان‌طور که قبلاً دیدیم، اعضای گونه‌های مختلف نسبت به رقیبانی که اعضای یک گونه‌اند. رقابت غیرمستقیم‌تری با هم دارند بنابراین باید بین آنها انتظار جنگ و دعوای کمتری بر سر منابع داشته باشیم و این انتظار ما برآورده می‌شود. برای مثال، سینه‌سرخ‌ها، در مقابل سینه‌سرخ‌های دیگر از قلمروشان دفاع می‌کنند، اما در مقابل چرخ ریسک‌های بزرگ چنین نیستند. می‌شود نقشه‌ی قلمرو سینه‌سرخ‌های مختلف را در یک جنگ رسم کرد و نقشه‌ی قلمرو چرخ ریسک‌ها را روی آن انداخت. قلمرو این

دوگونه پرنده به‌صورت کاملاً بی‌نظمی هم‌پوشانی دارد، طوری که گویی روی دو کره‌ی جداگانه‌اند.

اما منافع افراد گونه‌های متفاوت به‌صورت‌های دیگری هم دچار تضاد می‌شود. برای مثال، شیر بدن گوزن را برای خوردن می‌خواهد ولی گوزن انتظار دیگری از بدنش دارد. این را نمی‌شود درست معادل رقابت بر سر یک منبع دانست، و از نظر منطقی پی بردن به اینکه چرا این‌طور است راحت نیست. منبع موردنظر گوشت است. ژن‌های شیر گوشت را به عنوان غذا «می‌خواهند» تا ماشین بقایشان زنده بماند. ژن‌های گوزن آن گوشت را می‌خواهند که به عنوان ماهیچه و عضو فعال برای ماشین بقایشان کار کند. این دو مورد استفاده از گوشت متقابلاً مُغایر یکدیگرند، بنابراین تضاد منافع وجود دارد.

اعضای یک گونه هم از گوشت ساخته شده‌اند. چرا هم‌گونه‌خواری تقریباً نادر است؟ همان‌طور که در مورد مرغ نوروزی‌های «کله‌سیاه» دیدیم، بالغ‌ها گاهی پرنده‌های کوچک هم گونه‌ی خود را می‌خورند. با وجود این، هرگز دیده نشده که گوشتخواران بالغ، هم گونه‌های بالغ خود را به قصد خوردن تعقیب کنند، چرا؟ ذهن ما هنوز آن قدر به تکامل در جهت «صلاح‌گونه‌ها» فکر می‌کند که اغلب سوآل‌هایی کاملاً منطقی مثل سوآل زیر به آن خطور نمی‌کند: چرا شیر، شیرهای دیگر را شکار نمی‌کند؟ سوآل بجای دیگری از این دست که کمتر پرسیده شده این است: چرا گوزن از شیر فرار می‌کند به‌جای اینکه جواب حمله‌اش را بدهد؟

شیرها، شیر را شکار نمی‌کند به این دلیل که برای آنها این کار ESS نیست. راهبرد هم گونه‌خواری به همان دلیلی که در راهبرد عقابی در مثالی پیش از این دیدیم، ناپایدار است. خطر انتقام‌جویی بسیار زیاد است. در مورد رقابت بین اعضای گونه‌های متفاوت، احتمال صدق این قضیه کمتر است و به این دلیل است که بسیاری از طعمه‌ها به‌جای مقابله، فرار را ترجیح می‌دهند. شاید در اصل ناشی از این امر باشد که در تعامل بین دو حیوان از گونه‌های متفاوت عدم تقارن بزرگ‌تر از آنچه بین اعضای یک گونه وجود دارد، کارسازی شده است. هرگاه در رقابتی عدم تقارن شدید باشد، ESSها احتمالاً راهبردهای مشروط وابسته به آن عدم تقارن‌اند. در رقابت بین افراد گونه‌های متفاوت راهبردهای قابل قیاس با «اگر کوچک‌تری، فرار کن؛ اگر بزرگ‌تری، حمله کن» احتمال تکامل یافتنشان

زیاد است، زیرا عدم تقارن‌های زیادی موجود است. شیر و گوزن با انحرافی که در راه تکامل نسبت به یکدیگر داشته‌اند، به نوعی پایداری دست یافته‌اند که عدم تقارن اصلی در رقابت را همواره رو به افزایش می‌برد. آنها در هنرهای دنبال کردن و فرار کردن، به ترتیب، کاملاً حرفه‌ای شده‌اند. یک گوزن جهش یافته که در مقابل شیراز راهبرد «بمان و بجنگ» بخواهد استفاده کند، کمتر از آن رقیبی موفق خواهد بود که در افق خود را ناپدید می‌کند.

تصور من این است که با نگاهی دوباره به پیدا شدن مفهوم ESS آن را یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌ها در نظریه‌ی تکامل از زمان داروین به این سو به‌شمار آوریم. هر وقت به تضاد منافع در جایی برمی‌خوریم، یعنی در همه جا، از آن می‌توانیم استفاده کنیم. دانشجویان رشته‌ی رفتارشناسی حیوانات معمولاً از چیزی به نام «سازمان اجتماعی» صحبت می‌کنند. اغلب خود سازمان اجتماعی یک گونه را یک هویت با «امتیازات» زیست‌شناختی ویژه در نظر می‌گیرند. یک مثال که قبلاً هم به آن اشاره کرده‌ام از سلسله‌مراتب حاکمیت است. من فکر می‌کنم با آن مفاهیمی که در بسیاری از عبارات زیست‌شناس‌ها در مورد سازمان اجتماعی نهفته است، می‌توان به فرضیه پنهان کسانی که به انتخاب گروه معتقدند پی برد. برای نخستین‌بار، مفهومی که مینارد اسمیت از ESS بیان می‌کند، این امکان را به ما می‌دهد که به‌طور شفاف متوجه شویم چگونه مجموعه‌ای از هویت‌های خودخواه مستقل می‌توانند با هم یک کل سازمان یافته را به نمایش بگذارند. از نظر من این نه تنها در مورد سازمان‌های اجتماعی درون‌گونه‌ها، بلکه در مورد «بوم‌سامانه‌ها» و «جوامع» که شامل گونه‌های متعددند نیز صادق است. من امیدوارم، در درازمدت مفهوم ESS تحولی اساسی در علم بوم‌شناسی ایجاد کند.

می‌توانیم در مورد مطلبی، هم که از فصل سوم به وقت دیگر موکول شده بود آن را به کار بریم، مطلبی که به قیاس پاروزن‌های قایق (به جای ژن‌های بدن) مربوط می‌شد که می‌باید روحیه‌ی تیمی‌شان بالا باشد. ژن‌های نه به این دلیل برگزیده شده‌اند که به خودی خود «خوب» هستند، بلکه دوبرابر کارایی سایر ژن‌های خزانه‌ی ژنی «خوب» به شمار می‌آیند. یک ژن خوب باید با بقیه‌ی ژن‌هایی که در یک سلسله بدن‌های متوالی با آنها همراه است، سازگاری داشته و

مکملشان باشد. ژن دندان گیاه جویدن در خزانه‌ی ژنی یک گونه‌ی گیاهخوار ژن خوب محسوب می‌شود، ولی در خزانه‌ی ژنی یک گونه‌ی گوشتخوار ژن بدی به شمار می‌آید.

می‌شود ترکیب سازگاری از ژن‌ها را به شکل یک واحد انتخابی مجسم کرد. در مورد مثال تقلید پروانه در فصل سوم، دقیقاً همین مورد اتفاق افتاده است. اما مفهوم ESS امکان متوجه شویم با انتخاب در سطح ژن‌های منفرد هم می‌توان به همان نتیجه رسید. لازم نیست ژن‌ها به کروموزوم‌های یکسانی متصل شده باشند.

قیاس با پاروزنی در واقع این مفهوم را به خوبی نمی‌رساند. به طریق زیر بهتر می‌توانیم متوجه آن شویم. فرض کنید برای یک گروه کاملاً موفق مهم باشد که پاروزن‌ها با استفاده از کلام هماهنگ شوند. بعد فرض کنید، از این پاروزن‌ها بعضی فقط به انگلیسی و بعضی فقط به آلمانی صحبت می‌کنند. از نظر پاروزنی انگلیسی‌ها نسبت به آلمانی‌ها نه بهترند و نه بدتر. اما به خاطر اهمیتی که برقراری ارتباط دارد، در مسابقه‌ها گروه مخلوط کمتر از گروهی که تماماً انگلیسی یا آلمانی است برنده می‌شود.

مربی توجهی به این قضیه ندارد. او فقط افراد را جابه‌جا می‌کند، به آنهایی که در قایق‌های برنده بوده‌اند امتیاز می‌دهد، و از امتیاز آنهایی که در قایق بازنده بوده‌اند کم می‌کند. حالا اگر افرادی که در اختیار مربی‌اند به‌طور اتفاقی همه انگلیسی باشند آن وقت اگر یک آلمانی وارد شود، این احتمال هست که باعث باخت گروه شود، زیرا در ارتباط اختلال ایجاد شده است. برعکس، اگر گروه از آلمانی‌ها تشکیل شده باشد ورود یک انگلیسی می‌تواند باعث باخت آن شود. آنچه در نهایت کُلاً به‌عنوان بهترین گروه در نظر گرفته خواهد شد، یکی از این دو وضعیت باثبات ــ همه انگلیسی یا همه آلمانی و نه مخلوط ــ به نظر می‌رسد، ظاهراً مربی، کل یک گروه هم‌زبان را به‌عنوان یک واحد انتخاب کرده است. اما او این کار را نکرده است. او افراد را بر اساس قابلیت در پاروزنی و بردن در مسابقه‌ها انتخاب کرده است. از قرار معلوم احتمال اینکه هرکس در مسابقه‌ها تا چه حد برنده باشد به این بستگی دارد که افراد دیگری که در آن مجموعه هستند چگونه باشند. نماینده‌های اقلیت‌ها خودبه‌خود کنار می‌روند، نه به این دلیل که

خوب پارو نمی‌زنند بلکه فقط چون نماینده‌ی اقلیت‌اند. به همین ترتیب، این واقعیت که ژن‌ها به خاطر سازگاری متقابلی که دارند با هم انتخاب می‌شوند لزوماً به این معنا نیست که ما باید گروه ژن‌ها را به عنوان واحدهای برگزیده به شمار آوریم، به آن صورتی که در مورد پروانه‌ها بود. انتخاب در سطح پایین یک ژن منفرد، نمایانگر انتخابی در یک سطح عالی‌تر است.

در این نمونه، انتخاب فقط به هم‌شکل بودن توجه کرده است. جالب‌تر از آن، ژن‌ها ممکن است به خاطر اینکه مکمل هم هستند انتخاب شوند. با استفاده از زبان قیاس، فرض کنید یک گروه قایقران متناسب و آرمانی باید از ۴ نفر راست دست و ۴ نفر چپ دست تشکیل شود. بعد فرض کنید مربی، که از این امر بی‌خبر است، افراد را بر حسب شایستگی‌شان انتخاب می‌کند. حالا اگر در گروه انتخاب شده حاکمیت را راست‌دست‌ها داشته باشند، هر فرد چپ‌دستی که در آن باشد از امتیازی برخوردار است: او در هر قایقی که باشد، احتمالاً باعث برنده شدن آن قایق و بنابراین پاروزن خوبی جلوه می‌کند. برعکس، در گروهی که چپ‌دست‌ها در اکثریت‌اند، یک راست‌دست ممتاز شمرده می‌شود. این مورد شبیه موقعیت خوبی بود که یک عقاب در جمعیت کبوترها و یک کبوتر در جمعیت عقاب‌ها داشت. تفاوت در این است که در آنجا ما از تعامل بین بدن‌های افراد ــ ماشین‌های خودخواه ــ صحبت می‌کردیم، در حالی که در اینجا، از روی قیاس، صحبت از تعامل ژن‌های درون بدن‌هاست.

انتخاب کورکورانه‌ای که مربی در مورد پاروزن‌های «خوب» انجام می‌دهد، در نهایت منجر می‌شود به اینکه در آن تیم ۴ پاروزن چپ دست و ۴ پاروزن راست دست باشند. طوری که گویی او آنها را به عنوان یک تیم کامل و متوازن یک‌جا انتخاب کرده است. به نظر من کوتاه‌تر این است که بگوییم انتخاب او در یک سطح پایین‌تر، یعنی در سطح داوطلبان نامستقل صورت گرفته است. وضعیت از نظر تکاملی باثبات (در اینجا، «راهبرد» ممکن است گمراه‌کننده باشد) چهار چپ دست و چهارراست دست فقط در نتیجه‌ی انتخابی در سطح پایین و بر مبنای لیاقت‌های ظاهری است.

خزانه‌ی ژنی محیط‌زیست ژن‌ها در درازمدت است. ژن‌های «خوب» به عنوان ژن‌هایی که در خزانه باقی خواهند ماند، بدون حساب و کتاب انتخاب

می‌شوند. این نظریه نیست؛ حتی یک واقعیت مشاهده شده هم نیست؛ یک توضیح واضحات است. سوآل جالب این است که چه چیزی باعث «خوب» بودن یک ژن می‌شود. قبلاً به عنوان یک تقریب اولیه گفتم آنچه باعث خوب بودن یک ژن می‌شود توانایی ساخت ماشین بقای کارآمد، یعنی بدن، است. حالا باید این گفته را اصلاح کنم. خزانه‌ی ژنی مجموعه‌ای از ژن‌هاست که از نظر تکاملی پایدارند، طبق تعریف خزانه‌ای است که هیچ ژن جدید دیگری نتواند در آن تاخت و تاز کند. بیشتر ژن‌های جدید، که از طریق جهش، بازآرایی، یا جابه‌جایی پیدا می‌شوند، فوراً توسط انتخاب طبیعی سرکوب می‌شوند: آن مجموعه از نظر تکاملی باثبات دوباره به آرامش می‌رسد. هرازگاهی یک ژن جدید موفق می‌شود در آن مجموعه تاخت و تازی کند و در آن خزانه منتشر شود. در یک دوره‌ی موقتی ناپایداری پیدا می‌شود که سرانجام به مجموعه‌ای جدید با وضعیتی از نظر تکاملی پایدار تبدیل می‌شود ــ مقدار کمی از تکامل تحقق می‌یابد. در قیاس با راهبردهای خشونت، جمعیت ممکن است بیش از یک نقطه‌ی ثبات داشته باشد، و گاهی ممکن است بین دو نقطه در نوسان باشد. تکامل تدریجی می‌تواند یک حرکت هموار رو به بالا و یکنواخت نبوده بلکه به‌صورت یک رشته از مراحل پلّه مانند، یا پرش از یک وضعیت پایدار به وضع باثبات دیگری باشد. شاید این‌طور به نظر برسد که جمعیت در کل مثل یک واحد خود تنظیم[1] عمل می‌کند، اما فکر جریان داشتن انتخاب در سطح ژن‌های منفرد این تصور غلط را ایجاد کرده است. ژن‌ها به خاطر «لیاقت» انتخاب می‌شوند. ولی معیار سنجش لیاقت عملکردی است که در مقابل مجموعه‌ی از نظر تکاملی باثبات، یعنی خزانه‌ی ژنی موجود دارند.

مینارد اسمیت با تمرکز، روی بر همکنش (عمل متقابل) تهاجمی بین افراد در کل توانست قضیه را بسیار شفاف کند. تصور نسبت پایدار بدن عقاب‌ها به کبوترها مشکل نیست، زیرا بدن چیز بزرگی است و می‌شود آن را دید. اما بر همکنش‌های این چنینی بین ژن‌هایی که در بدن‌های متفاوت قرار دارند، فقط نوک کوه یخی است. اکثریت فراگیر بر همکنش‌های قابل توجه بین ژن‌ها در

1. self-regulating

مجموعه‌ی از نظر تکاملی پایدار ــ یعنی خزانه‌ی ژنی ــ درون بدن افراد در جریان است. دیدن این بر همکنش‌ها آسان نیست، زیرا درون سلول رخ می‌دهند، به ویژه درون سلول‌های جنین در حال رشد. هماهنگی خوبی که در بدن‌ها می‌بینم حاصل کار یک مجموعه‌ی از نظر تکاملی باثباتِ ژن‌های خودخواه است.

اما من باید به سطح بر همکنش بین کل حیوانات که موضوع اصلی این کتاب است برگردم. برای درک تهاجم راحت‌تر این بود که هر حیوان را به‌صورت یک ماشین خودخواه مستقل در نظر بگیریم. اما اگر افراد مورد نظر خویشان نزدیک ــ برادر و خواهر، خاله‌زاده و عموزاده ــ پدر و مادر و فرزندان ــ باشند این الگو به هم می‌خورد (دچار اشکال می‌شود). به این دلیل که خویشاوندها بخش مهمی از ژن‌هایشان مشترک است. بنابراین هر ژن خودخواه وابستگی خود را بین بدن‌های متفاوت تقسیم می‌کند، این موضوع در فصل بعد توضیح داده می‌شود.

فصل ششم

چیستی ژن

ژن خودخواه چیست؟ این نیست که فقط یک قطعه‌ی کوچک از DNA باشد. درست همان‌طور که در سوپ اولیه بود، همه‌ی نسخه‌های قطعه‌ی خاصی از DNA منتشر در سراسر جهان است. اگر ما این اجازه را به خود بدهیم که از ژن‌ها طوری صحبت کنیم که انگار اهداف آگاهانه‌ای دارند، البته با دادن این اطمینان به خود که هر وقت بخواهیم می‌توانیم این زبان خودمانی را به زبان رسمی برگردانیم، آن وقت می‌توانیم سوآل‌مان را به این صورت مطرح کنیم که یک ژن خودخواه هدفش چیست؟ در پی این است که تعداد خود را در خزانه‌ی ژنی بیشتر کند. در اصل این کار را با برنامه‌ریزی برای بقا و تولیدمثل بدن‌هایی که در آن است، انجام می‌دهد. اما در اینجا تأکید ما بر این است که «آن» یک وجود منتشر است و هم‌زمان در بدن‌های زیادی وجود دارد. نکته‌ی کلیدی فصل حاضر این است که ژن ممکن است بتواند به رونوشت‌های خودش که در بدن‌های دیگر قرار دارند کمک کند. اگر چنین باشد، گرچه این کار به خاطر خودخواهی ژن است، نمود آن به‌صورت ایثارگری در افراد ملاحظه می‌شود.

ژن زال[1] بودنِ انسان را در نظر بگیرید. در واقع چند ژن وجود دارند که می‌توانند عامل سفیدمویی شوند، ولی من فقط درباره‌ی یکی از آنها صحبت می‌کنم. این یک ژن مغلوب است، یعنی باید به میزان دوبرابر در بدن باشد تا آن فرد زال شود. در هر ۲۰ هزار نفر از ما یک مورد از چنین وضعی پیدا می‌شود. این

1. albino

ژن به میزان یک برابر در حدود یک نفر از هر ۷۰ نفر وجود دارد ولی این افراد زال نیستند. ژنی مثل ژن سفیدمویی، چون در افراد زیادی منتشر است، بر اساس اصول نظری می‌تواند با برنامه‌ریزی کردن بدن‌هایی که در آن است به این صورت که نسبت به دیگر سفیدموها ایثارگر باشند، به بقای خود در خزانه‌ی ژنی کمک کند، به دلیل اینکه آنها هم همین ژن را دارند. اگر بعضی بدن‌ها که دارای ژن سفیدمویی‌اند از بین بروند، ژن سفیدمویی در صورتی کاملاً خرسند می‌شود که مرگ آنها ایثارگرانه باشند و باعث شود بدن‌های دیگری که شامل این ژن‌اند به زندگی ادامه دهند. اگر ژن سفیدمویی بتواند یکی از بدن‌هایش را وادار کند که بدن ده زال دیگر را نجات دهد، آن‌گاه با افزایش تعداد ژن سفیدمویی در خزانه‌ی ژنی، مرگ آن ایثارگر کاملاً جبران خواهد شد.

آیا ما باید این انتظار را داشته باشیم که زال‌ها نسبت به هم باگذشت باشند؟ در واقعیت جواب احتمالاً منفی است. برای اینکه متوجه شویم جداً منفی است، باید به‌طور موقت تصوری را که از ژن به عنوان یک عامل آگاه داشتیم کنار بگذاریم و به زبان رسمی برگردیم، گرچه در این حالت اصطلاح‌ها دور و درازترند. در اصل ژن‌های سفیدمویی نمی‌خواهند به زندگی ادامه دهند یا به دیگر ژن‌های سفیدمویی کمک برسانند. اما اگر به‌طور اتفاقی ژن سفیدمویی باعث شود که بدن‌هایش نسبت به زال‌های دیگر ایثارگرانه رفتار کنند، آن‌وقت به‌صورت خودکار و کاملاً اتفاقی رو به افزایش می‌گذارد و تعدادش در خزانه‌ی ژنی بیشتر می‌شود. اما برای اینکه چنین اتفاقی روی دهد، این ژن باید دو اثر جداگانه روی بدن‌هایش داشته باشد. علاوه بر ایجاد چهره‌ی رنگ‌پریده که اثر معمول این ژن است باید این تمایل را در آنها ایجاد کند که به‌صورت گزینشی نسبت به افراد دارای چهره‌ی رنگ‌پریده ایثارگر باشند. اگر ژنی با چنین اثر دوگانه‌ای وجود داشته باشد، می‌تواند در جمعیت مربوطه بسیار موفق باشد.

اما همان‌طور که در فصل سوم تأکید کردم، ژن‌ها اثر چندگانه‌ای دارند. بر اساس اصول نظری، این امکان هست ژنی پیدا شود که هم یک «برچسب» قابل مشاهده از بیرون مثلاً «پوست پریده‌رنگ» یا ریش سبز یا هر چیز عجیب دیگر را ایجاد کند و هم متناسب با صاحبان آن ویژگی باشد. چنین چیزی ممکن هست، ولی احتمال آن کم است. با همین احتمال که ممکن است ریش سبز با

ناخنی که در گوشت پا فرو می‌رود یا هر خصوصیت تشخیص دیگر همراه باشد، و تمایل به ریش سبز همان قدر احتمال دارد با ناتوانی در بوی گل «فریزیا» همراه باشد. احتمال اینکه یک ژن به خصوص هم فلان برچسب موردنظر و هم آن نوع مناسب از ایثارگری را ایجاد کند زیاد نیست. با وجود این، بر اساس اصول نظری، وجود چیزی که بتوان آن را اثر ایثارگری ریش سبز نامید غیرممکن نیست.

یک برچسب تصادفی مثل ریش سبز، یکی از راه‌هایی است که آن ژن بتواند نسخه‌های خودش را در بدن‌های دیگر تشخیص دهد. آیا راه‌های دیگری هم برای این کار وجود دارد؟ یک راه کاملاً سرراست دیگر را اکنون شرح می‌دهم. دارنده‌ی ژن ایثارگر را فقط ممکن است از روی کارهای ایثارگرانه‌ای که می‌کند بشناسیم. ژنی می‌تواند در خزانه‌ی ژنی موفق باشد که چیزی معادل: «ای بدن، اگر A در نتیجه‌ی تلاش برای نجات کسی در آب از غرق شدن، خود در حال غرق شدن باشد، بپر و A را نجات بده» این دلیل موفقیت چنین ژنی این است که به احتمالی بیش از حد متوسط، A دارای همان ژن ایثارگری برای نجات است. اینکه A در حال نجات جان کس دیگری مشاهده شود، یک برچسب معادل ریش سبز است. کمتر از ریش سبز من درآوردی است، اما هنوز چندان پذیرفتنی نیست. آیا باز هم راه‌های قابل قبول دیگری وجود دارد که با آن ژن‌ها نسخه‌های خود را در افراد دیگر بشناسند؟

پاسخ مثبت است. نشان دادن اینکه در **خویشان نزدیک** ــ اقوام درجه یک ــ احتمال مشترک بودن ژن‌ها بیش از حدِ متوسط است مشکل نیست. مدت‌هاست که معلوم شده است همین باید دلیل فراگیر بودن ایثارگری پدر و مادر نسبت به فرزندانشان باشد. چیزی که ر. آ. فیشر[1]، ج.ب.س. هالدین[2] و به ویژه و. د. همیلتون[3] به آن پی بردند این بود که همین قضیه در مورد دیگر خویشان نزدیک ــ برادرها و خواهرها، خواهرزاده‌ها و برادرزاده‌ها، عموزاده‌ها و خاله‌زاده‌ها ــ نیز صدق می‌کند. اگر یک نفر برای نجات جان ده نفر از افراد نزدیک خانواده‌ی خود بمیرد، گرچه یک نسخه از ژنِ ایثارگری نسبت به خویشاوند از

1. R.A. Fisher 2. J.B.S. Haldane 3. W.D. Hamilton

بین رفته است، ولی تعداد بیشتری از نسخه‌های آن ژن نجات یافته‌اند.

«تعداد بیشتری» کمی مبهم است، «خویشان نزدیک» هم همین‌طور. همان‌طور که همیلتون نشان داد، ما می‌توانیم کمی واضح‌تر صحبت کنیم. دو مقاله‌ی ۱۹۶۴ او در ردیف باارزش‌ترین نوشته‌های رفتارشناسی اجتماعی است که تاکنون منتشر شده، من نمی‌دانم چرا این مقاله‌ها تا این حد مورد بی‌مهری رفتارشناسان قرار گرفته‌اند (حتی در نمایه‌ی دو کتاب درسی اصلی رفتارشناسی که هردو در ۱۹۷۰ چاپ شده‌اند، از اسم او خبری نیست.) خوشبختانه اخیراً نشانه‌هایی از توجه به نظریات او ملاحظه می‌شود. بیشتر مقاله‌های همیلتون در زمینه‌ی ریاضی است، اما اصول بنیادی آن را بدون موشکافی در ریاضیات، به‌صورت شهودی و به شکل بسیار ساده شده می‌توان درک کرد. چیزی که ما می‌خواهیم به دست آوریم میزان احتمال، یا عدم احتمال مشترک بودن یک ژن خاص در دو فرد، مثلاً دو خواهر، است.

برای ساده‌تر شدن، فرض می‌کنیم صحبت از ژن‌هایی است که در خزانه‌ی ژنی کمیابند. بیشتر مردم در ژن «سفیدمو نبودن» با هم شریکند خواه با هم نسبتی داشته یا نداشته باشند. دلیل فراوانی این ژن این است که در طبیعت احتمال زنده ماندن زال‌ها کمتر از غیرزال‌هاست. از جمله به این دلیل که آفتاب چشم زال‌ها را می‌زند و احتمال دیدن شکارگری را که به آنها نزدیک می‌شود برایشان کم می‌کند. برای ما فراگیر بودن چنین ژن‌های آشکارا خوبی، مثل ژن زال نبودن، در خزانه‌ی ژنی چندان مورد توجه نیست. ما می‌خواهیم توضیح دهیم موفقیت ژن‌ها به‌طور اخص در نتیجه‌ی ایثارگریشان است. بنابراین فرض را بر این می‌گذاریم که دست‌کم در مراحل اولیه‌ی این جریان تکاملی، این ژن‌ها کمیابند. ولی نکته‌ی مهم این است که حتی ژنی که در کل یک جمعیت به ندرت یافت می‌شود ممکن است در یک خانواده بسیار مشاهده شود. تعدادی از ژن‌های من در کل جمعیت نادر است و شما هم ژن‌هایی دارید که در کل جمعیت کمیاب است. در واقع احتمال اینکه هردوی ما دارای ژن‌های کمیاب یکسانی باشیم بسیار کم است. اما احتمال اینکه خواهر من دارای همان ژن کمیابی باشد که در من است، کم نیست. و همین اندازه احتمال دارد در ژن کمیابی خواهرتان با شما شریک باشد. در این موارد، احتمال دقیقاً ۵۰ درصد است و توضیح آن

مشکل نیست.

فرض کنید شما یک نسخه از ژن G دارید. باید آن را از پدر یا مادرتان گرفته باشید (برای راحتی ما دلالت‌های ممکن دیگر را که کم بسامدند ــ اینکه G حاصل یک جهش جدید باشد، اینکه هم پدر و هم مادر شما آن را داشته باشند، یا یکی از والدین شما دو نسخه‌ی آن را داشته باشد ــ کنار می‌گذاریم). فرض می‌کنیم پدرتان این ژن را به شما داده است. بنابراین باید در هر سلول معمولی بدنش یک نسخه از این ژن G وجود داشته باشد. خوب حالا به یاد بیاورید که وقتی مردی یک اسپرم می‌سازد، نیمی از ژن‌های خود را در آن پخش می‌کند. بنابراین به‌احتمال ۵۰ درصد در آن اسپرمی که خواهر شما را ساخته است، ژن G وجود داشته است. از طرف دیگر، اگر شما ژن G را از مادر خود گرفته باشید، باز هم به احتمال ۵۰ درصد خواهرتان هم این ژن را دریافت کرده است. این یعنی اگر شما ۱۰۰ خواهر و برادر داشتید، حدوداً ۵۰ درصد هر ژن خاص و کمیابی که دارید، در بدن هریک از خواهر یا برادرهای شما وجود دارد.

شما می‌توانید همین نوع محاسبه را در مورد هر درجه از خویشاوندی که بخواهید انجام دهید. یک رابطه‌ی مهم رابطه‌ی بین والدین و فرزند است. اگر شما یک نسخه از ژن H داشته باشید، احتمال اینکه هریک از بچه‌های شما هم آن را داشته باشد ۵۰ درصد است، زیرا H در نیمی از سلول‌های جنسی شما هست و هر بچه‌ای که از یکی از آن سلول‌های جنسی ساخته شود، آن را خواهد داشت. اگر شما یک نسخه از ژن f را داشته باشید، احتمال اینکه پدرتان هم آن را داشته باشد ۵۰ درصد است، زیرا شما نیمی از ژن‌های‌تان را از او گرفته‌اید و نیمی را از مادرتان. برای راحتی کار از یک شاخص خویشاوندی که احتمال مشترک بودن ژن بین دو نفر خویشاوند رانشان می‌دهد، استفاده می‌کنیم. میزان خویشاوندی بین دو برادر $\frac{۱}{۲}$ است، زیرا نیمی از ژن‌هایی که یک برادر دارد در دیگری نیز وجود دارد. این یک عدد تقریبی است: بسته به اینکه تقسیم کروموزمی چگونه باشد، در دو برادر خاص ممکن است ژن‌های مشترک کمتر یا بیشتر از این باشد. درجه‌ی خویشاوندی بین والدین و فرزند همیشه دقیقاً $\frac{۱}{۲}$ است.

انجام این محاسبه، هربار از اول، کمی خسته‌کننده است، بنابراین برای سردرآوردن از میزان خویشاوندی بین دو فرد A و B و پی بردن به یک قاعده‌ی

تقریبی و شاید در تنظیم وصیت‌نامه یا در تفسیر شباهت‌های ظاهری بین افراد خانواده به دردتان بخورد. این قاعده در همه‌ی موارد ساده جواب می‌دهد، اما آنجا که ازدواج با محارم صورت می‌گیرد، و همان‌طور که خواهیم دید در مورد بعضی حشرات درست از آب درنمی‌آید.

ابتدا همه‌ی اجداد مشترک A و B را شناسایی کنید. برای مثال، جد مشترک دو عموزاده، پدربزرگ و مادربزرگ مشترک آنهاست. وقتی جد مشترک را پیدا کردید، البته از نظر منطقی درست است که همه‌ی اجداد او برای A و B هم مشترک باشند. اما با آنها کاری نداریم فقط نزدیک‌ترین جد مشترک را در نظر می‌گیریم. به این ترتیب عموزاده‌های نسل اول فقط دوجد مشترک دارند. اگر B از نظر نژاد از نسل A باشد، مثلاً نوه‌اش باشد، آن‌گاه خود A همان «جد مشترکی» می‌شود که ما دنبالش می‌گردیم.

بعد از شناختن جد(های) مشترک A و B، **فاصله‌های نسلی**[1] را به‌صورت زیر حساب کنید. با شروع از A از درخت خانواده بالا بروید تا به آن جد مشترک برسید، بعد از آن جدّ مشترک به سوی پایین حرکت کنید تا به B برسید. تعداد کل همه‌ی پله‌هایی که در درخت بالا رفتید و بعد پایین برگشتید می‌شود فاصله‌ی نسلی. برای مثال، اگر A عموی B باشد، فاصله‌ی نسلی ۳ است. جد مشترک پدرِ A و پدربزرگ B است. با شروع از A، شما باید یک مرحله بالا بروید تا به آن جد مشترک برسید. بعد برای رسیدن به B باید از آن طرف دونسل پایین بیایید. بنابراین فاصله‌ی نسلی می‌شود ۳ = ۱ + ۲.

پس از پیدا کردن فاصله‌ی نسلی بین A و B از طریق یک جد مشترک خاص، میزان نسبت خویشاوندی را که آن جد مشترک ایجاد کرده محاسبه کنید. برای این کار باید $\frac{۱}{۲}$ را به ازای هر پله از فاصله‌ی نسلی یک بار در خودش ضرب کنید. اگر فاصله نسلی ۳ باشد باید $\frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۲}$ یا $(\frac{۱}{۲})^{۳}$ را به دست آورید. اگر از طریق یک جد مشترک فاصله‌ی نسلی g پله باشد، میزان خویشاوندی از روی آن جد مشترک $(\frac{۱}{۲})^{g}$ می‌شود.

اما این فقط بخشی از میزان خویشاوندی بین A و B است. اگر آنها بیش از

1. generation distance

یک جد مشترک داشته باشند، ما باید برای هر جد رقمی معادل آن را اضافه کنیم. معمولاً چنین است که از روی هریک از اجداد مشترک دو نفر حساب کنیم، فاصله‌ی نسلی مثل هم می‌شود. بنابراین بعد از محاسبه‌ی میزان خویشاوندی بین A و B بر مبنای یکی از اجداد مشترک آنها، تنها کاری که باید بکنید این است که آن را در تعداد اجداد مشترک ضرب کنید. برای مثال، عموزاده‌های نسل اول دو جد مشترک دارند، و فاصله‌ی نسلی از طریق هر جد که باشد ۴ است. بنابراین میزان خویشاوندی برابر است با $(\frac{۱}{۲})^{۴} \times ۲ = \frac{۱}{۸}$. اگر A نتیجه‌ی B باشد، فاصله‌ی نسلی ۳ و تعداد جد مشترک ۱ (خود B) است، بنابراین $(\frac{۱}{۲})^{۳} \times ۱ = \frac{۱}{۸}$. از نظر ژنتیکی، عموزاده‌ی شما معادل یک نتیجه‌ی شماست. به طریق مشابه، شما همان‌قدر که ممکن است به عموی‌تان «رفته باشید» (میزان خویشاوندی $(\frac{۱}{۲})^{۳} \times ۲ = \frac{۱}{۴}$) ممکن است به پدربزرگ خود (میزان خویشاوندی $(\frac{۱}{۲})^{۲} \times ۱ = \frac{۱}{۴}$) شباهت داشته باشید.

در مورد نسبت‌های دورتر، مثل نتیجه‌های دوبرادر ($(\frac{۱}{۲})^{۸} \times ۲ = \frac{۱}{۱۲۸}$)، ما به سوی خط صفر احتمال میل می‌کنیم، جایی که هر ژن خاصی که در A است می‌تواند با هر فرد اتفاقی دیگر در آن جمعیت تا آن حد مشترک باشد. نتیجه‌های دو برادر از نظر ژن ایثارگری نسبت به هم تقریباً مثل هر شخص اتفاقی دیگرند. نوه‌های دو برادر (خویشاوندی = $\frac{۱}{۳۲}$) فقط تا حدی برای هم خاص‌اند، و بچه‌های دو برادر کمی بیشتر از آن ($\frac{۱}{۸}$). برادرها و خواهرهای تنی و والدین و فرزندان خیلی خاص‌اند ($\frac{۱}{۲}$)، و جفت‌های دوقلوی یکسان (خویشاوندی = ۱) هرکدام همان‌قدر برای آن یکی خاص است که برای شخص خودش. عموها و خاله‌ها، خواهرزاده‌ها و برادرزاده‌ها، پدربزرگ‌ها و نوه‌ها و خواهر و برادرهای ناتنی همه با میزان خویشاوندی $\frac{۱}{۴}$ چیزی بینابین هستند.

حالا ما در موقعیتی قرار داریم که می‌توانیم خیلی دقیق‌تر درباره‌ی ژن ایثارگری نسبت به خویشاوندی صحبت کنیم. ژنی که با از بین بردن خود پنج عموزاده را نجات دهد، در آن جمعیت تعدادش بیشتر نخواهد شد، اما ژنی که پنج برادر یا ده عموزاده را نجات دهد بیشتر می‌شود. حداقل شرط لازم برای موفق بودن یک ژن خودکُشِ ایثارگر این است که جان بیش از دو هم شیر (فرزند یا والد)، یا بیش از چهار هم شیر ناتنی (یا خاله/عمه، عمو/دایی، برادرزاده،

خواهرزاده، پدربزرگ، نوه)، یا بیش از هشت عمو/ عمه/ خاله/دایی‌زاده و الی آخر را نجات دهد. چنین ژنی، به‌طور متوسط، این گرایش را دارد که در تعداد مناسبی از بدن‌های نجات یافته به زندگی ادامه دهد تا مرگ آن فرد ایثارگر جبران شود.

اگر فردی اطمینان داشته باشد که شخص خاصی دوقلوی همسانش است، دقیقاً همان قدر که به فکر رفاه خود است به او فکر می‌کند. هر ژن ایثارگری نسبت به جفت همسان محکوم است به اینکه در هردو بدن باشد. بنابراین اگر یکی قهرمانانه در راه نجات جان آن دیگری بمیرد، آن ژن به زندگی ادامه خواهد داد. آرمادیلوهای ۹ خطه، به‌صورت چهارقلوهای همسان به دنیا می‌آیند. تا جایی که من می‌دانم، از هیچ رفتار قهرمانانه و فداکارانه‌ای در مورد آرمادیلوهای کوچک صحبت نکرده‌اند، اما انتظار نوعی از خودگذشتگی شدید را در آنها باید داشت، و بد نیست وقتی کسی به آمریکای جنوبی می‌رود سری به آنها بزند.

حالا می‌بینیم که مراقبت‌های پدر و مادر حالت خاصی از ایثارگری نسبت به خویشاوند است. از نظر علم وراثت، یک فرد بالغ باید همان اندازه مراقبت و توجه را که نسبت به فرزند خود دارد، نسبت به برادر نوزاد خود که پدر و مادر را از دست داده، نشان دهد. نسبت خویشاوندی او با این هردو کودک دقیقاً یکسان و $\frac{1}{2}$ است. با استفاده از اصطلاحات مربوط به انتخاب ژن می‌توان گفت، ژنی که در یک خواهر بزرگ‌تر رفتار ایثارگرانه ایجاد می‌کند باید همان اندازه احتمال پخش شدن داشته باشد که ژن ایثارگری والدین. درواقع، این یک جور بیش از حد ساده کردن موضوع است که بعداً به دلایل مختلف آن خواهیم پرداخت، و در طبیعت هیچ چیز دیگر مثل مراقبت خواهرها یا برادرها، به مراقبتی که معمولاً پدر و مادرها از فرزندان می‌کنند شبیه نیست. اما نکته‌ی مورد نظرم در اینجا این است که از نظر ژنی بین رابطه‌ی والدین/فرزند و برادر/خواهر چیزی وجود ندارد که آنها را در تقابل با هم قرار دهد. این واقعیت که والدین ژن‌هاشان را به بچه‌ها منتقل می‌کنند ولی خواهرها ژنی به هم منتقل نمی‌کنند در اینجا بی‌ربط است، زیرا خواهرها هردو رونوشت‌های یکسانی از ژن‌های یکسانی را از پدر و مادر یکسانی دریافت می‌کنند.

بعضی‌ها اصطلاح **انتخاب خویشاوند**[1] را به کار می‌برند تا این نوع از انتخاب طبیعی را از انتخاب گروه (تفاوت بقا در گروه‌ها) و انتخاب فرد (تفاوت بقا در افراد) متمایز کنند. انتخاب خویشاوند ایثارگری درون خانواده را توجیه می‌کند؛ هرچه نسبت نزدیک‌تر باشد، این انتخاب با شدت بیشتر صورت می‌گیرد. این اصطلاح هیچ اشکالی ندارد، اما متأسفانه به خاطر بعضی کاربردهای نابه‌جا و زیاد از آن باید از خیرش گذشت، چون احتمالاً زیست‌شناسان آینده را گیج و سردرگم می‌کند. اِ. اُ. ویلسون[2] در کتاب خود ***زیست‌شناسی اجتماعی: ترکیب جدید***[3]، انتخاب خویشاوند را مورد خاصی از انتخاب گروه به حساب می‌آورد. او در نموداری به روشنی نشان می‌دهد که آن را سطحی میانی بین «انتخاب فرد» و «انتخاب گروه» به مفهوم متداول آن در نظر گرفته ــ به آن مفهومی که من در فصل یکم به کار بردم. اما انتخاب گروه ــ حتی طبق تعریف خود ویلسون ــ به معنی تفاوت بقا در گروه‌های افراد است. بی‌شک، خانواده یک نوع گروه خاص است. اما کل مطلب همیلتون این است که مرز بین خانواده و غیرخانواده چندان سفت و سخت نیست و بیشتر به بحث احتمالات در ریاضی نزدیک است. اینکه حیوانات باید نسبت به «همه‌ی اعضای خانواده‌ی» خود رفتار ایثارگرانه و نسبت به دیگر افراد رفتار خودخواهانه داشته باشند در نظریه‌ی همیلتون جایی ندارد. هیچ مرز قاطعی بین خانواده و غیرخانواده کشیده نمی‌شود. ما مجبور نیستیم تعیین کنیم آیا مثلاً نسل دوم عموزاده‌ها را داخل گروه خانواده بگذاریم یا بیرون آن. ما فقط برای نسل دوم عموزاده‌ها انتظار برخورداری از ایثارگری را $\frac{۱}{۱۶}$ آن مقداری می‌دانیم که به فرزند یا خواهر یا برادر کسی می‌رسد. قاطعانه می‌توان گفت انتخاب خویشاوند مورد خاصی از انتخاب گروه نیست، بلکه نتیجه‌ی خاصی است که از انتخاب ژن‌ها پیدا می‌شود.

در تعریف ویلسون از انتخاب خویشاوند یک اشکال جدی دیگر نیز وجود دارد. او عمداً فرزندها را کنار می‌گذارد: آنها را خویشاوند محسوب نمی‌کند! البته او حق دارد هرطور که بخواهد واژه‌ای را تعریف کند، ولی این تعریف بسیار

---

1. kin selection
2. E.O. Wilson
3. Sociobiology: The New Synthesis

گمراه‌کننده است، و من امیدوارم ویلسون در ویرایش‌های بعدی کتابش، که واقعاً کتابی تأثیرگذار است، آن را اصلاح کند. از نظر ژنی، مراقبت‌های پدر/مادر و ایثارگری خواهر/برادر دقیقاً به دلیل یکسانی پیدا شده‌اند: در هر دو مورد، به احتمال زیاد ژن ایثارگری در بدن فرد بهره‌ور وجود دارد.

من از خواننده‌ی غیرمتخصص عذر می‌خواهم که کمی انتقاد کردم، و فوراً به مطلب اصلی برمی‌گردم. تا اینجا همه چیز را بیش از حد ساده کرده‌ام و حالا وقت آن است که بعضی شرایط لازم را معرفی کنم. من از اصطلاح‌های ابتدایی ژن خودکشی برای نجات زندگی تعدادی از خویشان نزدیک صحبت کردم. بدیهی است، در زندگی واقعی از حیوانات این انتظار نمی‌رود که دقیقاً حساب کنند می‌خواهند چندنفر از خویشان خود را نجات دهند، و این‌طور نیست که محاسبات همیلتون را در فکرشان انجام دهند، حتی اگر به طریقی می‌توانستند بفهمند که خواهر و برادرشان کدام است. در زندگی واقعی، باید خطر آماری[1] مرگ خود یا دیگران را جانشین خودکشی قطعی و «نجات» زندگی کرد، حتی ممکن است نجات جان یک عموزاده‌ی نسل سوم باارزش باشد، در صورتی که خطری که توجه خود شخص می‌شود ناچیز باشد. به علاوه، هم شما و هم آن خویشاوندی که می‌خواهید نجاتش دهید بالأخره روزی خواهید مُرد. هرکس یک میزان «امید به زندگی» دارد که کارشناس بیمه می‌تواند، با ضریب احتمال اشتباه معینی، آن را محاسبه کند. نجات زندگی خویشاوندی که به‌زودی از کهولت می‌میرد اثر کمتری روی خزانه‌ی ژنی آینده می‌گذارد تا نجات زندگی خویشاوند دیگری که همان نسبت را با ما دارد ولی زمان زیادی از از زندگی‌اش را پیش رو دارد.

آن محاسبات شسته‌رفته و متقارن ما در مورد خویشاوندی باید با محاسبات درهم برهم کارشناس بیمه تعدیل شود. از نظر ژنتیکی، پدربزرگ/مادربزرگ و نوه به‌دلیل یکسانی باید نسبت به هم ایثارگر باشند، هردو در $\frac{1}{4}$ از ژن‌هایشان با هم سهیم‌اند. اما اگر امید به زندگی در نوه بیشتر باشد، ژنِ ایثارگریِ پدربزرگ و مادربزرگ نسبت به نوه، از نظر انتخاب، ترجیح داده می‌شود به ژن ایثارگری نوه به پدربزرگ/مادربزرگ. کاملاً ممکن است سود خالصی که از کمک به یک قوم و

1. statistical risks

خویش دور ولی جوان حاصل می‌شود بیشتر از سود خالصی باشد که از کمک به یک خویشاوند نزدیک ولی مسن به دست می‌آید. (از قضا، لزومی ندارد که امید به زندگی نوه‌ها حتماً از امید به زندگی پدربزرگ/مادربزرگی بیشتر باشد. در گونه‌هایی که میزان مرگ و میر نوزادان بالاست، شاید عکس این حالت برقرار باشد.)

برای بسط قیاس با کارشناس بیمه، باید افراد را بیمه‌کننده‌های عمر در نظر گرفت. از هر کس می‌شود انتظار داشت بخش معینی از مایملک خود را به خاطر زندگی یک نفر دیگر مایه بگذارد یا آن را به خطر بیندازد. او با توجه به نسبتی که با آن شخص دیگر دارد، همچنین با در نظر گرفتن اینکه آیا آن فرد از نظر امید به زندگی در مقایسه با خود شخص بیمه‌کننده ارزش خطر کردن دارد، تصمیم می‌گیرد. اگر دقیق‌تر صحبت کنیم باید به جای «امید به زندگی» بگوییم «امید به تولیدمثل» یا حتی دقیق‌تر از آن، «توانایی کلی برای منفعت رساندن به ژن خود در عمر پیش رو» را باید به کار برد. آن گاه برای اینکه رفتار ایثارگرانه رو به تکامل نهد، باید خطر خالص ایثارگر کمتر باشد از سود خالصی که به دریافت‌کننده می‌رسد، ضربدر میزان خویشاوندی. خطرپذیری‌ها و منفعت‌ها باید به‌شکل آمار بیمه‌ای پیچیده‌ای محاسبه شود که من خلاصه کردم.

اما از یک ماشین بقای بیچاره چگونه انتظار انجام چنین محاسبات پیچیده‌ای را می‌توان داشت، آن هم فوراً و با عجله! حتی ریاضی ـ زیست‌شناس برجسته‌ای چون ج. ب. س. هالدین (در مقاله‌ای در ۱۹۵۵، با مسلّم فرض کردن پخش شدن ژنیِ که برای نجات اقوام نزدیک از غرق شدن است بر همیلتون پیشی گرفت) گفته است: «... در دو موقعیت که خود من آدم‌های در حال غرق شدن را نجات دادم، (در حالی که زندگی خودم خیلی کم به خطر افتاده بود)، فرصت هیچ‌گونه محاسبه‌ای را نداشتم.» البته خوشبختانه، همان‌طور که هالدین خیلی خوب می‌دانست، لازم نیست فرض کنیم ماشین‌های بقا این محاسبات را در ذهنشان آگاهانه انجام دهند. درست همان‌طور که ممکن است ما بدون اینکه حس کنیم چکار داریم انجام می‌دهیم از یک خط‌کش محاسبه استفاده کنیم، که در واقع استفاده از لگاریتم است، به همین ترتیب یک حیوان ممکن است طوری از قبل برنامه‌ریزی شده باشد که از رفتارش به نظر برسد، محاسبه‌ی پیچیده‌ای

را انجام می‌دهد.

تصور این موضوع آن‌قدرها هم که به نظر می‌رسد مشکل نیست. وقتی کسی توپی را به هوا می‌اندازد و دوباره آن را می‌گیرد، طوری عمل کرده است که انگار مجموعه‌ای از معادلات دیفرانسیل را برای پیش‌بینی مسیر توپ حل کرده است. شاید او اصلاً نداند یا برایش مهم نباشد که معادلات دیفرانسیل چیست، اما این موضوع تأثیری در مهارت او در گرفتن توپ نخواهد داشت. در سطحی نه کاملاً آگاه، چیزی که در عمل معادل محاسبات ریاضی است جریان دارد. به همین نحو، وقتی کسی، با مجسم کردن همه‌ی نتایج ممکن و سبک و سنگین کردن همه‌ی معایب و مزایا، در مورد مشکلی تصمیم می‌گیرد، در عمل کاری معادل یک محاسبه‌ی سنگین، چیزی در حد توان یک کامپیوتر، را انجام داده است.

اگر قرار بود کامپیوتری را برنامه‌ریزی کنیم تا مُدلی از یک ماشین بقا را شبیه‌سازی کند که تصمیم بگیرد آیا رفتار ایثارگرانه داشته باشد یا نه، احتمالاً باید به‌صورت زیر پیش می‌رفتیم. اول سیاهه‌ای از همه‌ی کارهایی که آن حیوان می‌تواند انجام دهد تهیه می‌کردیم. بعد برای هریک از این الگوهای رفتار یک محاسبه‌ی مفصل انجام می‌دادیم. به همه‌ی منفعت‌ها یک علامت مثبت و به همه‌ی خطرها یک علامت منفی می‌دادیم؛ همه‌ی سودها و همه‌ی زیان‌ها را بعد از ضرب کردن در شاخص نسبت خویشاوندی و سنجیدن آنها با هم، جمع می‌بستیم. برای ساده کردن کار می‌توانیم در ابتدا ارزش‌های دیگر، مانند سن و سلامتی را ندیده بگیریم. چون میزان خویشاوندی هرکس با خودش است (یعنی صددرصد ژن‌های خودش را دارد ــ جای حرف ندارد) از خطرها و منفعت‌های او اصلاً چیزی کم نمی‌شود، بلکه آنها در محاسبه وزن کامل خود را دارند. جمع کل برای هریک از رفتارهای ممکن باید چنین چیزی باشد: سود خالص آن الگوی رفتار = منفعت برای خود ــ خطر برای خود + $\frac{۱}{۲}$ منفعت برای برادر ـ $\frac{۱}{۲}$ خطر برای برادر + $\frac{۱}{۲}$ منفعت برای برادر دیگر ــ $\frac{۱}{۲}$ خطر برای برادر دیگر + $\frac{۱}{۸}$ منفعت برای نسل اول عموزاده ـ $\frac{۱}{۸}$ خطر برای نسل اول عموزاده + $\frac{۱}{۲}$ منفعت برای فرزند ـ $\frac{۱}{۲}$ خطر برای فرزند + و غیره.

حاصل‌جمع همه‌ی اینها عددی است که نمره‌ی سود خالص آن الگوی رفتار نامیده می‌شود. بعد آن حیوان مُدل در مجموعه‌ی محفوظات خود، جمع معادل

این را برای هر الگوی رفتار ممکن دیگر محاسبه می‌کند. سرانجام آن الگوی رفتاری را اجرا می‌کند که بیشترین میزان سود خالص را دارد. حتی اگر همه‌ی نمره‌ها منفی از آب درآید، او باید هنوز عملی را انتخاب کند که بالاترین نمره را داشته و ضررش کمتر از بقیه باشد. یادتان باشد انجام هر عمل مثبتی با مصرف زمان و انرژی همراه است، که از هردوی اینها می‌شود برای انجام کارهای دیگر استفاده کرد. اگر دست به هیچ کاری نزدن «رفتاری» باشد که بالاترین نمره را دارد، آن حیوان مُدل به هیچ کاری دست نخواهد زد.

در اینجا نمونه‌ی بسیار ساده داریم، که این بار به جای اینکه به شکل شبیه‌سازی در کامپیوتر باشد، به‌صورت یک گفت‌وگو با خود بیان می‌شود. من حیوانی هستم که یک کُپه قارچ هشت‌تایی را پیدا کرده است. بعد از در نظر گرفتن ارزش غذایی آن و کم کردن مقداری به خاطر احتمال کمی خطر، از نظر سمی بودن، برآوردم این است که ارزش هر واحد آن ۶+ باشد (این واحدها، مثل فصل قبل، دلبخواهی‌اند). قارچ‌ها آن قدر بزرگ‌اند که من می‌توانم فقط سه تا از آنها را بخورم. آیا باید دیگران را با سر دادن آوای یافتن غذا از چیزی که پیدا کرده‌ام باخبر کنم ؟ صدای من به چه کسی می‌رسد؟ ــ برادر B (خویشاوندی او به من $\frac{۱}{۲}$ است)، عموزاده C (خویشاوندی‌اش با من $\frac{۱}{۸}$ است)، و D (هیچ نسبتی با من ندارد: میزان خویشاوندی او با من عدد کوچکی است که در عمل مثل صفر است).

اگر در مورد چیزی که یافته‌ام ساکت بمانم نمره‌ی سود خالص برای من، برای هر یک از آن سه قارچی که می‌خورم ۶+ است، یعنی در کل می‌شود ۱۸+. اگر آوای یافتن غذا را سردهم، نمره‌ی منفعت خالص من باید کمی محاسبه شود. آن هشت قارچ به‌طور مساوی بین ما ۴ نفر تقسیم می‌شود. حاصل من از دو قارچی که می‌خورم و هرکدام ۶+ است می‌شود ۱۲+. اما چون من با برادر و عموزاده‌ام ژن مشترک دارم باید وقتی هرکدام آنها دوتای خود را می‌خورند نیز سودی به من برسد. نمره‌ی واقعی من می‌شود، $۱۹\frac{۱}{۲}$ = (۱۲×۰) + (۱۲ × $\frac{۱}{۸}$) + (۱۲ × $\frac{۱}{۲}$) + (۱۲×۱). سود خالص مربوطه از رفتار خودخواهانه ۱۸+ بود: این دو رفتار پابه‌پای هم پیش رفتند، اما حکم نهایی حالا مشخص است. باید فریاد غذا را سردهم، در این مورد ایثارگری من به نفع ژن‌های خودخواهم است.

من برای ساده کردن موضوع فرض کردم که آن حیوان حساب می‌کند چه چیزی بیشتر از همه به‌نفع ژن‌هایش است. آنچه در واقعیت رخ می‌دهد این است که خزانه‌ی ژنی پر از ژن‌هایی می‌شود که آن بدن را به‌نحوی تحت تأثیر قرار می‌دهند تا به نظر می‌رسد بدن چنین محاسباتی را انجام داده است.

در هر صورت این محاسبه نسبت به یک محاسبه‌ی آرمانی بسیار ابتدایی و تقریبی است. بسیاری چیزها از جمله سن افراد مربوطه در آن ندیده گرفته شده است، به علاوه، اگر من تازه غذا خورده باشم، طوری که فقط جا برای یک قارچ داشته باشم، سود خالصی که از سر دادن آوای غذا به دست می‌آورم بیشتر از آنی است که در وقت گرسنگی دارم. برای بهتر کردن تدریجی محاسبه‌ای که در مطلوب‌ترین شرایط ممکن به دست آید، نمی‌شود پایانی در نظر گرفت. نمی‌توانیم انتظار داشته باشیم حیوانات واقعی برای رسیدن به مناسب‌ترین تصمیم کوچک‌ترین جزئیات را در نظر بگیرند. ما باید با مشاهده و آزمایش در دنیای حیوانات پیدا کنیم آنها در عمل تا چه حد به یک تحلیل مطلوب از هزینه ــ منفعت نزدیک می‌شوند.

فقط برای اینکه به خودمان اطمینان دهیم با این نمونه‌های ذهنی زیاد از موضوع دور نشده‌ایم، بیایید کمی به زبان ژنی برگردیم. بدن‌های زنده ماشین‌های بقایی هستند که ژن‌هایی که زنده مانده‌اند آنها را برنامه‌ریزی می‌کنند. ژن‌هایی که زنده‌اند این کار را در شرایطی کرده‌اند که در مجموع مانند شرایط محیط زیست آن گونه در زمان گذشته بوده است. بنابراین برآورد هزینه ـ منفعت بر مبنای تجربیات پیشین است، درست همان‌طور که در تصمیم‌گیری‌های انسان چنین است. اما، در این مورد، تجربه به معنای خاص تجربه‌ی ژنی، یا دقیق‌تر بگوییم، شرایط بقای ژن‌های گذشته است. (از آنجا که ژن‌ها توانایی یادگیری را هم به ماشین‌های بقا بخشیده‌اند، می‌توان گفت نوعی برآورد هزینه ـ منفعت بر اساس تجربه‌ی فردی هم صورت می‌گیرد.) تا وقتی شرایط خیلی زیاد تغییر نکند، این برآوردها، برآوردهای خوبی‌اند، و ماشین‌های بقا روی‌هم رفته تصمیم‌های خوبی می‌گیرند. اگر شرایط کاملاً عوض شود، ماشین‌های بقا در تصمیم‌گیری دچار اشتباه می‌شوند، و ژن‌ها باید مکافات آن را بپردازند. دقیقاً به همین صورت، اگر تصمیم‌های انسان بر مبنای اطلاعات کهنه

باشد، معمولاً نادرست از آب درمی‌آید.

برآوردهای خویشاوندی نیز در معرض اشتباه و تردید است. در محاسبات ساده‌ای که ما تاکنون انجام دادیم، طوری وانمود کردیم که انگار ماشین بقا می‌داند چه کسی خویشاوند اوست، و چقدر نسبتش نزدیک است. در زندگی واقعی، گاهی داشتن چنین اطلاعات مطمئنی مقدور است، اما بیشتر اوقات میزان خویشاوندی را فقط به‌صورت یک عدد میانگین می‌شود برآورد کرد. برای مثال، فرض کنید A و B ممکن است برادرهای تنی یا ناتنی باشند، میزان خویشاوندی آنها $\frac{۱}{۲}$ یا $\frac{۱}{۴}$ است، اما چون نمی‌دانیم تنی‌اند یا ناتنی، میانگین این دو را در نظر می‌گیریم و از عدد $\frac{۳}{۸}$ استفاده می‌کنیم. اگر یقین داشته باشیم که مادرشان یکی است، اما احتمال اینکه پدرشان یکی باشد فقط ۱ به ۱۰ است، بنابراین ۹۰٪ احتمال دارد که برادران ناتنی باشند و ۱۰ درصد مطمئن هستیم که تنی‌اند، و خویشاوندی آنها در عمل برابر است با $\frac{۱}{۴} \times \frac{۹}{۱۰} + \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۱۰}$ = ۰/۲۷۵.

اما وقتی می‌گوییم ۹۰ درصد اطمینان داریم، این اطمینان به چه کسی برمی‌گردد؟ آیا منظور این است که یک انسان طبیعت‌شناس بعد از یک مطالعه‌ی میدانی مفصل به ۹۰ درصد اطمینان رسیده است، یا منظور این است که آن حیوانات ۹۰ درصد مطمئن هستند؟ با کمی شانس احتمالاً این دو به جای یکسانی می‌رسند. برای اینکه متوجه شویم، باید ببینیم حیوانات در عمل چگونه برآورد می‌کنند که خویشان نزدیکشان چه کسانی هستند.

ما می‌دانیم خویشان نزدیکمان چه کسانی‌اند زیرا این را به ما گفته‌اند، چون روی آنها اسم گذاشته‌ایم، چون ازدواج‌های رسمی داریم، و چون ما اسناد مکتوب و حافظه‌های خوب داریم. موضوع «خویشاوندی» دل‌مشغولی بسیاری از مردم‌شناسان اجتماعی در جوامع مورد بررسی‌شان است. منظور آنها خویشاوندی واقعی ژنی نیست، بلکه مفاهیم درونی و فرهنگی مربوط به خویشاوندی است. در رسم‌های بشری و آیین‌های قبیله‌ای به خویشاوندی اهمیت خاصی داده می‌شود، پرستش نیاکان بسیار متداول است، مقررات مربوط به خانواده و وفاداری نسبت به آن بر بیشتر عمر سایه می‌افکند. با نظریه‌ی ژنی همیلتون می‌توان بسیاری از پدرکشتگی‌ها و درگیری‌های بین عشیره‌ها را به‌راحتی تفسیر نمود. منع زنا با محارم حاکی از آگاهی زیاد بشر از روابط خویشاوندی است، گرچه

امتیازی که منع زنای با محارم از نظر ژنتیکی دارد به ایثارگری مربوط نمی‌شود، احتمالاً فقط به اثر زیان‌آور ژن‌های مغلوب مربوط است که خود را در ازدواج‌های خویشاوندی نشان می‌دهد. (به‌دلیلی، بسیاری از مردم‌شناسان این توضیح را نمی‌پسندند.)

حیوانات از کجا «بدانند» اقوامشان کیست، یا به عبارت دیگر، چه قواعد رفتاری را در پیش بگیرند تا در نتیجه به شکلی غیرمستقیم نشان دهند که اقوام خود را می‌شناسند؟ قاعده‌ی «با خویشان خود مهربان باشید» این سوآل را مطرح می‌کند که چگونه خویشان خود را بشناسیم. باید از طرف ژن‌ها به حیوانات قاعده‌ی ساده‌ای به عنوان راهکار داده شود، قاعده‌ای نباشد که نیاز به شناخت همه‌جانبه‌ای از هدف نهایی عمل داشته باشد، قاعده‌ای باشد که، دست‌کم در شرایط عادی، کارایی داشته باشد. ما انسان‌ها با مقررات آشنا هستیم و قدرت آنها به‌قدری زیاد است که اگر ذهن بسته‌ای داشته باشیم، حتی وقتی کاملاً ببینیم هیچ فایده‌ای برای ما یا کسان دیگر ندارد، باز خودمان قاعده را رعایت می‌کنیم. برای مثال، یهودیان سفت و سخت ترجیح می‌دهند از گرسنگی بمیرند ولی دستور نخوردن گوشت خوک را زیر پا نگذارند. حیوان باید در عمل از چه قاعده‌ای پیروی کند تا در شرایط عادی به‌طور غیرمستقیم به خویشان نزدیک خود سود برساند؟

اگر در حیوانات این تمایل وجود داشت که نسبت به آنهایی که از نظر جسمی شبیه‌شانند با ایثارگری رفتار کنند، شاید به‌طور غیرمستقیم کمی به درد اقوام خود می‌خوردند. این امر بیشتر به جزئیات در گونه‌های مختلف بستگی دارد. در هر صورت، چنین قاعده‌ای فقط منجر به تصمیم‌هایی می‌شود که از نظر آماری «درست»اند. اگر شرایط تغییر کند، مثلاً گونه‌ای بخواهد در گروه‌های خیلی بزرگ‌تر زندگی کند، ممکن است تصمیم‌هایش نادرست از آب درآید. احتمالاً تعصبات نژادی را می‌توان عمومیت دادن تمایل غیرمنطقی به انتخاب خویشاوند برای احساس همبستگی با کسانی که از نظر ظاهر به ما شبیه‌اند و خشن بودن با افرادی که از نظر ظاهر متفاوتند.

در گونه‌ای که اعضای آن حرکت چندانی ندارند، یا حرکت آن اعضا به‌صورت گروهی است، احتمال اینکه به هر فرد اتفاقی که برمی‌خورند تقریباً یک

خویشاوند نزدیک آنها باشد، زیاد است. در چنین موردی، قاعده‌ی «با هر عضو گونه‌ی خود مهربان باشید» می‌تواند از نظر بقا دارای ارزش مثبت باشد. به این مفهوم که اگر ژنی دارندگان خود را راغب به پیروی از این قاعده کند، احتمالاً تعدادش در خزانه‌ی ژنی فزونی خواهد گرفت. شاید به همین دلیل باشد که در گروه‌های میمون‌ها و نهنگ‌ها این‌قدر مواردی از رفتار ایثارگرانه گزارش شده است. نهنگ و دلفین اگر از هوا نفس نکشند، خفه می‌شوند. دیده شده است که بچه نهنگ‌ها و آنهایی که آسیب دیده‌اند و نمی‌توانند تا سطح آب شنا کنند، توسط همراهان که در گروهند بالا نگه داشته شده‌اند. معلوم نیست که آیا نهنگ‌ها راهی دارند که با آن خویشان نزدیک خود را بشناسند یا خیر، اما شاید این امر مهم نباشد. احتمال اینکه هر عضو اتفاقیِ گروه یک قوم و خویش باشد آن قدر زیاد است که ایثارگری به هزینه‌اش می‌ارزد. از قضا، دست‌کم یک ماجرای کاملاً تأیید شده از انسان شناگری که توسط یک دلفین وحشی نجات یافته وجود دارد. این را می‌توان نقیض قاعده‌ی نجات عضو گروه از غرق شدن دانست. اما در این قاعده «تعریف» عضوی از گروه که در حال غرق شدن است شاید چنین چیزی باشد: «یک چیز دراز که در حال دست وپا زدن و خفگی است و نزدیک سطح قرار دارد.»

بابون‌های نر بالغی را گزارش کرده‌اند که برای دفاع از بقیه‌ی گروه جان خود را در مقابل شکارگرهایی مثل پلنگ به خطر می‌اندازند. این احتمال زیاد است که تعداد زیادی از ژن‌های هر نر بالغ به‌صورت پراکنده در افراد دیگر گروه وجود داشته باشد. در نتیجه شمار ژنی که «می‌گوید»: «بدن، اگر یک نر بالغ هستی، از گروه در مقابل پلنگ دفاع کن» در خزانه‌ی ژنی افزایش پیدا می‌کند. دور از انصاف نیست که قبل از رد شدن از این مثال بسیار نقل شده اضافه کنم که حداقل یک مقام ذی‌صلاح چیز بسیار متفاوتی را گزارش کرده است. او می‌گوید، وقتی سروکله‌ی پلنگی پیدا شود، اولین کسانی که درمی‌روند، نرهای بالغ‌اند.

به جوجه‌های کوچک در دسته‌های خانوادگی غذا داده می‌شود؛ همه دنبال مادرشان می‌دوند. جوجه‌ها دو آوای اصلی دارند. علاوه بر جیک جیک بلند و تیزی که قبلاً گفتم، وقت خوردن صدای کوتاه آهنگ‌داری سر می‌دهند. به صدای جیک جیک، که برای درخواست کمک از مادر است، جوجه‌های دیگر

توجهی نشان نمی‌دهند. اما آن صدای آهنگ‌دار کوتاه توجه جوجه‌های دیگر را جلب می‌کند. به این معنی که وقتی جوجه‌ای غذایی پیدا کند، با صدایی که درمی‌آورد توجه جوجه‌های دیگر را هم به غذا جلب می‌کند: بنا به مثال فرضی قبل، این صدای آهنگ‌دار «آوای غذا» است. مثل آن مورد قبل، این ایثارگری آشکار جوجه را به آسانی می‌توان با استفاده از انتخاب خویشاوند توضیح داد. از آنجا که در طبیعت همه‌ی جوجه‌ها برادر یا خواهر تنی هستند، ژنی که مربوط به آوای غذا است، در صورتی منتشر می‌شود که هزینه‌ی آن آواهای جوجه کمتر از نصف سود خالصی باشد که به جوجه‌های دیگر می‌رسد. چون همه‌ی این سود بین گروه جوجه‌ها، که معمولاً تعدادشان بیش از دوتاست، پخش می‌شود، تصور تحقق یافتن این امر مشکل نیست. البته این قاعده در مورد جانوران اهلی یا حیوانات مزرعه، وقتی که مرغی مجبور می‌شود روی تخم‌هایی که مال خودش نیست، حتی روی تخم بوقلمون یا اردک بنشیند، درست از آب درنمی‌آید. اما نه از مرغ و نه از جوجه‌هایش می‌شود انتظار داشت که این را تشخیص دهند. رفتار آنها تحت شرایطی که به‌طور معمول در طبیعت حاکم است شکل گرفته، و در طبیعت معمولاً غریبه در لانه‌ی کسی پیدا نمی‌شود.

به هر حال، اشتباهاتی از این دست گاهی در طبیعت رخ می‌دهد. در گونه‌هایی که به‌صورت گله و دسته زندگی می‌کنند، یک ماده‌ی غریبه ممکن است بچه‌ای یتیم را بزرگ کند؛ به احتمال زیاد ماده‌ای که فرزند خود را از دست داده، دست به چنین کاری می‌زند. کسانی که میمون‌ها را تحت نظر دارند، از واژه‌ی «خاله» برای چنین ماده‌ای استفاده می‌کنند. در اکثر مواقع، گواهی دال بر اینکه او واقعاً خاله یا در اصل یک خویشاوند نزدیک باشد وجود ندارد: اگر آنها که میمون‌ها را زیر نظر می‌گیرند؛ بیشتر آگاه بودند، واژه‌ی مهمی مثل خاله را این‌طور راحت به کار نمی‌بردند. در بیشتر موارد، احتمالاً استفاده از «قبول فرزندخوانده» بهتر است، گرچه ممکن است ناراحت‌کننده باشد ولی این کار در واقع نقیض یک قاعده‌ی ذاتی است. زیرا آن ماده‌ی مهربان با مراقبت از آن بچه‌ی یتیم به ژن‌های خودش سودی نمی‌رساند. او وقت و انرژی‌ای را که می‌توانست صرف زندگی خویشان مخصوصاً فرزندان آینده‌ی خودش کند، هدر می‌دهد. شاید این اشتباهی باشد که به ندرت رخ می‌دهد و به همین دلیل

انتخاب طبیعی «زحمت» این را به خود نمی‌دهد که آن را تغییر دهد به این صورت که غریزه‌ی مادری را گزینشی‌تر به کار بیندازد. البته، در بیشتر موارد، یک چنین فرزندخواندگی صورت نمی‌گیرد، و یتیم به حال خود رها می‌شود تا بمیرد.

موردی از یک اشتباه بسیار افراطی وجود دارد که آدم ترجیح می‌دهد اصلاً آن را اشتباه به حساب نیاورده، بلکه به عنوان دلیلی در مخالفت با نظریه‌ی ژن خودخواه در نظر بگیرد. آن مورد میمون‌های مادر داغداری است که دیده شده بچه‌ای را از ماده‌ی دیگری می‌دزدند، و از آن مراقبت می‌کنند. از نظر من این یک اشتباه مضاعف است، چون آنکه فرزندخوانده پذیرفته، نه تنها وقت خود را هدر می‌دهد، بلکه یک ماده‌ی رقیب خود را از زحمت نگهداری فرزند رها کرده و این اجازه را به او می‌دهد که به زودی بچه‌ی دیگری داشته باشد. از نظر من این یک مورد مسئله‌دار است و ارزش دارد که یک بررسی کلی در موردش انجام شود. لازم است بدانیم چنین اتفاقی هرازچندگاهی صورت می‌گیرد؛ و میزان متوسط خویشاوندی بین آنکه فرزندخوانده پذیرفته و آن بچه احتمالاً چقدر است؟ و مادر واقعیِ بچه به این قضیه چگونه برخورد می‌کند ــ بالأخره به نفع اوست که کسی از بچه‌اش نگهداری کند؛ و آیا مادرها سعی می‌کنند عمداً با گول زدن ماده‌هایِ جوانِ بی‌تجربه، آنها را به نگهداری فرزند خود وادارند؟ (نظر داده‌اند آنها که فرزندخوانده قبول می‌کنند و همچنین بچه دزدها ممکن است از کارآموزی باارزشی که در کسب هنر بچه‌داری می‌کنند سود ببرند.)

فاخته‌ها و دیگر «تخم‌گذاران انگلی»[1] ــ پرنده‌هایی که تخم خود را در لانه‌ی پرندگان دیگر می‌گذارند ــ نمونه‌ای از نقض غریزه‌ی مادری به‌صورت عمدی هستند فاخته‌ها از این قاعده که «با هر پرنده‌ی کوچکی که در لانه‌ای که تو ساخته‌ای جاگرفته است مهربان باش» به‌نفع خود استفاده می‌کنند. فاخته‌ها را کنار بگذاریم، به‌طور عادی نتیجه‌ی خوشایند این قاعده محدود کردن ایثارگری به خویشاوندان نزدیک است، زیرا در واقع لانه‌ها چنان دور از هم قرار گرفته‌اند که در لانه‌ی هرکس تقریباً فقط جوجه‌های خودش قرار دارد. کاکایی‌های بالغ تخم‌های خود را بازنمی‌شناسند و بی‌خیال روی تخم کاکایی‌های دیگر و حتی

1. brood - parasites

روی چیزهای بَدَلی زمُختی که ممکن است یک انسان آزمایشگر به جای تخم بگذارد می‌نشینند. در طبیعت، برای کاکایی شناختن تخم خود اصلاً مهم نیست زیرا این‌طور نیست که تخم‌ها قِل بخورند، و چند کیلومتر آن طرف‌تر، وارد محدوده‌ی لانه‌ی همسایه شوند. اما آنها جوجه‌های خود را تشخیص می‌دهند: جوجه، بر خلاف تخم، یک جا نمی‌ماند، و به راحتی می‌تواند سر از نزدیکی لانه‌ی یک همسایه‌ی بالغ درآورد، و همان‌طور که در فصل یکم دیدیم اغلب عاقبتی ناگوار دارد.

از آن طرف، گیمو[1] تخم‌های خود را از روی نقش خال آنها می‌شناسد، و برای خوابیدن روی تخم‌ها به نفع خود عمل می‌کند. شاید به این دلیل باشد که لانه‌ی آنها روی سنگ صاف است و در آنجا خطر قِل خوردن و قاطی شدن تخم‌ها با هم وجود دارد. اما، شاید بشود پرسید، چرا آنها این زحمت را به خود می‌دهند که تخم خود را بشناسند و فقط روی همان بنشینند؟ یقیناً اگر هر پرنده‌ای روی تخمی بنشیند، دیگر مهم نیست که فلان پرنده روی تخم خود یا تخم پرنده‌ی دیگری نشسته باشد. کسی که به انتخاب گروه معتقد است چنین بحثی را مطرح می‌کند. ولی فقط ببینید چه می‌شود اگر یک چنین حلقه‌ای که برای مراقبت از بچه است بسط پیدا کند. متوسط تعداد تخم هر کیمو یکی است. این یعنی اگر قرار باشد حلقه‌ی مشترک مراقبت از بچه خوب پیش برود، هر پرنده‌ی بالغ باید به‌طور متوسط روی یک تخم بنشیند. حالا فرض کنید یکی تقلب کند و نخواهد روی تخم بنشیند. به جای هدر دادن وقت برای نشستن روی تخم در فکر گذاشتن تخم‌های دیگر باشد. و زیبایی این نقشه در این است که آن بالغ دیگر، که ایثارگرتر است، به جای او از تخم‌ها مراقبت می‌کند. آنها با صداقت از قانون «اگر یک تخم سرگردان نزدیک لانه‌ات دیدی، آن را به درون لانه قِل بده و روی آن بنشین» پیروی می‌کنند. به این ترتیب، ژنِ تقلب در این نظام، در سراسر جمعیت پخش می‌شود، و آن چرخه‌ی مناسب مراقبت از بچه ازهم‌گسیخته می‌شود.

خوب، شاید بشود گفت: در صورتی که پرندگان صادقی نپذیرند جور دیگران

---

1. Guillemot پرنده‌ی دریایی قطب شمال

را بکشند و قاطعانه تصمیم بگیرند فقط و فقط روی یک تخم بنشینند، چه خواهد شد؟ این کارشان دست متقلب‌ها را رو می‌کند، زیرا آنها می‌بینند که تخمشان روی سنگ رها شده بدون اینکه کسی روی آن نشسته باشد. این کار زود آنها را سر به راه می‌کند. متأسفانه چنین نیست. از آنجا که ما این فرض را مسلم گرفتیم که آنهایی که روی تخم می‌نشینند تخم‌ها را از هم تشخیص نمی‌دهند، اگر پرندگان درستکار، برای مقاومت در مقابل متقلب‌ها، نقشه‌ی خود را عملی کنند؛ تخمی که در نهایت مورد بی‌توجهی قرار می‌گیرد، همان‌قدر ممکن است تخم خودشان باشد که تخم یکی از آن متقلب‌ها. باز به نفع متقلب‌هاست، چون آنها تخم‌های بیشتری می‌گذارند و بچه‌های بیشتری از آنها به زندگی ادامه می‌دهند. تنها راهی که یک گیموی درستکار برای مغلوب کردن متقلب‌ها دارد این است که عملاً به نفع تخم‌های خودش تبعیض قائل شود، یعنی از ایثارگری دست بردارد و در فکر منافع خودش باشد.

به قول مینارد اسمیت «راهبرد» ایثارگرانه‌ی قبول فرزند از نظر تکاملی باثبات نیست. از این نظر باثبات نیست که راهبرد یک رقیب خودخواه که بیش از سهم منصفانه‌ی خود تخم می‌گذارد و از نشستن روی آنها امتناع می‌کند، از او جلو خواهد زد. این راهبرد خودخواهانه‌ی دوم نیز به نوبه‌ی خود ناپایدار است، زیرا از راهبرد ایثارگرانه‌ای به نفع خود بهره می‌گیرد که خودش بی‌ثبات و بنابراین از بین رفتنی است. تنها راهبردی که از نظر تکاملی برای گیمو پایدار باشد این است که تخم خود را تشخیص دهد و فقط روی همان بنشیند، و این دقیقاً همان چیزی است که صورت می‌گیرد.

گونه‌ی پرنده‌های آوازخوان[1] که فاخته‌ها سربار آنها می‌شوند متقابلاً با آنها مبارزه کرده‌اند. در این مورد نه با دانستن شکل ظاهری تخم‌ها، بلکه با تشخیص غریزی تخم‌هایی که علایم خاص مربوط به گونه‌ی‌شان را دارند. از آنجا که این خطر وجود ندارد که اعضای گونه‌ی خودی به‌صورت طفیلی مزاحم شود، این شیوه مؤثر است. از آن طرف فاخته‌ها هم تلافی می‌کنند، به این صورت که تخم‌هایشان را از نظر رنگ، اندازه و نقش هرچه بیشتر شبیه به تخم

1. Song-bird species

میزبان می‌کنند. این موردی از تقلب است و اغلب نتیجه می‌دهد. حاصل این نوع مسابقه‌ی تسلیحاتی در تکامل، پیشروی چشمگیر تخم فاخته‌ها در تقلید است. می‌شود فرض کرد تعدادی از تخم فاخته‌ها را پیدا می‌کنند و آنهایی که پیدا نشده‌اند، یعنی دستشان رو نشده به زندگی ادامه می‌دهند تا تخم نسل بعد فاخته‌ها را بگذارند. به این ترتیب ژن حیله‌گری بیشتر در سراسر خزانه‌ی ژنی فاخته‌ها منتشر می‌شود. به همین ترتیب، پرندگانی که با چشم تیزبین خود کوچک‌ترین تفاوت و تقلب را در تخم فاخته‌ها تشخیص دهند، بیشتر به خزانه‌ی ژنی خود کمک می‌کنند. بنابراین چشم دقیق و تیز نیز به نسل بعد منتقل می‌شود. این مثال خوبی است از اینکه چگونه انتخاب طبیعی به تشخیص دقیق میدان می‌دهد، در این مورد؛ تشخیص دادن اعضای یک گونه‌ی دیگر است که با حداکثر سعی خود می‌خواهند تشخیص‌دهنده را به اشتباه بیندازند.

حالا برگردیم به مقایسه‌ی «برآوردی» که یک حیوان از روابط خویشاوندی خود با دیگر اعضای گروهش دارد، با برآورد مربوطه از نظر یک طبیعت‌شناس متخصص در کار میدانی. برایان برترام[1] سال‌ها صرف مطالعه‌ی زیست‌شناختی شیرها در پارک ملی سرنگتی[2] کرده است. بر مبنای دانسته‌هایش از رفتار آنها در تولیدمثل، وی در یک گله شیر، میزان متوسط خویشاوندیِ شیرهای آن گله را برآورد کرده است. او از واقعیت‌های زیر برای این حدس خود استفاده کرده است. یک گله‌ی نوعی از هفت شیر ماده‌ی بالغ، که اعضای ثابت‌تر گروهند، و دو شیر نر بالغ که سیارترند تشکیل می‌شود. حدود نیمی از آن شیرهای ماده‌ی بالغ، هم‌زمان با هم، زایمان می‌کنند و توله‌ها را پرورش می‌دهند طوری که به راحتی نمی‌توان تشخیص داد کدام توله به کدام مادر تعلق دارد. به‌طور عادی تعداد توله‌هایی که در یک شکم زاییده می‌شوند ۳ تا است. پدری این توله‌ها بین آن دو شیر نر به‌طور مساوی تقسیم می‌شود. ماده‌های جوان در گله می‌مانند و جایگزین ماده‌هایی می‌شوند که از آنجا رفته یا مرده‌اند. نرهای جوان وقتی به بلوغ می‌رسند از گروه رانده می‌شوند. وقتی بزرگ شدند، به‌صورت دسته‌های کوچک یا دوتایی به گله‌ای دیگر سر می‌زنند و بعید است به خانواده‌ی اصلی

1. Brian Bertram 2. Serengeti National Park

برگردند.

با استفاده از اینها و فرض‌های دیگر، می‌بینید می‌شود رقم میانگینی را برای میزان خویشاوندی دو شیر در یک گله‌ی نوعیِ شیر به دست آورد. برترام این رقم را برای دو شیرنر که اتفاقی برگزیده شوند ۰/۲۲، و برای یک جفت ماده ۰/۱۵ پیدا کرد. یعنی، نرهای درون یک گله در مجموع فاصله‌ی‌شان کمی بیشتر از برادرهای ناتنی است و ماده‌ها کمی از نسل اوّل عموزاده‌های به هم نزدیک‌ترند.

البته، ممکن است دو شیر خاص برادر تنی هم باشند، اما برترام، راهی برای پی بردن به این موضوع نداشت، و منصفانه است که شیرها هم نداشته باشند. از طرفی، این ارقام تقریبی که برآورد برترام است، به مفهومی در اختیار خود شیرها نیز هست. اگر واقعاً این اعداد خاص یک گله شیر معمولی باشند، آن گاه، هر ژنی که در نرها این رغبت را ایجاد کند که نسبت به نر دیگر رفتاری نزدیک به رفتار با یک برادر ناتنی داشته باشند. از نظر بقا ارزش مثبتی خواهد داشت. و هر ژنی که زیاده‌روی کرده و نرها را وادارد که رفتاری صمیمانه، مانند برادرهای تنی داشته باشند، در مجموع تنبیه می‌شود، چنان که ژن به اندازه‌ی کافی صمیمی نبودن، مثلاً ژنِ رفتار با نرهای دیگر مثل عموزاده‌های نسل دوم به سزای خود می‌رسد. اگر واقعیت زندگی شیرها چنین باشد که برترام می‌گوید، و به همین اندازه مهم، که اگر آنها نسل‌های متعددی چنین بوده‌اند، پس ما می‌توانیم این انتظار را داشته باشیم که انتخاب طبیعی به درجاتی از ایثارگری ارجحیت می‌دهد که متناسب با میزان خویشاوندی در گله است. در نهایت وقتی می‌گویم برآوردن میزان رابطه خویشاوندی در نظر آن حیوان و از نظر یک طبیعت‌شناس تقریباً یکی است، منظورم همین است.

بنابراین نتیجه می‌گیریم که ممکن است در تکاملِ ایثارگری، اهمیت خویشاوندی «واقعی» کمتر از بهترین برآرودی باشد که حیوان به آن می‌رسد. شاید این واقعیت کلید حل این معما باشد که چرا در طبیعت مراقبت‌های والدین این قدر پربسامدتر از ایثارگری خواهر/برادر است و همچنین چرا حیوانات برای خودشان بیشتر ارزش قائل می‌شوند تا حتی برای چند برادر. خلاصه‌ی کلام این است که علاوه بر شاخص‌های خویشاوندی، ما باید چیزی مانند شاخص

«قطعیت» را نیز لحاظ کنیم. اگرچه از لحاظ ژنی رابطه‌ی والدین/بچه از رابطه‌ی خواهر/برادر نزدیک‌تر نیست، ولی «قطعیت» بیشتری دارد. به‌طور عادی شما با قطعیت بیشتری می‌دانید چه کسانی فرزندتان هستند ولی در مورد خواهر و برادر خود تا این اندازه مطمئن نیستید. و در مورد خودتان که چه کسی هستید بیشتر از همه اطمینان دارید!

ما متقلب‌ها را در میان گیموها دیدیم، و در فصل‌های بعد چیزهای بیشتری درباره‌ی دروغگوها و سوءاستفاده‌کن‌ها خواهیم گفت. در دنیایی که دیگران مُدام گوش به زنگ فرصتی‌اند تا از ایثارگری در روابط خویشاوندی به نفع خود استفاده کنند، و آن را در جهت اهداف خود به کار ببرند، هر ماشین بقا مجبور است ببیند به چه کسی می‌تواند اعتماد کند، و از چه کسی می‌تواند واقعاً مطمئن باشد. اگر B واقعاً برادر کوچک من است، من باید نصف آن اندازه‌ای که از خودم مراقبت می‌کنم، به او توجه کنم یا برابر با مراقبتی که از فرزند کوچک خودم دارم، به او رسیدگی کنم. ولی آیا آن قدر که از بچه‌ی خودم مطمئن هستم می‌توانم از او مطمئن باشم؟ از کجا بدانم که حتماً برادر من است؟

اگر C همزاد دوقلوی من باشد، آن گاه من دوبرابر بچه‌های خودم باید از او مراقبت کنم. در واقع نباید اهمیت زندگی او برای من از اهمیتی که به زندگی خودم می‌دهم کمتر باشد. ولی آیا کاملاً می‌توانم از او مطمئن باشم؟ او شبیه من است، شکی نیست، اما شاید ما فقط در ژن‌هایی که برای ویژگی‌های چهره‌اند شریک باشیم. خیر، من زندگی خود را به پای او نمی‌ریزم، زیرا گرچه ممکن است ما صددرصد ژن‌های‌مان مشترک باشد، ولی من در مورد خودم با قطعیت می‌دانم که صددرصد ژن‌هایم را دارم، بنابراین ارزش خودم برای من بیشتر از ارزشی است که او برایم دارد. من تنها فردی هستم که تک تک ژن‌های خودخواه من می‌تواند از آن مطمئن باشد. و اگرچه به‌صورت آرمانی می‌توان هر ژن خودخواهی فرد را با ژن رقیبی جایگزین نمود که برای نجات ایثارگرانه‌ی حداقل یک دوقلوی همسان، دو بچه یا دو برادر، یا حداقل ۴ نوه است، اما ژن خودخواهی امتیاز بارز کسب اطمینان از هویت فرد را دارد. ژن رقیبی که مربوط به ایثارگری به خویشاوند است در معرض این است که در تشخیص هویت اشتباه کند چه بر اثر حادثه‌ی مادرزادی، چه با دستکاری عمدی کلاهبرداران و انگل‌ها،

بنابراین ما باید از افراد در طبیعت، انتظار خودخواهی را داشته باشیم، تا حدی بیش از آن اندازه‌ای که تنها با در نظر گرفتن خویشاوندی ژنی قابل پیش‌بینی است.

در بسیاری از گونه‌ها هر مادر بیش از هر پدر، می‌تواند از هویت بچه‌ی خود مطمئن باشد. مادر تخمی می‌گذارد که قابل مشاهده و لمس‌شدنی است، یا بچه را درون خود حمل می‌کند. او با اطمینان می‌داند که حمل‌کننده‌ی ژن‌هایش کیست. پدر خیلی بیشتر ممکن است گول بخورد. بنابراین انتظار می‌رود که پدرها برای نگهداری از پرورش بچه مایه‌ی کمتری بگذارند. بعداً در فصل نبرد دوجنس (فصل نهم) برای این انتظار به دلایل دیگر توجه می‌کنیم. به همین ترتیب، مادربزرگ مادری یقین بیشتری می‌تواند به نوه‌اش داشته باشد تا مادربزرگ پدری و شاید به همین علت باشد که از مادربزرگ مادری توقع ایثارگری بیشتری داریم تا از مادربزرگ پدری. دلیل این است که او اطمینان بیشتری از بچه‌ی دخترش دارد، اما احتمال دارد سر پسرش کلاه گذاشته باشند. پدربزرگ مادری درست همان اندازه از نوه‌اش مطمئن است که مادربزرگ پدری مطمئن است، چون هر دو از یک نسل اطمینان دارند و از یکی نامطمئن هستند. به همین ترتیب، دایی بیشتر از عمو، به رفاه بچه اهمیت می‌دهد و در کل از نظر ایثارگری مانند خاله است. در واقع در جامعه‌ای که در آن خیانت در ازدواج نسبت بالایی دارد، دایی‌ها باید ایثارگرتر از «پدر» باشند چون زمینه‌ی مطمئن‌تری برای داشتن نسبت با آن بچه دارند. آنها این را می‌دانند که مادر آن بچه دست‌کم خواهر ناتنی‌شان است. کسی که طبق قانون «پدر» به حساب می‌آید، از هیچ چیز مطمئن نیست. من مدرکی ندارم که گواه این پیش‌بینی‌ها باشد، اما آنها را بیان می‌کنم به این امید که شاید دیگران شواهدی داشته باشند یا در پی یافتن آن برآیند. به ویژه، شاید مردم‌شناسان اجتماعی چیزهای جالبی برای گفتن داشته باشند.

بازمی‌گردیم به این واقعیت که ایثارگری از سوی والدین معمول‌تر از ایثارگری از سوی برادر است، و معقول به نظر نمی‌رسد لزومی داشته باشد این قضیه را به «مشکل شناسایی» ربط دهیم. اما این نمی‌تواند توضیح عدم تقارن بنیادینی باشد در رابطه‌ی والدین/فرزند. والدین بیشتر در مراقبت از فرزندان تلاش

می‌کنند تا فرزندان در مراقبت از والدین. گرچه رابطه‌ی ژنی آنها متقارن است و اطمینان از خویشاوندی از هردوسو زیاد است. یک دلیل این است که والدین عملاً در وضعیت بهتری برای کمک هستند، بزرگ‌ترند و در امور زندگی مهارت بیشتری دارند. حتی اگر بچه‌ی کوچکی بخواهد به پدر یا مادرش غذا بدهد، در عمل امکانات لازم برای این کار را ندارد.

عدم تقارن دیگری در رابطه‌ی والدین/فرزند وجود دارد که آن را در رابطه‌ی برادر/خواهر نمی‌بینیم. فرزندان همیشه کوچک‌تر از والدینشان هستند. این اغلب، نه همیشه، به این معنی است که امید به زندگی در آنها بیشتر است. همان‌طور که قبلاً تأکید کردم، امید به زندگی متغیر مهمی است، که در بهترین وضعیت ممکن، وقتی حیوانی می‌خواهد تصمیم بگیرد رفتاری ایثارگرانه داشته باشد یا خیر، باید آن را در «محاسبات» خود لحاظ کند. در گونه‌ای که در آن فرزندان به‌طور متوسط امید به زندگی بیشتری از پدر و مادر خود دارند، فعال شدن ژن ایثارگری در فرزند کار بی‌ثمری است. این ژن ایثارگری در والدین، در صورتی که در این معادلات امید به زندگی را وارد کرده باشیم، دارای امتیاز است.

گاهی می‌شنویم که گفته‌اند انتخاب خویشاوند به عنوان یک نظریه مشکلی ندارد، اما نمونه‌های کارکرد واقعی آن کم است. فقط کسی می‌تواند چنین ایرادی بگیرد که معنی انتخاب خویشاوند را متوجه نشده باشد. در حقیقت همه‌ی موارد حمایت از فرزند و مراقبت‌های والدین، و همه‌ی اعضای بدن که به این قضیه مربوط می‌شوند، غدد ترشح شیر، کیسه‌ی کانگرو و غیره حاکی از کارکرد واقعی اصل انتخاب خویشاوند در طبیعت‌اند. البته این منتقدان از فراوانی وجود مراقبت‌های ویژه‌ی والدین آگاهی دارند، اما در درک اینکه مراقبت‌های والدین هم موردی از انتخاب خویشاوند است مشکل دارند. وقتی می‌گویند لازم است نمونه‌های بیشتر ارائه شود، منظور آنها مواردی غیر از مراقبت والدین است، که البته چنین مواردی رایج نیست. من دلایلی برای آن ارائه کرده‌ام. می‌توانستم راه را کج کرد و از ایثارگری برادر/خواهر مثال‌هایی نقل کنم ــ که درواقع اندک است. اما چنین کاری نمی‌کنم زیرا ــ باعث تأیید بیشتر این نظر نادرست (که دیدیم مورد توجه ویلسون بود) می‌شود که انتخاب خویشاوند اختصاص به رابطه‌هایی غیر از رابطه‌ی والدین/فرزند دارد.

دلیل بسط یافتن این نظر نادرست تا حد زیادی تاریخی است. امتیازی که مراقبت والدین از نظر تکامل دارد به قدری آشکار است که لزومی نداشت صبر کنیم تا همیلتون آن را بیان کند. از زمان داروین این موضوع را می‌دانستند. وقتی همیلتون معادل ژنی روابط دیگر، و اهمیت آنها از نظر تکامل را به نمایش گذاشت، طبیعتاً مجبور بود روی این روابط دیگر تکیه کند. در عمل، او نمونه‌هایی از حشرات اجتماعی، مثل مورچه و زنبور را مطرح کرد که در آنها رابطه‌ی خواهر/خواهر، به ویژه، بسیار مهم است؛ چنان که در یکی از فصل‌های بعد خواهیم دید. از بعضی‌ها شنیده‌ام که فکر می‌کردند نظریه‌ی همیلتون **فقط** در مورد حشرات اجتماعی کاربرد دارد!

اگر کسی نخواهد مراقبت‌های والدین را به عنوان موردی از انتخاب خویشاوند بپذیرد، دیگر این به عهده خودش است که یک نظریه‌ی کلی برای انتخاب طبیعی صورت کند که بتواند ایثارگری والدین را پیش‌بینی کند، اما ایثارگری بین خویشان غیرصُلبی را پیش‌بینی نکند. به گمانم بعید است موفق شود.

فصل هفتم

تنظیم خانواده

به‌راحتی می‌شود فهمید چرا بعضی‌ها می‌خواهند مراقبت‌های والدین را از دیگر انواع ایثارگری نسبت به خویشاوند جدا کنند. مراقبت‌های والدین بخش مهمی از تولیدمثل به نظر می‌رسد، در حالی که مثلاً ایثارگری نسبت به یک خواهرزاده یا برادرزاده چنین نیست. از نظر من تفاوت واقعاً مهمی در اینجا نهفته است، اما غالباً مردم این تفاوت را درست تشخیص نمی‌دهند و دچار اشتباه می‌شوند. آنها تولیدمثل و مراقبت‌های والدین را در یک کفه قرار می‌دهند، و انواع دیگر ایثارگری را در کفه‌ی دیگر. اما من می‌خواهم بین به **دنیا آوردن افراد جدید**، از یک سو، و **توجه به افراد موجود**، از سوی دیگر تمایز قائل شوم. من این فعالیت‌ها را به ترتیب **بچه آوردن**[1] و **بچه بزرگ کردن** می‌نامم. هر ماشین بقا لازم است دو نوع تصمیم کاملاً متفاوت بگیرد: تصمیم‌های مربوط به مراقبت و تعمیم‌های مربوط به بزرگ کردن از این دست‌اند: «بچه‌ای وجود دارد؛ میزان خویشاوندی او با من فلان‌قدر است؛ اگر من به او غذا ندهم میزان از بین رفتنش به همان قدر است؛ آیا من باید به او غذا بدهم؟» از آن طرف، تصمیم‌های مربوط به بچه آوردن چنین چیزهایی هستند: «آیا می‌باید اقدامات لازم را برای به دنیا آوردن یک فرد جدید انجام دهم؟ آیا مثل خودم را تولید کنم؟» نگهداری از بچه و به دنیا آوردن بچه تا حدی از نظر صرف وقت و دیگر امکانات یک شخص با هم در رقابت‌اند. ممکن است لازم باشد فردی تصمیم بگیرد: «آیا از این بچه مراقبت

---

1. child bearing

کنم یا بچه‌ی دیگری به دنیا بیاورم؟»

بسته به وضعیت گونه‌ها از نظر بوم‌شناختی، حالات مختلفی از ترکیب بچه‌آوری و مراقبت می‌تواند از نظر تکاملی پایدار باشد. چیزی که از نظر تکاملی نمی‌تواند باثبات باشد، راهبرد مراقبت **محض**[1] است. اگر همه‌ی افراد همّ خود را فقط صرف مراقبت از بچه‌های موجود کنند، تا آنجا که دیگر هیچ بچه‌ی جدیدی به دنیا آورده نشود، آن جمعیت خیلی سریع مورد تهاجم افراد جهش‌یافته‌ای قرار می‌گیرد که در بچه آوردن ماهرند. مراقبت فقط وقتی که بخشی از یک راهبرد ترکیبی باشد می‌تواند از نظر تکاملی باثبات باشد ــ حداقل مقداری به دنیا آوردن باید در کار باشد.

گونه‌هایی که آشنایی ما با آنها بیشتر است ــ پستانداران و پرندگان ــ مراقبت‌کنندگان خوبی هستند. معمولاً بعد از اقدام به دنیا آوردن یک بچه‌ی جدید برای مراقبت از آن تصمیم گرفته می‌شود. چون اغلب در عمل به دنیا آوردن و بزرگ کردن در کنار هم‌اند، مردم این دو را با هم قاطی می‌کنند. اما همان‌طور که دیدیم از دیدگاه ژن خودخواه هیچ تمایزی بین مراقبت از بچه‌ای که برادر و مراقبت از بچه‌ای که پسر آدم است وجود ندارد. هردو بچه نسبت یکسانی با آدم دارند. اگر شخص مجبور شود تصمیم بگیرد به کدام یک از آنها غذا بدهد، از نظر ژنی دلیلی وجود ندارد که فرزند خود را انتخاب کند. اما از آن طرف، علی‌الاصول، شما نمی‌توانید یک برادر به دنیا بیاورید، فقط وقتی کس دیگری او را به دنیا آورد شما می‌توانید از او مراقبت کنید. در فصل قبل دیدیم چگونه ماشین بقا در حالت آرمانی، باید تصمیم بگیرد که آیا نسبت به افرادی که از قبل وجود دارند ایثارگرانه رفتار بکند یا نه. در این فصل به این می‌پردازیم که آنها چگونه باید تصمیم بگیرند تا فرد جدیدی را به دنیا بیاورند یا نه.

بحث بیشتر بر سر این موضوع است که اختلاف‌نظر با «انتخاب گروه» که به آن در فصل یکم اشاره کردم بالا می‌گیرد. علت این است که وین ادواردز[2]، که مسئولیت اعلام نظر انتخاب گروه بیشتر بر عهده‌ی اوست، آن را در قالب یک نظریه‌ی «تنظیم جمعیت» شرح داد. نظر او این بود که تک تک حیوانات عمداً و

---

1. *pure* caring strategy 2. Wynne - Edwards

به خاطر ایثارگری میزان بچه به دنیا آوردن خود را پایین می‌آورند تا در مجموع به نفع گروه عمل کرده باشند.

این فرضیه بسیار جالب است، زیرا با آنچه افراد بشر باید انجام بدهند خیلی سازگار است. نوع بشر بیش از اندازه بچه دارد. میزان جمعیت به چهار چیز بستگی دارد: تولد، مرگ، کوچ کردن و رفتن، و آمدن و ساکن شدن. اگر کل جمعیت جهان موردنظر باشد، کوچی به درون آن یا به بیرون از آن صورت نمی‌گیرد، فقط می‌ماند تولدها و مرگ‌ها. تا وقتی که میانگین تعداد بچه‌های هر زوج بیش از دوتایی باشد که باید با تولیدمثل خود به زندگی ادمه دهند، تعداد بچه‌هایی که به دنیا می‌آیند با گذشت سال‌ها با سرعت فزاینده‌ای بیشتر می‌شود. در هر نسل آن جمعیت، به جای مقدار معینی از افزایش، افزایشی وجود خواهد داشت که بیشتر به نظر می‌رسد نسبت ثابتی با اندازه‌ی جمعیت دارد. چون خود اندازه‌ی آن رو به افزایش است، میزان افزایش هم بزرگ‌تر می‌شود. اگر به چنین رشدی اجازه دهند بی‌کنترل ادامه پیدا کند، اندازه‌ی جمعیت به سرعت سر به رقم‌های نجومی می‌زند.

از قضا، چیزی که حتی گاهی کسانی که نگران مسائل مربوط به جمعیت هستند نیز متوجهش نمی‌شوند این است که رشد جمعیت هم به وقتی که افراد بچه‌دار می‌شوند و هم به تعداد بچه‌هایشان بستگی دارد. از آنجا که افزایش جمعیت در هر نسل نسبت معینی دارد، اگر فاصله‌ی نسل‌ها را بیشتر کنند، رشد سالانه‌ی آن جمعیت کمتر می‌شود. به جای شعاری مانند «دو بچه کافی است» می‌شود شعاری مانند «از ۳۰ سالگی شروع کن» را گذاشت! اما در هر صورت، رشد فزاینده‌ی جمعیت مشکلاتی اساسی به همراه دارد.

احتمالاً همه‌ی ما نمونه‌هایی از محاسبات وحشتناکی را دیده باشیم که برای ملموس کردن این موضوع به کار می‌برند. برای مثال، جمعیت فعلی آمریکای جنوبی ۳۰۰ میلیون نفر است، و مدتی است که بسیاری از آنها به سوءتغذیه دچارند. اما اگر این جمعیت با سرعت فعلی ادامه پیدا کند، در عرض کمتر از ۵۰۰ سال به جایی می‌رسد که آدم‌ها بر روی کل سطح آن قاره در وضعیت ایستاده و به‌صورت فشرده، یک قالی انسانی را تشکیل دهند، و در هزار سال بعد، در بیش از یک میلیون طبقه، روی شانه هم بایستند. تا ۲۰۰۰ سال دیگر، کوه آدم‌ها، که

با سرعت نور بالا می‌رود، سر به کرانه‌های جهان ناشناخته خواهد سایید.

حتماً توجه دارید که این یک محاسبه‌ی فرضی است! و چنین چیزی به دلایل عملی هرگز واقعاً رخ نمی‌دهد. نام بعضی از این دلایل قحطی، طاعون و جنگ است؛ یا، اگر بخت با ما یار باشد، کنترل موالید است. توسل به پیشرفت در علم کشاورزی ــ انقلاب‌های سبز و مانند آنها ــ راه به جایی نمی‌برد. افزایش تولیدات کشاورزی ممکن است مسئله را به‌طور موقتی تخفیف دهد، اما با محاسبه‌ی ریاضی به‌یقین راه‌حلی نیست که در درازمدت کارایی داشته باشد. در واقع، مانند پیشرفت در علم طب که دامنه‌ی بحران را گسترده‌تر کرده، آنها هم با بیشتر کردن سرعت رشد جمعیت اوضاع را بدتر می‌کنند. این یک حقیقت ساده‌ی منطقی است که در نبود مهاجرت‌های گروهی به فضا، در سفینه‌هایی به تعداد چندملیون در ثانیه زاد و ولد کنترل نشده یقیناً به مرگ و میر وحشتناکی می‌انجامد. به‌سختی می‌توان باور کرد رهبرانی که پیروان خود را از استفاده از روش‌های مؤثر برای سقط جنین منع می‌کنند چنین حقیقت ساده‌ای را درنیابند. آنها ترجیح خود را در مورد روش‌های «طبیعی» کنترل جمعیت اظهار می‌کنند، و روش طبیعی دقیقاً همان چیزی است که دارند به آن می‌رسند؛ چیزی به‌نام مُردن از گرسنگی.

البته پریشانی خاطری که این محاسبات مربوط به درازمدت ایجاد می‌کنند ریشه در دل‌مشغولی ما برای آسایش آینده‌ی گونه‌ی ما دارد. انسان‌ها (بعضی‌هاشان) این آینده‌نگری آگاهانه را دارند که از پیش، پیامدهای فاجعه‌بار جمعیت بیش از اندازه را ببینند. فرض اساسی این کتاب این است که در کل ژن‌های خودخواه ماشین‌های بقا را هدایت می‌کنند، و از ژن‌ها نه می‌شود انتظار آینده‌نگر بودن داشت، نه قلب آنها برای رفاه کل گونه‌ی ما می‌تپد. در اینجاست که وین ادواردز راهش را از نظریه‌پردازان اصول‌گرای تکامل جدا می‌کند. او فکر می‌کند برای تکامل یافتنِ کنترل تولدها به‌صورت ایثارگرانه راهی وجود دارد.

نکته‌ای که در نوشته‌های وین ـ ادوادرز، یا در شرحی که آردری[1] از دیدگاه‌های او داده، بر آن تأکید نشده، این است که حجم بزرگی از واقعیت‌های

1. Ardrey

موجود مورد توافق است و جای تردید در آن نیست. این امری بدیهی است که جمعیت حیوانات در طبیعت، با آن سرعت نجومی که به‌لحاظ نظری امکانش هست افزایش نمی‌یابد. گاهی جمعیت حیوانات در طبیعت با میزان تولد و مرگی کم‌وبیش همپای هم، نسبتاً پایدار می‌ماند. در بسیاری موارد، که موش قطبی[1] مثال معروفش است، جمعیت فراز و نشیب تندی دارد، گاهی به‌شدت زیاد و گاهی نزدیک به انقراض کم می‌شود و این وضعیت‌ها پشت هم تکرار می‌شود. حداقل در مورد جمعیتی که در یک منطقه وجود دارد، هرازگاهی نتیجه، واقعاً نابودی است. گاهی، مانند مورد سیاهگوش کانادایی[2] ــ جایی که برآورد به دست آمده از روی تعداد پوست‌های خامی است که توسط شرکت «هودسون بی» در سال‌های متوالی به فروش می‌رسد ــ ظاهراً آهنگ نوسان جمعیت یکنواخت است. تنها کاری که جمعیت‌های حیوانات نمی‌کنند این است که بی‌حساب و کتاب به افزایش خود ادامه دهند.

تقریباً هرگز حیوانات وحشی بر اثر سن زیاد نمی‌میرند: قبل از اینکه واقعاً فرتوت شوند بی‌غذایی، مرض، یا شکارگرها به سراغشان می‌روند. تا این اواخر در مورد انسان هم چنین بود. بیشتر حیوانات در بچگی می‌میرند، بسیاری هرگز از مرحله‌ی تخم بودن فراتر نمی‌روند. قحطی و دیگر علت‌های مرگ دلایل نهایی‌اند برای اینکه چرا جمعیت‌ها بی‌حساب و کتاب زیاد نمی‌شوند. اما آن‌طور که در مورد گونه‌ی خودمان می‌بینیم، ضرورتاً دلیلی وجود ندارد که به آن مرحله نرسد. اگر حیوانات میزان موالیدشان را کنترل می‌کردند، بی‌غذایی هرگز پیش نمی‌آمد. نظر وین ادواردز این است که آنها دقیقاً این کار را می‌کنند. ولی حتی در این مورد هم اختلاف کمتر از آن است که شما با خواندن این کتاب ممکن است به آن برسید. طرفداران نظریه‌ی ژن خودخواه این آمادگی را دارند که فوراً بپذیرند حیوانات میزان موالیدشان را تنظیم می‌کنند. در هر گونه‌ی خاصی، تعداد بچه‌هایی که در هر شکم زاییده می‌شود و تعداد تخم‌هایی که گذاشته می‌شود تقریباً ثابت است. هیچ حیوانی تعداد بچه‌هایش بی‌شمار نیست. اختلاف بر سر این نیست که آیا میزان موالید کنترل می‌شود یا نه. اختلاف بر سر این است که

1. lemmings 2. Canadain Lynx

چرا کنترل می‌شود: طی چه فرایندی در انتخاب طبیعی تنظیم خانواده تکامل یافته است؟ به‌طور خلاصه، اختلاف بر سر این است که آیا تنظیم میزان موالید در حیوانات از روی ایثارگری و در مجموع به نفع کل گروه است؛ یا از روی خودخواهی است، و منفعت آن به فرد تولیدمثل‌کننده برمی‌گردد. من به ترتیب به این دو نظریه می‌پردازم.

وین ـ ادوادرز فرض را بر این گذاشت که افراد از تعدادی که می‌توانند کمتر بچه می‌آورند، و این در کل به‌نفع گروه است. او متوجه شد که احتمالاً انتخاب طبیعی عادی نمی‌تواند باعث پیدا شدن یک چنین ایثارگری شده باشد: انتخاب طبیعیِ میزانِ تولیدمثلِ کمتر از میانگین، ظاهراً، یک تناقض‌گو است. بنابراین، چنان که در فصل یکم دیدیم، او به انتخاب گروه متوسل شد. بنا به نظر او، احتمال انقراض گروه‌هایی که افرادشان میزان موالید خود را کنترل می‌کنند کمتر از گروه‌های رقیبی است که اعضایشان به‌سرعت تولیدمثل می‌کنند، طوری که منابع غذایی را به خطر می‌اندازند. به این ترتیب، جهان پر از گروه‌های دارای کنترل موالید می‌شود. آن خویشتن‌داری که موردنظر وین ـ ادواردز است در یک مفهوم کلی به کنترل موالید منجر می‌شود، اما او بیشتر مته به خشخاش می‌گذارد، و به این مفهوم کلی می‌رسد که تمام زندگی اجتماعی را به عنوان سازوکاری برای تنظیم جمعیت در نظر گیرد. برای مثال، دو ویژگی مهم زندگی اجتماعی در بسیاری از گونه‌های حیوانی **داشتن قلمرو**[1] و **حاکمیت سلسله‌مراتبی**[2] است که قبلاً در فصل پنجم به آن اشاره شد.

بسیاری از حیوانات وقت و انرژی زیادی را آشکارا به دفاع از محدوده‌ای که طبیعت شناسان به آن قلمرو می‌گویند، اختصاص می‌دهند. این پدیده در حوزه‌ی حیوانات بسیار رایج است، نه تنها در پرندگان، پستانداران و ماهی‌ها که در حشرات و حتی در شقایق‌های دریایی. قلمرو ممکن است محوطه‌ی بزرگ پوشیده از درخت باشد، که مثلاً در مورد سینه‌سرخ‌ها، محل دانه چیدن یک زوج بچه‌آور است. یا مثلاً در کاکایی‌ها، می‌تواند یک منطقه بدون هیچ منبع غذایی باشد که در وسط آن لانه‌ای بنا شده است. وین ـ ادواردز در مورد حیواناتی که در

1. territoriality 2. dominance hierarchies

دفاع از قلمرو خود می‌جنگند معتقد است این جنگ بیشتر بر سر یک پاداش نمایشی است تا یک پاداش واقعی مثلاً یک تکه خوردات. در بسیاری موارد ماده‌ها حاضر به جفت‌گیری با نرهای فاقد قلمرو نیستند. در واقع اغلب ماده‌ای که جفتش مغلوب شده و قلمروش را از دست داده فوراً خود را به طرف پیروز می‌چسباند. حتی در گونه‌های ظاهراً وفادار به تک همسری، ممکن است ماده بیشتر پایبند قلمرو یک نر باشد تا خود او.

اگر جمعیت بیش از اندازه زیاد شود، بعضی افراد قلمروی نخواهند داشت و بنابراین بچه‌ای نخواهند آورد. پس دستیابی به یک قلمرو، از نظر وین ــ ادواردز ــ مثل برنده شدن یک بلیت یا مجوّز زادآوری است. چون تعداد قلمروهای موجود محدود است، وضع طوری است که انگار تعداد محدودی مجوز زاد و ولد صادر می‌شود. و ممکن است افراد بر سر دریافت این مجوزها با هم درگیر شوند، اما تعداد قلمروهای موجود تعداد بچه‌هایی را که آن جمعیت درکل می‌تواند داشته باشد محدود می‌کند. در بعضی موارد، مثلاً در با قرقره[1]، در اولین نگاه به نظر می‌رسد برخی پرنده‌ها خویشتن‌داری نشان می‌دهند؛ زیرا آنها که به قلمرو حاکم نمی‌شوند، نه فقط زاد و ولد نمی‌کنند، بلکه ظاهراً از تلاش برای رسیدن به یک قلمرو نیز دست می‌کشند. طوری که انگار این قاعده‌ی بازی را پذیرفته‌اند که: اگر تا پایان فصل رقابت، یکی از بلیت‌های رسمی زادآوری را به دست نیاوردی، خودت داوطلبانه از زاد و ولد خودداری کن و در فصل جفت‌گیری مزاحم خوش‌اقبال‌ها نشنو تا آنها به کارشان که تکثیر گونه است برسند.

تفسیر وین ـ ادواردز از سلسله‌مراتب حاکمیت چنین است. در بسیاری از گروه‌های حیوانات، مخصوصاً در اسارت، و همچنین در مواردی در دنیای آزاد، افراد موقعیت یکدیگر را می‌شناسند و می‌دانند چه کسانی را می‌توانند در مبارزه مغلوب کنند، و از چه کسانی معمولاً شکست می‌خورند. همان‌طور که در فصل پنجم دیدیم، در مقابل کسانی که «می‌دانند» احتمالاً در هر صورت پیروز می‌شوند. سعی می‌کنند بدون مقاومت تسلیم شوند در نتیجه، یک طبیعت‌شناس

1. red grouse

می‌تواند سلسله‌مراتب حاکمیت یا «نظام نوک‌زنی»[1] (چنین نام‌گرفته زیرا اول بار برای مرغ‌ها به‌کار رفت) را به‌عنوان یک معیار برای طبقه‌بندی اجتماعی توصیف کند که در آن هرکس جایگاه خود را می‌داند و از حد خود تجاوز نمی‌کند. البته گاهی جنگ‌های شدید واقعاً رخ می‌دهد، و گاهی افراد می‌توانند بر کسانی که قبلاً بالادست‌شان بوده‌اند تسلط پیدا کنند. اما در فصل پنجم دیدیم که نتیجه‌ی کلی اطاعت بی‌چون و چرا در رده‌های پایین‌تر این است که جنگ‌های طولانی عملاً کمتر رخ می‌دهد، و جراحات خیلی شدید به ندرت پیش می‌آید.

کسان زیادی آن را در برخی انتخاب گروهی‌های سرسری یک «چیز خوب» به شمار می‌آورند. تفسیر وین ادواردز روی‌هم‌رفته بی‌باکانه‌تر است. برای افراد رده‌های بالا احتمال زادآوری بیش از افراد رده‌های پایین است، یا به این دلیل که ماده‌ها آنها را بیشتر ترجیح می‌دهند، یا چون آنها عملاً مانع نزدیک شدن نرهای پایین‌دست به ماده‌ها می‌شوند. وین ـ ادواردز تعلق به رده‌ی اجتماعی بالا را بلیت دیگری برای اجازه‌ی زادولد می‌داند. این افراد به‌جای اینکه برای دست یافتن به ماده‌ها مستقیماً وارد جنگ شوند، بر سر جایگاه‌های اجتماعی می‌جنگند، و بعد اگر نتوانند به جایگاه بالایی در رده‌بندی اجتماع دست یابند، می‌پذیرند که از خیر زاد و ولد بگذرند. گرچه هرازگاهی از خود تلاشی برای دست یافتن به رده‌ای بالاتر نشان می‌دهند، ولی در مقابل ماده‌ها با خویشتن‌داری رفتار می‌کنند، و بنابراین می‌شود گفت رقابتشان بر سر ماده‌ها غیرمستقیم است. اما همان‌طور که در مورد رفتار قلمرو‌داری بود، از نظر وین ـ ادواردز، نتیجه‌ی تن در دادن داوطلبانه به این قاعده، که فقط نرهای رده‌بالا باید زاد و ولد کنند، این است که جمعیت خیلی سریع زیاد نمی‌شود. در عمل، جمعیت‌ها به‌جای اینکه بیش از اندازه بچه داشته باشند و بعد متوجه شوند که اشتباه کرده‌اند، از مبارزات رسمی بر سر جایگاه اجتماعی و قلمرو به‌عنوان ابزاری برای محدود کردن اندازه‌ی خود استفاده می‌کنند و سطح جمعیت خود را کمی پایین‌تر از حدی نگه می‌دارند که ممکن است بی‌غذایی در آن تلفات به بار آورد.

---

1. Pecking order رسته‌بندی منقاری

شاید حیرت‌آورترین نظر وین ـ ادواردز درباره‌ی رفتار، **نمایشی**[1] باشد. این واژه را خود او برای نخستین بار به کار برد. بسیاری از حیوانات وقت زیادی را در گله، دسته یا فوج سپری می‌کنند. در مورد اینکه چرا چنین رفتار توده‌ای مورد توجه انتخاب طبیعی واقع شده دلایل کم و بیش مختلفی ارائه شده است و بعضی از آنها را در فصل دهم شرح خواهم داد. نظر وین ادوارزد کاملاً چیز دیگری است. او می‌گوید وقت غروب که سارها در دسته‌های بزرگ جمع می‌شوند یا وقتی پشه‌ریزه‌ها به‌صورت انبوه روی چارچوب یک دروازه می‌رقصند، به این صورت یک سرشماری از جمعیت خود انجام می‌دهند. چون به باور او افراد، به‌خاطر نفع کل گروه از بچه آوردن خودداری می‌کنند، و وقتی تراکم جمعیت زیاد باشد کمتر زاد و ولد می‌کنند، معقول این است که راهی برای سنجش تراکم جمعیت داشته باشند. درست همان‌طور که دماپای به‌عنوان بخشی از سازوکار خود به یک دماسنج نیاز دارد، از نظر وین ادواردز رفتار نمایشی ایجاد یک تجمع عمدی برای مقدور کردن برآورد جمعیت است. منظور او برآورد آگاهانه نیست، منظور فقط یک سازوکار عصبی یا هورمونی خودکار است که درک حسی افراد از تراکم جمعیتشان را به نظام تولید مثلی آنها ربط می‌دهد.

من سعی کردم در مورد نظریه‌ی وین ادواردز، اگر شده به‌صورت مختصر حق مطلب را ادا کنم. اگر موفق شده باشم، شما حالا باید احساس کنید که ظاهراً پذیرفتنی است. فصل‌های قبل این کتاب باید این آمادگی را در شما ایجاد کرده باشند که به شواهد مطرح شده در نظریه‌ی وین ادواردز، گرچه در ظاهر پذیرفتنی باشد، شک کنید... و متأسفانه شواهد آن خوب نیست. شامل تعداد زیادی نمونه است که می‌تواند به این صورت تفسیر شود، ولی به همان اندازه می‌شود آنها را بر اساس خط و خطوط بنیادگراتر «ژن خودخواه» تفسیر کرد.

گرچه دیویدلاک[2]، بوم‌شناس برجسته، هرگز از آن اسم استفاده نکرد ولی معمار اصلی نظریه‌ی ژن خودخواه در تنظیم خانواده او بود. کار او به ویژه بر روی میزان جوجه‌گذاری پرندگان در محیط آزاد بود، اما به نظریه‌ها و نتایجی رسید که در کل قابل تعمیم است. هرگونه پرنده میزان تخم‌گذاری خاص خود را دارد.

---

1. epideictic 2. David Lack

برای مثال، مرغ ماهیخوار[1] و گیمو هربار یک تخم می‌گذارند، بادخورک[2] سه تخم، و چرخ‌ریسک بزرگ[3] نیم‌دوجین یا بیشتر. البته در کار اینها تنوع هم وجود دارد: بعضی بادخورک‌ها هربار فقط دو تخم می‌گذارند، چرخ ریسک بزرگ ممکن است ۱۲ تخم بگذارد. این فرض منطقی به نظر می‌رسد که تعداد تخم‌هایی که هر ماده می‌گذارد و رویشان می‌نشیند حداقل تا حدی، مثل هر خصوصیت دیگر، تحت کنترل ژن‌هاست. بعضی مثلاً ممکن است ژنی برای دو تخم‌گذاری یک آلل رقیب برای سه تخم‌گذاری، آلل دیگری برای چهار تخم‌گذاری و همین‌طور تا آخر وجود داشته باشد. گرچه بعید است در عمل قضیه به همین سادگی باشد. ولی نظریه‌ی ژن خودخواه ما را وامی‌دارد بپرسیم تعداد کدام یک از این ژن‌ها در خزانه‌ی ژنی بیشتر می‌شود. در ظاهر به نظر می‌آید ژنِ ۴ تخم‌گذاری باید بر ژنِ سه یا دو تخم‌گذاری برتری داشته باشد، اما با کمی تأمل متوجه می‌شویم که استدلال ساده‌ی «بیشتر یعنی بهتر» در اینجا درست درنمی‌آید، بلکه منجر به این توقع می‌شود که ۵ تخم بهتر از ۴ تا، ۱۰ تا از آن هم بهتر، ۱۰۰ بارز بهتر و بی‌نهایت بهترین تعداد است. به عبارت دیگر از نظر منطقی به یک بی‌معنایی می‌رسد. بدیهی است گذاشتن تعداد زیادی تخم علاوه بر منفعت، هزینه‌هایی هم دارد. تاوان زیاد بچه به دنیا آوردن، بی‌کیفیت بودن رسیدگی به آنهاست. نکته‌ی مهمی که لاک متوجه آن شد این است که در هر گونه‌ی فرضی، در هر وضعیت محیطی، باید یک میزان تخم‌گذاری بهینه وجود داشته باشد. تفاوت او با وین ـ ادواردز در پاسخ به این سوآل است که «بهینه از دیدگاه چه کسی؟» وین ـ ادواردز می‌گوید آن حد مطلوب مهم، که همه‌ی حیوانات باید آن را رعایت کنند، برای گروه در کل حد مطلوب به شمار می‌آید. لاک می‌گوید هر فرد خودخواه میزانی را برای تخم‌گذاری انتخاب می‌کند تا تعداد بچه‌هایی را که به بار می‌آورد به حداکثر برساند. اگر مناسب‌ترین میزان تخم‌گذاری برای بادخورک ۳ باشد، برای لاک به این مفهوم است که هر فردی از آنکه سعی کند چهار بچه پرورش دهد، احتمالاً در نهایت از رقیب محتاط خود که سعی می‌کند فقط سه تا داشته باشد، بچه‌های کمتری خواهد داشت. دلیل روشن آن این است که غذایی که بین

1. gannets 2. swifts 3. great tits

چهار بچه تقسیم می‌شود بسیار کم است و بعضی از آن بچه‌ها به بزرگسالی نمی‌رسند. این قضیه هم در مورد تقسیم اولیه‌ی زرده به چهارتخم و هم در مورد غذایی که بعد از بیرون آمدن از تخم به بچه‌ها داده می‌شود صادق است. بر اساس نظر لاک، افراد به هر دلیلی غیر از ایثارگری، تعداد تخم‌های خود را تنظیم می‌کنند. این‌طور نیست که آنها کنترل موالید را به قصد اجتناب از بهره‌برداری بیش از حد از امکانات گروه انجام دهند. موالید را کنترل می‌کنند تا تعداد بچه‌هایی که واقعاً زنده می‌مانند زیادتر شود، این هدف درست مخالف نظری است که ما معمولاً به کنترل موالید ربط می‌دهیم.

پرورش یک جوجه‌ی پرنده کار پرهزینه‌ای است. مادر باید برای این کار از نظر غذا و انرژی سرمایه‌گذاری زیادی بکند. احتمالاً به کمک جفت خود، تلاش زیادی می‌کند تا لانه‌ای بسازد و در آن تخم بگذارد و از تخم‌ها محافظت کند. پرنده‌های نر و ماده هفته‌ها صبورانه روی تخم‌ها می‌نشینند. آن گاه وقتی جوجه‌ها سر از تخم درمی‌آورند، پرنده‌های پدر و مادر، کم و بیش بدون وقفه و بی‌آنکه استراحت کنند تا پای جان در تهیه‌ی غذا برای آنها از خود مایه می‌گذارند. همان‌طور که قبلاً دیدیم، چرخ ریسک بزرگی که پدر یا مادر است، در طول روز به‌طور متوسط هر ۳۰ ثانیه یک بار غذایی به لانه می‌آورد. پستاندارانی مثل انسان این را به‌شکل کمی متفاوت انجام می‌دهند، اما مفهوم اصلی آن، یعنی پرهزینه بودن تولیدمثل، مخصوصاً برای مادر، همچنان همان است. معلوم است اگر پدر یا مادری بخواهد منبع محدود غذا و تلاش خود را بین تعداد زیادی بچه تقسیم کند، در نهایت بچه‌های کمتری بزرگ خواهد کرد، نسبت به اینکه سطح توقع خود را پایین بیاورد. او باید بین بچه آوردن و پرورش آنها تعادلی برقرار کند. کل مقدار غذا و امکانات دیگری که توسط یک فرد ماده، یا یک جفت با هم، جمع‌آوری می‌شود عاملی است که در محدود کردن و تعیین تعداد بچه‌ها نقش دارد. بنا به نظریه‌ی لاک، انتخاب طبیعی، میزان جوجه‌گذاری اولیه (یا بچه‌هایی که با هم از یک شکم زاییده می‌شوند و غیره) را طوری تنظیم می‌کند که حداکثر امتیاز ممکن را از منابع موجود به دست آورد.

افرادی که تعداد بچه‌هایشان زیاد است تنبیه می‌شوند، نه به این دلیل که کل جمعیت رو به نابودی می‌گذارد، فقط به این علت که تعداد فرزندانی که زنده

می‌مانند کمتر است. ژنِ زیاد بچه داشتن نمی‌تواند زیاد به نسل‌های آینده منتقل شود، زیرا تعداد کمی از بچه‌هایی که دارای این ژن هستند به دوران بلوغ می‌رسند. آنچه در زندگی انسان متمدن امروزی رخ داده این است که اکنون دیگر میزان بزرگیِ خانواده توسط امکانات محدودی که والدین تهیه می‌کنند تعیین نمی‌شود. اگر تعداد بچه‌های پدر و مادری بیش از آن باشد که خودشان بتوانند به غذای آنها برسند خیلی ساده دولت، یعنی دیگر افراد آن جمعیت، پا پیش می‌گذارند و آن بچه‌های زیادی را زنده و سالم نگه می‌دارند. در واقع، چیزی مانع یک زوج فقیر نیست که آنها تا آنجا که در توان جسمی زن است بچه بیاورند. اما رفاه اجتماعی چیزی است کاملاً خلاف طبیعت. در طبیعت، والدینی که بیش از توان حمایت کردنشان بچه می‌آورند، نوه‌های زیادی نخواهند داشت و ژن‌هاشان به نسل بعد منتقل نمی‌شود. لزومی ندارد در طبیعت از میزان تولدها ایثارگرانه جلوگیری شود، زیرا از رفاه اجتماعی خبری نیست. هر ژنِ افراط کاری در جا مجازات می‌شود: بچه‌های دارای این ژن از گرسنگی می‌میرند. از آنجا که ما انسان‌ها نمی‌خواهیم به روش‌های قدیمی ژن خودخواه، که می‌گذاشت بچه‌های فراوان خانواده با بی‌غذایی تلف شوند، برگردیم، ما این را که خانواده یک واحد اقتصادی خودکفا باشد کنار گذاشته‌ایم و به جای آن رفاه اجتماعی آورده‌ایم. اما از امتیازی که رفاه اجتماعی در جهت حمایت از بچه‌ها فراهم می‌کند نباید سوءِاستفاده کنیم.

بعضی‌ها پیش‌گیری از آبستنی را خلاف طبیعت می‌دانند منع می‌کنند. چنین است، کاملاً خلاف طبیعت است. مشکل اینجاست که رفاه اجتماعی هم خلاف طبیعت است. فکر می‌کنم اکثر ما بر این عقیده‌ایم که رفاه اجتماعی چیز مطلوبی است. اما نمی‌توان رفاه اجتماعیِ خلاف طبیعت را داشت ولی کنترل زادآوری خلافِ طبیعت را نداشت، چون در غیر این صورت نتیجه‌ی نهایی فلاکتی است بیش از آنچه طبیعت بر ما تحمیل می‌کند. شاید رفاه اجتماعی ایثارگرانه‌ترین نظام شناخته شده در دنیای حیوانات باشد. اما هر نظام ایثارگرانه ذاتاً ناپایدار است، زیرا در معرض سوءاستفاده‌ی افراد خودخواهی قرار می‌گیرد، که منتظرند از آن به نفع خود استفاده کنند. آن انسان‌هایی که بیش از حد توان پرورش بچه می‌آورند، احتمالاً در بیشتر موارد بی‌عقل‌تر از آنند که بشود اتهام بهره‌برداری

آگاهانه و فرصت‌طلبانه را به آنها نسبت داد. از نظر من بیشتر باید رهبران و سازمان‌های پرقدرتی که مورد سرزنش قرار گیرند عمداً آنها را به این کار تشویق می‌کنند.

برمی‌گردیم به حیوانات در محیط‌های طبیعی: استدلال لاک در مورد میزان جوجه‌گذاری را می‌توان به همه‌ی نمونه‌های دیگری که وین ـ ادواردز ارائه کرده، تعمیم داد: رفتار قلمرو‌داری، سلسله‌مراتب حاکمیت و غیره. برای مثال، باقرقره را، که او و همکارانش مورد بررسی قرار دادند، در نظر بگیرید. این پرنده‌ها خلنگ می‌خورند و بوته‌زارهای آن را به قلمروهایی تقسیم می‌کنند که ظاهراً بیش از نیاز واقعیِ صاحبانِ قلمرو غذا دارد. آنها در ابتدای فصل بر سر تصرف قلمروها می‌جنگند، اما بعد از مدتی به نظر می‌رسد بازنده‌ها شکست خود را پذیرفته‌اند و دیگر نمی‌جنگند. آنها رانده‌هایی می‌شوند که هیچ‌وقت قلمرو ندارند. و تا پایان آن فصل از بی‌غذایی تقریباً رو به مرگند. فقط صاحبان قلمرو زادآوری می‌کنند. این واقعیت که بی‌قلمروها هم توانایی زاد و ولد کردن را دارند از اینجا معلوم می‌شود که اگر یکی از قلمرو‌داران هدف تیری واقع شود، یکی از آن رانده‌شده‌های سابق فوراً جای او را پُر و بعد زاد و ولد می‌کند. تفسیر وین ادواردز از این رفتار افراطی در قلمرو‌داری، همان‌طور که دیدیم، این است که فرد رانده «می‌پذیرد» که در کسب بلیت یا مجوز زادآوری شکست خورده است و سعی نمی‌کند بچه‌دار شود.

در ظاهر، به نظر می‌رسد توضیح این مثال با استفاده از نظریه‌ی ژن خودخواه مشکل باشد. چرا آن رانده‌ها تا وقتی جان در بدن دارند دوباره و سه باره و باز بیشتر برای برکنار کردن یک قلمرودار تلاش نمی‌کنند؟ آنها که چیزی برای از دست دادن ندارند. ولی صبر کنید، شاید چیزی برای از دست دادن داشته باشند. قبلاً دیدیم اگر یک صاحب قلمرو به نحوی از بین برود، برای یک رانده شده این امکان هست که جای او را بگیرد و به این ترتیب بچه‌دار شود. پس اگر به این ترتیب احتمال دست‌یابی یک رانده شده به یک قلمرو بیشتر از احتمال به دست آوردن قلمرو از راه جنگ باشد، شاید این ارزش را داشته باشد که به عنوان یک فرد خودخواه منتظر شود به امید آنکه کسی بمیرد، به جای اینکه آن انرژی کم خود را در یک جنگ بیهوده از دست بدهد. برای وین ـ ادواردز نقش رانده‌ها

در رفاه گروه این است که در حاشیه‌ی صحنه‌ی تولیدمثل به عنوان بازیگر ذخیره منتظر بمانند و آماده باشند که پا در جای پای قلمروداری بگذارند که جهان فانی را وداع می‌کند. اکنون می‌توان دید که شاید این بهترین راهبردِ خاص ژن‌های خودخواه باشد. چنان که در فصل چهارم دیدیم، می‌شود حیوان را مانند قمارباز در نظر گرفت. شاید بهترین راهبرد برای هر قمارباز راهبرد صبر ــ و ــ امید باشد، نه راهبردِ شاخ به شاخ شدن.

به همین صورت، می‌توان به آسانی بسیاری از نمونه‌های دیگر را که در آن ظاهراً حیوانات بی‌مقاومت وضعیت عدم زادآوری خود را «می‌پذیرند» با نظریه‌ی ژن خودخواه توضیح داد. شکل کلی این توضیح همواره یکسان است: برای فرد بهترین راه این است که، به امید موقعیت‌های بهتر در آینده، فعلاً خویشتن‌داری کند. یک فُک[1] که برای صاحبان حرمسرا مزاحمت ایجاد نمی‌کند کاری به نفع گروه انجام نداده است. گوش خوابانده و منتظر فرصت مناسب‌تر است. حتی اگر این فرصت دست ندهد و او عمری را بی‌زاد و ولد بگذراند، شاید به قمارش بریزد، گرچه با بازنگری مجدد خواهیم دید که برای او چنین نیست. و وقتی که موش‌های قطبی مثل سیل از یک مرکز تجمع راه می‌افتند، این کار را برای کاهش تراکم جمعیت منطقه‌ای که پشت گذاشته‌اند نمی‌کنند! تک تک افراد خودخواه آن، در پی یافتن جای خلوت‌تری برای زندگی‌اند. چیزی که با بازنگری مجدد مشاهده می‌شود این واقعیت است که هرکدام از آنها که نتواند چنین مکانی را پیدا کند از بین می‌رود، و در این احتمال که عقب ماندن قمار بدتری است، تغییری به وجود نمی‌آورد.

این یک واقعیت کاملاً مستند است که تراکم بیش از حد گاهی میزان تولدها را کم می‌کند. گاهی این قضیه به عنوان شاهدی برای نظریه‌ی وین ـ ادواردز به کار می‌رود. اما چنین نیست. این قضیه با نظریه‌ی او و همچنین به همان اندازه با نظریه‌ی ژن خودخواه جور درمی‌آید. برای مثال، در آزمایشی، موش‌ها را در محفظه‌ای در فضای آزاد قرار دادند و مقدار زیادی خوردنی برایشان گذاشتند و اجازه دادند آزادانه زاد و ولد کنند. جمعیت تا حدی زیاد شد و سپس ثابت ماند.

---

1. Seal

معلوم شد دلیل ثابت ماندن این است که بر اثر ازدحام از باروری ماده‌ها کاسته می‌شود: بچه‌های کمتری می‌آورند. چنین نتایجی را زیاد گزارش کرده‌اند. اغلب فوراً علت را «تنش» عنوان می‌کنند، البته دادن چنین نامی به علت آن کمکی به توضیح قضیه نمی‌کند. به هر حال علت مستقیم آن هرچه باشد، ما به دنبال توضیح نهایی یا توضیح آن از نظر تکامل هستیم. چرا انتخاب طبیعی ماده‌هایی را ترجیح می‌دهد که میزان موالید خود را در زمان تورم جمعیت کم می‌کنند؟

پاسخ وین ـ ادواردز روشن است. انتخاب گروه، آن گروه‌هایی را ترجیح می‌دهد که در آن ماده‌ها جمعیت را می‌سنجند و میزان زاده‌های خود را طوری تنظیم می‌کنند که از امکانات غذایی بیش از اندازه بهره‌برداری نشود. در شرایط آن آزمایش، وضع طوری بود که هیچ‌گاه کمبود غذا وجود نداشت، اما از موش‌ها انتظار نمی‌رفت که آن را بفهمند. آنها برای زندگی در دنیای طبیعی برنامه‌ریزی شده‌اند، و این احتمال هست که در شرایط طبیعی، زیادی جمعیت شاخص معتبری برای قحطی در آینده محسوب می‌شود.

نظریه‌ی ژن خودخواه چه می‌گوید؟ تقریباً درست همین را، اما با یک تفاوت اساسی. یادتان هست که، بنا بر نظر لاک، حیوانات تمایل دارند مناسب‌ترین تعداد بچه را از دید خودخواه خودشان، بیاورند. اگر تعداد بچه‌ها خیلی کم یا خیلی زیاد باشد، در نهایت تعداد کمتری پرورش خواهند یافت تا وقتی که به همان تعداد مناسب قناعت کنند، احتمالاً «تعداد مناسب» متفاوت خواهد بود. در سالی که جمعیت دچار تورم است نسبت به سالی که جمعیت کم است. ما قبلاً توافق کردیم که زیادی جمعیت خبر از گرسنگی و قحطی می‌دهد. آشکار است که اگر ماده‌ای با نشانه‌های معتبری از قحطی روبه‌رو شود، به‌خاطر منافع خودخواهانه‌اش میزان زادن‌های خود را پایین می‌آورد. رقیبان او اگر در مقابل آن علایم هشداردهنده چنین واکنشی نشان ندهند، سرانجام بچه‌های کمتری خواهند داشت، حتی اگر تعداد تولدها بیشتر باشد. بنابراین در نهایت با وین ـ ادواردز به نتیجه‌ی یکسانی می‌رسیم، اما ما از طریق یک زنجیره‌ی استدلال‌های از نظر تکاملی کاملاً متفاوت به آنجا رسیده‌ایم.

نظریه‌ی ژن خودخواه حتی با «نمایش‌های ابراز وجود» مشکلی ندارد. به یاد دارید فرض وین ـ ادواردز این بود که حیوانات به عمد جمعیت‌های بزرگ خود را

به نمایش می‌گذارند تا به روشنی با گرفتن آمار، تعداد موالید را متناسب با آن تنظیم کنند. هیچ شاهد مستقیمی وجود ندارد حاکی از آنکه هر تجمعی در واقع یک ابراز وجود جمعی است. اما فرض کنید چنین شاهدی یافت شود. آیا بر هیچ تأثیری دارد؟

سارها با هم در گروه‌های بزرگ به لانه می‌روند و می‌خوابند. فرض کنید نشان داده شود که نه فقط جمعیت زیاد در زمستان باعث می‌شود باروری آنها در بهار بعد کاهش یابد، بلکه این امر مستقیماً به خاطر گوش دادن هر پرنده به صدای پرنده‌های دیگر بوده است. با آزمایش ممکن است نشان داد آنهایی که در معرض شنیدن صدای ضبط شده‌ی بلندی در تجمع فشرده‌ی سارها بوده‌اند، نسبت به آنهایی که آوای آرام‌تر و کم‌صداتری به گوششان رسیده است. تخم کمتری گذاشته‌اند طبق تعریف، این نشان می‌دهد که آوای سارها یک نمایش ابراز وجود به حساب می‌آید. نظریه‌ی ژن خودخواه آن را بیشتر به همان صورتی توضیح می‌دهد که در مورد موش‌ها دیدیم.

بار دیگر، ما با این فرض شروع می‌کنیم که ژنِ داشتنِ خانواده‌ای بزرگ‌تر از آنچه قابل حمایت است خودبه‌خود تنبیه و از تعدادش در خزانه‌ی ژنی کاسته می‌شود. وظیفه‌ی یک تخم‌گذار؛ به عنوان یک فرد خودخواه، این است که مناسب‌ترین تعداد تخم‌گذاری برای خود پیش‌بینی کند، که در فصل آینده به آن خواهیم پرداخت. از فصل چهارم به یاد دارید که ما واژه‌ی پیش‌بینی را در مفهوم خاصی به کار بردیم. ولی یک پرنده‌ی ماده چطور می‌تواند میزان مناسب تخم‌گذاری را پیش‌بینی کند؟ چه متغیرهایی حدس او را تحت تأثیر قرار می‌دهند؟ شاید چنین باشد که بسیاری از گونه‌ها میزان ثابتی دارند که سالانه تغییر نمی‌کند. بنابراین به‌طور متوسط میزان تخم‌گذاری مرغ ماهیخوار یک است. ممکن است در سال‌های خاصی که ماهی فراوان است، برای هر فرد حد مطلوب موقتاً به دو تخم برسد. اگر مرغان ماهیخوار راهی نداشته باشند که از پیش بفهمند که کلاً در این سال خاص ماهی فراوان است یا نه، نمی‌توانیم از ماده‌ها این انتظار را داشته باشیم که تن به خطر دهند و منابع خود را صرف دو تخم کنند. زیرا این کار، آن موفقیت را که در سال‌های عادی در تولیدمثل داشتند کم می‌کند.

اما شاید گونه‌های دیگری، مثلاً سارها، وجود داشته باشند که اصولاً بتوانند در زمستان پیش‌بینی کنند بهار آینده از نظر منابع غذایی چگونه است. مردم اطراف شهرها گفته‌های قدیمی زیادی دارند که حاکی از چگونگی هوا در بهار آینده است، مثلاً فراوانی میوه‌ی درخت راج.[1] قصه‌ی پیرزن‌ها چه درست باشد چه نادرست، از نظر منطقی وجود چنین نشانه‌هایی ممکن است، و اینکه طبق اصول نظری یک پیشگوی خوب می‌تواند میزان تخم‌گذاری خود را هر سال طوری تنظیم که به نفعش باشد. میوه‌ی درخت راج ممکن است نشانه‌ی معتبری باشد یا نباشد، اما، مثل مورد موش‌ها، به نظر نمی‌رسد که تراکم جمعیت پیشگوی خوبی باشد. سار ماده در اصل می‌داند وقتی می‌خواهد در فصل آینده به جوجه‌هایش غذا بدهد، باید بر سر غذا با دیگر افراد گونه‌ی خود رقابت کند. اگر بتواند به نحوی از تراکم جمعیت گونه‌ی خود در اطرافش در زمستان برآوردی داشته باشد، به ابزار قدرتمندی برای پیش‌بینی وضع بهار آینده از نظر تهیه‌ی غذا برای جوجه‌هایش دست یافته است. اگر جمعیت زمستان را زیاد و فشرده ببیند، خط‌مشی محتاط او، از دیدگاه خودخواهانه‌اش، ممکن است این باشد که تخم نسبتاً کمتری بگذارد: برآوردش از میزان بهینه‌ی تخم‌گذاری کاهش یافته است.

ولی به محض اینکه افراد، بر اساس تخمینی که از تراکم جمعیت دارند، میزان تخم‌گذاریشان را کاهش دهند، فوراً هر فرد خودخواه، به نفع خود به رقبا وانمود می‌کند که جمعیت زیاد است، چه واقعاً زیاد باشد چه نباشد. اگر سارها بزرگی جمعیت را از روی حجم صدا در خوابگاه زمستانی‌شان حدس می‌زنند، برای هر فرد به منفعت است که حتی‌الامکان صدایش را بلند کند، تا بیشتر مثل صدای دوسار باشد نه یکی. این نظر را که حیوانات یک‌باره با هم وانمود کنند چند حیوانند در متن دیگری ج.ر. کربس[2] پیشنهاد کرده بود و این عمل از روی رمانی که در آن تاکتیک مشابهی توسط یک واحد لژیون خارجی فرانسه اثر ژست عالی[3] نام گرفت. نظر ما در این مورد این است که این تلاش جهت تشویق سارهای همسایه به کم کردن میزان تخم‌گذاری خود در حدی کمتر از

1. holly Berries 2. J.R. Krebs 3. Beau Geste Effect

میزان مطلوب است. اگر شما ساری باشید که در این کار موفق شده است، به نفع شمای خودخواه است، زیرا از تعداد تخم‌هایی که شامل ژن شما نیست کم کرده‌اید. بنابراین به این نتیجه می‌رسیم که نظر وین ـ ادواردز در مورد نمایش ابراز وجود می‌تواند نظر کاملاً خوبی باشد: شاید کاملاً حق با او باشد، اما دلیل اصلی چیز دیگر است. در کل، فرضیه‌ای از نوع فرضیه‌ی لاک، توان کافی را دارد که، از زبان ژن خودخواه، جوابگوی همه‌ی شواهدی باشد که ظاهراً در تأیید نظریه‌ی انتخاب گروه هستند، البته اگر چنین شواهدی پیدا شود.

از این فصل نتیجه می‌گیریم که تنظیم خانواده بر عهده‌ی والدین است، به این مفهوم که آنها میزان زادآوری‌شان را بهینه‌سازی می‌کنند، نه اینکه به خاطر صلاح جمعیت از آن خودداری می‌کنند. آنها تعداد بچه‌هایی را که زنده می‌مانند بیشتر می‌کنند، و این یعنی تعداد بچه‌هاشان باید نه خیلی کم و نه خیلی زیاد باشد. ژنی که فرد را وامی‌دارد بیش از اندازه زاد و ولد کند، در خزانه‌ی ژنی دوام چندانی نخواهد داشت، زیرا زادگانی که دارای این ژن‌اند، آن‌قدر زنده نمی‌مانند که بالغ شوند.

به این ترتیب، تا اینجا به ملاحظاتی درباره‌ی میزان بزرگی خانواده پرداختیم. اکنون به تضاد منافع درون خانواده می‌رسیم. آیا برای یک مادر همیشه به صرفه این است که با بچه‌هایش رفتار یکسانی داشته باشد یا باید بعضی را ترجیح دهد؟ آیا خانواده باید در کل به عنوان یک واحد تشریک مساعی باشد، یا حتی درون خانواده هم باید انتظار خودخواهی و دروغ را داشته باشیم؟ آیا همه‌ی اعضای یک خانواده در جهت حد مطلوب یکسانی تلاش می‌کنند یا در مورد میزان حد مطلوب «اختلاف نظر» وجود دارد؟ اینها سوآل‌هایی هستند که در فصل بعد سعی می‌کنیم به آنها جواب دهیم. پاسخ این پرسش را که آیا بین جفت‌ها تضاد منافع وجود دارد و آنچه را به این سوآل‌ها مربوط می‌شود، به فصل نهم موکول کرده‌ایم.

فصل هشتم

نبرد نسل‌ها

این فصل را با پرداختن به نخستین سوآلی که در انتهای فصل قبل مطرح شد شروع می‌کنیم. آیا مادر باید به بعضی بچه‌ها بیشتر توجه کند یا باید همه را به یک چشم نگاه کند؟ با اینکه ممکن است حوصله‌ی شما را سر ببرد ولی من باز هم طبق عادت هُشدارم را تکرار می‌کنم. واژه‌ی «توجه کند» هیچ بار و واژه‌ی «باید» هم بار اخلاقی خاصی ندارد. من مادر را یک ماشین از پیش برنامه‌ریزی شده می‌دانم که تمام توانش را برای منتشر کردن نسخه‌هایی از ژن خود به کار می‌گیرد. چون من و شما انسان هستیم، معنیِ هدف آگاهانه داشتن را درک می‌کنیم. برای من استفاده‌ی استعاری از کلمه‌ی هدف، کار را برای توضیح رفتار ماشین بقا راحت می‌کند.

در واقع معنی اینکه مادری به بچه‌ای بیشتر توجه کند چیست؟ به این معناست که امکاناتی را که در اختیار دارد به‌صورت غیر یکسان بین فرزندانش تقسیم کند. امکاناتی که در دسترس یک مادر است تا صرف بچه‌هایش کند شامل چیزهای مختلفی است. مسلماً یکی از آنها غذاست، به‌اضافه‌ی زحمتی که برای تهیه‌ی آن کشیده می‌شود، همین برای مادر هزینه‌ی کمی ندارد. یک امکان دیگر تحمل خطر در راه حمایت از بچه‌ها در مقابل شکارگرهاست، جایی که مادر می‌تواند از خود مایه بگذارد یا نگذارد. انرژی و زمانی که برای ساختن و نگهداری لانه، صیانت از آن و در بعضی گونه‌ها، وقتی که صرف آموزش بچه‌ها می‌شود، از منابع باارزشی است که یک پدر یا مادر می‌تواند به انتخاب خود آن را به‌صورت برابر یا نابرابر به فرزندان اختصاص دهد.

در نظر گرفتن یک ارز مشترک که بتوان با آن همه‌ی امکاناتی را که پدر یا مادر سرمایه‌گذاری می‌کند سنجید، کار آسانی نیست. درست به همان صورت که در جوامع انسانی از پول به عنوان یک ارز قابل تبدیل به غذا، زمین، یا زمان کار، استفاده می‌شود، ما به ارزی نیاز داریم که با آن امکاناتی را بسنجیم که یک ماشین بقا ممکن است برای زندگی فرد دیگری، به‌ویژه بچه‌اش، سرمایه‌گذاری کند. برای انرژی، کالری مقیاس خوبی است، و برخی بوم‌شناسان عمری را صرف محاسبه‌ی هزینه‌ی انرژی‌ها در طبیعت کرده‌اند. با این حال برای این کار کفایت ندارد، زیرا برای تبدیل به ارزی که اینجا واقعاً اهمیت دارد، و آن «معیار طلا»ی تکامل، یعنی بقای ژن است، اعتبار لازم را ندارد.

ر.ل. تریورز[1]، در ۱۹۷۲، این مسئله را به شکل شسته‌رفته‌ای با مفهومِ **سرمایه‌گذاری والدین**[2] خود حل کرد (گرچه با از لابه‌لای مطالب فشرده‌ی کتاب سررونالد فیشر[3] تحت عنوان «هزینه‌ی والدین[4]»، در ۱۹۳۰ احساس می‌کنیم این بزرگ‌ترین زیست‌شناس قرن بیستم تقریباً مقصودش همان است.)

سرمایه‌گذاری والدین (P.I) عبارت است از «هر چیزی که پدر یا مادر صرف یک فرزند کنند تا احتمال ادامه دادن به زندگی (و بنابراین تولیدمثل موفقیت‌آمیز) او را بیشتر کند، و این در تقابل با توانایی والدین جهت سرمایه‌گذاری برای دیگر فرزندان است. حُسن سرمایه‌گذاری والدین در نظریه‌ی تریورز در این است که واحد سنجش آن به واحدهایی که واقعاً مورد نظرند بسیار نزدیک است. وقتی بچه‌ای مقداری از شیر مادر خود را مصرف می‌کند مقدار شیر مصرف شده را نه با لیتر، نه با کالری، که با واحد خُسرانی که به فرزندان دیگر آن مادر وارد می‌شود می‌سنجند. برای مثال اگر مادری دو بچه‌ی x و y داشته باشد و x به اندازه‌ی یک شیشه‌ی بزرگ شیر بنوشد، بخش مهمی از .P.I که این شیر مظهر آن است، با واحد احتمال افزایش مرگ y اندازه گرفته می‌شود. زیرا y آن را نخورده است. .P.I را با واحدهای کاهش امید به زندگی کودکان دیگر، چه دنیا آمده چه نیامده، اندازه می‌گیرند.

---

1. R.L. Trivers
2. Parental Investment (P.I)
3. Sir Ronald Fisher
4. Parental expenditure

سرمایه‌گذاری والدین یک مقیاس آرمانی نیست، زیرا بیش از حد روی اهمیت والدین تأکید می‌کند، تا روی روابط ژنی. شکل مطلوب این است که از یک مقیاس، **سرمایه‌گذاری ایثارگری** کلی‌تر استفاده کنیم. وقتی فرد A احتمال زنده ماندن فرد B را زیاد کند، می‌گوییم A روی B سرمایه‌گذاری کرده، در حالی که می‌توانست آن سرمایه را صرف افراد دیگر از جمله خودش بکند و همه‌ی این مایه گذاشتن‌ها به نسبت میزان خویشاوندی است. بنابراین سرمایه‌ای که پدر یا مادر در صورت آرمانی برای هریک از فرزندان می‌گذارد، باید با زیانی که به امید به زندگیِ دیگر فرزندان و همچنین خواهرزاده و برادرزاده‌ها، خودش و غیره وارد می‌شود سنجیده شود. البته این فقط یک اظهارنظر است و از خیلی جهات مقیاس تریورز عملاً قابل استفاده است.

حالا، هر فرد ماده‌ی بزرگسال را که در نظر بگیریم، در طول عمرش مقدار معینی .P.I در اختیار دارد که می‌تواند آن را صرف فرزندان خود (و دیگر بستگان و خودش، اما برای راحتی فقط فرزندان را در نظر می‌گیریم) کند. این شامل همه‌ی خوردنی‌هایی است که در سراسر عمر کاری او جمع‌آوری یا آماده می‌شود، همه‌ی خطرهایی که او به آنها تن می‌دهد، و همه‌ی انرژی و تلاشی است که در راه رفاه و آسایش بچه‌هایش صرف می‌کند. حال یک ماده‌ی جوان، که رو به بزرگسالی است، چگونه باید امکانات خود را صرف کند؟ پیروی از کدام سیاست سرمایه‌گذاری برای او عاقلانه است؟ قبلاً بنا به نظریه لاک دیدیم که او نباید امکانات خود را خیلی کم‌مایه بین تعداد زیادی بچه تقسیم کند. با این روش او ژن‌های زیادی را از دست می‌دهد: به اندازه‌ی کافی نوه نخواهد داشت. از طرفی، نباید همه‌ی امکانات را به تعداد بسیار اندکی بچه ــ بچه‌های عزیزدردانه ــ اختصاص دهد. شاید او در واقع چند نوه داشته باشد، اما رقیبان او که سرمایه‌ی خود را صرف تعداد مطلوبی بچه کرده‌اند در نهایت نوه‌های بیشتری خواهند داشت. تا اینجا در مورد سیاست تقسیم یکنواخت بود. حالا مایلیم بدانیم آیا برای یک مادر به صرفه‌تر این است که بین فرزندانش فرق بگذارد، یعنی باید عزیز کرده هم داشته باشد؟

پاسخ این است که از نظر ژنی دلیلی ندارد مادر عزیز کرده داشته باشد. نسبت او با همه‌ی فرزندانش یکسان و $\frac{1}{2}$ است. بهترین راهبرد برای او این است که

به‌طور مساوی برای بیشترین تعدادی که بتواند بزرگ کند سرمایه‌گذاری کند، تا خود آن بچه‌ها بچه‌دار شوند. اما همان‌طور که قبلاً دیدیم، بعضی افراد از نظر خطرپذیری از دیگران بهترند. یک توله‌ی ضعیف کم رشد درست به اندازه توله‌های دیگری که با او از شکم مادر بیرون آمده‌اند از ژن مادر در خود دارد، ولی امید به زندگی او کمتر است. به عبارت دیگر، می‌شود گفت او نیاز دارد مادر بیش از بقیه برایش مایه بگذارد، تا سرانجام در حد برادرهایش باشد. بسته به شرایط، شاید برای مادر این به صرفه باشد که به آن توله‌ی ضعیف غذا ندهد و سهم او از امکانات را به برادر و خواهرهایش اختصاص دهد. شاید اصلاً بهتر باشد که او را غذای خواهر و برادرها کند یا حتی خودش آن را بخورد و به شیر تبدیلش کند. خوک‌های مادر گاهی بچه‌هایشان را می‌بلعند، اما من نمی‌دانم هنگام این عمل توجه دارند که توله‌های ضعیف را انتخاب کنند.

توله‌های ضعیف مورد خاصی را تشکیل می‌دهند. می‌توانیم یک پیش‌بینی کلی‌تر داشته باشیم درباره‌ی اینکه سن بچه تا چه حد مادر را در جهت سرمایه‌گذاری بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد؟ اگر مادر مجبور باشد مستقیماً بین نجات دو تا از بچه‌هایش تصمیم بگیرد، یعنی اگر به داد هرکدام که نرسد از دست می‌رود، باید آن را که بزرگ‌تر است، ترجیح دهد. به این دلیل که اگر او، به جای برادر کوچک بمیرد، مادر سرمایه بیشتری را که در زندگی صرف او کرده از دست می‌دهد. شاید به این صورت بهتر بشود بیان کرد که اگر مادر برادر کوچک را نجات دهد، باز باید از آن امکانات باارزش خود خرج کند تا او را به سن برادربزرگ برساند.

از سوی دیگر، اگر انتخابی که می‌کند، مانند این نباشد که انتخاب فقط بین مرگ و زندگی است، شاید بهترین کار برای او این باشد که کوچک‌تر را ترجیح دهد. برای مثال، فرض کنید مشکل او این است که تکه غذایی را به بچه کوچک بدهد یا به بزرگ. احتمالاً برادربزرگ برای تهیه‌ی غذای خود، بدون کمک، توانایی بیشتری دارد. بنابراین اگر غذا را به او ندهد، او نمی‌میرد. از آن طرف، آن بچه‌ی کوچک که کوچک‌تر از آن است که غذایی برای خود پیدا کند، اگر مادر غذا را به بچه‌ی بزرگ‌تر بدهد، احتمال مردن بچه‌ی کوچک‌تر بیشتر است. حتی اگر مادر ترجیح بدهد به جای برادر بزرگ‌تر، برادر کوچک بمیرد، باز غذا را به آنکه

کوچک‌تر است می‌دهد، زیرا آنکه بزرگ است در هر صورت، نخواهد مرد. به همین دلیل مادران پستاندار به جای آنکه تا زمانی نامحدود به بچه شیر بدهند، آنها را از شیر می‌گیرند. در زندگی هر کودک زمانی فرامی‌رسد که برای مادر به صرفه است جهت سرمایه‌گذاری را از روی او تغییر دهد و متوجه فرزندان آینده کند. وقتی چنین لحظه‌ای برسد، مادر مصمم می‌شود او را از شیر بگیرد. اگر مادری به‌نحوی متوجه شود که این آخرین بچه‌ی اوست، شاید بشود از او انتظار داشت که همه‌ی امکانات را در بقیه‌ی عمر، به آن بچه اختصاص دهد و شاید تا زمان بلوغ شیرش دهد. با وجود این، او باید سبک سنگین کند و ببیند آیا بهتر است روی نوه، خواهرزاده و برادرزاده سرمایه‌گذاری کند، چون گرچه نسبت اینها با او نصف نسبت فرزند با اوست ولی شاید توانایی آنها در استفاده از مایه‌ای که او می‌گذارد بیش از دو برابر بهره‌ای باشد که هریک از بچه‌های خودش می‌برند.

حالا وقت مناسب برای اشاره به پدیده‌ی معماگونه‌ای است که یائسگی نام گرفته است. یائسگی یک‌باره به پایان رسیدن باروری یک انسان ماده در میان‌سالی است. بعید است که چنین پدیده‌ای در میان اجداد وحشی ما معمول بوده باشد، زیرا تعداد کمی از زنان به آن سن و سال می‌رسیدند. اما هنوز، تفاوت بین این تغییر یک‌باره در زندگی یک زن و از دست دادن باروری به‌صورت تدریجی در مردان حاکی از این است که یائسگی از نظر ژنی چیز «حساب‌شده‌ای» است ــ یعنی یک «سازگاری» است. توضیحش نسبتاً مشکل است. در نگاه اول، ممکن است انتظار داشته باشیم زن‌ها تا جایی که توان دارند بچه بیاورند. حتی اگر سال به سال که پیشتر می‌روند احتمال زنده ماندن بچه‌هایشان کمتر شود. حتماً باید به زحمتش بیرزد! اما نباید فراموش کنیم که او با نوه‌ها هم نسبت دارد، گرچه این نسبت نصف آن است.

به‌دلایل مختلف، شاید در ارتباط با نظریه‌ی پیرشدگی مداوار (صفحه‌ی ۸۱)، در شرایط طبیعی، وقتی سن زنان بیشتر می‌شود به تدریج توان خود را در پرورش بچه از دست می‌دهند. به این ترتیب امید به زندگی فرزندِ یک مادرِ جوان بیشتر از امید به زندگی فرزندِ یک مادر مسن است. این یعنی، اگر زنی در یک روز هم‌زمان دارای فرزند و نوه شود، انتظار می‌رود آن نوه نسبت به آن بچه بیشتر عمر کند. وقتی زنی در سنی باشد که برایش احتمال اینکه بچه‌اش را به

سن بلوغ برساند کمتر از نصف احتمال به بلوغ رسیدن نوه‌ای باشد که هم‌سن بچه‌اش است، ژن سرمایه‌گذاری برای نوه احتمال موفقیتش از ژن سرمایه‌گذاری برای بچه بیشتر است. در یکی از هر چهار نوه این ژن وجود دارد، در حالی که ژن رقیب آن در یکی از هردو بچه وجود دارد، اما امید به زندگی بیشتر در نوه، آن ژن دیگر را از میدان به در می‌کند و ژن ایثارگری نسبت به نوه در خزانه‌ی ژنی فراگیر می‌شود. اگر زن مُدام بچه بیاورد دیگر نمی‌تواند برای نوه‌ها سرمایه‌گذاری کند. به این ترتیب بود که ژن باروری در تولیدمثل در میان‌سالی بیشتر شد، زیرا این ژن در بدن نوه‌هایی بود که زندگی‌شان مرهون ایثارگری مادربزرگ بود.

شاید این بتواند توضیحی برای تکامل یائسگی در زنان باشد. دلیل اینکه چرا باروری در مردان به تدریج کم می‌شود، و یک‌باره از بین نمی‌رود احتمالاً این است که مردان به اندازه‌ی زنان برای بچه‌ها سرمایه‌گذاری نمی‌کنند. مرد چون می‌تواند از یک زن جوان صاحب بچه شود، برای او همیشه به صرفه است که روی بچه‌ی خودش سرمایه‌گذاری کند نه برای نوه.

تا اینجا، در این فصل و فصل قبل به همه چیز از دیدگاه والدین، به ویژه مادر، نگاه کردیم. پرسیدیم آیا باید از والدین انتظار داشت که عزیزکرده‌هایی داشته باشند و در کل بهترین روش سرمایه‌گذاری برای یک والد چیست؟ اما شاید یک بچه بتواند طوری والدین را تحت تأثیر قرار دهد که روی او بیشتر از خواهر و برادرهایش سرمایه‌گذاری کنند. حتی اگر والدین «نخواهند» بچه‌ای را بیشتر عزیز کرده باشند، آیا ممکن است بعضی بچه‌ها کاری کنند که بیشتر مورد توجه قرار گیرند؟ آیا این کار برای آنها به‌صرفه است؟ دقیق‌تر بگوییم، آیا ژن خودخواه با توقع بیشتر، از نظر شمار، بر ژن راضی به سهم عادلانه‌ی خود پیشی می‌گیرد؟ این موضوع در مقاله‌ی ۱۹۷۴ تریورز با عنوان «تضاد والدین ـ فرزندان» خیلی خوب تحلیل شده است.

هر مادر با بچه‌هایش، چه به دنیا آمده چه نیامده باشند نسبت برابری دارد همان‌طور که دیدیم، از نظر ژنی او نباید نورچشمی داشته باشد. اگر توجه خاصی به یکی نشان می‌دهد، باید بر مبنای تفاوت آنها در امید به زندگی باشد، که به سن و چیزهای دیگر بستگی دارد. مادر، مثل هر فرد دیگر، نزدیکی نسبتی که با خود دارد دوبرابر نزدیکی با هر یک از بچه‌هایش است. یعنی در شرایطی که

چیزهای دیگر یکسان است، او باید از روی خودخواهیِ بیشتر، امکاناتش را صرف خودش کند، اما این‌طور نیست و چیزهای دیگر یکسان نیستند. او با سرمایه‌گذاری به اندازه‌ی مناسب برای فرزندان، می‌تواند منفعت بیشتری به ژن‌های خود برساند. به این دلیل که بچه‌ها کوچک‌اند و به کمک بیشتری نیاز دارند و بنابراین از هر واحد سرمایه استفاده‌ی بهتری می‌کنند. ژنِ سرمایه‌گذاری برای افراد ناتوان‌تر، به جای سرمایه‌گذاری برای خود، در خزانه‌ی ژنی بیشتر می‌شود، حتی اگر آن بهره‌ورها فقط در تعداد کمی از ژن‌ها با آن فرد سهیم باشند. به این دلیل است که در حیوانات ایثارگری پدر و مادرانه دیده می‌شود، و در واقع به این دلیل است که هر نوع ایثارگری نسبت به انتخاب خویشاوند بروز می‌کند.

حالا از دید یک بچه به این موضوع نگاه کنید. او از نظر نسبت همان نزدیکی را با هریک از خواهر برادرهایش دارد که مادرشان با آنها دارد. در همه‌ی این موارد خویشاوندی $\frac{1}{2}$ است. بنابراین او «میل دارد» که مادرش بخشی از سرمایه‌ی خود را صرف خواهرها و برادرهایش کند. از نظر ژنی، در او تمایل ایثارگری نسبت به آنها همان قدر است که در مادرش است. اما، با این حال نسبت او به خودش دوبرابر نسبتش با هریک از خواهر یا برادرهاست، و این باعث می‌شود او میل داشته باشد، در شرایطی که نیروهای دیگر یکسان است، مادر برای او بیش از بقیه مایه بگذارد. در این مورد چیزهای دیگر می‌تواند واقعاً یکسان باشد. اگر شما و برادرتان هم‌سن، و هردو در شرایطی باشید که از شیر مادر به یک اندازه سود ببرید، «باید» سعی کنید به بیش از سهم عادلانه‌ی خود چنگ بزنید، و او باید به بیش از سهم عادلانه‌ی خود چنگ بزند. آیا تا به حال دیده‌اید که وقتی مادر برای شیر دادن دراز می‌کشد، بچه‌هایی که از یک شکم به دنیا آمده‌اند با جیغ و ویغ سعی می‌کنند اولین فردی باشند که وارد صحنه می‌شود؟ یا پسربچه‌هایی که برای برداشتن آخرین تکه‌ی کیک به سر و کول هم می‌پرند؟ به نظر می‌رسد ولع ناشی از خودخواهی ویژگی بسیاری از رفتارهای کودک باشد.

ولی داستان به اینجا ختم نمی‌شود. اگر من بر سر یک تکه خوردنی با برادرم رقابت داشته باشم و او آن قدر از من کوچک‌تر باشد که بیش از من از آن غذا

منفعت ببرد، شاید به نفع ژن‌هایم این باشد که بگذارم او بخورد. شاید با چنین زمینه‌ای است که یک برادر بزرگ‌تر، آمادگیِ ایثارگریِ والدین مانندی دارد، در هردو مورد، همان‌طور که دیدیم، نسبت خویشاوندی $\frac{1}{2}$ است، و در هردو مورد فرد کوچک‌تر از آن امکان فرد بزرگ‌تر استفاده می‌کند. اگر من ژنی برای دست کشیدن از آن خوردنی داشته باشم، به احتمال ۵۰ درصد، برادر کوچک من هم آن ژن را دارد. اگر احتمال بودن آن ژن در بدن من دوبرابر، صددرصد، است، شاید ضرورت نیاز من به آن کمتر از نصف او باشد. در کل، هر بچه «باید» به بیش از سهم خود از امکانات والدین چشم بدوزد. اما آن هم حدی دارد. تا چه حد؟ تا آن حد که هزینه‌ای که روی دست برادرها و خواهرهای خود، چه به دنیا آمده چه نیامده، می‌گذارد، درست دوبرابر سودی باشد که نصیب خودش می‌شود.

به مسئله‌ی زمان از شیر گرفتن بچه توجه کنید. هر مادری طوری بچه‌ی شیرخوار خود را از شیر می‌گیرد که بتواند خود را برای بچه‌ی بعدی آماده کند. از طرفی، بچه‌ی فعلی هنوز میل دارد شیر بخورد، چون شیر یک منبع غذایی راحت و بی‌دردسر است، و بچه دوست ندارد دور شود و برای زندگی خود کار کند. دقیق‌تر بگوییم، او می‌خواهد سرانجام فاصله بگیرد و زندگی خود را تأمین کند، اما باید وقتی باشد که جدا شدن از مادر و آزاد گذاشتن او برای به دنیا آوردن برادر و خواهرهای کوچک بیشتر به نفع ژن‌هایش باشد تا نگهداری مادر از او. هرچه بچه بزرگ‌تر باشد، به نسبت سود کمتری از یک مقدار معین شیر حاصل می‌کند. به این دلیل که او بزرگ‌تر است، و یک شیشه شیر بخشی کوچک از نیاز او را برآورده می‌کند، به علاوه، در صورت لزوم، برای یافتن غذا، تواناتر است. به این ترتیب، یک شیشه شیری را که می‌توان به یک بچه‌ی کوچک‌تر داد، اگر برادر بزرگش بخورد درواقع از امکانات والدین بیش از سهم عادلانه‌ی خود بهره گرفته است در مقایسه با وقتی که برادر کوچکش آن شیر را می‌خورد. به تدریج که بچه بزرگ‌تر می‌شود، زمانی می‌رسد که مادر احساس می‌کند به نفعش است از شیر دادن به بچه دست بکشد و به جای آن به فکر بچه‌ی دیگری باشد. کمی بعد از آن، زمانی می‌رسد که آن از شیر گرفتن به نفع ژن‌های خود آن بچه‌ی بزرگ نیز هست. این لحظه‌ای است که نفع یک شیشه شیر، برای آن دیگر نسخه‌های ژنش که احتمالاً در بدن خواهر و برادرهایش است، بیش از ژن‌های بدن خودش

باشد.

این عدم سازگاری بین مادر و بچه مطلق نیست، یک چیز کمّی و در این مورد اختلاف نظر از بابت زمان‌بندی است. مادر می‌خواهد بچه‌ی فعلی را تا زمانی شیر دهد که با سرمایه‌گذاری برای او سهم «عادلانه»اش را به او داده باشد؛ با در نظر گرفتن امید به زندگی و آنچه تاکنون از امکاناتش به او داده است. تا اینجا هیچ عدم توافقی نیست. به همین ترتیب، مادر و بچه هردو قبول دارند. زمانی که دیگر هزینه‌ی این شیرخواری برای بچه‌های آینده بیش از دوبرابر سودی می‌شود که به بچه‌ی فعلی می‌رسد، بهتر است شیر قطع شود. اما وقتی بین مادر و بچه اختلاف پیدا می‌شود که از نظر مادر بچه‌ای بیش از سهم خود استفاده می‌کند، ولی هنوز هزینه‌ی این کار او برای بچه‌های دیگر کمتر از دوبرابر سودی است که او می‌برد، و این یک مرحله‌ی میانی است.

زمان از شیر گرفتن فقط یکی از موارد اختلاف بین مادر و بچه است. می‌شود آن را نزاعی بین یک فرد و همه‌ی خواهر و برادرهای به دنیا نیامده‌ی آینده‌ی او در نظر گرفت، که در آن مادر جانب آن به دنیا نیامده‌ها را گرفته است. رقابت بر سر امکانات بین رقیبان حاضر، بچه‌هایی که با هم به دنیا می‌آیند، یا با هم از تخم بیرون می‌آیند، ممکن است مستقیم‌تر باشد. اینجا هم، باز، مادر طبق معمول دل نگران رعایت انصاف است.

بسیاری از جوجه پرنده‌ها توسط والدین خود در لانه تغذیه می‌شوند. آنها همه با دهن باز داد و فریاد می‌کنند، و مادر کرم یا یک خوردنی دیگر را در دهان یکی از آنها می‌اندازد. در مطلوب‌ترین حالت، باید بلندی صدای هر جوجه متناسب با میزان گرسنگی او باشد. بنابراین اگر همیشه آن پدر یا مادر غذا را به بلندترین صدا بدهد، هرکس باید به سهم عادلانه‌ی خود برسد، چون وقتی یکی به اندازه‌ی کافی خورد، دیگر نباید خیلی بلند فریاد بکشد. این چیزی است که در بهترین شرایط ممکن، وقتی کسی تقلب نکند، باید رخ دهد. اما در پرتو مفهوم ژن خودخواه‌مان، باید انتظار تقلب افراد را داشته باشیم، این انتظار را داشته باشیم که در مورد میزان گرسنگی خود دروغ بگویند. این روند ظاهراً بی‌معنا شدت می‌گیرد، زیرا ممکن است همه‌ی آنها به‌دروغ بلند فریاد بکشند و آن سطح فریاد هنجار شود و در نتیجه دیگر دروغ به حساب نیاید. اما نمی‌تواند از شدت

خود بکاهد، زیرا هر فرد که اولین گام را در کاهش صدا بردارد، فوراً با تغذیه‌ی کمتر مجازات می‌شود و احتمالاً بیشتر در معرض بی‌غذایی قرار می‌گیرد. البته به خاطر عوامل دیگری، صدای جوجه پرنده‌ها بی‌حد و اندازه بلند نمی‌شود. مثلاً، صدای خیلی بلند ممکن است توجه شکارگرها را جلب کند، و در ضمن، انرژی زیادی را مصرف کند.

گاهی، همان‌طور که دیدیم، از یک تعداد بچه که با هم به دنیا می‌آیند یکی نحیف‌تر از بقیه است، خیلی ریزتر است. نمی‌تواند مثل بقیه به خاطر غذا بجنگد و اغلب این ضعیف‌ها می‌میرند. ما دیدیم در شرایطی عملاً برای مادر به صرفه است که بگذارد آن بچه بمیرد. می‌توانیم به‌طور حسی فرض را بر این بگذاریم که آن بچه‌ی ضعیف باید تا آخرین لحظه به تقلا برای زندگی ادامه دهد، اما این نظریه لزوماً چنین چیزی را پیش‌بینی نمی‌کند. وقتی یک توله‌ی ضعیف به قدری ناتوان شود که با کاهش امید به زندگی، سودی که از امکانات والدین می‌برد، کمتر از نصف سود بچه‌های دیگر از آن امکانات شود، او باید با متانت و مشتاقانه مرگ را پذیرا شود. او به این ترتیب بیشترین سود را نصیب ژن‌هایش می‌کند. یعنی ژنی که امر می‌کند: «بدن، اگر از آنهایی که با هم زاده شده‌اید، خیلی کوچک‌تر هستی، تقلا نکن و بمیر» در خزانه‌ی ژنی موفق است، زیرا ۵۰ درصد احتمال دارد که با زندگی در بدن خواهر یا برادر خود نجات پیدا کند، ولی احتمال زنده ماندنش در آن بدن نحیف در هر صورت بسیار کم است. باید در مسیر زندگی یک توله‌ی ضعیف یک نقطه‌ی برگشت ممنوع وجود داشته باشد. قبل از رسیدن به آن نقطه او باید به تلاش خود ادامه دهد. به محض اینکه به آن نقطه رسید، باید خود را رها کند و ترجیحاً رضا دهد که خوراک توله‌های همزاد یا پدر و مادرش شود.

وقتی از نظریه‌ی لاک در مورد میزان جوجه‌گذاری صحبت می‌کردیم، من به این موضوع اشاره نکردم، اما آنچه اکنون می‌آید یک راهبرد منطقی برای والدی است که در مورد میزان مطلوب جوجه‌گذاری خود در سال جاری دچار بی‌تصمیمی است. او می‌تواند یک تخم بیش از آنچه واقعاً حد مطلوب «می‌داند» بگذارد. به این ترتیب، اگر آن سال از نظر غذا بهتر از آنی باشد که انتظار می‌رود، یک بچه بیشتر گیرش آمده است. اگر چنین نباشد. نمی‌تواند ضرری را که کرده

کاهش دهد. باید حواسش باشد که آن بچه را برابر با بقیه تغذیه کند، مثلاً از نظر اندازه، مواظب باشد، اگر یکی بی‌جان و در شرف مرگ است، غیر از آن سرمایه‌گذاری اولیه از زرده‌ی تخم یا چیزی معادل آن، دیگر بیهوده خوردنی‌ها را صرف او نکند. از دیدگاه آن مادر، شاید پدیده‌ی توله‌ی ضعیف چنین توجیهی داشته باشد. می‌تواند نشان‌دهنده‌ی جلوگیری مادر از ضررهای احتمالی باشد. این پدیده در بسیاری از پرندگان مشاهده شده است.

با استفاده از استعاره‌ای که هر حیوان را ماشین بقایی در نظر می‌گیرد که «هدفش» حفظ ژن‌هاست، می‌توانیم از تضاد بین والدین و فرزند، تضاد نسل‌ها، صحبت کنیم. این یک مبارزه‌ی ظریف است، بدون هیچ محدودیتی از دو طرف. بچه از هر فرصتی برای کلک زدن استفاده می‌کند. وانمود می‌کند گرسنه‌تر از آن است که واقعاً هست. شاید بچه‌تر از آن است که هست، بیشتر از حد واقعی در معرض خطر است. او کوچک‌تر و ضعیف‌تر از آن است که از نظر جسمی برای پدر و مادرش شاخ و شانه بکشد، ولی هر سلاح روان‌شناسی را که در اختیار داشته باشد ــ دروغ، تقلب، فریب، سوءاستفاده ــ به کار می‌گیرد. درست تا جایی که ضرری که به خویشاوندانش وارد می‌کند بیش از حد مجاز نسبت ژنی‌اش نباشد. از آن طرف، والدین باید حواس خود را جمع کنند و مواظب تقلب و فریب باشند و گول نخورند. به‌ظاهر کار ساده‌ای است. اگر پدر و مادر بدانند که احتمال دارد بچه در مورد گرسنه بودن خودش دروغ بگوید، ممکن است از روش تغذیه‌ی یکسان برای همه و نه بیشتر از آن، استفاده کنند حتی اگر آن بچه داد و فریاد راه بیندازد. مشکلی که در اینجاست این است که شاید آن بچه دروغ نگوید، و اگر در نتیجه‌ی عدم تغذیه بمیرد، آن پدر و مادر مقداری از ژن‌های گرانبهای خود را از دست می‌دهند. پرندگان در محیط طبیعی بعد از فقط چند ساعت گرسنگی ممکن است بمیرند.

ع. صحاوی[1] شکل شیطانی خاصی از سوءاستفاده‌ی بچه‌ها را نشان داده است: بچه طوری فریاد می‌زند که عمداً توجه شکارگرها را به لانه جلب کند. بچه «می‌گوید» «روباه، روباه، بیا مرا بگیر»، تنها راه ساکت کردنش غذا دادن به

1. A. Zahavi

اوست. به این ترتیب به غذای بیشتر از سهم عادلانه‌اش می‌رسد و این را به بهای متوجه کردن خطر نسبت به خود به دست می‌آورد. اصلی که در این شیوه‌ی رفتار بی‌رحمانه پنهان است، همان است که یک هواپیما و با به کار می‌گیرد، در حالی که خودش درون هواپیماست، تهدید می‌کند که آن را منفجر خواهد کرد مگر اینکه باجی به او بدهند. من تردید دارم که به چنین عملی در تکامل برتری داده شود، نه به این خاطر که بسیار بی‌رحمانه است، بلکه از این جهت که اصلاً شک دارم نفعی برای آن بچه‌ی سوءاستفاده کن داشته باشد. اگر واقعاً سر و کله‌ی یک شکارگر پیدا شود، او خیلی چیزها را از دست می‌دهد. این قضیه در مورد یک تک فرزند، موردی که خود صحاوی ملاحظه کرده، روشن است. مهم نیست مادرش قبلاً چقدر برای او مایه گذاشته باشد، او باید بیش از مادرش، به زندگی خود اهمیت بدهد، چون در مادر فقط نصف ژن‌های او وجود دارد. به علاوه، حتی اگر آن تهدید کن فقط یکی از یک دسته بچه‌ی آسیب‌پذیر باشد، که همه با هم در یک لانه‌اند باز این شیوه به صرفه نیست، زیرا او با هریک از آن خواهر یا برادرهایی که با او در معرض خطرند از نظر ژنی ۵۰ درصد مشترک است، و با خودش صددرصد. تصور من این است که این نظریه در صورتی درست درمی‌آید که آن شکارگر بنا به عادت، فقط بزرگ‌ترین جوجه‌ی یک لانه را ببرد. آن وقت برای جوجه‌ی کوچک‌تر، به صرفه است که به این طریق پای شکارگر را به لانه بکشاند، زیرا خودش با این کار زیاد به خطر نمی‌افتد. این قضیه شبیه این است که به جای منفجر کردن خودت، هفت‌تیر را روی سر برادرت بگذاری.

عجیب‌تر اینکه این شیوه‌ی ارعاب ممکن است برای یک جوجه‌فاخته به‌صرفه باشد. همان‌طور که همه می‌دانند، فاخته‌ی ماده در هریک از چند لانه‌ی پرندگان دیگر، یک تخم می‌گذارد و آن والدینِ بی‌خبر از همه‌جا روی آن تخم‌ها می‌نشینند. بنابراین یک جوجه فاخته با خواهر یا برادری که در کنارش پرورش یافته ژن مشترک ندارد. (بعضی از بچه فاخته‌ها، به‌دلایل رذیلانه‌ای که بعداً خواهیم گفت، برادر یا خواهر ناتنی ندارند. ولی حالا من فرض را بر این می‌گذارم که ما با یکی از آن گونه‌هایی سروکار داریم که برادران و خواهران رضاعی و بچه فاخته‌ها در کنار هم زندگی می‌کنند.) اگر بچه فاخته‌ای آن قدر بلند فریاد بکشد که

توجه شکارگران را جلب کند، چیز زیادی از دست داده است ــ زندگی‌اش را ــ اما مادر رضاعی او از او هم بیشتر بازنده است، شاید چهار بچه‌اش را از دست بدهد. بنابراین برای مادر به صرفه این است که به او بیشتر از سهمش غذا بدهد، و سودی که فاخته از این کار می‌برد شاید به خطرش بیارزد.

این یکی از مواردی است که بهتر است برای توجیه آن، به زبان رسمی ژن‌ها برگردیم، فقط برای اینکه به خود اطمینان دهیم که با این استعاره‌های انتزاعی زیاد از مرحله پرت نشده‌ایم. واقعاً این فرض که بچه فاخته با سر دادن فریاد «شکارگر، شکارگر، بیا من و همه‌ی خواهر برادرهایم را ببر» پدر و مادر ناتنی‌اش را تهدید می‌کند چه معنا دارد؟ به زبان ژنی به معنای چیزی است که در پایین می‌آید.

تعداد ژنِ بلند فریاد زدنِ فاخته در خزانه‌ی ژنی‌اش فراوان می‌شود زیرا فریاد بلند احتمال تغذیه شدن توسط والدین ناتنی را زیاد می‌کند. دلیل واکنش نشان دادن والدین به این فریادها این است که ژنِ پاسخ به این فریادها در خزانه‌ی ژنی گونه‌ی ناتنی منتشر شده است. دلیل انتشار آنها این بوده است که هر پدر و مادر رضاعی که به فاخته غذای اضافی ندادند، تعداد کمتری از بچه‌های خودشان را توانسته‌اند بزرگ کنند ــ تعدادی کمتر نسبت به آن پدر و مادرهای رقیبی که به فاخته‌هاشان غذای بیشتر داده‌اند. چنین است زیرا فریاد آن فاخته‌ها شکارگرها را به سوی لانه می‌آورد. گرچه احتمال اینکه ژن‌های فریاد نزن در نهایت سر از شکم شکارگر دربیاورند کمتر از ژن‌های فریادزن بود، ژن‌های فریاد نزن با دست نیافتن به آن سهم اضافی بیشتر مجازات می‌شدند: بنابراین ژن فریادزنی در خزانه‌ی ژنی فاخته پخش شد.

به دنبال استدلال انتزاعی‌تری که در بالا آمد، زنجیره‌ی مشابهی از استدلال ژنی نشان می‌دهد گرچه ژن چنین اخاذی کردنی احتمالاً در خزانه‌ی ژنی فاخته پخش می‌شود، اما بعید است که در خزانه‌ی ژنی یک گونه‌ی معمولی پخش شود، حداقل دلیلش این نیست که شکارگرها را جلب کرده است. البته، در یک گونه‌ی معمولی دلایل دیگری برای پخش شدن ژن فریاد زدن ممکن است وجود داشته باشد ــ همان‌طور که قبلاً دیدیم ــ و از قضا اثر آن جلب گاه گاهی شکارگران است. اما، در اینجا تأثیر گزینشی شکارگری، اگر وجود داشته باشد، در

این جهت است که فریادها را آرام‌تر کند. در مورد فرضی فاخته‌ها، اگرچه در ابتدا متناقض به نظر می‌رسد، اما تأثیر خالص شکارگر ممکن است این باشد که فریاد را بلندتر کند.

شاهدی وجود ندارد که به نحوی نشان دهد که آیا فاخته‌ها و دیگر پرنده‌هایی که به همان صورت انگلی جوجه‌اند، واقعاً از این روش اخاذی استفاده کنند. اما آنها هم یقیناً از سنگدلی چیزی کم ندارند. برای مثال، نوعی پرنده به‌نام «راهنمای کندوی عسل»[1]، مثل فاخته‌ها، در لانه‌ی پرنده‌های دیگر تخم می‌گذارد. جوجه‌ی «راهنمای کندوی عسل» به نوک تیز خمیده‌ای مجهز است. به‌محض اینکه از تخم بیرون می‌آید، وقتی چشمش هنوز باز نشده و بدنش بی‌پوشش و به عبارت دیگر ناتوان است، با نوک داس‌مانندش به برادر و خواهرهای ناتنی خود حمله و بدن آنها را تا حد مرگ پاره می‌کند: برادران مرده سر غذا رقابت نمی‌کنند. فاخته‌ی بریتانیایی هم با کمی تفاوت به همین نتیجه می‌رسد. زمان خوابیدن او روی تخم کوتاه است و بنابراین جوجه‌فاخته زودتر از برادر و خواهرهای هم‌لانه‌اش از تخم بیرون می‌آید. به محض اینکه بیرون آمد، چشم بسته و خودکار، اما با نتیجه‌ای کشنده، تخم‌های دیگر را از لانه بیرون می‌اندازد. می‌رود زیر یک تخم و آن را در گودی بین دو بال خود جا می‌دهد. بعد آهسته به لبه‌ی لانه نزدیک می‌شود، تخم را که بین برجستگی بال‌هایش نگه داشته، پرت می‌کند. با همه‌ی تخم‌ها همین کار را می‌کند، تا در لانه تنها او باشد و بنابراین همه‌ی توجه والدین ناتنی‌اش را به خود اختصاص دهد.

یکی از قابل توجه‌ترین چیزهایی که در سال گذشته متوجه شدم توسط ف. آلوارز[2]، ل. آریاس دورینا[3] و ه. سگورا[4] از اسپانیا گزارش شده بود. آنها توانایی والدین ناتنی بالقوه ــ قربانیان بالقوه‌ی فاخته ــ را بررسی می‌کردند تا مزاحم را پیدا کنند و بدانند تخم‌های فاخته است یا جوجه. در طی آزمایش، آنها تخم‌ها و جوجه فاخته‌ها، همچنین برای مقایسه، تخم‌ها و جوجه‌های گونه‌های دیگری مثل پرستو را وارد لانه‌ی زاغی می‌کردند. در یک مورد، جوجه‌پرستویی را درون

1. honeyguide 2. F. Alvarez 3. L. Arias de Reyna
4. H. Segura

لانه‌ی زاغی قرار دادند. روز بعد متوجه شدند یکی از تخم‌های زاغی روی زمین افتاده است. تخم نشکسته بود. بنابراین باز آن را برداشتند و سر جایش گذاشتند و زیر نظر گرفتند. چیزی که دیدند واقعاً شگفت‌آور بود. آن پرستوی کوچک، با رفتاری درست مثل جوجه‌فاخته، تخم را از لانه بیرون انداخت. بار دیگر آن تخم را سر جایش قرار دادند و باز دقیقاً همان اتفاق افتاد. جوجه پرستو، به روش فاخته، تخم را جایی بین دو برجستگی بالش نگه می‌داشت و عقب عقب تا لبه‌ی لانه می‌رفت، تا جایی که خود تخم به زمین می‌افتاد.

آلوارز و همکارانش، شاید از روی مصلحت، سعی نکردند این مشاهده‌ی تعجب‌آور را توضیح دهند. چگونه چنین رفتاری می‌توانست در خزانه‌ی ژنی پرستو تکامل یافته باشد؟ باید به چیزی در زندگی عادی پرستو مربوط می‌شد. به‌طور عادی جوجه پرستو سر از لانه‌ی زاغی درنمی‌آورد، به‌طور عادی پرستوها در هیچ جای دیگر جز لانه‌ی خودشان دیده نمی‌شوند. آیا ممکن بود این رفتار یک سازگاری ضد ـ فاخته باشد؟ آیا انتخاب طبیعی به سیاستِ ضد حمله در خزانه‌ی ژنی پرستو برتری می‌داد، ژنی برای کوبیدن فاخته‌ها با سلاح خودشان؟ به نظر می‌رسد واقعیت این است که معمولاً فاخته در لانه‌ی پرستو تخم نمی‌گذارد. شاید دلیلش همین باشد. بر اساس این نظریه، آن تخم زاغی که در آزمایش بود، به‌طور اتفاقی با چنان رفتاری مواجه شد، شاید به این دلیل که، مثل تخم فاخته‌ها، اندازه‌اش بزرگ‌تر از تخم پرستو بود. ولی اگر جوجه پرستو بتواند تفاوت بین یک تخم بزرگ و تخم‌های عادی پرستو را متوجه شود، یقیناً مادر او هم باید متوجه این تفاوت بشود. در این مورد چرا مادر این کار را انجام نمی‌دهد، این کار باید برای مادر راحت‌تر باشد تا برای جوجه؟ همین اعتراض به نظریه‌ای که در آن رفتار پرستو به‌طور عادی منجر به بیرون افتادن تخم‌های فاسد و دیگر آشغال‌های درون لانه می‌شود نیز وارد است. باز هم والدین می‌توانند آن را بهتر انجام دهند ــ و می‌دهند. این واقعیت که بیرون انداختن تخم از لانه که کاری سخت است و نیاز به مهارت دارد توسط جوجه پرستوی ضعیف انجام می‌شود. در حالی که یک پرستوی بالغ یقیناً آن را خیلی راحت‌تر انجام می‌دهد، مرا از دیدگاه آن والد، به این نتیجه می‌رساند که آن بچه ریگی به کفش دارد.

به نظر من احتمالاً توضیح این قضیه اصلاً ربطی به فاخته ندارد. ممکن

است از تصورش لرزه بر اندام بیفتد، اما آیا می‌شود بچه پرستوها با هم چنین کاری بکنند؟ از آن جایی که آنکه اول به دنیا می‌آید قصد دارد بر سر امکانات والدین با برادرها و خواهرهایی که هنوز به دنیا نیامده‌اند رقابت کند، این را به سود خود می‌بیند که زندگی‌اش را با بیرون انداختن یکی از تخم‌ها از لانه شروع کند.

نظریه‌ی لاک حد مطلوب میزان تخم‌گذاری را از دیدگاه والدین در نظر می‌گرفت. اگر من یک پرستوی مادر باشم، بهترین میزان جوجه‌گذاری از نظر من، مثلاً پنج تاست. اما اگر یک جوجه پرستو باشم، بهترین میزان جوجه‌گذاری از نظر من تعداد کمتری است، البته به شرطی که من هم یکی از آنها باشم! آن والد، مقدار معینی از امکانات را در اختیار دارد و می‌خواهد آن را به‌طور مساوی بین پنج جوجه‌اش تقسیم کند. اما هر جوجه انتظار سهمی بیش از یک‌پنجم خود را دارد. او بر خلاف فاخته، همه‌ی آن امکانات را نمی‌خواهد، زیرا با دیگر جوجه‌ها نسبت خویشاوندی دارد. ولی بیشتر از $\frac{1}{5}$ می‌خواهد. او می‌تواند با بیرون انداختن فقط یک تخم سهم خود را به $\frac{1}{4}$، و با بیرون انداختن یک تخم دیگر به $\frac{1}{3}$ برساند. با ترجمه به زبان ژنی، ژن برادرکُشی احتمالاً در لانه زیاد می‌شود، زیرا احتمال وجود آن در بدن فرد برادرکش صددرصد است، ولی احتمال وجودش در بدن قربانی او فقط ۵۰ درصد است.

اعتراض اصلی بر این نظریه اینکه بعید است باور کنیم کسی چنین رفتار سنگ‌دلانه‌ای را، اگر واقعاً رخ داده، دیده باشد. من هیچ توضیح متقاعدکننده‌ای برای آن ندارم. در جاهای مختلف دنیا، نژادهای متفاوتی از پرستو زندگی می‌کند: می‌گویند نژاد فرانسوی با انگلیسی فرق دارد. از بعضی جهات، نژاد فرانسوی به‌اندازه‌ی نژاد انگلیسی مورد مشاهده‌ی دقیق قرار نگرفته، ولی من فکر می‌کنم احتمالاً برادرکشی وجود دارد ولی به آن توجه نکرده‌اند.

دلیل من برای بیان چنین نظر غیرمحتملی، مانند فرضیه‌ی برادرکشی، در اینجا این است که می‌خواهم به یک نکته‌ی کلی برسم. و آن اینکه رفتار بی‌رحمانه‌ی بچه فاخته فقط یک حالت افراطی از رفتاری است که احتمالاً در میان خانواده‌ها جریان دارد. برادرهای تنی نسبت نزدیک‌تری به هم دارند تا فاخته به برادرخوانده‌هایش، اما این تفاوت کمّی و از نظر درجه است. حتی اگر

نتوانیم باور کنیم که چنین برادرکشی آشکاری بتواند تکامل یابد، باید موارد زیادی از خودخواهی‌های خفیف وجود داشته باشد، که در آنها هزینه‌ای که آن بچه، به‌صورت خسارت وارده به خواهر و برادرهایش، می‌پردازد، در مقابل سودی که نصیبش می‌شود بیش از دو به یک است، و به آن می‌چربد. در چنین مواردی، مثل مورد زمان از شیر گرفتن، یک تضاد منافع واقعی بین والد و فرزند وجود دارد.

در نبرد بین نسل‌ها چه کسی احتمال برنده شدنش بیشتر است؟ ر.د. الکساندر در مقاله‌ی جالبی می‌گوید این سوآل یک پاسخ کلی دارد. بر اساس نظر او والد همیشه برنده است. اما اگر چنین باشد، خواندن این فصل کتاب برای شما وقت هدر دادن است. اگر نظر الکساندر درست باشد موضوع جالب برای ما به قرار زیر است. برای مثال، رفتار ایثارگرانه تکامل می‌یابد، نه به دلیل اینکه به منفعت ژن‌های خود فرد است، بلکه چون فقط به نفع ژن‌های والدین اوست. به‌قول الکساندر، دستکاری والدین از نظر تکاملی علت دیگری برای رفتار ایثارگرانه است، جدا از آن انتخاب خویشاوند که صریح و بی‌شائبه است. بنابراین لازم است استدلال الکساندر را به دقت مطالعه کنیم و کاملاً متوجه باشیم که اشتباه او در کجاست. در واقع این کار را باید به شکل ریاضی انجام داد، اما ما با پرهیز از کاربرد مستقیم ریاضیات در این کتاب، امکان ارائه‌ی اِشکال نظر الکساندر را به‌صورت یک مفهوم حسی فراهم آورده‌ایم.

نکته‌ی اصلیِ مربوط به ژن در این نقل‌قول تلخیص شده است: «فرض کنید بچه‌ای... باعث توزیع نابرابر امکانات به نفع خودش شود، و به این ترتیب در کل، تولیدمثل مادر را کاهش دهد. ژنی که به این ترتیب شایستگی[1] یک فرد را، وقتی که جوان است، بهتر می‌کند، نمی‌تواند در بزرگسالی او سطح آن را بیشتر نیاورد، زیرا چنین ژن جهش‌یافته‌ای در بخش رو به افزایشی از زادگان آن فرد جهش یافته وجود خواهد داشت.» این امر که الکساندر ژنی را که اخیراً جهش یافته مورد توجه قرار می‌دهد نکته‌ی اساسی استدلال او نیست. بهتر است ژن کمیابی را در نظر بگیریم که از یکی از والدین به ارث رسیده است. «شایستگی»

1. Fitness

از نظر فنی به معنای خاص موفقیت در تولیدمثل است. لب مطلب الکساندر این است. ژنی که باعث می‌شود بچه‌ای در کودکی به چیزی بیش از سهم خود به بهای کل برونداد‌ی که پدرش و مادرش از نظر تولیدمثل دارند چنگ بزند، در واقع احتمال زنده ماندن خودش را بیشتر می‌کند. ولی سزای این کار را وقتی می‌بیند که خودش یک والد شده باشد، زیرا فرزندانش که احتمالاً همان ژن خودخواه را به ارث برده‌اند، باعث می‌شوند که او از نظر موفقیت کلی در تولیدمثل اُفت کند. او در چاهی که خود کنده است می‌افتد. بنابراین چنین ژنی موفق نیست و والدین احتمالاً همیشه برنده‌ی این مبارزه‌اند.

این استدلال باید فوراً تردیدی در ماه برانگیزاند، زیرا بر مبنای یک عدم تقارن ژنی است که در واقع موجودیت ندارد. الکساندر طوری از واژه‌های «والد» و «فرزند» استفاده می‌کند که گویی تفاوت ژن اساسی بین آنها وجود دارد. همان‌طور که دیدیم، گرچه عملاً بین والد و فرزند تفاوت‌هایی هست، مثلاً والدین بزرگ‌تر از فرزندان هستند، و بچه‌ها از بدن آنها بیرون می‌آیند، ولی در واقع هیچ عدم تقارن بنیادینی وجود ندارد. از هر طرف که نگاه کنید، میزان خویشاوندی ۵۰ درصد است. برای به تصویر کشیدن منظورم، گفته‌ی الکساندر را تکرار می‌کنم، البته با جابه‌جا کردن واژه‌های «والد» و «بچه» و دیگر کلمه‌ها در صورت لزوم. فرض کنید یک والد ژنی دارد که باعث توزیع یکنواخت امکانات والدین می‌شود. ژنی که به این صورت شایستگی یک فرد را، وقتی والد است، بهتر می‌کند، نمی‌تواند سطح شایستگی او را، در کودکی پایین نیاورده باشد.» به این ترتیب به نتیجه‌ای می‌رسیم مخالف نظر الکساندر، به اینکه در هر تضاد بین والد/فرزند، احتمالاً فرزند برنده است.

معلوم است که اشکالی در اینجا وجود دارد. هردو استدلال بیش از حد ساده شده‌اند. هدف من از این نقل‌قول وارونه شده اثبات نظری مخالف الکساندر نیست، فقط می‌خواهم نشان دهم نمی‌توان به آن صورت مصنوعاً غیرمتقارن استدلال کرد. هم استدلال الکساندر و هم استدلال من از بابت نگاهی که از دیدگاه یک فرد دارند دارای اشکال است، الکساندر از دیدگاه والد و من از دیدگاه فرزند. به باور من وقتی از اصطلاح فنی «شایستگی» استفاده می‌کنیم، به راحتی این اشکال پیش می‌آید. به همین دلیل من از کاربرد این واژه در این کتاب پرهیز

کردم. در واقع فقط یک چیز وجود دارد که دیدگاهش در تکامل مطرح است و آن ژن خودخواه است. ژنی که در بدن کودک است، به خاطر توانایی در گول زدن والدین برگزیده می‌شود؛ ژن‌های بدن والدین به خاطر توانایی در زرنگی کردن با بچه‌ها انتخاب می‌شوند. در این امر که ژن‌های یکسانی به ترتیب در بدن کودک و والد جا می‌گیرند متناقض نیست. ژن‌ها به خاطر توانایی‌شان در بهترین استفاده از اهرم قدرتی که در اختیار دارند برگزیده می‌شوند: آنها از فرصت‌های مناسب به سود خود استفاده می‌کنند. وقتی یک ژن در بدن یک بچه نشسته است، فرصتی که برای استفاده در اختیار دارد متفاوت است با وقتی که آن ژن در بدن یک والد است. بنابراین سیاست مطلوب او در این دو مرحله از زندگی متفاوت است. دلیلی ندارد مانند الکساندر فرض کنیم که آن سیاست دوم باید اولی را از میدان به در کند.

از راه دیگری هم می‌توان در مخالفت با الکساندر استدلال کرد. او از یک سو، عدم تقارن نادرستی را در رابطه‌ی والدین/فرزند فرض می‌گیرد و از سویی آن را بین خواهر/برادر فرض می‌گیرد. یادتان باشد، بر اساس نظر تریورز، بهایی که یک بچه‌ی خودخواه برای گرفتن سهم بیشتر می‌پردازد، به خطر انداختن خواهر و برادرهایش است. اما خواهر و برادر مورد خاصی از خویشاوندی با نسبت ۵۰ درصد اند. ارزش بچه‌ی آینده‌ی خود آن بچه‌ی خودخواه برای او از خواهر و برادرهایش نه بیشتر و نه کمتر است. بنابراین باید کل هزینه‌ی خالصی که بابت چنگ زدن به امکانات بیش از سهم عادلانه‌ی خود وجود دارد، واقعاً اندازه‌گیری شود ــ نه فقط بر حسب خواهر و برادرهایی که از دست می‌رود، بلکه با فرزندان آینده‌ای که با خودخواهی‌های خود نسبت به هم از دست می‌روند. نظر الکساندر در مورد اِشکال انتشار خودخواهی یک کودک به فرزندانش، و به این ترتیب کم کردن برونداد تولیدمثلی او در درازمدت به خوبی قابل درک است، اما فقط به این معنی که باید در معادله‌ی‌مان آن را به طرف هزینه‌ها اضافه کنیم. برای یک بچه تا وقتی خودخواه بودن به صرفه است که سود خالصی که گیرش می‌آید حداقل دوبرابر خرجی باشد که روی دست خویشان نزدیکش می‌گذارد. اما نه فقط خواهر و برادر، بلکه فرزندان آینده را نیز باید از خویشان محسوب کرد. هر فرد باید ارزش رفاه خود را دوبرابر ارزش رفاه برادران خود بداند، که فرض اصلی تریورز

است. اما او باید به خودش هم دوبرابر هریک از فرزندان آینده‌اش بها دهد. این نتیجه‌گیری الکساندر که در این تضاد منافع، امتیازی به‌نفع والدین کارسازی شده است، صحیح نیست.

الکساندر علاوه بر این مطلب اساسی در مورد ژن، استدلال‌های واقعی‌تری دارد که ریشه در عدم تقارن حتمی در رابطه‌ی والد و فرزند دارد. والد یک شریک فعال است، کسی است که عملاً برای به دست آوردن غذا و بقیه‌ی چیزها کار می‌کند، و بنابراین در جایگاهی است که سرنخ را در دست دارد. اگر والد تصمیم بگیرد امکانات خود را پس بگیرد، فرزند کاری نمی‌تواند بکند، چون کوچک‌تر است نمی‌تواند انتقام‌جویی کند. بنابراین والد در موقعیتی است که بی‌توجه به خواست فرزند اراده‌ی خود را تحمیل می‌کند. معلوم است که این بحث نادرست نیست، چون در این مورد، آن عدم تقارن فرضی واقعاً وجود دارد. والدین واقعاً از بچه‌ها بزرگ‌تر، قوی‌تر و دنیادیده‌ترند. به نظر می‌رسد همه‌ی ورق‌های خوب را در دست دارند. اما بچه‌ها هم چند برگ برنده در آستین دارند. مثلاً، می‌شود غذا را به‌طور کاملاً مساوی بین آنها تقسیم کرد، اما بهترین صورت این است که به آنها که بهتر از غذا استفاده می‌کنند، کمی بیشتر داد. بهترین حالت برای والد این است که هر بچه به او بگوید چه اندازه گرسنه است و همان‌طور که دیدیم به نظر می‌رسد چنین نظامی تکامل یافته است. اما بچه‌ها در موقعیتی هستند که می‌توانند راحت دروغ بگویند، چون دقیقاً می‌دانند چقدر گرسنه‌اند، در حالی که والد آنها فقط حدس می‌زند که آنها راست می‌گویند یا نه. تقریباً برای والد فهمیدن دروغ‌های کوچک غیرممکن است، گرچه احتمالاً دروغ‌های شاخدار را می‌فهمد.

باز دوباره، خوب است والد بداند که کودکش چه وقت خوشحال است، و برای بچه خوب است که شاد بودن خود را به پدر یا مادرش نشان دهد. نشانه‌هایی مثل آرام صدا دادن و لبخند زدن شاید به این دلیل برگزیده شده‌اند که به والدین می‌فهمانند کدام کارشان بیشتر به بچه‌ها بهره می‌رساند. دیدن بچه‌ای که می‌خندد، صدای خرخر آرام یک بچه گربه، برای هر مادر رضایت‌بخش و تأییدکننده است، به همان مفهومی که غذا در معده‌ی موشی که در راهروهای تو درتوست تأییدکننده است. اما همین که لبخند شیرین یا خرخر بلند او رضایت والد را نشان داد، دیگر بچه در موقعیتی قرار دارد که می‌تواند با استفاده از لبخند

یا خرخر والد را به میل خود بچرخاند و از امکانات او بیش از سهم عادلانه‌ی خود طلب کند.

بنابراین، برای این سوآل که چه کسی برنده‌ی نبرد بین نسل‌هاست هیچ پاسخ کلی وجود ندارد. آنچه نهایتاً حاصل می‌شود آمیزه‌ای از وضعیت مطلوب موردنظر فرزند و وضعیت مطلوب موردنظر والدین است. این کشمکش با کشمکش بین فاخته و پدر مادر ناتنی‌اش قابل مقایسه است. ولی به یقین به آن شدت هولناک نیست، زیرا دو دشمن از نظر ژنی منافع مشترکی دارند ــ دشمنی آنها حد و مرز دارد، یا فقط در زمان‌های حساسی پیدا می‌شود. با این حال، بچه‌ی خود فرد ممکن است بسیاری از روش‌هایی را که فاخته به کار می‌برد، مثل گول زدن و سوءِاستفاده کردن را به کار گیرد، ولی دیگر آن اندازه خودخواهی ندارد که در فاخته می‌بینیم.

این فصل، و فصل بعد، که در آن تضاد بین زوج‌ها را مورد بحث قرار می‌دهیم، ممکن است بسیار بدبینانه جلوه کند و شاید حتی بعضی پدر و مادرها را که خود را وقف بچه‌ها و وقف همدیگر کرده‌اند، نگران کند. من بار دیگر تأکید می‌کنم که صحبت از انگیزه‌های آگاهانه نیست. هیچ‌کس نمی‌گوید که بچه‌ها عمداً و دانسته پدر و مادر خود را گول می‌زنند چون ژن خودخواه در درونشان است. تکرار می‌کنم، وقتی چیزی می‌گویم مثل «بچه باید هیچ فرصتی برای تقلب، دروغ، فریب و سوءاستفاده را از دست ندهد»، واژه‌ی «باید» را به مفهوم خاصی به کار برده‌ام. من از این نوع رفتار به عنوان یک رفتار اخلاقی یا رفتار مطلوب جانبداری نمی‌کنم. فقط این را می‌گویم که انتخاب طبیعی بچه‌هایی را که به این صورت رفتار کنند برمی‌گزیند و اینکه به این ترتیب، با مشاهده‌ی جمعیت‌ها در محیط‌های طبیعی، باید انتظار دیدن تقلب و خودخواهی را در خانواده داشته باشیم. عبارت «بچه باید تقلب کند» یعنی در خزانه‌ی ژنی به ژن‌هایی که بچه را به تقلب وامی‌دارد برتری داده می‌شود. اگر بشود یک درس اخلاقی از آن گرفت، این است که ایثارگری را باید به بچه‌ها یاد داد، این‌طور نیست که جزئی از سرشت ذاتی‌شان باشد.

فصل نهم

جنگ میان دو جنس (نر و ماده)

وقتی بین والد و فرزند که ۵۰ درصد ژن همدیگر را دارند تضاد منافع وجود دارد، تضاد بین جفت‌ها که هیچ نسبتی با یکدیگر ندارند تا چه حد باید شدیدتر باشد؟ تنها چیز مشترک آنها ۵۰ درصد سهم ژنی است که در فرزند مشترکشان دارند. از آنجا که هم پدر و هم مادر به موفقیتِ نیمه‌های متفاوتی در آن بچه‌ی مشترک علاقه‌مند هستند، همکاری در بزرگ کردن او به سود هردوی آنهاست. اگر یک والده با کوتاهی در سرمایه‌گذاری برابر از امکاناتش، خود را کنار بکشد، چندان ضرر نمی‌کند، زیرا می‌تواند با مایه گذاشتن برای بچه‌هایی که از شریک‌های جنسی دیگر پیدا می‌کند ژن‌های خودش را منتشر کند. بنابراین می‌شود این‌طور در نظر گرفت که هر طرف سعی دارد از طرف دیگر سوءاستفاده کند و او را به سرمایه‌گذاری بیشتر وادارد. در مطلوب‌ترین حالت، آنچه یک فرد «می‌خواهد» (منظورم لذت جسمی نیست، گرچه این هم ممکن است باشد) این است که با بیشترین تعداد از اعضای جنس مخالف آمیزش و سپس آنها را ترک کند و بگذارد او بچه‌ها را بزرگ کنند. همان‌طور که خواهیم دید، این وضعیت در مورد نرهای بعضی گونه‌ها دیده می‌شود، اما در برخی گونه‌های دیگر نرها مجبورند بخشی از بار سنگین پرورش بچه‌ها را به دوش بکشند. این برداشت از شراکت نر و ماده، به عنوان رابطه‌ای که در آن سوءاستفاده و عدم اعتماد دوجانبه است، به ویژه مورد تأکید تریورز بوده است. این موضوع از نظر رفتارشناسان بحث نسبتاً جدیدی است. قبلاً تصور ما از رفتار جنسی، آمیزش، و معاشرتِ قبل از آن، معمولاً یک همکاری با منافع دوجانبه و حتی به‌خاطر صلاح‌گونه‌ها بود!

بیایید یک‌راست به اصل اول برگردیم و ذات اصلی نر بودن و ماده بودن را مورد سوآل قرار دهیم. در فصل سوم درباره‌ی جنسیت صحبت شد بدون اینکه به عدمِ تقارنِ اساسیِ آن اشاره شود. پذیرفتیم که بعضی حیوانات نـر و بـعضی دیگر را ماده می‌نامیم بدون آنکه بپرسیم در واقـع مـعنی ایـن واژه‌هـا چـیست. خوب، جوهره‌ی نر بودن چیست؟ مفهوم تأنیث در اصل چیست؟ برای ما که از پستاندارانیم، جنسیت با همه‌ی نشانگان خاص خود ــ داشتن آلت تناسلی نـر، زایمان، شیر دادن از غده‌های مخصوص، بعضی ویژگی‌های کروموزومی، و غیره ــ تعریف می‌شود. این ضوابط برای تعیین جنس فردی که پستاندار است به کار می‌آید، اما برای کل جانوران و گیاهان چندان معتبر نیست، مثل این است که از شکل شلوار یک انسان بخواهیم در مورد جنسیت او اظهارنظر کنیم. به عـنوان مثال، در قورباغه، در هیچ‌یک از دوجنس آلت تناسلی خاصی وجود ندارد. شاید در آنجا واژه‌های نر و ماده دیگر آن مفهوم عام خود را نداشته باشند. البته اینها واژه‌اند و اگر در توصیف قورباغه‌ها به درد نخورند به راحتی می‌توانیم از خیرشان بگذریم. اگر دوست داشته باشیم می‌توانیم به‌صورت قراردادی قورباغه‌ها را بـه جنس ۱ و جنس ۲ تقسیم کنیم. اما یک ویـژگی اسـاسی در جـنسیت است کـه می‌شود آن را در همه‌ی گیاهان و جانوران مبنای جدا کردن نر و ماده از هم قرار داد و برچسب نر بودن را روی نر و برچسب ماده بودن را روی ماده زد. و آن این است که سـلول‌های جـنسی یـا «زامـه[1]»هـای نـر خـیلی ریـزتر و پـرشمارتر از «زامه‌های» ماده است. این امر هم در مورد گـیاهان و هـم در جـانوران صـادق است. یک دسته از افراد سلول‌های جنسی‌شان درشت است و راحت‌تر این است که آنها را ماده بنامیم. گروه دیگر، که به‌خاطر راحتی نـر مـی‌نامیم، سـلول‌های جنسی‌شان ریزتر است. این تفاوت به‌ویژه در خزندگان و پرندگان آشکار است، در آنها هر تخم یک سلول بزرگ است، آن قدر بزرگ و سرشار از مواد مغذی که می‌تواند چندهفته غذای یک نوزادِ در حال رشد را تأمین کند. حتی در انسان‌ها که تخمک با میکروسکوپ دیده می‌شود، باز هم بارها از اسپرم درشت‌تر است. همان‌طور که خواهیم دید شاید بتوانیم تمام تفاوت‌های دیگر بین این دو جنس

1. Gamete

را ناشی از این تفاوت اساسی بدانیم.

در بعضی زیستمندان ابتدایی، مثلاً بعضی قارچ‌ها، نوعی تولیدمثل جنسی رخ می‌دهد ولی نر بودن و یا ماده بودنی ملاحظه نمی‌شود. در نظامی که به جورزامی[1] مشهور است افراد به دوجنس قابل تفکیک نیستند. هر کدام می‌تواند با یکی دیگر بیامیزد. این‌طور نیست که دو نوع متفاوت زامه ـ اسپرم و تخمک ـ وجود داشته باشد، بلکه همه‌ی سلول‌های جنسی مانند هم‌اند و جورزامه[2] نامیده می‌شوند. از لقاح دو جورزامه افراد جدیدی تشکیل می‌شوند که هرکدام با تقسیم «میوزی» ایجاد شده‌اند. اگر سه جورزامه A، B و C را داشته باشیم، A می‌تواند با B یا C بیامیزد و B می‌تواند با A یا C بیامیزد. در نظام‌های جنسی عادی هرگز چنین وضعیتی وجود ندارد. اگر A اسپرم باشد و بتواند با B یا C بیامیزد، آن وقت B و C باید تخمک باشند و B نمی‌تواند با C ترکیب شود.

وقتی دو جورزامه ترکیب می‌شوند، هردو به تعداد مساوی ژن و همچنین مقدار برابری از ذخیره‌ی غذایی را در فرد جدید به شراکت می‌گذارند، اسپرم و تخمک هم تعداد مساوی ژن را به شراکت می‌گذارند، اما تخمک از نظر مواد غذایی سهم خیلی بیشتری در این شراکت دارد: درواقع، اسپرم اصلاً نقشی ندارد فقط با سعی هرچه بیشتر ژن‌ها را به یک تخمک می‌رساند. بنابراین در لحظه‌ی باروری سهم شراکت پدر در این سرمایه‌گذاری کمتر از یک مشارکت عادلانه (یعنی ۵۰ درصد) است. از آنجا که اسپرم‌ها بسیار ریزند و هر نر در روز می‌تواند میلیون‌ها از آن را بسازد، پس بالقوه می‌تواند در زمان بسیار کوتاهی تعداد بی‌شماری فرزند، با استفاده از ماده‌های متفاوت، تولید کند. چون در هر مورد، مادر غذای کافی برای جنین تأمین می‌کند. بنابراین، این وضع تعداد بچه‌هایی را که یک ماده می‌تواند داشته باشد محدود می‌کند. اما تعداد بچه‌هایی که یک نر عملاً می‌تواند داشته باشد نامحدود است. و از اینجا داستان بهره‌گیری از ماده شروع می‌شود.

پارکر[3] و همکارانش نشان داده‌اند چگونه تکامل این عدم تقارن می‌تواند ناشی از یک وضعیت جورزامی اولیه باشد. در ایامی که همه‌ی سلول‌های جنسی

---

1. isogamy 2. isogamete 3. Parker

کم و بیش هم‌اندازه بودند و به جای هم به کار می‌رفتند، بعضی سلول‌ها به‌طور اتفاقی کمی درشت‌تر از بقیه بود. از بعضی نظرها، یک جورزامه‌ی درشت به جورزامه‌ی ریز برتری داشت، زیرا جنین خود را، با ذخیره‌ی غذایی بیشتری تغذیه می‌کرد و بنابراین شروع خوبی را برای آن رقم می‌زد. به این ترتیب، احتمالاً روند تکامل در جهت جورزامه‌های درشت‌تر پیش رفت. اما اشکالی در بین بود. تکامل جورزامه‌های درشت‌تر از حد لازم، راه را برای بهره‌جویی خودخواهانه از آنها بازمی‌کرد. آنها که جورزامه‌هایی کوچک‌تر از حد متوسط تولید می‌کردند می‌توانستند از این وضع به نفع خود استفاده کنند، البته در صورتی که مطمئن می‌شدند جورزامه کوچکشان با آن جورزامه درشت‌تر ترکیب می‌شود. و این با واداشتن جورزامه ریز به جابه‌جایی سریع‌تر و پرجنب وجوش در جست‌وجوی جورزامه درشت مقدور می‌شد. فردی که جورزامه ریز و با حرکت سریع می‌ساخت این امتیاز را داشت که تعداد زیادی از آنها را بسازد و در نتیجه تعداد فرزندان بالقوه‌اش بسیار زیاد باشد. انتخاب طبیعی به تولید سلول‌های جنسی که کوچک و سریع در جست‌وجوی جورزامه درشت و پیوند با آن بودند، برتری داد. بنابراین ما می‌توانیم دو «راهبرد» تکامل جنسیتی جداگانه را در نظر بگیریم. یکی راهبرد «صادقانه» با سرمایه‌گذاری زیاد است. وجود این راهبرد راه را برای یک راهبرد منفعت‌طلبانه با سرمایه‌گذاری کم باز کرد. این دو راهبرد در پیشروی در مسیر خود از هم فاصله گرفتند و این روند با شدت ادامه یافت. آنها که اندازه‌ی‌شان متوسط و بینابین بود تنبیه می‌شدند زیرا از امتیازات هریک از آن دو راهبردهای افراطی‌تر محروم بودند. سوءاستفاده‌گرها اندازه‌ها را کوچک و کوچک‌تر و سرعت حرکت را بیشتر کردند. درستکارها به تدریج اندازه‌ها را درشت و درشت‌تر کردند، می‌خواستند میزان رو به کاهش سهم سوءاستفاده‌گرها را جبران کنند، و چون همواره آن سوءِاستفاده‌گرهای پرجنب وجوش دنبالشان بودند، بی‌حرکت شدند. هر درستکاری «ترجیح» می‌دهد با یک درستکار دیگر بیامیزد. اما فشار انتخاب برای دور کردن سوءاستفاده‌گرها ضعیف‌تر از آن فشاری بود که سوءاستفاده‌گرها را به برانداختن موانع زیر آنها چیزهای بیشتری برای از دست دادن داشتند، بنابراین در نبرد برای تکامل پیروز شدند. درستکارها شدند تخمک، سوءاستفاده‌گرها شدند اسپرم.

بنابراین، به نظر می‌رسد نرها افراد بسیار بی‌ارزشی باشند بر مبنای ساده‌ی «صلاح‌گونه‌ها» شاید انتظار داشته باشیم که تعدادشان کمتر از تعداد ماده‌ها باشد. چون هر نر بر این اساس می‌تواند آن قدر اسپرم تولید کند که یک حرمسرای دارای ۱۰۰ ماده را بس باشد، می‌شود فرض کرد که در جمعیت حیوانات تعداد ماده در مقابل نر باید ۱۰۰ به یک باشد. به شکل دیگر می‌شود این‌طور بیان کرد که، برای هر گونه، نر بیشتر یک موجود «یک‌بار مصرف» و ماده موجودی «باارزش‌تر» است. البته اگر از یک دیدگاه کلی به یک گونه نگاه کنیم، این نظر کاملاً صحیح است. در یک نمونه‌ی افراطی، در بررسی در مورد فیل‌های دریایی، ۴ درصد نرها ۸۸ درصد همه‌ی جفت‌گیری‌های مورد مشاهده را پوشش می‌دادند. در این موارد و در بسیاری موارد دیگر، تعداد زیادی نر مازاد وجود دارد که احتمالاً هرگز در سراسر عمر فرصت جفت‌گیری نصیبشان نمی‌شود. اما از جنبه‌های دیگر، زندگی این نرها عادی است، و منابع غذایی جمعیت خود را همان‌قدر مصرف می‌کنند که دیگر بزرگسالان آن جمعیت. از دید کسی که به «صلاح‌گروه» معتقد است، این کار اسراف و هدر دادن است: احتمالاً باید آن نرهای مازاد را انگل اجتماع دانست. این فقط یکی از مشکلاتی است که نظریه‌ی انتخاب گروه با آن مواجه است. برعکس آن، نظریه‌ی ژن خودخواه، در توضیح اینکه چرا تعداد نرها و ماده‌ها برابرند، حتی وقتی که در عمل نرهای تولیدمثل‌گر فقط بخش کوچکی از کل تعداد نرها باشند، مشکلی ندارد. نخستین‌بار ر.آ. فیشر[1] این موضوع را توضیح داد.

این مسئله که چه تعداد نر و چه تعداد ماده به دنیا می‌آیند حالت خاصی از یک مشکل در راهبرد والدین است. درست همان‌طور برای والدی که می‌خواست بقای ژنش را به بیشترین حد ممکن برساند در مورد حد مطلوب اندازه‌ی خانواده بحث کردیم، اکنون می‌توانیم درباره‌ی نسبت مطلوب بین دو جنس بحث کنیم. آیا بهتر است آدم ژن‌های گرانبهای خود را در پسر به ودیعه بگذارد یا در دختر؟ بر فرض مادری همه‌ی ژن‌های خود را در پسرها سرمایه‌گذاری کرده و بنابراین چیزی به دختر نداده باشد: آیا در مجموع او، در مقایسه با رقیبی که روی دخترها

1. R.A. Fisher

سرمایه‌گذاری کرده، در خزانه‌ی ژنی آینده سهام بیشتری خواهد داشت؟ آیا ژنِ ترجیحِ پسر کم‌شمارتر یا پرشمارتر از ژن ترجیح دختر است؟ فیشر نشان داد که این نسبت در شرایط عادی، پایدار و ۵۰:۵۰ است. برای درک علت آن باید اول کمی از سازوکار تعیین جنسیت اطلاع پیدا کنیم.

در پستاندارن، تعیین جنسیت از نظر ژنی به‌صورت زیر است. همه‌ی تخمک‌ها این استعداد را دارند که به موجود نر یا ماده تبدیل شوند. و این اسپرم است که کروموزوم‌های تعیین‌کننده‌ی جنسیت را می‌آورد. نیمی از اسپرم‌هایی که توسط مرد تولید می‌شود ماده‌ساز یا اسپرم‌های X هستند. و نیم دیگر نرساز یا اسپرم Y اند. این دو نوع اسپرم به هم شباهت دارند. تفاوتشان فقط از نظر یک کروموزم است. ژنی که باعث می‌شود پدری فقط دختر داشته باشد، با واداشتن او به اینکه فقط اسپرم X بسازد به هدف خود می‌رسد. ژنی که باعث می‌شود مادری فقط دختر داشته باشد، کاری می‌کند که مادر یک اسپرم‌کُش خاص ترشح کند، یا جنین‌های مذکر را سقط کند.

ما می‌خواهیم به چیزی که تعادل یک راهبردِ از نظرِ تکاملی پایدار (ESS) باشد برسیم، گرچه در اینجا، حتی بیش از فصلی که درباب خشونت بود، راهبرد فقط صورت کلمه است. هیچ فردی نمی‌تواند جنسیت بچه‌هایش را انتخاب کند. اما قادر به انتخاب ژن‌هایی است که به داشتن این یا آن جنس گرایش دارند. اگر فرض کنیم چنین ژن‌هایی، که در خدمت نسبت‌های نابرابر از دوجنس‌اند، وجود داشته باشند، آیا ممکن است یکی از آنها در خزانه‌ی ژنی پرشمارتر از آلل رقیبی شود که در خدمت نسبت جنسی برابر است؟

فرض کنید در فیل‌های دریایی که قبلاً ذکر شد، یک ژن جهش یافته بروز کند که باعث شود والدین دختران بیشتری داشته باشند. چون در آن جمعیت اصلاً کمبود نر وجود ندارد، آن دخترها در یافتن جفت به مشکلی برنمی‌خورند و ژن دختردار منتشر می‌شود. ممکن است بعد در آن جمعیت به تدریج نسبت جنسیت به سوی بیشتر شدن و مازاد بودن ماده‌ها میل کند. از دیدگاه صلاح‌گونه‌ها، مشکلی پیدا نمی‌شود، زیرا چنان که دیدیم فقط چند نر می‌توانند اسپرم لازم برای همه‌ی آن ماده‌ها را فراهم کنند. بنابراین، به‌ظاهر ممکن است این انتظار پیدا شود که ژن دخترساز آن قدر به انتشار خود ادامه دهد که تعادل

نسبت دو جنس به حدی کم شود که چند نر باقی‌مانده، با تلاش بی‌وقفه‌ی خود فقط بتوانند سروته اوضاع را جمع کنند. ولی حالا در نظر بیاورید آن چند پدر و مادری که صاحب فرزند پسرند از چه امتیاز ژنی جانانه‌ای برخوردار می‌شوند. هرکس که سرمایه‌اش را روی پسر صرف می‌کند از این بخت بلند برخوردار است که پدر یا مادربزرگ فیل‌های آبی زیادی باشد. آنها که غیر از دختر تولیدی ندارند، به یقین از تعداد کمی نوه محروم نیستند ولی این در مقایسه با امکان ژنی درخشانی که در به روی پسرداران گشوده است چیزی به حساب نمی‌آید. بنابراین، ژن پسرسازی رو به افزایش می‌گذارد و عقربه به عقب برمی‌گردد.

من برای ساده نشان دادن به حرکت عقربه اشاره کردم. درواقع، به این عقربه اجازه داده نمی‌شود، در یک طرف، در جهت حاکمیت ماده‌ها، زیاد پیش برود، زیرا به محض اینکه نسبت جنس‌ها نابرابر شود، فشار برای داشتن پسر جهت آن را عوض می‌کند. راهبردِ تولیدِ پسر و دختر به تعداد برابر راهبردی است که از نظر تکاملی پایدار است، به این معنا که اگر ژنی از آن تخلف کند کاملاً ضرر می‌کند.

من داستان را از نظر تعداد پسر در مقابل تعداد دختر گفتم، ولی این کار برای آسان کردن مطلب بود، به شکل دقیق‌تر باید آن را از نظر سرمایه‌گذاری والدین بیان کنیم، یعنی همه‌ی آن غذا و امکانات دیگری را که والدین باید فراهم کنند، باید به آن شکل که در فصل قبل دیدیم اندازه‌گیری شود. والدین باید به‌طور مساوی برای دختر و پسر **سرمایه‌گذاری** کنند. این معمولاً یعنی از نظر تعداد، دختر و پسرشان برابر باشد. اما در صورتی که امکاناتی که صرف دختر و پسرها می‌شود نابرابر باشد ممکن است نسبت‌های جنسی نابرابری که از نظر تکاملی پایدار باشد نیز وجود داشته باشد. در مورد فیل دریایی، سیاست داشتن سه برابر دختر در مقابل یک پسر، اما ساختن یک اَبَر نر از هر پسر با سرمایه‌گذاری سه برابری غذا و هر چیز دیگر در او می‌تواند روش پایداری باشد. با صرف سرمایه‌ی بیشتر برای پسر و درشت و قوی کردن او، والد ممکن است امکانات او را در دست‌یابی به یک حرمسرا بیشتر کند. اما این یک مورد خاص است... معمولاً سرمایه‌ای که برای پسر گذاشته می‌شود تقریباً به مقدار سرمایه‌ای است که صرف دختر می‌شود و نسبت جنس‌ها، از نظر تعداد، معمولاً یک به یک است.

بنابراین، یک ژن معمولی، طی سفر طولانی‌اش درگذر از نسل‌ها، تقریباً

نصف عمرش را در بدن نرها و نصف دیگر را در بدن ماده‌ها می‌گذراند. بعضی ژن‌ها اثر خود را فقط در بدن یک جنس نشان می‌دهند. آن را اثر ژن‌های محدود به جنس[1] می‌نامند. ژنی که طول آلت تناسلی نر را کنترل می‌کند اثرش را فقط در بدن‌های نر آشکار می‌کند، اما در بدن ماده‌ها هم وجود دارد و ممکن است اثر کاملاً متفاوتی در آن داشته باشد. دلیلی نیست که مرد نتواند امکان داشتن آلت بلند را از مادر به ارث ببرد.

ژن در هریک از دو نوع بدن که باشد، انتظار ما این است که بهترین استفاده را از فرصت‌های موجود در آن بکند. این فرصت‌ها بسته به اینکه بدن نر یا بدن ماده باشد با هم فرق دارند. برای آسانی کار، یک بار دیگر می‌توانیم فرض را بر این بگذاریم که بدن هر فرد یک ماشین خودخواه است که برای ژن‌هایش از هیچ کوششی فروگذار نمی‌کند. برای چنین ماشین خودخواهی اگر نر باشد بهترین سیاست یک چیز است، اگر ماده باشد چیزی دیگر و کاملاً متفاوت. برای ایجاز، ما بار دیگر قرار می‌گذاریم از افراد طوری صحبت کنیم که انگار آگاهانه هدفی در نظر دارند. مثل قبل، در پس ذهن خود می‌دانیم که کلمات را به بازی گرفته‌ایم. در واقعیت هر بدن ماشینی است که ژن‌های خودخواهش کورکورانه آن را برنامه‌ریزی کرده‌اند.

بار دیگر آن جفتی را که در ابتدای فصل آمدند در نظر بیاورید. هردو شریک، به عنوان ماشین‌های خودخواه «می‌خواهند» تعداد دختر و پسرهایشان برابر باشد. تا اینجا با هم مشکلی ندارند. جایی که به اختلاف برمی‌خورند این است که چه کسی بار اصلی بزرگ کردن هریک از بچه‌ها را به دوش بکشد. هر فرد میل دارد حتی‌الامکان تعداد بیشتری بچه داشته باشد. هرچه مقدار سرمایه‌گذاری او روی یک بچه کمتر باشد، می‌تواند تعداد آنها را بیشتر کند. معلوم است راه رسیدن به این وضعیت این است که شریک جنسی خود را ترغیب کند تا بیش از سهم لازم خود برای بچه‌ها مایه بگذارد و خودش را آزاد بگذارد که از شریک‌های جنسی دیگر بچه‌های دیگری داشته باشد. این راهبرد برای هر دو جنس راهبرد مطلوبی است اما نیل به آن برای ماده مشکل‌تر است. چون مادر

1. Sex limited genes effect

در ابتدا با یک تخم بزرگ پر از مواد غذایی سرمایه گذاری بیشتری مـی‌کند، از همان لحظه‌ی لقاح مایه‌ی خیلی بیشتری از پدر برای بچه سرمایه گذاشته است. اگر آن بچه بمیرد، او خیلی بیشتر از پدر ضرر می‌کند. و مهم‌تر اینکه **بعد** از **این** هم او باید بیشتر از پدر مایه بگذارد تا بچه‌ی دیگری را به سن آن بچه برساند. اگر او بچه را به امید پدر می‌گذاشت و خودش با نرهای دیگر سرگرم می‌شد، ممکن بود پدر، با هزینه‌ی نسبتاً کمی برای خود، تلافی کند و بچه را بـه امـان خـدا رهـا می‌کرد. بنابراین، دست‌کم در مراحل اولیه‌ی رشد بچه، اگر قـرار بـه گـذاشـتن و رفتن باشد احتمالاً این پدر است که مادر را می‌گذارد و می‌رود، نه برعکس.

به همین ترتیب، انتظار می‌رود ماده بیش از نر برای بچه‌ها سرمایه‌گـذاری کند، نه فقط در بدو امر، بلکه در سراسر دوران رشد. به این ترتیب، برای مثال در پستانداران این ماده است که جنین را در بدن خود می‌پرورد، شیر درست می‌کند که بچه بعد از به دنیا آمدن بخورد، و زحمت بزرگ کردن او را به گردن می‌گیرد. جـنس مـاده مـورد بـهره‌برداری واقـع مـی‌شود و از نـظر تکـاملی بـنیان ایـن سوءاستفاده بر این واقعیت بنا شده که تخمک از اسپرم درشت‌تر است.

البته در گونه‌های زیادی پدر سخت کار می‌کند و با مهربانی و بردباری از بچه مراقبت می‌کند. با این حال باید این انتظار را داشت که به‌طور مـعمول فشـاری روی نرهاست که برای هر بچه کمی کمتر مایه بگذارند و سعی کنند از ماده‌های دیگر بچه‌های دیگری داشته باشند. منظورم این است که ژنی در خزانه‌ی ژنی موفق به حساب می‌آید که در او این تمایل باشد که بگوید «بدن، اگر نر هستی کمی زودتر از اینکه آلل رقیب من مجبورت کند، جفت خود را رها کن و دنـبال ماده دیگری برو.» دامنه‌ی این فشار تکاملی در گونه‌های مختلف بسیار متفاوت است. در بسیاری، مثلاً مرغ بهشتی، اصلاً هیچ کمکی از طرف نر به ماده‌ی داده نمی‌شود و او به تنهایی بچه‌هایش را بزرگ می‌کند. گونه‌های دیگری مانند کیتی ویک‌ها[1] با تک‌همسری پیوندهای بسیار وفـادارانـه‌ای بـرقرار مـی‌کنند و هـردو شریک در بزرگ کردن بچه‌ها همکاری دارند. در ایـنجا بـاید فـرض را بـر ایـن بگذاریم که جریان در جهت مخالف فشار تکامل وجود دارد: باید بـرای راهـبرد

1. Kitiwakes نوعی پرنده‌ی دریایی

سوءاستفاده از شریک جنسی علاوه بر منفعتی که همراه آن است یک نوع مجازات هم مقرر شده باشد و در کیتی ویک این مجازات بر آن منفعت می‌چربد. در هر صورت برای پدر فقط در صورتی به صرفه است که زن و بچه را رها کند، که آن زن به احتمال زیاد بتواند به تنهایی بچه‌ها را بزرگ کند.

تریورز صورت‌های مختلفی از واکنش یک مادر رها شده را در نظر گرفته است. بهترین کار برای او این است که نر دیگری را بفریبد و بگذارد او بچه‌اش را بزرگ کند و فکر کند بچه‌ی خودش است. اگر بچه هنوز به دنیا نیامده باشد این کار زیاد مشکل نیست. البته، با اینکه بچه نیمی از ژن‌های آن مادر را دارد، از ژن‌های آن پدر گول خورده چیزی در او نیست. انتخاب طبیعی این گول خوردن را در نرها به شدت مجازات می‌کند و درواقع نرهایی را ترجیح می‌دهد که سعی می‌کنند هر فرزندخوانده‌ی بالقوه‌ای را که درون همسر جدیدشان است از بین ببرند. به احتمال زیاد این توجیه همان پدیده‌ای است که اثر بروس[1] نام دارد: موش‌های نر یک ماده‌ی شیمیایی ترشح می‌کنند که وقتی به مشام ماده‌ی باردار برسد جنین‌اش را سقط می‌کند، ولی فقط در صورتی جنین سقط می‌شود که آن بو با بوی جفت قبلی‌اش فرق داشته باشد. به این ترتیب موش نر فرزندخوانده‌های بالقوه‌اش را می‌کشد و موجب می‌شود جفت ماده‌اش فقط پذیرای پیشروی‌های جنسی او باشد. جالب اینکه، آردری اثر بروس را سازوکاری برای کنترل جمعیت به حساب می‌آورد! یک مثال مشابه این، شیرهای نری هستند که وقتی وارد یک گله‌ی جدید می‌شوند، گاهی شیرهای کوچک را می‌کشند، شاید به این خاطر که بچه‌ی خودشان نیست.

نر می‌تواند بدون اینکه لزوماً فرزندخوانده‌ها را بکشد به همان نتیجه برسد. می‌تواند با قرار دادن یک دوره‌ی طولانی آشنایی، قبل از آمیزش با ماده، همه‌ی نرهایی را که به او نزدیک می شوند دور کند، و مانع گریز او از خود شود. به این ترتیب می‌تواند صبر کند و ببیند آیا او در زهدان خود، از کس دیگر بچه‌ای دارد و اگر چنین بود، رهایش کند. ما در پایین خواهیم دید چرا ممکن است یک ماده طالب این باشد که یک دوره‌ی طولانی «نامزدی» قبل از آمیزش داشته باشد. نر

1. Bruce effect

هم به دلایلی می‌تواند خواستار آن باشد. به‌شرطی که ماده را از همه‌ی نرهای دیگر دور نگه دارد، می‌تواند از اینکه **نادانسته بانی خیر شود و بچه‌ی نر دیگری را بزرگ کند** جان سالم به در ببرد.

اگر آن ماده‌ی تنها مانده نتواند نر جدیدی را فریب دهد که بچه‌اش را بپذیرد، آن وقت تکلیف چیست؟ بیشتر به سن بچه بستگی دارد. اگر تازه نطفه بسته شده باشد، درواقع درست است که او یک تخمک تمام و شاید چیزی بیشتر را سرمایه‌گذاری کرده باشد، ولی هنوز برایش به صرفه این است که جنین را سقط و هرچه زودتر جفت جدیدی پیدا کند. در این شرایط برای هردو طرف، او و شوهر جدید بالقوه‌اش، این بهتر است که بچه سقط شود، چون ما فرض را بر این گذاشتیم که امیدی نیست او بتواند نر را فریب دهد تا بچه را بپذیرد. این توضیحی است برای اینکه چرا اثر بروس از نظر ماده‌ها کارآمد است. انتخاب دیگری که ماده می‌تواند داشته باشد این است که جان خود را کف دست بگیرد و به تنهایی بچه را بزرگ کند. این مخصوصاً وقتی بچه بزرگ باشد به صرفه است. هرچه بزرگ‌تر باشد، یعنی سرمایه‌ای که تاکنون صرف او شده بیشتر است و نیاز به سرمایه‌ی کمتری است تا کار پرورش او به انجام برسد. حتی اگر هنوز کاملاً کوچک باشد، شاید باز برای مادر این به صرفه باشد که سعی کند همان چیزی را که در ابتدا سرمایه‌گذاری کرده جمع وجور کند، حتی اگر مجبور شود در این وضعیت که شوهر او گذاشته و رفته است برای تأمین غذای آن بچه دوبرابر کار کند. این برای آن زن تا حدی ناخوشایند است که نیمی از ژن‌های فرزندش متعلق به آن نر است، و می‌تواند با رها کردن بچه، از او انتقام بگیرد. اما کینه‌توزی فایده‌ای ندارد. حالا نیمی از ژن‌ها و تمامِ مشکلِ بچه از آن اوست.

عجیب اینکه، شاید یک سیاست معقول برای ماده‌ای که در معرض خطر تنها رها شدن است این باشد که جلوتر از نر دست به کار شود و از پیش نر برود. این می‌تواند به نفعش باشد، حتی اگر تا آن موقع او بیشتر از نر برای بچه مایه گذاشته باشد. حقیقت ناخوشایند این است که در برخی شرایط شریکی که قبل از طرف مقابل می‌گذارد و می‌رود، چه مادر باشد چه پدر امتیازی دارد. بنا به گفته‌ی تریورز، شریکی که ترکش کرده‌اند در مخمصه‌ی آزاردهنده‌ای گیر می‌افتد. این یک بحث ترسناک ولی بسیار ظریف است. می‌شود تصور کرد شریکی را در

لحظه‌ای که با خود بگوید: «این بچه حالا به‌قدر کافی بزرگ شده که ما هرکدام به تنهایی بتوانیم از او نگهداری کنیم. بنابراین به‌نفع من است که حالا بگذارم و بروم، البته به‌شرطی که مطمئن باشم شریکم بچه را تنها نمی‌گذارد. اگر من حالا بروم، شریک من هر کاری که به نفع ژن‌هایش باشد می‌کند. تصمیمی که او باید بگیرد خیلی حادتر از تصمیمی است که من گرفته‌ام، زیرا شریکم "می‌داند" اگر او هم بگذارد و برود بچه از بین می‌رود. بنابراین با فرض اینکه تصمیم شریک خودخواه من به‌نفع ژن‌هایش است، من به این نتیجه می‌رسم که بهترین کار این است که اول من او را ترک کنم. مخصوصاً چون ممکن است شریک من هم این فکر مرا در سر داشته باشد و شاید هر لحظه در این کار از من جلو بزند!» مثل همیشه، این گفت‌وگوی با خود را برای نشان دادن مطلب آورده‌ایم. نکته این است که در انتخاب به ژنِ اول ترک کردن برتری داده می‌شود فقط به این دلیل که برای دوم ترک کردن نیست.

ما بعضی از کارهایی را از نظر گذراندیم که ممکن است ماده‌ای که جفتش او را ترک کرده انجام دهد. اما در همه‌ی آنها این حال و هوا وجود داشت که در شرایطی ناگوار بهترین کار ممکن انجام می‌گیرد. آیا اصلاً راهی برای ماده وجود دارد که کمتر مورد سوءاستفاده قرار گیرد؟ ماده برگ برنده‌ای در دست دارد. او می‌تواند از آمیزش خودداری کند. در بازار معامله، او خواهان دارد. علتش هم این است که جهیزیه‌اش کم نیست، تخمکی است پر از مواد غذایی. نری که با او جفت می‌شود، به ذخیره‌ی غذایی باارزشی برای فرزند خود دست یافته است. ماده در شرایطی است که می‌تواند، قبل از آمیزش، کاملاً نرخ خود را بالا ببرد. بعد از جفت شدن برگ برنده‌اش رو شده است. تخمک را به نر تحویل داده است. می‌توانیم در مورد شرایط سفت و سخت معامله بسیار صحبت کنیم، ولی خوب می‌دانیم حقیقت امر چیز دیگری است. آیا در واقع هیچ چیزی وجود دارد که معادل آن چانه‌زنی سفت و سخت باشد و توسط انتخاب طبیعی در راه تکامل پیش برود؟ من دو امکان اصلی را مورد بررسی قرار می‌دهم که یکی راهبرد سعادت خانوادگی[1] نام دارد و دیگری راهبرد هیکل مردانه.[2]

---

1. domestic-bliss strategy

ساده‌ترین روایت از راهبرد سعادت خانوادگی چنین است: ماده نر را برانداز می‌کند و سعی می‌کند نشانه‌هایی حاکی از وفاداری و دلبستگی او به خانه و زندگی در او بیابد. یقیناً همه‌ی نرهای آن جمعیت از نظر آمادگی برای اینکه شوهر وفاداری بشوند یکسان نیستند. اگر ماده‌ها بتوانند این خصوصیت را پیشاپیش تشخیص دهند، با انتخاب همسری که از آن برخوردار است به نفع خود عمل کرده‌اند. یک راه برای ماده این است که در اول کار مدتی خود را سنگین نگه دارد و ناز و عشوه کند. هر نری که صبوری لازم را برای کشیدن ناز او تا رسیدن به زمان رضایت به جفت‌گیری نداشته باشد، احتمالاً شوهر وفاداری نخواهد بود. با اصرار روی یک دوره‌ی طولانی نامزدی، ماده از خواستگاران دیگر خود چشم می‌پوشد و فقط با آن نری که وفاداری خود را پیشاپیش اثبات کرده آمیزش می‌کند. ناز و حیای جنس مؤنث در واقع در بسیاری از حیوانات دیده می‌شود. همان‌طور که قبلاً هم دیدیم، یک نامزدی طولانی می‌تواند به نفع مرد هم باشد، چون او را هم از این خطر که بزرگ کردن بچه‌ی نر دیگری به گردنش بیفتد، می‌رهاند.

مراسم معاشرت قبل از ازدواج اغلب شامل سرمایه‌گذاری‌هایی قبل از آمیزش از طرف نر است. ماده ممکن است به آمیزش رضا ندهد مگر وقتی که نر برایش لانه‌ای ساخته باشد یا او را به‌اندازه‌ی کافی تغذیه کند. البته از نظر آن ماده این کار بسیار خوب است، اما روایت دیگری هم از راهبرد «سعادت خانوادگی» ممکن است وجود داشته باشد. آیا ماده می‌تواند نر را مجبور کند در دوران قبل از آمیزش آن‌قدر سرمایه‌گذاری کند که بعد از آن دیگر برایش به‌صرفه نباشد که بگذارد و برود؟ فکر جالبی است؟ نری که حوصله می‌کند تا بالأخره ماده راضی به جفت‌گیری با او شود، دارد هزینه‌ای صرف می‌کند: او از موقعیت آمیزش با ماده‌های دیگر چشم‌پوشی و انرژی و وقت زیادی را صرف جلب محبت آن ماده می‌کند. بالأخره زمانی که اجازه‌ی نزدیکی با آن ماده‌ی موردنظرش را دریافت می‌کند، به ناچار خود را کاملاً به او اختصاص می‌دهد. وقتی می‌داند بعد از این هم به هر ماده‌ای که نزدیک شود باید همین تشریفات و امروز و فردا

---

2. he-man strategy

کردن‌ها طی شود تا به اصل موضوع برسد، دیگر انگیزه‌ی چندانی برای ترک او ندارد.

همان‌طور که در مقاله‌ای نشان داده‌ام، در اینجا در استدلال تریورز اشکالی وجود دارد. او فکر می‌کند سرمایه‌گذاری اولیه که فرد را وادار می‌کند برای آینده هم سرمایه‌گذاری کند. این از نظر اقتصادی بی‌پایه است. هرگز یک اهل تجارت نمی‌گوید «چون قبلاً فلان‌قدر (مثلاً) در شرکت هواپیمایی کنکورد سرمایه‌گذاری کرده‌ام، دیگر نمی‌توانم کنار بکشم.» در عوض همیشه حتی اگر قبلاً سرمایه‌ی کلانی را صرف کرده باشد می‌خواهد بداند آیا برایش بهتر است جلو ضرر آینده را بگیرد و از خیر آن برنامه بگذرد؟ به همین ترتیب، اینکه ماده‌ای بخواهد نری را مجبور به سرمایه‌گذاری زیاد کند به این قصد که او نتواند بعداً خودش را کنار بکشد، کار بیهوده‌ای است. این روایت از راهبرد سعادت خانوادگی به یک فرض مهم دیگر بستگی دارد. و آن اینکه باید اطمینان داشت که اکثریت ماده‌ها همین روش را در پیش می‌گیرند. حال اگر ماده‌های هرزه‌ای در آن جمعیت باشند که به نرهای جفت رها کرده روی خوش نشان دهند، آن وقت برای آن نرها می‌صرفد که جفت خود را رها کنند، مهم نیست چقدر برای بچه‌ها، مایه گذاشته باشند.

بنابراین بیشتر به این بستگی دارد که رفتار اکثریت ماده‌ها چطور باشد. اگر ما نقشه چینی‌های پنهانی ماده‌ها را منظور کنیم مشکلی وجود نخواهد داشت. اما این نقشه‌ی ماده‌ها از نظر تکاملی بُردی ندارد. چنان که در فصل پنجم هم دیدیم که راهبرد کبوتر راه به جایی نمی‌برد؛ در عوض، ما باید دنبال یافتن راهبردهایی باشیم که از نظر تکاملی پایدارند. بگذارید از روش تحلیلی که مینارد اسمیت در مورد رقابت‌های خشونت‌آمیز به کار برد استفاده کنیم و آن را در مورد نر و ماده به کار ببریم. این قضیه کمی پیچیده‌تر از مورد عقاب و کبوتر است، زیرا ما دو راهبرد برای ماده و دو راهبرد برای نر خواهیم داشت.

همان‌طور که در بررسی مینارد اسمیت آمده بود، واژه‌ی «راهبرد» به برنامه‌ی یک رفتار ناآگاهانه و غیرهدفمند، اطلاق می‌شود. دو راهبرد مربوط به مؤنث‌ها **باحیا**[1] و **هرزه**[2] نام دارند و دو راهبرد مذکرها **وفادار**[3] و **هوسباز**[4] نامیده می‌شوند.

---

1. Coy

قواعد رفتاری این ۴ نوع به قرار زیر است. ماده‌ی باحیا با نری آمیزش نمی‌کند مگر پس از یک مدت طولانی. شاید چند هفته، قبل از آن را به ناز و بازارگرمی گذرانده باشد. ماده‌ی هرزه فوری با هر نری جفت می‌شود. نرهای وفادار حاضرند مدت زیادی به معاشرت قبل از آمیزش بگذرانند و بعد از جفت‌گیری با آن ماده بمانند و در بزرگ کردن بچه‌ها یاورش باشند. نرهای هوسباز زود حوصله‌شان سرمی‌رود، اگر ماده با آنها آمیزش نکند، می‌روند دنبال ماده‌ی دیگری می‌افتند؛ بعد از آمیزش هم مثل پدرهای خوب نیستند که پیش آن ماده بمانند، بلکه دنبال ماده‌های تر و تازه‌ترند. همان‌طور که در مورد راهبرد عقاب و کبوتر بود، اینها تنها راهبردهای ممکن نیستند، با وجود این، بررسیِ سرانجامِ کار تا حدی قضیه را روشن می‌کند.

مانند مینارد اسمیت، ما از یک مقدار دلبخواه فرضی برای تعیین هزینه‌ها و منافع استفاده می‌کنیم. در صورت کلی، می‌شود آنها را با علایم جبری نشان داد، ولی فهمیدن اعداد راحت‌تر است. فرض کنید وقتی بچه‌ای با موفقیت بزرگ شود، بازده ژنی‌اش برای هر والد او ۱۵ + باشد. هزینه‌ی بزرگ کردن بچه، همه‌ی غذاهایی که خورده، همه‌ی زمانی که صرف نگهداری‌اش شده و همه‌ی خطرهایی که به خاطر او و والدش پذیرفته روی هم ۲۰ـ باشد. این هزینه منفی است زیرا توسط والد «پرداخت» می‌شود. هزینه‌ی هدر رفتن وقت در دوران طولانی نامزدی هم منفی است. آن را هم ۳ـ واحد در نظر بگیریم.

فرض کنید جمعیتی داریم که در آن همه‌ی ماده‌ها باحیا و همه‌ی نرها وفادارند. این یک جامعه‌ی تک‌همسری مطلوب است. در هر زوج، متوسط بازدهی نر و ماده برابر است. هر بچه‌ای که بزرگ کنند برای آنها ۱۵ + امتیاز دارد. هزینه‌ی پرورش (۲۰ـ) بین آنها مساوی تقسیم می‌شود و برای هر کدام ۱۰ـ است. هردویشان برای تلف کردن وقت در دوره‌ی طولانی نامزدی با امتیاز ۳ـ مجازات می‌شوند. بنابراین به‌طور متوسط بازدهِ هرکدام می‌شود: ۲ + = ۳ ـ ۱۰ـ ۱۵+ .

حالا فرض کنید یک ماده‌ی مجردِ هرزه وارد جمعیت شود. کار و بارش خوب

---

2. Fast 3. Faithful 4. Philanderer

است. هزینه‌ای برای معطلی نمی‌پردازد، زیرا اهل نامزدی طولانی نیست. از آنجا که همه‌ی نرهای جمعیت باوفایند، او با هرکس که جفت شود، پدر خوبی برای بچه‌هایش پیدا کرده است. متوسط بازده او برای هر بچه ۵+ = ۱۰ـ۱۵ است. سه امتیاز از رقیبان باحیا خود پیش است. بنابراین ژن هرزه بودن سریع پخش می‌شود.

اگر موفقیت ماده‌های هرزه چنان زیاد باشد که حاکمیت فراگیر به دست ایشان بیفتد، در اردوگاه نرها هم اوضاع تغییر می‌کند. تا اینجا، نرهای وفادار یک امتیاز انحصاری داشتند. اما حالا اگر یک نر هوسباز در آن جمعیت پیدا شود، کار و بار او بهتر از رقیبان باوفایش خواهد بود. در جمعیتی که ماده‌های آن همه هرزه‌اند، یک نر هوسباز مورد زیادی برای انتخاب دارد. اگر بچه‌ای با موفقیت بزرگ شود به او ۱۵+ امتیاز می‌رسد، بدون اینکه هیچ یک از آن دو هزینه‌ی دیگر را پرداخته باشد. در کل نپرداختن آن دو هزینه برای او به این معنی است که آزاد است فرار کند و با ماده‌های جدید روی هم بریزد. هریک از زوجه‌های نامراد او به تنهایی با بچه‌ی خود سروکله می‌زند و همه‌ی هزینه‌ی ۲۰ـ آن را می‌پردازد. هرچند از او هم بابت اتلاف وقت دوره‌ی نامزدی امتیازی کم نمی‌شود. ماده‌ی هرزه‌ای که با مرد هوسبازی جفت شود بازدهش ۵ـ= ۲۰ـ۱۵ + است؛ بازده خود آن مرد هوسباز ۱۵ + است. در جمعیتی که همه‌ی ماده‌ها هرزه‌اند، ژن نرهای هوسباز، مانند آتش سرکش، سریع پخش می‌شود.

اگر آن هوسبازها آن‌قدر با موفقیت زیاد شوند که در بخش نرهای جمعیت به حاکمیت برسند، زنان هرزه در بد مخمصه‌ای خواهند افتاد. و هر ماده‌ی باحیایی امتیاز بارزی خواهد داشت. اگر یک ماده‌ی محجوب به مرد هوسبازی بر بخورد، حاصل کار هیچ است. ماده روی نامزدی طولانی پافشاری می‌کند، نر حوصله‌ی نمی‌کند و دنبال ماده‌ی دیگری می‌رود: هیچ‌کدام هزینه‌ی اتلاف وقت را نمی‌پردازند. به هیچ‌کدام هم چیزی نمی‌رسد، چون بچه‌ای تولید نشده است. به این ترتیب در جمعیتی که نرهایش همه هوسبازند امتیاز ماده‌ی باحیا صفر است. ممکن است صفر عددی به شمار نیاید، ولی از ۵ـ بهتر است که میانگین امتیاز برای ماده‌ی هرزه است. حتی اگر ماده‌ی هرزه‌ای تصمیم بگیرد، بعد از اینکه جفت هوسبازش او را رها کرد، بچه‌اش را ترک کند با وجود این به اندازه‌ی یک

تخمک گرانبها هزینه کرده است. بنابراین در آن جمعیت ژن‌های باحیا دوباره رو به افزایش می‌گذارد.

برای تکمیل این چرخه‌ی فرضی، وقتی تعداد ماده‌های باحیا آن‌قدر زیاد شود که فراگیر باشند، نرهای بی‌بند و باری که با ماده‌های بی‌قید و بند ایام را به خوشی می‌گذراندند، کم کم احساس می‌کنند در مضیقه‌اند. ماده‌ها یکی بعد از دیگری اصرار به نامزدی طولانی دارند. و نرهای هوسباز از ماده‌ای به ماده‌ی دیگر پناه می‌برند. و همه جا جواب یکی است. وقتی همه‌ی ماده‌ها باحیا باشند، بازدهی خالص برای نر هوسباز صفر است. ولی اگر تنها یک نر باوفا پیدا شود، او تنها کسی است که ماده‌های باحیا با او می‌آمیزند. بازده خالص او ۲+ و بهتر از بازده مردان هوسباز است. بنابراین، ژن‌های وفاداری رو به افزایش می‌گذارند، و به این صورت چرخه‌ی ما کامل می‌شود.

همان‌طور که در تحلیل پرخاشگری دیدیم، این داستان را طوری تعریف کردم که انگار یک‌نوسان بی‌پایان است. اما، باز مثل همان مورد، می‌توان نشان داد که نوسانی در کار نیست. این نظام به سوی یک وضعیت پایدار میل می‌کند. اگر محاسبه را انجام دهید، معلوم می‌شود جمعیتی که $\frac{5}{6}$ آن را ماده‌های باحیا و $\frac{5}{8}$ آن را نرهای وفادار تشکیل دهند از نظر تکاملی باثبات است. البته این محاسبه فقط برای آن اعدادی است که ما در ابتدا به‌صورت قرارداد تعیین کردیم، اما به راحتی می‌شود برای هر فرض دلبخواه دیگر نیز نسبت پایدار را به دست آورد.

لزومی ندارد که دو نوع ماده‌ی متفاوت و دو نوع نر متفاوت را در نظر بگیریم. در تحلیل‌های مینارد اسمیت هم چنین نبود. اگر هر نر را در $\frac{5}{8}$ از زمان وفادار و بقیه را هوسباز و هر ماده را در $\frac{5}{6}$ از زمان باحیا $\frac{1}{6}$ آن هرزه در نظر بگیریم، ESS به همان اندازه پایدار خواهد بود. این ESS را به هر شکل در نظر بگیریم چنین مفهومی دارد. برای اعضای هریک از دو جنس، هر گرایش به انحراف از آن نسبت مناسب، با ایجاد یک تغییر بعدی در نسبت راهبردهای جنس مقابل مورد تنبیه قرار می‌گیرد، که آن هم به نوبه‌ی خود، آن ضرر را به منحرف شونده‌ی اولیه برمی‌گرداند. بنابراین آن وضعیت پایدار حفظ می‌شود.

می‌توانیم چنین نتیجه بگیریم که هر جمعیتی که عمدتاً شامل ماده‌های باحیا و نرهای وفادار باشد یقیناً در جهت تکامل پیش می‌رود. در چنین شرایطی

راهبرد «سعادت خانوادگی» واقعاً برای ماده‌ها مفید است. لازم نیست که بحث تبانی و نقشه‌چینی ماده‌های باحیا را مطرح کنیم. باحیا، در واقع، برای ژن‌های خودخواه یک ماده منفعت محسوب می‌شود.

ماده‌ها به شیوه‌های مختلف می‌توانند این راهبرد را عملاً پیش ببرند. قبلاً پیشنهاد کردم ممکن است یک ماده از آمیزش با نری که قبلاً لانه‌ای برایش نساخته، یا حداقل در ساختن لانه یاور او نبوده است، خودداری کند. در واقعیت قضیه از این قرار است که در بسیاری از پرندگانِ تک‌همسر آمیزش صورت نمی‌گیرد مگر اینکه لانه‌ای ساخته شده باشد. مفهوم این امر این است که در لحظه‌ی جفت‌گیری آن نر غیر از اسپرم‌های ناقابل، تا اندازه‌ای از چیزهای دیگر هم مایه گذاشته است.

تقاضای ساختن لانه از همسر آینده، یکی از راه‌های مؤثری است که ماده برای گیرانداختن نر به کار می‌برد. می‌شود این‌طور به حساب آورد که بر این اساس می‌تواند هر چیزی باشد که هزینه‌ی زیادی روی دست نر بگذارد، حتی اگر آن هزینه‌ی مستقیمی برای بچه‌ی به دنیا نیامده باشد. اگر تمام نرها را مجبور کنند کار سخت و پرهزینه‌ای، مثل کشتن اژدها یا صعود به فلان قله را انجام دهند تا اجازه‌ی آمیزش را دریافت کنند، از جنبه‌ی نظری می‌تواند وسوسه‌ی آن نر برای ترک کردن ماده بعد از جفت‌گیری را کاهش دهد. هر نری که در فکر ترک جفت خود است و می‌خواهد با ماده‌ی دیگری دست به کار پراکندن ژن‌های خود شود، این تصور که باید اژدهای دیگری را بکشد او را منصرف می‌کند. اما، در عمل احتمال اینکه ماده‌ها چنین کارهای قراردادی مثل کشتن اژدها یا رفتن دنبال جام مقدس را به خواستگارهایشان تحمیل کنند زیاد نیست. به این دلیل که یک رقیب آن ماده که خواسته‌ی کم‌زحمت‌تری داشته باشد، به‌طوری که کار موردنظر بیشتر به درد خود و بچه‌هایش بخورد دارای امتیاز است نسبت به آنهایی که ذهن رمانتیکی دارند، و انجام کارهای بی‌فایده‌ای را به نشانه‌ی عشق از خواهان خود طلب می‌کنند. شاید ساختن لانه مانند کشتن اژدها یا شنا در تنگه‌ی داردانل عاشقانه و رؤیایی نباشد ولی فایده‌اش از آنها بیشتر است.

کاری که قبلاً ذکر کردم، یعنی غذا گذاشتن به دهان ماده در دوران نامزدی،

نیز برای ماده خالی از فایده نیست. این کار اغلب در پرنده‌ی ماده نوعی بازگشت به دوران کودکی محسوب می‌شود، او با حالتی مانند یک جوجه پرنده، آن را از نر تقاضا می‌کند. این کار را برای پرنده‌ی نر خوشایند دانسته‌اند، به همان ترتیب که برای یک مرد دیدن لب‌های غنچه شده یا نوک زبانی حرف زدن یک زن بزرگ دلپسند است. آن پرنده‌ی ماده در آن زمان به تمام آن غذای اضافی که می‌گیرد نیاز دارد، زیرا در حال ذخیره‌سازی است تا بتواند تخم‌های درشت خود را تولید کند. تغذیه‌ی ماده توسط نر در دوران نامزدی احتمالا نشان‌دهنده‌ی سرمایه‌گذاری مستقیم نر در خود تخم‌هاست. و نتیجه‌اش این است که تفاوتِ نخستینِ سرمایه‌گذاری‌های دو والد روی بچه را کم کند.

همچنین بعضی حشرات و عنکبوت‌ها پدیده‌ی تغذیه‌ی دوران قبل از آمیزش را به نمایش می‌گذارند. از آنجا که، مثل مورد آخوندک، نر در معرض این خطر است که توسط جفت خود که درشت‌تر است خورده شود، هر کاری که بتواند اشتهای ماده را کم کند به نفع نر است. به یک معنای ترس‌آور، آخوندک نر بیچاره قربانی فرزندانش می‌شود. به عنوان غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد تا به ساختن تخم‌هایی که بعداً توسط اسپرم‌های ذخیره‌شده‌ی خودش بارور خواهد شد کمک کرده باشد.

هر ماده‌ای که، اهل راهبرد سعادت خانوادگی است و فقط نرها را برانداز می‌کند و سعی دارد پیشاپیش ویژگی‌های حاکی از وفاداری را در آنها تشخیص دهد، خود را در معرض فریب قرار می‌دهد. هر نری که خود را یک مرد پایبند به خانواده جلوه می‌دهد اما در واقع بر روی گرایش شدید به رها کردن و بی‌وفایی سرپوش می‌گذارد، می‌تواند از امتیاز زیادی برخوردار شود. اگر زن‌های قبلی که او آنها را ترک کرده بتوانند بچه‌ها را بزرگ کنند، آن مرد هوسباز، در مقایسه با رقیبی که شوهر و پدر درستکاری است، ژن‌های بیشتری را منتقل می‌کند. در خزانه‌ی ژنی، به ژن‌هایی ارجحیت داده می‌شود که توسط مردان در گول زدن کارآمدند.

انتخاب طبیعی، برعکس، آن ماده‌هایی را ترجیح می‌دهد که این فریب‌ها را تشخیص دهند. یک راهشان این است که در دوره‌ی معاشرت قبل از ازدواج با یک نر جدید کاملاً حواسشان جمع باشد، اما در فصل‌های بعدی زادآوری کاملاً

آماده پذیرش پیشروی‌های جفت سال قبل باشند. این کار خودبه‌خود نرهای تازه‌کاری را که اولین فصل زادو ولد خود را تجربه می‌کنند سر جای خود می‌نشاند، چه اهل گول زدن باشند چه نباشند. بچه‌هایی که ماده‌ی بینوا در فصل اول تجربه‌ی خود به دنیا می‌آورد احتمالاً نسبت بالایی از ژن‌های پدر بی‌وفا را خواهند داشت، اما در سال‌های دوم و سال‌های بعدِ عمرِ مادران و پدران وفادار دست بالا را دارند. زیرا مجبور نیستند دوباره آن مراسم طولانی و پردردسر نامزدی را پشت‌سر بگذارند. اگر اکثر افراد یک جمعیت بچه‌های مادران باتجربه باشند، نه مادران خام ــ یک فرض منطقی در گونه‌ی دراز عمر ــ ژنِ پدرِ خوب و درستکار بودن در خزانه‌ی ژنی آن فراگیر خواهد شد.

برای اینکه مطلب را ساده کنم من نر را طوری در نظر گرفتم که یا کاملاً درستکار است یا کاملاً فریبکار. در واقعیت به احتمال زیاد در همه‌ی نرها، در واقع همه‌ی افراد، کمی فریبکاری وجود دارد، زیرا طوری برنامه‌ریزی شده‌اند که با بهره‌گیری از فرصت‌ها از جفتشان سوءِاستفاده کنند. انتخاب طبیعی توانایی هر شریک را برای یافتن عدم وفاداری در دیگری چنان تیز کرده است که به فریبکاری‌های در مقیاس بزرگ میدان چندانی داده نمی‌شود. نرها از دغلکاری سود بیشتری می‌برند تا ماده‌ها، و ما باید این انتظار را داشته باشیم که حتی در گونه‌هایی که نر تا حدی ایثارگری پدرانه بروز می‌دهد، تمایل او به کار کردن کمی کمتر از گرایش ماده‌ها به آن باشد و آمادگی‌اش برای در رفتن کمی بیشتر از ماده باشد. این حالت در پرندگان و پستانداران وضعیت عادی محسوب می‌شود.

اما گونه‌هایی وجود دارند که در آنها نر واقعاً بیشتر از ماده برای نگهداری از جوجه کار می‌کند. در میان پرندگان و پستانداران چنین مواردی از الطاف پدری به‌طور استثنایی کم است، اما در میان ماهیان این وضعیت بیشتر دیده می‌شود. علت چیست؟ این یک چالش برای نظریه‌ی ژن خودخواه محسوب می‌شد که مدت‌ها مرا به فکر واداشته بود. اخیراً یک راه‌حل ابتکاری برای آن توسط خانم ت.ر. کارلایل[1] پیشنهاد شده است. او به‌صورت زیر از مفهومی استفاده می‌کند که

1. T.R. Carlisle

تریورز آن را با عنوان «ظلم بی‌هدف»[1] بیان کرده است.

بسیاری از ماهی‌ها آمیزش نمی‌کنند بلکه فقط سلول‌های جنسی‌شان را در آب رها می‌کنند. باروری درون آبِ آزاد صورت می‌گیرد نه در بدن یکی از دو شریک. احتمالاً تولیدمثل جنسی در ابتدا چنین شروع شده است. از طرفی حیواناتی که روی زمین هستند مثل پرنده و پستاندار و خزنده، نمی‌توانند این نوع باروری خارج از بدن داشته باشند. زیرا سلول‌های جنسی‌شان نسبت به خشک شدن بسیار آسیب‌پذیرند. زامه‌های یک جنس ـ جنس نر، زیرا اسپرم‌ها حرکت دارند ــ وارد محیط مرطوب عضو آن جنس دیگر ــ ماده ــ می‌شوند. تا اینجا که واقعیت آشکاری است. حالا می‌رسیم به نظر او. بعد از جفت‌گیری، ماده‌ای که روی زمین زندگی می‌کند از نظر جسمی حامل رویان است. جنین درون بدن اوست. اگر او آن تخمک بارور شده را تقریباً همان لحظه رها کرده باشد، باز نر این فرصت را دارد که تصمیم به فرار بگیرد و ظلم بی‌هدف تریورز را بر او تحمیل کند و او را مجبور کند که بین رها کردن بچه و مرگ حتمیِ او یا ماندن و بزرگ کردن او یکی را برگزینند. بنابراین، در بین موجودات زمینی مراقبت مادرانه از مراقبت‌های پدرانه معمول‌تر است.

اما برای ماهی‌ها و دیگر جانوران آب‌زی اوضاع طور دیگری است. اگر نر با جسم خود اسپرم را وارد جسم جانور ماده نمی‌کند به این معنی نیست که ماده را رها کرده تا بچه را نگهدارد. هریک از دو شریک می‌تواند با گرفتن یک مرخصی کوتاه‌مدت آن دیگری را با تخم‌های تازه بارور شده تنها بگذارد. اما اینکه چرا نر بیشتر در معرض تنها ماندن با تخم‌ها قرار می‌گیرد دلیلی وجود دارد. به نظر می‌رسد احتمالاً بر سر اینکه کدامشان اول سلول جنسی خود را رها کند رقابتی پیدا می‌شود. شریکی که زودتر این کار را بکند از این امتیاز برخوردار می‌شود که بتواند رویان‌ها را به آن دیگری بسپارد و برود. از آن طرف، آنکه اول تخم خود را رها کرده در معرض این خطر است که شریک موردنظرش شاید نتواند بعد از او دنبال کار را بگیرد و همان کار را انجام دهد. در اینجا نر آسیب‌پذیر است، زیرا اسپرم‌ها سبک‌تر از تخمک‌ها هستند و بیشتر احتمال دارد گم و گور شوند. اگر

1. Cruel blind

ماده‌ای خیلی زود تخم بریزد، یعنی قبل از آنکه نر آماده باشد، چندان اشکالی پیش نمی‌آید چون تخمک‌ها، که به نسبت بزرگ و سنگین‌اند، احتمالاً مثل یک توده‌ی منسجم تا مدتی به هم می‌چسبند. بنابراین هر ماهی ماده می‌تواند خطر کند و اول تخم بریزد. ولی ماهی نر تن به این خطر نمی‌دهد چون اگر قبل از آماده شدن ماده اسپرم‌هایش را رها کند آنها در آب پراکنده می‌شوند و آن وقت ماده دیگر تخم‌ریزی نمی‌کند، چون این کار برای او به زحمتش نمی‌ارزد. به خاطرِ مشکلِ پراکنده شدنِ اسپرم‌ها، نر باید صبر کند تا ماده آماده شود، بعد اسپرم خود را روی تخم‌ها بریزد. اما برای ماده چندثانیه فرصت مغتنمی هست که ناپدید شود و نر را با تخم‌ها تنها بگذارد تا بر سر دوراهی تریورز گیر کند. این نظریه به این ترتیب خیلی روشن توضیح می‌دهد چرا مراقبت پدرانه در آب معمول و در خشکی کم است.

ماهی را رها می‌کنیم و برمی‌گردیم به دیگر راهبرد اصلی ماده‌ها، یعنی راهبرد هیکل مردانه. در گونه‌هایی که ماده‌ها این سیاست را در پیش می‌گیرند، نتیجه این می‌شود که قانع می‌شوند از پدر بچه‌شان کمکی دریافت نکنند و در عوض در تمام سال دنبال ژن‌های خوب بروند. بار دیگر از سلاح امتناع از آمیزش استفاده می‌کنند. با هر نری نمی‌آمیزند و قبل از دادن اجازه‌ی جفت‌گیری به نر بیشترین دقت و احتیاط را به عمل می‌آورند. بی‌شک بعضی نرها بیشتر از بقیه دارای ژن‌های خوب اند، ژن‌هایی که بتوانند بقای دختران و پسرانشان را بیشتر تضمین کنند. اگر یک ماده به نحوی، با استفاده از نشانه‌های قابل مشاهده، از خوب بودن ژن‌های یک نر سردرآورد، می‌تواند با پیوند ژن‌های خود به آن ژن‌های خوب پدری، به‌نفع ژن‌های خودش عمل کرده باشد. با استفاده از قیاسِ گروه‌های پاروزن، ماده می‌تواند این احتمال را که ژن‌هایش همسفر رفیق‌های ناجور شوند را به حداقل برساند. او می‌تواند هم قایقی‌های خوبی را برای ژن‌های خودش دست‌چین کند.

این احتمال هست که در مورد بهترین نر نظر اکثر ماده‌ها یکی باشد، چون همه از روی اطلاعات مشابهی قضاوت می‌کنند. بنابراین، نر خوش‌شانس بیشترین بهره از آمیزش نصیبشان می‌شود و به‌خوبی از پس وظیفه‌شان برمی‌آیند زیرا تنها کاری که باید بکنند این است که تعدادی از اسپرم‌های ناقابل

خود را تقدیم کنند. این احتمالاً همان چیزی است که در فیل دریایی و مرغ بهشتی صورت می‌گیرد. ماده‌ها فقط به تعداد اندکی از نرها اجازه می‌دهند، که راهبرد بهره‌جویی خودخواهانه‌ای را که در تمام نرهاست، پیش ببرند. اما فقط وقتی چنین می‌کنند که مطمئن باشند درِ نعمت را فقط به روی بهترین نرها گشوده‌اند.

از دیدگاه یک ماده باید دید وقتی دنبال این است که ژن‌های خوب برای پیوند دادن با ژن‌های خودش پیدا کند، در واقع دنبال چیست؟ یکی این است که دلیلی بر توانایی ادامه‌ی زندگی پیدا کند. بدیهی است که هر نری که به او نزدیک می‌شود حداقل این را ثابت کرده که تا سن بالغ شدن زنده مانده است ولی لزوماً ثابت نکرده که بعد از این هم می‌تواند زنده بماند. یک سیاست کاملاً مناسب برای ماده‌ها این است که دنبال مردهای سن و سال‌دار باشند. هرکم وکسر دیگری داشته باشند، دست‌کم این را نشان داده‌اند که می‌توانند عمر کنند، و آن ماده می‌تواند ژن‌های خود را با ژن‌های عمر دراز ترکیب کند. اما اگر فرزندانش برای او نوه‌های زیادی نیاورند عمر طولانی آنها فایده‌ای ندارد. عمر طولانی، گواه به‌ظاهر موجهی برای قدرت جنسی مردانه نیست. درواقع شاید علت عمر زیاد یک مرد این باشد که وارد کار تولیدمثل نشده باشد. ماده‌ای که یک نر جاافتاده را برمی‌گزیند لزوماً قصد ندارد، تعداد زاده‌هایش از رقیبی برگزیده، که مرد جوانی را با نشانه‌های دیگری از ژن‌های خوب برگزیده است.

نشانه‌های دیگر چیست؟ موارد زیادی وجود دارد. شاید ماهیچه‌ی قوی نشانه‌ی توانایی در به دست آوردن غذا باشد، شاید پای بلند نشانه‌ی توانایی در سریع فرار کردن از دست شکارگر باشد. ماده ممکن است از پیوند دادن ژن‌های خود با چنین خصوصیاتی به سود آنها عمل کند، زیرا این ویژگی‌ها مفیدند چه در دختر چه در پسر. بنابراین ما در ابتدا بنا را بر این می‌گذاریم که ماده‌ها نرها را بر مبنای برچسب‌هایی کاملاً واقعی یا نشانه‌هایی که حاکی از ژن‌های زیربنایی خوب‌اند انتخاب می‌کنند. اما در اینجا نکته‌ی جالبی است که داروین به آن توجه کرد و توسط فیشر به‌طور روشنی اعلام شد. در جامعه‌ای که نرها بر سر اینکه نرِ قوی‌هیکل منتخب زن‌ها بشوند رقابت دارند، یکی از بهترین کارهایی که یک مادر در انتخاب برای ژن‌هایش می‌تواند انجام دهد این است که پسری بسازد تا

در زمان خود یک نرِ قوی‌هیکل قابل توجه از آب درآید. اگر آن ماده اطمینان پیدا کند که پسرش در آینده یکی از آن معدود مذکرهایی می‌شود که در بزرگی در جامعه مورد پذیرش ماده‌ها برای آمیزش قرار می‌گیرد، دارای تعداد زیادی نوه خواهد شد. نتیجه‌ای که می‌گیریم این است که در چشم یک ماده، یکی از خوشایندترین ویژگی‌های ممکن برای یک نر، همین گیرایی از نظر جنسی است. ماده‌ای که با یک نرِ قوی‌هیکل فوق‌العاده جذاب می‌آمیزد، احتمالاً صاحب پسرهایی خواهد شد که موردپسند ماده‌های نسل بعد واقع می‌شوند و تعداد زیادی نوه برای آن ماده درست می‌کنند. بنابراین می‌شود این‌طور تصور کرد که در اصل، ماده‌ها بر اساس ویژگی‌های آشکارا کارامدی مثل ماهیچه‌های درشت نرها را انتخاب می‌کنند، اما وقتی این ویژگی‌ها به‌طور گسترده در میان ماده‌های آن جمعیت مقبول افتاد، انتخاب طبیعی فقط به این دلیل که مورد توجه‌اند به آنها برتری می‌دهد.

بنابراین شاید چیزهای اغراق شده در نر، مثل دم مرغ بهشتی، در نتیجه‌ی یک نوع فرایند ناپایدار پیشرونده تکامل یافته باشد. در روزهای نخست، احتمالاً ماده‌ها دمی بلندتر از اندازه‌ی معمول را در نرها می‌پسندیدند و آن را شاید به عنوان نشانه‌ی یک ساختار سالم ترجیح می‌دادند. دم کوتاه می‌توانست نشان‌دهنده‌ی کمبود ویتامین ـ نشانه‌ی عدم توانایی در به دست آوردن غذای خوب باشد. یا شاید نرهای دم کوتاه نمی‌توانستند از مقابل شکارگرها خوب در بروند و به این دلیل دم بریده شده بودند. توجه داشته باشید نباید فرض را بر این گذاشت که ژن دم کوتاه که به همین صورت به ارث می‌رسد، فقط به عنوان یک شاخص فرودست بودن ژن به تلقی می‌شود. به هر حال، به هر دلیلی که باشد، فرض را بر این می‌گذاریم که ماده‌های اجداد، در گونه‌ی پرنده‌ی بهشتی، ترجیحاً چشمشان به دنبال نرهایی بود که دمْ‌درازتر از حد معمول بودند. در صورتی که نوعی تعامل ژنی در تنوع طول دم وجود داشته باشد، در طول زمان باعث می‌شود متوسط طول دم نرها در آن جمعیت رو به افزایش گذارد. ماده‌ها از این قاعده‌ی ساده پیروی می‌کردند: همه‌ی نرها را برانداز کن، و سراغ آن برو که دمش از همه بلندتر است. هر ماده‌ای که از این قاعده تخطی می‌کرد مجازات می‌شد، حتی اگر دم‌ها آن‌قدر دراز شده بودند که عملاً برای صاحبانشان

دست‌وپاگیر بودند. به این دلیل هر ماده‌ای که پسر دم‌دراز به دنیا نمی‌آورد این احتمال که یکی از پسرهایش مورد توجه قرار گیرد کم بود. مثل مُد در لباس خانم‌ها، یا مُدل ماشین‌های آمریکایی روند گرایش به دنباله‌ی درازتر شدن شدت گرفت و بیشتر شد. و این روند وقتی متوقف شد که دیگر دم‌ها به نحو عجیب و غریبی دراز شده بودند و دردسری که ایجاد می‌کردند آشکارا بر جاذبه‌ی جنسی‌شان غلبه کرده بود.

هضم این مفهوم راحت نیست، و از زمانی که توسط داروین، تحت عنوان انتخاب جنسی، مطرح شد تاکنون شکاکان آن را ندیده نگرفتند. ع. صحاوی یکی از کسانی است که آن را نپذیرفت. ما نظریه‌ی «روباه، روباه» او را قبلاً دیدیم. او نظریه‌ی کاملاً مخالفی به نام «اصل معلولیت»[1] (اصل عامل بازدارنده) را در مقابل آن مطرح کرد. او خاطرنشان می‌کند این واقعیت که ماده‌ها برای انتخاب ژن خوب در نرها در تلاشند باعث می‌شود نرها از در فریب وارد شوند. شاید ماهیچه‌ی قوی شاخص خوبی باشد و ماده در انتخابش روی آن حساب کند، اما آن وقت چه تضمینی وجود دارد که نرها نخواهند به دروغ ماهیچه‌ی خود را قوی جلوه دهند، مثلاً آن‌طور که انسان‌ها بالشتک‌هایی زیر شانه‌ی لباس خود می‌گذارند؟ اگر تظاهر به داشتن ماهیچه‌های درشت کم‌هزینه‌تر از داشتن ماهیچه‌های درشت واقعی باشد، انتخاب جنسی، ژن‌هایی را ترجیح می‌دهد که ماهیچه‌های به‌ظاهر درشت را ایجاد می‌کنند. اما چیزی طول نمی‌کشد که یک انتخاب در جهتی دیگر، باعث تکامل ماده‌هایی می‌شود که به این فریب پی می‌برند. فرض اصلی صحاوی این است که خودنمایی‌های جنسی که دروغین باشند سرانجام توسط ماده‌ها کشف می‌شود. او بر این اساس نتیجه می‌گیرد که مردان واقعاً موفق آنهایی هستند که نمایش دروغین ندارند؛ آنهایی که آشکارا ثابت می‌کنند که اهل فریب نیستند. مثلاً در مورد ماهیچه‌های قوی، آن مردهایی که فرض را بر این می‌گذارند که ماهیچه را ظاهراً قوی نشان دهند، دستشان خیلی زود توسط ماده‌ها رو می‌شود. نری که عملاً با بلند کردن وزنه‌ی سنگین یا با نشان دادن قدرت خود در پرس سینه ثابت کند ماهیچه‌های

1. handicap principle

محکمی دارد، می‌تواند در قانع کردن ماده‌ها موفق باشد. به عبارت دیگر، صحاوی معتقد است یک فرد مذکر نباید فقط ظاهراً ویژگی‌های مردانه داشته باشد: باید به واقع یک نر باکیفیت باشد، وگرنه مورد قبول ماده‌های خرده‌گیر و دقیق قرار نخواهد گرفت. بنابراین فقط نمایش‌هایی تکامل می‌یابد که یک نر قوی‌هیکل واقعی از پسش برمی‌آید.

این از این، حالا می‌رسیم به آن بخش از نظریه‌ی صحاوی که واقعاً قابل هضم نیست. او می‌گوید در دُم پرنده‌ی بهشتی، شاخ بلند گوزن، و دیگر مشخصه‌هایی که از نظر جنسی موردپسندند همیشه یک دوگانگی وجود دارد، زیرا از یک طرف برای دارنده‌ی خود دست‌وپاگیر هستند و دقیقاً به این دلیل که وبال گردن و عامل بازدارنده‌اند تکامل پیدا می‌کنند. پرنده‌ی نری که دمش بلند و مزاحم است، به ماده‌ها ثابت می‌کند که نر قوی‌هیکلی است چون با وجود داشتن چنین دمی به زندگی ادامه داده است. ماده‌ای را در نظر بیاورید که مسابقه‌ای را تماشا می‌کند که در آن دو مرد در حال دویدن هستند. اگر هردو در یک لحظه به خط پایان برسند، در حالی که یکی از آنها عمداً یک کیسه‌ی پر از زغال‌سنگ را هم بر پشتش حمل کرده است، آن زن طبیعتاً به این نتیجه می‌رسد که آن مرد حامل بار یقیناً دونده‌ی سریع‌تری است.

من این نظریه‌ی را قبول ندارم، گرچه اکنون، نسبت به وقتی که اول‌بار آن را شنیدم، از شدت این عدم قبولی کاسته شده است. آن موقع گفتم نتیجه‌ی منطقی این تکامل باید مردهایی یک پا و یک چشم باشد. صحاوی که اسرائیلی است فوراً پاسخ داد: «بسیاری از بهترین فرماندهان ما یک چشمی‌اند!» با وجود این، مسئله این است که در نظریه‌ی «اصل معلولیت» یک تناقض اساسی وجود دارد. اگر آن بار اضافی یک مانع واقعی باشد ــ و در این قضیه اصل این است که واقعی باشد ــ آن گاه خود آن بار اضافی درست همان‌طور که می‌تواند ماده‌ها را جلب کند، می‌تواند بچه‌ها را دچار آسیب کند. در هر صورت، مهم این است که آن بار اضافی به دختران منتقل نشود.

اگر نظریه‌ی معلولیت را به زبان ژنی بیان کنیم، تقریباً این‌طور می‌شود. هر ژن که باعث رشد بیشتر آن معلولیت شود، مثلاً دم را درازتر کند، در خزانه‌ی ژنی زیاد می‌شود، زیرا ماده‌ها نرهایی که آن معلویت را دارند انتخاب می‌کنند. زیرا

ژن‌هایی که ماده را به چنین انتخابی وامی‌دارد نیز در خزانه‌ی ژنی رو به افزایش می‌گذارد. علت این است که ماده‌ای که نرِ دارایِ معلولیت را می‌پسندد، خودبه‌خود نرهایی را برمی‌گزیند که ژنشان از جنبه‌های دیگر خوب است، زیرا علی‌رغم آن معلولیت تا بزرگسالی زندگی خود را ادامه داده‌اند. این ژن‌های خوب «دیگر» به بدن بچه‌های آنها منفعت می‌رسانند و آنها هم زنده می‌مانند و ژن‌های همان معلولیت همچنین ژن‌های انتخاب‌کننده‌ی نرهای دارنده‌ی آن معلولیت را منتشر می‌کنند. به شرطی که ژن آن ژن اثر خود را فقط در پسرها بروز دهد، درست همان‌طور که ژنِ انتخابِ نرِ معلولیت فقط در دخترها دیده می‌شود، این نظریه می‌تواند کارایی داشته باشد. تا اینکه موضوع را با ژن‌ها به این صورت صورت‌بندی کنیم، نمی‌توانیم مطمئن باشیم که کارایی دارد یا نه. اما اگر به شکل یک مُدل ریاضی باشد می‌توانیم تصور بهتری از مؤثر بودن چنین نظریه‌ای پیدا کنیم. تاکنون آن متخصصین ریاضی ژنتیک که تلاش کرده‌اند اصل معلولیت را به‌صورت یک مُدل کارآمد درآورند، به جایی نرسیده‌اند. شاید علت این است که این اصل به درد خور نیست، یا شاید آنها هوش کافی را نداشته‌اند. یکی از آنها مینارد اسمیت است، و حس من شق نخست را بهتر می‌پسندد.

اگر هر نر طوری برتری خود را به ماده بنمایاند که لازم نباشد به عمد خود را دارای معلولیت نشان دهد، بی‌شک با این کار موفقیت ژنی‌اش رو به افزایش می‌گذارد. بنابراین فیل‌های دریایی برنده و صاحب حرمسرا می‌شوند، نه به این دلیل که از نظر زیباشناختی مورد توجه ماده‌ها بوده‌اند بلکه با این تدبیر ساده که هر نر دیگر را که به حرمسرا نزدیک شود، لت و پار می‌کنند. صاحبان حرمسراها در مبارزه با آنها که قصد غصب حرمسرا را دارند به پیروزی می‌رسند فقط به این دلیل آشکار که صاحب حرمسرایند. غاصب‌ها اغلب موفق نیستند، چون اگر توانایی موفق شدن داشتند تا آن موقع جایی را فتح کرده بودند! بنابراین ماده‌ای که فقط با صاحب حرمسرا جفت‌گیری می‌کند ژن خود را با ژنی پیوند می‌دهد که به قدر کفایت نیرومند است تا که در برخوردهای بعدی نیز از پس تعداد زیادی از آن نرهای سرخورده‌ی بی‌جفت مانده برآید. احتمالاً پسرهایش از پدر توانایی اداره کردن یک حرمسرا را به ارث خواهند برد. یک فیل دریایی ماده عملاً چندان اختیاری از خود ندارد، زیرا اگر بخواهد دست از پا خطا کند صاحب حرم تنبیه‌اش

می‌کند. در هر صورت، این اصل پابرجاست که ماده‌هایی که با نرهای برنده‌ی مبارزه‌ها آمیزش می‌کنند با این کار به نفع ژن خود عمل کرده‌اند. همان‌طور که دیدیم، نمونه‌های زیادی از ماده‌هایی وجود دارد که ترجیح می‌دهند با نرهای دارای قلمرو یا با نرهایی که در سلسله‌مراتب حاکمیت جامعه موقعیت بالایی دارند جفت شوند.

خلاصه اینکه انواع مختلف زادآوری ـ تک‌همسری، تعدد روابط جنسی، حرمسرادارای، و غیره ـ را که بین حیوانات دیده می‌شود می‌توان به‌صورت تضاد منافع بین دو جنس تفسیر کرد. افراد هر جنس «می‌خواهند» در طول عمر خود، حاصل تولیدمثل خود را کاملاً افزایش دهند. به خاطر یک تفاوت اساسی در اندازه و تعداد تخمک و اسپرم، نرها عموماً به سمت بی‌قید و بندی از نظر جنسی و نداشتن مراقبت‌های پدرانه میل می‌کنند. ماده‌ها یکی از دو راه موجود، را در پیش می‌گیرند که من آنها را سعادت خانوادگی و نر قوی‌هیکل نامیده‌ام. شرایط محیطی یک گونه تعیین می‌کند که ماده‌ها به سوی کدام یک از این دو روش کشیده می‌شوند و همچنین تعیین می‌کند که نرها چگونه به آن پاسخ می‌دهند. در عمل انواع مراحل میانی بین راهبردهای نر قوی‌هیکل و سعادت خانوادگی وجود دارد و همان‌طور که دیدیم در مواردی پدر حتی از مادر بیشتر به فکر نگهداری بچه است. این کتاب به جزئیات در گونه‌های حیوانی خاص نمی‌پردازد، بنابراین در مورد اینکه چه چیزی یک گونه را به سمت نوع خاصی از زادآوری سوق داده و باعث شده آن روش را به نظام‌های دیگر ترجیح دهند بحث نمی‌کنیم. به جای آن تفاوت‌هایی که در کل بین ماده و نر معمولاً وجود دارد و تفسیر آنها موردنظر من است. بنابراین من روی گونه‌هایی که در آن تفاوت بین نر و ماده کم است، یعنی در کل گونه‌هایی که ماده‌ها راهبرد سعادت خانوادگی را پیش گرفته‌اند، تأکید نمی‌کنم.

اول، این نر است که به دنبال رنگ‌های درخشان می‌رود که از نظر جنسی گیرایی دارند، و ماده بیشتر فاقد زرق و برق است. افراد هردو جنس سعی دارند از خورده شدن توسط شکارگرها بگریزند و از نظر تکاملی این فشار روی آنهاست که رنگ چشمگیر نداشته باشند. رنگ‌های درخشان به همان نسبت که توجه جنس مخالف را جلب می‌کنند می‌تواند شکارگرها را نیز جلب کند. به زبان ژنی

یعنی در پایان ژن رنگ‌های درخشان، بیشتر از رنگ‌های مات، در شکم شکارگر یافت می‌شود. از آن طرف، احتمال اینکه در نسل بعد سروکله‌ی ژن بی‌رنگ پیدا شود، کمتر از ژن رنگ‌های درخشان است، زیرا افراد ناتوان از در جلب توجه جفت با مشکل مواجه‌اند. بنابراین برای انتخاب دوفشار متضاد با هم درکارند. شکارگرها در جهت برداشتن ژن رنگ‌های درخشان از خزانه‌ی ژنی هستند و شریکان جنسی در پی برداشتن ژن رنگ‌های ملال‌آورند. چنان که در بسیاری از موارد دیگر است، هر ماشین بقای کارآمد را می‌توان ترکیبی از سازش بین فشارهای متضاد برای انتخاب در نظر گرفت. آنچه در اینجا برای ما جالب است اینکه سازگاری مطلوب برای نر با سازگاری مطلوب برای ماده فرق دارد. البته این با دیدگاه ما که نرها را قماربازهای خطرپذیر و خوش‌اقبال در نظر می‌گیرد کاملاً همخوانی دارد. چون در مقابل هر تخمک ماده، نر میلیون‌ها اسپرم می‌سازد، از نظر جمعیت اسپرم‌ها خیلی از تخمک‌ها جلوترند. بنابراین احتمال اینکه هر تخمک وارد لقاح جنسی شود خیلی بیشتر از هر اسپرم است. در واقع تخمک یک منبع نسبتاً باارزش است و بنابراین لازم نیست که ماده بخواهد از نظر جنسی خیلی مثل نر جذاب باشد تا از بارور شدن تخمکش مطمئن شود. یک نر می‌تواند پدر همه‌ی بچه‌هایی باشد که از تعداد زیادی ماده زاییده شده‌اند. حتی اگر نری به خاطر دم بلند براقش توجه شکارگرها را جلب کند و عمرش تمام شود، یا در میان بوته‌زاری گیر بیفتد، باز ممکن است قبل از مردن مُهر پدریِ خود را روی تعداد زیادی بچه زده باشد. نری که ظاهرش بی‌جلوه و ملال‌آور است شاید به اندازه‌ی یک ماده عمر کند، اما فرزندانی اندک داشته باشد و ژن‌هایش چندان منتقل نشوند. چه فایده‌ای دارد اگر نری تمام دنیا را به دست آورد، ولی ژن‌های خود را، که می‌توانستند تا ابد زنده بمانند، از دست بدهد؟

یک تفاوت معمول دیگر بین دو جنس این است که ماده‌ها بر سر انتخاب شریک جنسی پُر وسواس‌ترند. یک دلیل مشکل‌پسندی برای هردو جنس این است که احتیاط می‌کنند تا با اعضای گونه‌ی دیگری آمیزش نکنند. چنین آمیزه‌ای به دلایل مختلف چیز بدی است. گاهی، مثل مورد آمیزش انسان با گوسفند، جفت‌گیری به تشکیل جنین منجر نمی‌شود، بنابراین زیاد چیزی از دست نمی‌رود. اما وقتی گونه‌هایی که به هم نزدیک‌ترند مثل اسب و الاغ با هم

می‌آمیزند، هزینه‌ی آن حداقل برای طرف ماده کم نیست. احتمالاً جنین قاطر شکل گرفته و به مدت یازده ماه زهدان او را به هم می‌ریزد. مقدار زیادی از سرمایه‌گذاری او به عنوان والد، نه فقط به‌صورت غذا از راه جفت جذب می‌شود، بلکه کمی بعد به‌صورت شیر مصرف می‌شود، اما بالاتر از همه‌ی اینها زمانی است که می‌توانست صرف پرورش بچه‌های دیگر شود. بعد وقتی که آن قاطر به سن بلوغ می‌رسد معلوم می‌شود که نازاست. شاید علت این باشد که با وجود شباهت کافی بین هورمون‌های اسب و الاغ که باعث می‌شود بتوانند با هم بدن قوی یک قاطر را بسازند، اما این شباهت آن قدر نیست که با هم در تقسیم میوزی سلول‌ها همکاری کنند. حالا دلیل اصلی هرچه باشد، اگر از نظر ژن‌ها در نظر بگیریم، سرمایه‌گذاری کلانی که ماده در پروردن یک قاطر انجام می‌دهد کلاً هدر می‌رود. اسب‌های ماده باید خیلی زیاد مواظب باشند تا فردی که با آن می‌آمیزند اسب باشد، نه الاغ. به زبان ژنی، هر ژنِ اسب که بگوید، «بدن، اگر ماده هستی با هر نر پیر آمیزش کن، چه الاغ باشد چه اسب» ژنی است که در نهایت خود را در بن‌بست قاطر گرفتار می‌کند، و سرمایه‌گذاری مادر برای آن بچه قاطر به شدت از توانایی او برای پرورندان اسب‌های بارور می‌کاهد. از آن طرف، نر اگر با یک عضو از گونه‌ی غیرخودی جفت شود چیز کمتری برای از دست دادن دارد، گرچه از آن بابت به چیزی هم نمی‌رسد. بنابراین ما انتظار داریم نرها در انتخاب شریک جنسی خود وسواس کمتر داشته باشند.

حتی درون یک گونه، ممکن است دلایلی برای سخت‌گیری وجود داشته باشد. در آمیزشِ با محارم، مثل آمیزش عضوهای دوگونه‌ی مختلف احتمال نتایجِ ژنی آسیب دیده وجود دارد، زیرا در آن ژن‌های کشنده و نیم‌کشنده‌ی مغلوب خود را نشان می‌دهند. باز هم، ماده‌ها بیشتر از نرها بازنده‌اند چون سرمایه‌ای که روی هر بچه می‌گذارند بیشتر است. در جایی که آمیزش با محارم منع می‌شود، انتظار ما این است که ماده‌ها در گرویدن به آن منبع بیشتر از نرها مُصرّ باشند. اگر فرض این باشد که در رابطه‌ی آمیزشی دو محرم احتمالاً شریک مسن‌تر فعال‌تر و شروع‌کننده‌ی عمل است، باید انتظار داشته باشیم پیوندی که در آن نر مسن‌تر از ماده است معمول‌تر باشد از پیوندی که در آن ماده مسن‌تر از نر است. مثلاً رابطه‌ی نامشروع پدر/دختر احتمالاً باید بیشتر رخ دهد تا رابطه‌ی

مادر/پسر، و رابطه‌ی خواهر/برادر از نظر رواج باید چیزی بینابین اینها باشد.

در کل، نرها باید بیشتر از ماده‌ها تمایل به بی‌بند و باری داشته باشند. از آنجا که ماده تعداد محدودی تخمک را با سرعت نسبتاً کمی تولید می‌کند، از آمیزش با نرهای مختلف متعدد به چیز زیادی نمی‌رسد. از آن طرف، نر که می‌تواند هر روز میلیون‌ها اسپرم تولید کند، از هر جفت‌گیری آزادانه‌ای که گیرش بیفتد می‌تواند بهره‌ای ببرد. آمیزش اضافی عملاً برای ماده چندان هزینه‌ای ندارد، جز اینکه کمی وقت و انرژی ــ از او می‌گیرد، اما حاصل به دردبخوری برایش ندارد. ولی نر هرگز به تعداد آمیزش کافی با ماده‌های مختلف ممکن نمی‌رسد: برای نر واژه‌ی اضافی معنا ندارد.

من به‌صورت آشکار از آدم‌ها صحبت نکردم اما وقتی صحبت از بحث‌های مربوط به تکامل باشد، مثل این فصل، خواه ناخواه نمی‌توانیم از اندیشیدن درباره‌ی گونه و تجربیات خودمان اجتناب کنیم. این موضوع که ماده‌ها از آمیزش خودداری می‌کنند تا وقتی که نر نشانه‌ای دال بر وفاداری در درازمدت را نشان دهد ممکن است برای‌مان آشنا و دلنشین باشد. ممکن است این را برساند که انسان‌های ماده بیشتر از راهبرد سعادت خانوادگی استفاده می‌کنند تا از راهبرد نر قوی‌هیکل. در واقع بیشتر جوامع انسانی تک‌همسری‌اند. در جامعه‌ی ما، سرمایه‌گذاری هردو والد زیاد است و عدم برابری آشکاری ندارد. مادرها به یقین به‌طور مستقیم کار برای بچه‌ها انجام می‌دهند، اما پدرها اغلب غیرمستقیم سخت‌تر کار می‌کنند تا امکانات مادی لازم را به پای بچه‌ها بریزند. از طرف دیگر، بعضی جوامع انسانی بی‌قیدوبندند و در بسیاری حرمسرا رایج است. این گوناگونی حیرت‌آور حاکی از این است که شیوه‌ی زندگی انسان را تا حد زیادی فرهنگ تعیین می‌کند نه ژن‌ها. اما، باز ممکن است، همان‌طور که در زمینه‌های تکاملی پیش‌بینی می‌شود، در کل انسان‌های نر به بی‌قیدوبندی و ماده‌ها به تک‌همسری متمایل باشند. اینکه در جامعه‌ی خاصی کدام یک از این دو گرایش دست بالا را داشته باشد به جزئیات شرایط فرهنگی بستگی دارد، درست همان‌طور که در گونه‌های حیوانی متفاوت به جزئیات محیط‌زیست بستگی دارد.

یک ویژگی جامعه‌ی خود ما، که کاملاً غیرعادی به نظر می‌رسد، موضوع خودنمایی جنسی است. همان‌طور، که دیدیم، در زمینه‌ی تکاملی کاملاً می‌شود

انتظار داشت، در جایی که دو جنس متفاوت وجود دارد، این نر است که خود را به نمایش می‌گذارد و ماده بی‌خیال است. مرد غربی امروز بی‌شک از این نظر استثناست. البته درست است که بعضی مردان لباس‌های پرزرق و برق می‌پوشند و بعضی زن‌ها ساده و بی‌پیرایه‌اند، اما، روی هم رفته، در جامعه‌ی ما چیزی که معادل چتر طاووس است توسط ماده به نمایش گذارده می‌شود، نه توسط نر. زن‌ها صورت‌هایشان را رنگ می‌کنند و مژه‌های مصنوعی می‌چسبانند. مردان غیر از موردهای خاص، مثلاً هنرپیشه‌ها، چنین کارهایی نمی‌کنند. به نظر می‌رسد زنان بیشتر به ظاهرشان توجه می‌کنند و مجله‌ها و ژورنال‌ها هم آنها را بیشتر تشویق می‌کنند. در مجله‌های مردان کمتر چیزی در مورد گیرا بودن مردانه دیده می‌شود و مردی که به‌طور غیرمتعارف به ظاهر و لباس خود توجه کند، در اطرافیان، چه زن، چه مرد، تردیدی برمی‌انگیزد. وقتی در گفت‌وگو صحبت از یک زن باشد، به احتمال زیاد آشکارا درباره‌ی بود یا نبود جاذبه‌ی جنسی در او صحبت می‌شود. فرق نمی‌کند سخنگو مرد باشد یا زن. ولی وقتی درباره‌ی یک مرد حرف می‌زنند، به احتمال زیاد صفاتی که به کار می‌رود ربطی به امور جنسی ندارد.

در مقابل این واقعیت‌ها، یک زیست‌شناس خواه ناخواه احساس می‌کند که در برابر جامعه‌ای قرار دارد که در آن ماده‌ها بر سر نرها رقابت می‌کنند ــ به‌جای اینکه برعکس باشد. در مورد مرغان بهشتی گفتیم ماده‌ها ساده و بی‌زرق و برق‌اند زیرا لزومی ندارد بر سر نرها با هم رقابت کنند. نرها درخشان و پُرجلوه‌اند چون ماده‌ها پُرخریدارند و در جایگاهی‌اند که می‌توانند انتخاب کنند.

دلیل اینکه مرغ بهشتی ماده خواهان دارد این است که تخم نسبت به اسپرم، منبع کمیاب‌تری است. چه بر سر مرد غربی امروز آمده است؟ آیا واقعاً نر جنسی شده که دنبالش باشند؟ آن است که خواهان دارد؟ در جایگاهی است که می‌تواند انتخاب کند؟ اگر چنین است، به چه دلیل؟

فصل دهم

تو پشتم را می‌خارانی، من پشتت سوار می‌شوم

ما برهمکنش پدر مادرانه، جنسی و تهاجمی را بین ماشین‌های بقا در یک گونه مورد ملاحظه قرار دادیم. بعضی جنبه‌های درخور توجه برهمکنش بین حیوانات را نمی‌توان به‌راحتی تحت این عنوان‌ها دسته‌بندی کرد. یکی از آنها گرایش به زندگی گروهی است که در بسیاری حیوانات دیده می‌شود. فوج پرنده‌ها، موج حشره‌ها، دسته‌های ماهی‌ها و نهنگ‌ها، و گله‌های پستانداران ساکن جلگه‌ها با هم زندگی می‌کنند و با هم به شکار می‌روند. این با هم جمع‌شدن‌ها معمولاً فقط در اعضای یک گونه‌ی واحد صورت می‌گیرد، اما استثناهایی هم وجود دارد. غالباً گورخرها و گاوهای وحشی با هم راه می‌افتند و گاهی فوج‌هایی شامل گونه‌های مختلف پرنده دیده می‌شوند.

در مورد منافعی که از زندگی در جمع برای یک فرد خودخواه حاصل می‌شود، نظرهای زیادی اظهار شده که سیاهه‌ی آن را شامل ارقام مختلفی می‌کند. من نمی‌خواهم در مورد همه‌ی آنها صحبت کنم، ولی فقط به چند نظر اشاره می‌کنم. به این جهت برمی‌گردم به باقی نمونه‌هایی که به رفتار به‌ظاهر ایثارگرانه در فصل یکم مربوط می‌شود و قول داده بودم درباره‌شان توضیح دهم. این توضیح توجهی را نسبت به حشرات اجتماعی در ما به وجود می‌آورد که بدون آن هیچ توضیحی در مورد ایثارگری حیوانات کامل نیست. و سرانجام، در این فصلِ نسبتاً متنوع به بیان مفهوم با اهمیت ایثارگری دوجانبه می‌پردازم، این اصل که «تو پشت مرا می‌خارانی، من پشت تو را.»

وقتی حیوانات به‌صورت جمعی با هم زندگی می‌کنند باید از این جمع‌شدن به

ژن‌هایشان سود بیشتری برسد. یک دسته کفتار می‌توانند طعمه‌ی خیلی بزرگ‌تری را شکار کنند تا یک کفتار تنها، گرچه در این صورت غذای به دست آمده تقسیم می‌شود. احتمالاً به‌دلیل مشابهی بعضی عنکبوت‌ها با هم در ساختن یک تار بسیار بزرگ همگانی مشارکت می‌کنند. پنگوئن‌های امپراتور با چسبیدن به یکدیگر گرما را حفظ می‌کنند، این به‌نفع هرکدام آنهاست که به جای اینکه تنها باشد، کمی جا به دیگر افراد گروهش بدهد. آن ماهی که کج کج دنبال ماهی‌های دیگر راه می‌افتد، شاید از نظر هیدرودینامیکی از تلاطمی که ماهی‌های جلویی در آب ایجاد کرده‌اند سودی می‌برد. همین می‌تواند دلیل حرکتِ گروهیِ ماهی‌ها باشد. مشابه این کلک را که استفاده از آشفتگی هواست، در مسابقه‌های دوچرخه‌سواری دیده‌اند و شاید به همین دلیل است که پرندگان در جابه‌جایی‌ها به شکل V پرواز می‌کنند. احتمالاً در افراد گروهی که در پروازند این رقابت وجود دارد که در جایگاه نخست، که امتیازی ندارد، قرار نگیرند. شاید مجبورند با دلخوری هم که شده به نوبت عنوان رهبری را بپذیرند. این یک نوع ایثارگری دوجانبه‌ی با تأخیر است که در آخر این فصل مورد بحث قرار می‌گیرد.

بسیاری از منافعی که برای زندگی دسته‌جمعی برشمرده شده به پرهیز از خورده شدن توسط شکارگران مربوط می‌شود. همیلتون انگاره‌بندی دقیقی از چنین نظریه‌ای را در مقاله‌ای به نام **هندسه‌ی گله‌ی خودخواه**[1] ارائه کرده است. برای اینکه این عنوان وجب کج‌فهمی نشود باید تأکید کنم منظور وی از «گله‌ی خودخواه»، «گله‌ی افراد خودخواه» است.

یک‌بار دیگر با «مُدل» ساده‌ای شروع می‌کنیم که گرچه انتزاعی است ولی به ما در درک دنیای واقعی کمک می‌کند. فرض کنید یک گونه جانور توسط شکارگری شکار شده است که همیشه به نزدیک‌ترین طعمه حمله می‌کند. از دیدگاه آن شکارگر این راهبرد عاقلانه است، زیرا در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌شود. از دیدگاه طعمه‌ی او هم پیامد جالبی دارد. به این معنی که هر طعمه‌ای مدام می‌کوشد از اینکه نزدیک‌ترین فرد به شکارگر باشد اجتناب کند. اگر طعمه از فاصله‌ی دور شکارگر را تشخیص دهد، خیلی راحت پا به فرار می‌گذارد. اما اگر

1. Geometry For the Selfish herd

شکارگر یک‌دفعه سر و کله‌اش پیدا شود و بدون سروصدا مثلاً درون علف‌ها کمین کرده باشد، در آن صورت باز هر طعمه باید احتمال نزدیک‌تر بودن به شکارچی را حتی‌الامکان کم کند. ما این‌طور مجسم می‌کنیم که هر طعمه در وسط یک «حوزه‌ی خطر»[1] قرار گرفته است. منظور محدوده‌ای از زمین است که هر نقطه‌اش به آن طعمه‌ی خاص نزدیک‌تر است تا به افراد دیگر. برای مثال، اگر آن طعمه‌هایی که با هم راه افتاده‌اند فاصله‌شان با هم یک‌شکل منظم هندسی داشته باشد، حوزه‌ی خطری که در اطراف هرکدام (به جز آنکه در حاشیه است) قرار دارد، کم و بیش می‌تواند از نظر شکل تقریباً یک هشت‌وجهی باشد. اگر شکارگر در آن هشت‌وجهی که حوزه‌ی خطر A است کمین کرده باشد، احتمالاً A را نوش‌جان می‌کند. افرادی که در حاشیه‌ی گله قرار دارند بیشتر آسیب‌پذیرند، چون محدوده‌ی خطر آنها یک هشت‌وجهی نسبتاً کوچک نیست، بلکه از طرف آن ضلعی که باز است منطقه‌ی وسیعی را شامل می‌شود.

اما هر فرد عاقل سعی می‌کند حوزه‌ی خطر خود را حتی‌الامکان کوچک کند. به ویژه می‌کوشد از قرار گرفتن در حاشیه بپرهیزد. اگر متوجه شود در حاشیه قرار گرفته فوراً کاری می‌کند که به سمت داخل برود. متأسفانه بالأخره یک فرد باید در حاشیه قرار گیرد و هر فرد فکر می‌کند آن موجود خودش نباید باشد!

مدام یک جابه‌جایی از حاشیه به سوی داخل تجمع وجود دارد. و در نتیجه‌ی این مهاجرت درونی است که اگر گله‌ای قبلاً پراکنده و پخش و پلا بوده به‌زودی کاملاً شکل می‌گیرد و منسجم می‌شود. حتی اگر ما مُدل خود را طوری شروع کنیم که در آن هیچ گرایشی به تجمع نباشد و هر طعمه به‌طور تصادفی جایی قرار داشته باشد، فشار ناشی از خودخواهی هر فرد باعث می‌شود تلاش کند خود را در فضای خالی بین افراد جا دهد و از حوزه‌ی خطر برای خود بکاهد. و این به سرعت منجر به تشکیل تجمع‌هایی می‌شود که به تدریج جمع و جورتر و متراکم‌تر می‌شوند.

بدیهی است در زندگی واقعی فشارهای متقابلی وجود دارند که گرایش به تجمع را محدود می‌کنند. اگر غیر از این بود افراد همه در یک توده‌ی درهم

---

1. domain of danger

پیچیده‌گیر می‌افتادند! اما با این حال این مُدل جالب است، زیرا نشان می‌دهد که حتی فرضیه‌های بسیار ساده هم می‌توانند تجمع‌ها را پیش‌بینی کنند. بعضی مُدل‌های دیگر، که پیشنهاد شده‌اند دقیق‌تر نیز هستند. اینکه آنها به واقعیت نزدیک‌ترند از ارزش مُدل ساده‌ی همیلتون در کمک به ما برای تأمل در موضوع تجمع‌های حیوانات کم نمی‌کنند.

در مُدل گله‌ی خودخواه جایی برای برهمکنش همیارانه نیست. در اینجا از ایثارگری خبری نیست. فقط صحبت از بهره‌جویی خودخواهانه‌ی هر فرد از افراد دیگر است. اما در زندگی واقعی مواردی وجود دارد که به نظر می‌رسد افراد تلاش می‌کنند هم‌نوعان خود را از شکارگران مهاجم حفظ کنند. این ما را به یاد فریادهای هشدار پرنده‌ها می‌اندازد. نقش این کارها یقیناً مانند فریاد خبردهنده است، زیرا باعث می‌شود افرادی که آنها را می‌شنوند فوراً فرار کنند. منظور این نیست که هشداردهنده سعی می‌کند «نوک حمله‌ی شکارگر را متوجه خود کند، و از هم‌ردیفانش آن را دور سازد. او فقط به آنها خبر می‌دهد شکارگری وجود دارد و هشیارشان می‌کند. با وجود این، دست‌کم در نگاه اول، به نظر می‌رسد این هشداردهی با ایثارگری همراه است، زیرا در نتیجه‌ی آن توجه شکارگر اول به خود هشداردهنده جلب می‌شود. ما این را به‌صورت ضمنی از روی واقعیتی که پ.ر. مارلر[1] به آن پی برد برداشت می‌کنیم. از نظر خصوصیات فیزیکی این فریاد هشدار طوری شکل می‌گیرد که شناسایی محل آن مشکل باشد. اگر از یک مهندس متخصص صوت بخواهند صدایی را طراحی کند که روگیری آن برای شکارگر آسان نباشد، او چیزی شبیه به فریاد هشدار بسیاری از این پرندگان کوچک آوازخوان خواهد ساخت. اما در طبیعت، شکل‌گیری این فریاد باید توسط انتخاب طبیعی انجام شده باشد، و ما می‌دانیم این به چه معناست. به این معناست که افراد بسیاری جان خود را از دست داده‌اند، چون فریادهای هشدارشان به اندازه‌ی کافی رسا نبوده است. بنابراین، گویا سر دادن فریاد هشدار با خطرهایی همراه بوده است. برای برتری فریادی که با رسایی مناسب می‌تواند با خطر مقابله کند نظریه‌ی ژن خودخواه باید توجیه قانع‌کننده‌ای داشته باشد.

---

1. P.R. Marler

درواقع کار بسیار مشکلی نیست. فریاد هشدار پرنده‌ها بارها به عنوان یک «چالش» برای نظریه‌ی داروین مورد توجه قرار گرفت به‌طوری که تصور توضیحی برای آن به‌صورت یک سرگرمی درآمد. در نتیجه حالا ما چند توجیه خوب در مورد آن داریم، طوری که دیگر سخت به یاد می‌آوریم آن همه که وسواس و دقت به‌خاطر چه بود. معلوم است وقتی در یک دسته پرنده، این احتمال هست افراد خویشاوند هم باشند، ژنی که برای سر دادن فریاد هشدار باشد موفق می‌شود، زیرا به احتمال زیاد در بدن تعدادی از آن افراد نجات یافته وجود خواهد داشت. حتی اگر آن فرد هشداردهنده با جلب توجه شکارگر به خودش، جان خود را در راه ایثارگری از دست بدهد، باز هم این قضیه صادق است.

اگر شما با نظر انتخاب خویشاوند موافق نباشید، نظریه‌های بسیار دیگری هست که می‌توانید آنها را انتخاب کنید. هشداردهنده می‌تواند، به‌روش‌های گوناگونی، با خبردار کردن هم‌ردیفان خود به منافع خودخواهانه‌اش برسد. تریورز پنج مورد خوب را ذکر کرده است اما من این دو نظر خودم را در این مورد قانع‌کننده‌تر می‌دانم.

نظریه‌ی اول را «خطر» نامیده‌ام، به درد می‌خورد این نظریه در مود پرنده‌های استتارکنی که در وقت تهدید خطر درون بوته‌ها کز می‌کنند. مجسم کنید یک دسته از این پرنده‌ها در زمینی در حال تغذیه باشند و عقابی آن بالا در فاصله‌ای در پرواز باشد. عقاب هنوز پرنده‌ها را ندیده و مستقیماً به طرف آنها نیامده باشد، اما هر لحظه این خطر وجود دارد که چشمان تیزش به آنها بیفتد و حمله‌کنان فرود بیاید. فرض کنید در حالی که بقیه هنوز متوجه نیستند یکی از افراد گروه پرنده‌ها چشمش به عقاب می‌افتد. این پرنده‌ی تیزچشم فوراً خود را جمع می‌کند، سرش را پایین می‌آورد و میان علف‌ها کز می‌کند. ولی این کار برای او فایده‌ی چندانی ندارد، زیرا همراهان او هنوز پرسروصدا و بی‌خیال این‌ور و آن‌ور می‌پرند. ممکن است هرکدام آنها توجه عقاب را جلب کنند و آن‌گاه همه‌ی فوج به خطر بیفتد. از یک دیدگاه کاملاً خودخواهانه بهترین سیاست برای فردی که اول عقاب را دیده این است که با یک فریاد هشداردهنده همراهان خود را باخبر کند، تا به این ترتیب ساکت شوند و احتمال این را کاهش دهند که

ناخواسته توجه عقاب را به جایی که هستند جلب کنند.

نظریه‌ی دیگری که می‌خواهم به آن اشاره کنم نظریه‌ی «صف‌شکنی نکن» است. این نظریه مناسب آن نوع از پرنده‌هاست که وقتی مهاجمی نزدیک شود پرواز می‌کنند و دور می‌شوند، مثلاً می‌روند روی درخت. یک‌بار دیگر فرض کنید از یک فوج پرنده که در حال تغذیه‌اند یکی متوجه شکارگری می‌شود. چه باید بکند؟ می‌تواند بدون اینکه به همراهانش هشدار دهد فقط پرواز کند و برود. اما آن‌وقت می‌شود یک پرنده‌ی جداافتاده. دیگر عضو عادی از یک فوج پرنده نیست بلکه یک عضو تنها و غیرمعمول است. می‌گویند معمولاً عقاب‌ها سراغ کبوترهای تک‌افتاده می‌روند، حتی اگر این نظر صحت نداشته باشد، دلایل نظری زیادی وجود دارد برای اینکه هم‌رنگ جماعت نبودن ممکن است سیاست نابودکننده‌ای باشد. حتی اگر در نهایت همراهان او هم در پی‌اش بروند، آن فردی که پیش از همه از زمین بلند می‌شود، حوزه‌ی خطر خود را افزایش داده است. چه این نظریه‌ی مخصوص همیلتون درست باشد چه نباشد، زندگی کردن در گروه باید با امتیازاتی همراه باشد، در غیر این صورت پرندگان به آن تن نمی‌دادند. این امتیاز هرچه باشد، آن فرد که زودتر از همه از دسته جدا می‌شود تا حدی تاوانش را می‌پردازد. اگر آن پرنده‌ای که اول شکارگر را دیده پرواز نکند، چه بکند؟ شاید او باید طوری که گویی چیزی ندیده به کارش ادامه دهد و روی حمایتی که از درون گروه بودن به دست می‌آورد تکیه کند. اما این کار هم خطرات جدی به همراه دارد. او هنوز در فضای باز و در معرض خطر است. در بالای یک درخت جایش امن‌تر خواهد بود. درواقع بهترین کار این است که برود بالای درخت، اما باید مطمئن باشد که دیگران هم همین کار را می‌کنند. به این ترتیب دیگر یک عضو جدا افتاده و غیرعادی محسوب نمی‌شود و او به‌تنهایی تاوان امتیازی را که به هر عضو گروه می‌رسد نخواهد پرداخت، بلکه از امتیاز پریدن به میان شاخه‌های درخت بهره‌مند خواهد شد. بار دیگر تأکید می‌کنم که فریاد هشدار امتیاز کاملاً خودخواهانه‌ای را به همراه دارد. اِل. چارنو[1] و ج.ر. کربس[2] نظریه‌ی مشابهی را ارائه کرده‌اند و در آن تا آنجا پیش می‌روند که برای آنچه پرنده‌ی

1. E.L. Charnov 2. J.R. Krebs

هشـدار دهـنده نسـبت بـه بـقیه‌ی افـراد دسـته‌اش انـجام مـی‌دهد از واژه‌ی «دستکاری»، استفاده می‌کند. از ایثارگریِ خالصِ بی‌غرضانه حسابی دور شده‌ایم!

در ظاهر ممکن است این نظریه‌ها با ایـن مـوضوع جـور درنـیایند کـه فـرد هشداردهنده خود را در معرض خطر قرار می‌دهد. ولی در واقع هیچ نـاسازگاری وجود ندارد. اگر آن پرنده فریاد هشدار سر ندهد بیشتر در معرض خطر خواهـد بود. بعضی افراد به‌خاطر فریاد هشدار جان خود را از دست داده‌اند، مخصوصاً آنها که تشخیص جای صدای فریادشان آسان بود. عده‌ای دیگر مردند چون فـریاد هشدار سر ندادند. نظریه‌ی خطر و نظریه‌ی «صف‌شکنی نکن» فقط دو نمونه از توضیحات زیادی است که علت را بیان می‌کنند.

درباره‌ی آن آهوی تامسون پیشمرگ که در فصل یکم ذکر شد، و خودکشیِ به‌ظاهر ایثارگرانه‌ی او که آردری را واداشت بـا قـاطعیت بگـوید فـقط از طـریق انتخاب گروه می‌شود علت را توضیح داد، چه باید گفت؟ در اینجا نـظریه‌ی ژن خودخواه با چالش ظریف‌تری رو به‌روست. فریاد هشدار پرنده‌ها بی‌تأثیر نیست، ولی کاملاً واضح است طوری طراحی یافته که حتی‌الامکان بی‌جلب توجه عمل کند و مثل جهش‌های بلند آهو آشکار نباشد. جهش‌های آهو خودنمایانه است و تا حدی به‌عمد توجه شکارگر را جلب می‌کند. بـه نـظر مـی‌رسد آهـوها بـه‌عمد شکارگرها را به سوی خود فرامی‌خوانند، تقریباً انگار می‌خواهند سربه‌سر شکارگر بگذارند. این مشاهده منجر به نظریه‌ای شده که در آن بی‌باکی خوشایندی دیده می‌شود. در اصل، مقدمه‌ی این نـظریه را اسـمایت[1] چـیده بـود، ولی نـتیجه‌ی منطقی که از آن حاصل شده است بی‌چون و چرا، امضای صحاوی را دارد.

نظریه‌ی صحاوی را می‌توان چنین شرح داد. نکته‌ی مهم این تفکر جانبی مفهوم پیشمرگی است که گذشته از علامت دادن به آهوهای دیگر، درواقع همان شکارگر را هدف قرار می‌دهد. آهوهای دیگر با دیدن آن علامت، متناسب با آن عمل می‌کنند، اما این یک چـیز جـنبی است، زیـرا هـدف آن رفـتار درواقـع، در درجه‌ی اول، نوعی علامت دادن به شکارگر است. ترجمه‌ی دست و پا شکسته‌ی آن زبان ما چنین چیزی می‌شود: «ببین چقدر بلند می‌پرم، معلوم است که آهوی

1. N. Smythe

سالم و سرحالی هستم، نمی‌توانی مرا بگیری، برو آنهایی را بگیر که نمی‌توانند مثل من بپرند.» به زبانی که کمتر انسانی است، یعنی احتمال اینکه ژن بلند و نمایشی پریدن قربانی شکارگر شود وجود ندارد، زیرا شکارگران طعمه‌هایی را ترجیح می‌دهند که گرفتن آنها آسان باشد. به خصوص، بسیاری از پستانداران شکارگر معروف‌اند به اینکه دنبال طعمه‌های پیر و ضعیف می‌روند. فردی که بالا می‌پرد و با اغراق خودنمایی می‌کند نه پیر است و نه ضعیف. بر اساس این نظریه، در این خودنمایی هیچ نوع ایثارگری وجود ندارد. درواقع اگر چیزی در آن باشد، خودخواهی است، زیرا هدف آن این است که شکارگر را به سوی افراد دیگر براند. به عبارتی، رقابتی است تا ببیند چه کسی بلندتر می‌پرد و بازنده آنی است که نصیب شکارگر می‌شود.

نمونه‌ی دیگری که قرار بود به آن برگردم، مورد زنبورهای انتحاری است که به آنهایی که به عسل هجوم می‌برند نیش می‌زنند اما تقریباً همیشه در این راه جان خود را از دست می‌دهند. زنبور عسل تنها یک نمونه از حشره‌های بسیار **اجتماعی** است. حشره‌های دیگر، زنبور معمولی، مورچه، موریانه یا «مورچه‌های سفید»اند. من نه فقط از زنبورهای انتحاری بلکه از کل حشرات اجتماعی صحبت می‌کنم. از ماجراهای حشرات اجتماعی داستان‌ها ساخته‌اند، به خصوص همکاری و ایثارگری آشکارشان حیرت‌آور است. مأموریت‌های نیش‌زنی انتحاری آنها نمونه‌ی اعلای از خودگذشتگی و ایثار است. در مورچه‌های عسلی[1] یک طبقه‌ی کارگر وجود دارد که به‌نحو عجیبی با شکم‌های پر از غذا، باد کرده‌اند و تنها کارشان در زندگی این است که مثل حباب لامپ بادکرده از سقف آویزان باشند و به‌عنوان انبار غذا مورد استفاده‌ی کارگران دیگر قرار گیرند. در مفهوم انسانی، درواقع اصلاً زندگی نمی‌کنند؛ فردیت آنها به‌خاطر رفاه جامعه، آشکارا، هویت خود را از دست داده است. هر اجتماع مورچه، زنبور، یا موریانه به یک نوع فردیت در سطحی بالاتر می‌رسد. غذا چنان تقسیم می‌شود که گویی صحبت از یک شکم اشتراکی است. اطلاعات توسط علایم شیمیایی با «رقص» معروف زنبورها طوری متناسب در اختیار همه قرار می‌گیرد که گویی همه یک واحدند و

1. honey-pot ants

دارای یک نظام عصبی و اعضای حسی خاص خود هستند.

توسط چیزی که نظام واکنش ایمنی بدن برمی‌گزیند، مهاجم‌های خارجی شناسایی و پس رانده می‌شوند. گرچه زنبورها از جانوران خونگرم نیستند، دمای نسبتاً بالای درون کندوی عسل تقریباً با همان دقتی که در بدن انسان است تنظیم می‌شود. در آخر و از همه مهم‌تر، دامنه‌ی این قیاس به تولیدمثل می‌رسد. اکثر افرادی که پرگنه‌ی حشره‌های اجتماعی را تشکیل می‌دهند کارگران سترون هستند. مسیر تداوم ژن همیشه‌زنده یا «راه نطفه»[1] از میان بدن گروه اقلیتی از افراد تولیدمثل‌کننده می‌گذرد. این افراد را با سلول‌های جنسی در بیضه و تخمدان ما انسان‌ها می‌توان مقایسه کرد. کارگران سترون در حکم کبد، ماهیچه و سلول‌های عصبی مایند.

رفتار انتحاری و دیگر صورت‌های ایثارگری و همکاری کارگران برای ما تعجب‌آور نخواهد بود اگر این واقعیت را بپذیریم که آنها سترونند. بدن یک جانور عادی طوری تنظیم می‌شود که بتواند از طریق زادآوری و از طریق مراقبت از افراد دیگری که دارای همان ژن‌ها هستند بقای ژن‌های خود را تضمین کند. کشتن خود در راه مراقبت از افراد دیگر با زادآوری خود در آینده سازگار نیست. بنابراین خودکشی ایثارگرانه به ندرت تکامل می‌یابد. اما یک زنبور کارگر هیچ زاده‌ای از خود ندارد. همه‌ی تلاش‌های او معطوف به نگهداری ژن‌هایش از طریق مراقبت از خویشاوندانی است که فرزند خودش نیستند. مرگ یک زنبور کارگر سترون بی‌جفت برای ژن‌هایش همان‌قدر کم‌اهمیت است که افتادن یک برگ پاییزی برای ژن‌های یک درخت.

این تمایل وجود دارد که راجع به حشره‌های اجتماعی افسانه‌پردازی کنیم، اما واقعاً لزومی ندارد چنین کاری کنیم. بد نیست تا حدی به تفصیل ببینیم نظریه‌ی ژن خودخواه چگونه با آن برخورد می‌کند، و به ویژه اصل پیدایش پدیده‌ی غیرمعمول سترون بودن کارگران را که این همه داستان از آن نقل می‌شود چگونه در نظر می‌گیرد.

پرگنه‌ی حشرات اجتماعی یک خانواده‌ی بسیار بزرگ است، که معمولاً

---

1. germ line

همه‌ی افراد آن زاده‌های یک مادرند. کارگران که تولیدمثل نمی‌کنند یا به‌ندرت می‌کنند، خود به طبقات مختلفی تقسیم می‌شوند که کارگران کوچک، کارگران بزرگ، سربازان و طبقه‌های کاملاً تخصصی شده‌ای مانند عسلی‌ها از آن جمله‌اند. ماده‌ای که تولیدمثل می‌کند ملکه نام دارد. به نرهایی که تولیدمثل می‌کنند. نر یا شاه می‌گویند. در اجتماع‌های پیشرفته‌تر، آنها که تولیدمثل می‌کنند هرگز کار دیگری غیر از آن انجام نمی‌دهند. اما در آن یک کار بسیار خبره‌اند و از نظر غذا و نگهداری به کارگران وابسته‌اند، به علاوه مسئولیت نگهداری از بچه‌ها هم بر عهده‌ی کارگران است. در بعضی از گونه‌های مورچه و موریانه ملکه‌ی بزرگ و بادکرده تبدیل به یک کارخانه‌ی بزرگ تخم‌سازی می‌شود که اصلاً به‌زحمت می‌شود آن را به‌عنوان یک حشره تشخیص داد. اندازه‌اش صدها برابر یک کارگر است و اصلاً قادر به حرکت نیست. کارگران مدام مواظبش هستند، به او غذا می‌دهند و جریان تمامی‌ناپذیر تخم‌هایش را به‌سمت شیرخوارگاه مجتمع هدایت می‌کنند. اگر قرار باشد چنین ملکه‌ی غول‌آسایی از سلول سلطنتی‌اش تغییر مکان دهد، بر یک ناوگان هوایی، یعنی بر پشت کارگران زحمت‌کش، سوار می‌شود.

در فصل هفتم تمایز بین زادآوری و نگهداری را بیان کردم. گفتم معمولاً راهبردهای ترکیبی که مخلوطی از بچه‌آوری و نگهداری از آن هستند، تکامل پیدا می‌کنند. در فصل پنجم دیدیم که راهبردهای ترکیبیِ از نظر تکاملی پایدار را می‌توان در دو نوع کلی دسته‌بندی کرد؟ یا هر فرد آن جمعیت می‌تواند به‌صورت ترکیبی رفتار کند، بنابراین افراد معمولاً به ترکیب سنجیده‌ای از بچه‌آوری و نگهداری آن می‌رسند، یا کل جمعیت به دو نوع متفاوت از افراد تقسیم می‌شود. به این ترتیب ما ابتدا تعادل بین عقاب‌ها و کبوترها را تصویر کردیم. بر اساس اصول نظری، این امکان هست که در طریق دوم بین زادآوری و نگهداری به یک تعادل از نظر تکاملی پایدار رسید: جمعیت باید بین زاینده‌ها و نگهدارنده‌ها تقسیم شود. اما این فقط در صورتی از نظر تکاملی پایدار خواهد بود که نگهدارنده‌ها خویشان نزدیک نگه‌داشته شده‌ها باشند، آن‌قدر نزدیک که اگر خود نگهدارنده‌ها فرزند می‌داشتند به او نزدیک بودند. گرچه ممکن است بر اساس اصول نظری، تکامل در این جهت پیشروی کند، اما به نظر می‌رسد فقط در

حشرات اجتماعی این پدیده عملاً رخ داده است.

افرادِ حشرات اجتماعی به دو بخش عمده تقسیم می‌شوند، زاینده‌ها و نگهدارنده‌ها. زاینده‌ها نرها و ماده‌ها تولیدمثل‌کن هستند. نگهدارنده‌ها کارگر هستند. نرها و ماده‌های سترون در موریانه‌ها و ماده‌های سترون در همه‌ی دیگر حشرات اجتماعی. هر دو نوع کارشان را به خوبی انجام می‌دهند زیرا مجبور نیستند با یکدیگر مقابله کنند. اما این خوبی از نظر چه کسی است؟ این سوآل در نظریه‌ی داروینی به این صورت بیان شده است: «به کارگرها چه می‌رسد؟»

بعضی گفته‌اند «هیچ چیز». آنها احساس می‌کنند ملکه در جهت اهداف خود پیش می‌رود و در این راه با ابزار شیمیایی کارگران را وامی‌دارد او را در رسیدن به اهداف خودخواهانه‌اش یاری کنند، مجبورشان می‌کنند از زاده‌های بسیار زیادش نگهداری کنند. این یک روایت از نظریه‌ی «دستکاری والدین»[1] الکساندر است که در فصل هشتم دیدیم. نظر مخالف این، آن است که کارگرها زاینده‌ها را «پرورش» می‌دهند و با این دستکاری زایندگی آنها را در پراکندن نسخه‌هایی از ژن کارگران بیشتر می‌کنند. یقیناً، ماشین‌های بقایی را که ملکه می‌سازد و بچه‌های کارگران نیستند اما با آنها خویشاوندی نزدیکی دارند. همیلتون هوشمندانه به این پی برد که دست‌کم در مورچه‌ها، زنبورهای عسل و زنبورهای معمولی شاید درواقع کارگران از خود ملکه به بچه‌ها نزدیک‌تر باشند.

این فکر خود او و کمی بعد تریورز و هیر[2] را به سوی چشمگیرترین موفقیت‌های نظریه‌ی ژن خودخواه هدایت کرد. زنجیره‌ی استدلال آن به‌قرار زیر است:

نظام تعیین جنسیت حشره‌های گروه نازک‌بال از جمله مورچه، زنبور عسل و زنبور معمولی غیرمعمول است. موریانه‌ها به این گروه تعلق ندارند و در این خصوصیت آنها سهیم نیستند. در لانه‌ی هر نازک بال معمولاً فقط یک ملکه‌ی بالغ هست. او در جوانی فقط یک پرواز به قصد جفت‌گیری انجام داده و اسپرم‌ها را برای بقیه‌ی عمرش که ده سال یا بیشتر است ذخیره کرده است. طی این سال‌ها او به تدریج اسپرم‌ها را روی تخم‌ها ریخته و آنها را وقتی از میان مسیر

1. parental manipulation
2. Hare

خاصی می‌گذرند بارور می‌کند. اما این‌طور نیست که همه‌ی تخم‌ها بارور شوند. آنها که بارور نشده‌اند تبدیل به نر می‌شوند. به این ترتیب جانوری که نـر است پدر ندارد و تمام سلول‌های بدنش فقط از یک مجموعه کروموزوم است (که از مادر گرفته است) به جای اینکه مثل ما دو مجموعه (از پدر و از مادر) گرفته باشد. بنا به قیاس فصل سوم، هر نازک‌بال نـر در سـلول‌های خـود بـه جـای دوجـلد «کتاب» کروموزم فقط یک «جلد» دارد. ولی هر نازک‌بال ماده از این نظر که پدر دارد عادی است و طبق معمول دو مجموعه کروموزوم در هر سلول بدنش هست. اینکه یک ماده به کارگر یا به ملکه تبدیل شود بسته به ژن‌هایش نیست بلکه به این بستگی دارد که چگونه بزرگ شود. یعنی، در هر ماده یک مجموعه‌ی کامل از ژن‌های ملکه‌ساز و یک مجموعه‌ی کامل از ژن‌های کارگرساز (یا بهتر بگـوییم مجموعه‌ای از ژن‌های تخصصی شده برای طبقات مختلف کارگر، سرباز و غیره) وجود دارد. اینکه کدام مجموعه «فعال شـود» بسـتگی دارد بـه ایـنکه آن مـاده چگونه پرورش یابد، به خصوص از نظر غذایی که می‌خورد.

گرچه مسائل زیادی دخیل‌اند، اما اصل قضیه چنین است. ما نمی‌دانیم چرا این نظام غیرمعمول تولید جنسی تکامل یافته است. بی‌شک دلایلی وجود دارد، اما فعلاً فقط آن را بـه عـنوان یک واقـعیت تـعجب‌آور در نـازک بـالان در نـظر می‌گیریم. دلیل اصلی این وضعیت عجیب هرچه باشد، با قـواعـد شسـته‌رفته‌ی فصل ششم که در مورد محاسبه‌ی میزان خویشاوندی بود سر سـازگاری نـدارد. یعنی اسپرم‌های یک فرد نر، به جای اینکه مثل مال ما همه با هم فرق داشته باشد، همه کاملاً یکسان‌اند. هر نر فقط یک مجموعه ژن در هر سلول بـدنش دارد، نه یک مجموعه‌ی دوتایی. بنابراین هـر اسـپرم بـاید کـل آن مـجموعه‌ی ژن‌ها را دریافت کند نه یک نمونه‌ی ۵۰ درصدی از آن را. به این تـرتیب تـمام اسپرم‌های یک نر به خصوص مانند هم‌اند. حالا بیایید میزان خویشاوندی بین مادر و پسر را محاسبه کنیم. اگر نری ژن A را داشته باشد، احتمال اینکه مادرش هم آن را داشته باشد چقدر است؟ پاسخ باید ۱۰۰ درصد باشد، زیرا آن نـر پـدر نداشته و همه‌ی ژن‌های خود را از مادرش گرفته است.

اما حالا فرض کنید بدانیم ملکه‌ای ژن B دارد. این احتمال که پسرش آن ژن را داشته باشد ۵۰ درصد است، زیرا به او فقط نیمی از ژن‌های ملکه می‌رسد. این

معماگونه جلوه می‌کند، اما چنین نیست. یک نر همه‌ی ژن‌های خود را از مادرش گرفته است، اما هر مادر فقط نیمی از ژن‌های خود را به پسرش می‌دهد. راه‌حل این دوگانگی آشکار در این امر نهفته است که نر فقط نصف تعداد معمول ژن دارد. بر سر اینکه میزان «واقعی» خویشاوندی آنها ۱ یا $\frac{۱}{۲}$ است فایده‌ای ندارد خود را معطل کنیم. این شاخص را ما به عنوان یک ابزار سنجش ساخته‌ایم و اگر در مواردی برایمان دردسر درست می‌کند می‌توانیم از خیرش بگذریم و به اصول اساسی‌تر تکیه کنیم. از لحاظ ژن A که در بدن ملکه است، احتمال اینکه در بدن پسرش هم باشد $\frac{۱}{۲}$ است، برای هر دختر هم درست همین میزان است. بنابراین از منظر ملکه، زادگانش از هر جنس، نر یا ماده، که باشند همان اندازه به او نزدیک‌اند که بچه‌های آدم‌ها به مادرشان.

وقتی به خواهرها می‌رسیم اوضاع پیچیده‌تر می‌شود. خواهران تنی پدر مشترک دارند: دو اسپرمی که نطفه‌های آنها را بسته‌اند از نظر تمامی ژن‌هایشان یکسان‌اند. بنابراین خواهرها از نظر ژن‌هایی که از والدین می‌گیرند مانند دوقلوهای همسان هستند. اگر یک ماده ژن A را داشته باشد، باید آن را یا از مادر یا از پدرش گرفته باشد. اگر از مادر گرفته باشد، به احتمال ۵۰ درصد خواهرش هم آن را دارد. اما اگر آن را از پدرش گرفته باشد. احتمال اینکه خواهرش هم آن را داشته باشد ۱۰۰ درصد است. بنابراین، میزان خویشاوندی در خواهران نازک‌بال، مثل جانوران با جنسیت عادی، $\frac{۱}{۲}$ نیست، بلکه $\frac{۳}{۴}$ است.

نتیجه این می‌شود که یک نازک‌بال ماده به خواهران تنی خود نزدیکی بیشتری دارد تا به بچه‌های خود، از هر جنس که باشند. چنان که همیلتون پی برد (گرچه او موضوع را درست به این صورت بیان نکرد) این امر ممکن است در **ماده‌ها این رغبت را به وجود آورد که مادر خود را به عنوان یک ماشین خواهرساز کارآمد پرورش دهند.** ژنی که به‌طور غیرمستقیم خواهر می‌سازد با سرعتی بیشتر از ژنی که به‌طور مستقیم بچه می‌سازد، خود را تکثیر می‌کند. به این ترتیب سترونی کارگرها پدید آمد. شاید اتفاقی نبوده است که، به واقع اجتماعی بودن، از طریق سترونی کارگران، ظاهراً بیش از یازده‌بار جداگانه در نازک بالان و فقط یک‌بار در قلمرو دیگر حیوانات یعنی در موریانه‌ها پیدا شده است.

اما یک مشکل دیگر هم وجود دارد. اگر کارگرها در پرورش مادر خود به

عنوان ماشین خواهرساز موفقند، باید این تمایل طبیعی مادر را که به همان اندازه برایشان برادر می‌سازد به نحوی کنترل کنند. از لحاظ هر کارگر، احتمال اینکه برادری فلان ژن خاص او را داشته باشد فقط $\frac{1}{4}$ است. بنابراین اگر به ملکه اجازه دهند به میزان مساوی بچه‌های نر و ماده تولید کند، پرورش دادن او به سود کارگران نخواهد بود. ژن‌های ذی‌قیمت آنها به میزان حداکثر انتشار نخواهد یافت.

تریورز و هیر متوجه شدند کارگران باید تلاش کنند تا میزان نسبت جنسیت را به نفع ماده‌ها تغییر دهند. آنها با استفاده از محاسبات فیشر در نسبت مطلوب دوجنس (که ما در فصل قبل دیدیم) مجدداً روی مورد خاص نازک‌بالان کار کردند. معلوم شد برای مادر نسبت پایدار سرمایه‌گذاری طبق معمول ۱:۱ است. اما نسبت پایدار برای هر خواهر ۱:۳ به نفع خواهر است نه برادر. اگر شما یک نازک‌بال ماده باشید، مؤثرترین روش برای اینکه ژن خود را منتشر کنید این است که خودتان از بچه‌آوری خودداری کنید و مادرتان را وادارید که به نسبت ۱:۳ برایتان خواهر و برادر بسازد. اما اگر قرار باشد خودتان بچه بیاورید، بهترین راهِ سود رساندن به ژن‌های‌تان این است که به نسبت مساوی پسر و دختر داشته باشید.

همان‌طور که دیدیم، تفاوت بین ملکه و کارگر تفاوت ژنی نیست. یک جنین از نظر ژنی ممکن است تقدیرش این باشد که کارگر شود یا ملکه، اگر «بخواهد» کارگر شود نسبت جنسی آن باید ۱:۳ و اگر «بخواهد» ملکه شود نسبت جنسی باید ۱:۱ باشد. خوب، منظور از این «خواستن» چیست؟ منظور این است ژنی که خود را در بدن ملکه می‌یابد در صورتی به بهترین وجه منتشر می‌شود که آن بدن برای دختر و پسر به‌نسبت مساوی سرمایه‌گذاری کند. اما همان ژن وقتی خود را در بدن یک کارگر می‌بیند، برایش بهترین روش این است که مادرش را وادارد تعداد دخترهایش بیش از پسرها باشد. در واقع تناقضی در کار نیست. هر ژن باید از اهرم‌های قدرتی که به‌طور اتفاقی در اختیارش است بهترین استفاده را بکند. اگر خود را در جایگاهی می‌بیند که می‌تواند روی رشد بدنی که قرار است ملکه شود تأثیر بگذارد، مطلوب‌ترین راهبرد برای استفاده از این تأثیر یک چیز است، و اگر خود را در موقعیتی می‌یابد که می‌تواند روی طرز رشد بدن کارگر اثر

بگذارد، راهبرد مطلوب برای استفاده از این قدرت چیز دیگری است.

این یعنی در پرورش دادن، تضاد منافع وجود دارد. ملکه «سعی می‌کند» به‌میزان برابر برای نرها و ماده‌ها سرمایه‌گذاری کند. کارگرها سعی می‌کنند نسبت تولیدمثل را در جهت سه ماده به یک نر پیش ببرند. اگر ما در تصویر کردن کارگرها به‌عنوان پرورش‌دهنده و ملکه به‌عنوان ماشین جوجه‌کشی آنها به بیراهه نرفته باشیم، شاید کارگرها در رسیدن به نسبت ۳ به ۱ موفق بوده‌اند. اگر غیر از این باشد، و ملکه واقعاً مطابق انتظاری که از اسمش می‌رود زندگی کند و کارگران برده‌ی او و ــ پرستاران ــ فرمانبردارِ پرورشگاه‌های سلطنتی باشند، آن وقت باید انتظار داشت نسبت ۱:۱ که ملکه ترجیح می‌دهد تفوق یابد. در این مورد خاص از جنگ بین دو نسل برنده کیست؟ این موضوع باید به آزمایش گذاشته شود، کاری که تریورز و هیر با استفاده از تعداد زیادی از گونه‌های مورچه انجام دادند.

نسبت جنسی موردنظر، نسبت نرها و ماده‌های تولیدمثل‌کننده است. تولیدمثل‌کننده‌ها موجودات درشت بالداری هستند که در فاصله‌های زمانی خاصی برای جفت‌گیری از لانه‌ی مورچه به پرواز درمی‌آیند و بعد از آن ملکه‌های جوان در پی ساختن پرگنه‌های جدید می‌روند. همین موجودات بالدار را باید برای به دست آوردن یک برآورد تقریبی از نسبت دوجنس مورد شمارش قرار داد. در بسیاری گونه‌ها، تعداد نرها و ماده‌های تولیدکننده نابرابر است. و این قضیه را پیچیده می‌کند زیرا همان‌گونه که در فصل قبل دیدیم، محاسبات فیشر در مورد نسبت به مطلوب دوجنس، نه در مورد **تعداد** دوجنس، جهت **مقدار سرمایه‌گذاری** برای نرها و ماده‌ها به کار می‌آید. تریورز و هیر با وزن کردن مورچه‌ها آن را منظور کردند. آنها ۲۰ گونه مورچه را برداشتند و نسبت جنسیت آنها را بر حسب سرمایه‌گذاری در تولیدمثل‌کننده‌ها برآورد کردند. تقریباً به نسبتی رسیدند که به‌طور قانع‌کننده‌ای نزدیک بود به ۱:۳، همان نسبت ماده به نری که این نظریه پیش‌بینی کرده بود و کارگران نمایش آن را به نفع خودشان به راه انداخته بودند.

بنابراین، به نظر می‌رسد در مورچه‌های مورد مطالعه، در تضاد منافعی که وجود دارد، کارگران «برنده»اند. زیاد جای تعجب نیست، زیرا بدن کارگرها که نگهبان پرورشگاه‌ها هستند، در عمل ورزیده‌تر از بدن ملکه است. ژن‌هایی که

می‌کوشند از طریق بدن ملکه دنیا را تغییر دهند، توسط ژن‌هایی که از طریق بدن کارگران می‌خواهند دنیا را عوض کنند از میدان به‌در می‌شوند. جالب است که در این فضا دنبال شرایط خاصی بگردیم که در آن ملکه نیروی عملی بیشتری از کارگرها داشته باشد. تریورز و هیر متوجه شدند که درست چنین وضعیتی را می‌توان به عنوان یک آزمون دقیق برای آن نظریه به کار گرفت.

واقعیت این است که در بعضی گونه‌های مورچه برده‌داری وجود دارد. در یک گونه‌ی برده‌دار کارگران یا اصلاً هیچ کار عادی انجام نمی‌دهند یا خیلی بد آن را انجام می‌دهند. مهارتشان در یورش برای گرفتن برده است. جنگ‌های واقعی که در آن ارتش‌های رقیب تا آخرین نفس با هم می‌جنگند فقط در انسان‌ها و در حشرات اجتماعی مصداق دارد. در بسیاری از گونه‌های مورچه، طبقه‌ی تخصصی‌شده‌ای از کارگرها، که به‌عنوان سرباز شناخته می‌شوند، آرواره‌های جنگنده و ترس‌آوری دارند، و همه‌ی عمرشان را وقف جنگ برای پرگنه در مقابل ارتش مورچه‌های دیگر می‌کنند. یورش برای برده‌گیری نوع خاصی از فعالیت‌های جنگی است. برده‌گیران، با حمله به لانه‌ی مورچه‌های متعلق به یک گونه‌ی متفاوت، سعی می‌کنند سربازان مدافع آنها را از بین برند و بچه‌های از تخم بیرون نیامده‌ی آنها را به چنگ بیاورند. این بچه‌ها در لانه‌ی رباینده‌های خود از تخم بیرون می‌آیند. آنها «می‌فهمند» که اسیرند و طبق برنامه‌ی عصبی درون سرشتی خود همه‌ی کارهایی را که در لانه‌ی خودشان به‌طور عادی باید انجام می‌دادند، در اینجا انجام می‌دهند. کارگران برده‌گیر یا سربازها به سفرهای دیگر برای برده‌گیری ادامه می‌دهند در حالی که برده‌ها در خانه‌اند و مشغول پیش بردن امور روزمره‌ی لانه‌ی مورچه‌ها، نظافت، تهیه‌ی آذوقه و نگهداری از بچه‌ها هستند.

البته برده‌ها می‌خرسند از این واقعیت غافلند با آن ملکه، و بچه‌هایی که مراقبشان هستند که نسبتی ندارند. آنها ناخواسته رسته‌ی جدیدی از برده‌سازها را می‌پرورانند. بی‌شک انتخاب طبیعی با تأثیر بر ژن‌گونه‌های برده در تلاش است به سازگاری‌های مخالف برده‌داری برتری دهد. اما از قرار معلوم این تلاش‌ها چنان که باید کارآمد نبوده‌اند، زیرا برده‌داری به شکل یک پدیده‌ی گسترده وجود دارد.

از دیدگاه فعلی ما نتیجه‌ی بااهمیت برده‌داری این است. که گونه‌ی برده‌ساز اکنون می‌تواند میزان نسبت دوجنس را آن‌طور که خود ترجیح می‌دهد، جهت دهد. زیرا بچه‌های واقعی او، یعنی برده‌گیرها، دیگر در پرورشگاه‌ها کاره‌ای نیستند و قدرت حالا در دست برده‌هاست. برده‌ها خیال می‌کنند دارند از زادگان خودشان نگهداری می‌کنند و احتمالاً هر آنچه را که در لانه‌ی **خودشان به صلاح بدانند** انجام می‌دهند تا به نسبت ۱:۳ برسند که به نفع خواهران است. اما ملکه‌ی گونه‌ی برده‌ساز از اقدامات متقابل در امان است و هیچ نیروی انتخابی وجود ندارد که با تأثیر بر برده‌ها این اقدامات متقابل را خنثی کند، زیرا برده‌ها اصلاً نسبتی با بچه‌ها ندارند.

برای مثال، تصور کنید در یک گونه مورچه، ملکه از طریق هم‌بو کردن تخم‌های نر با تخم‌های ماده «سعی می‌کند» نرها را ماده جلوه دهد. انتخاب طبیعی به‌طور معمول به هر گرایشی در کارگران که در جهت برملا کردن این ظاهرسازی باشد میدان می‌دهد. ما می‌توانیم آن را به‌صورت یک نبرد تکاملی مجسم کنیم که در آن ملکه مدام رمز را «تغییر» می‌دهد و کارگران مدام «رمزشکنی» می‌کنند. در این جنگ کسی برنده است که ژن‌های بیشتری از خود را از طریق تولیدمثل‌کننده‌ها در بدن‌های نسل بعد داشته باشد. و همان‌طور که دیدیم، معمولاً کارگرانند که برنده‌اند. اما وقتی ملکه‌ی یک گونه‌ی برده‌ساز تغییر رمز می‌دهد، برده‌های کارگر نمی‌توانند توانایی شکستن آن را در خود پدید آورند. به این دلیل که آن ژن رمزشکنی که در برده‌ی کارگر هست، در بدن هیچ‌یک از افراد تولیدمثل‌کننده وجود ندارد و بنابراین منتقل نمی‌شود. تولیدمثل کننده‌ها همه به گونه‌ی برده‌ساز تعلق دارند و خویشاوند ملکه‌اند و نسبتی با برده‌ها ندارند. اگر به‌نحوی ژن برده‌ها به درون تولیدمثل‌کننده‌ها راه یافته باشد، در میان تولیدمثل‌کننده‌هایی دیده می‌شود که اهل لانه‌ی اولیه‌ی مورد هجوم قرار گرفته هستند. در آن صورت، برده‌های کارگر دست به کار شکستن رمزی می‌شدند که اشتباهی است! بنابراین، ملکه‌ی یک گونه‌ی برده‌ساز می‌تواند به راحتی رمز را تغییر دهد، بدون اینکه خطر انتشار ژن‌های رمزشکن در نسل بعد وجود داشته باشد.

ماحصل این بحث پیچیده این است که در گونه‌های برده‌ساز باید انتظار

داشته باشیم نسبت سرمایه‌گذاری در تولیدمثل هردو جنس به ۱:۱ نزدیک شود نه به ۱:۳. استثنائاً فقط همین یک‌بار است، که ملکه خودکامگی می‌کند. این درست همان چیزی است که تریورز و هیر دریافتند، هرچند آنها فقط دوگونه‌ی برده‌ساز را زیر نظر گرفتند.

باید تأکید کنم که داستان را به‌صورت آرمانی بیان کرده‌ام. زندگی واقعی این‌طور مرتب و منظم نیست. برای مثال، به نظر می‌رسد در آشناترین حشره‌ی اجتماعی، یعنی در زنبور عسل کار کاملاً برعکس است.

سرمایه‌گذاری خیلی بیشتری روی نرها صورت می‌گیرد تا روی ملکه؛ کاری که نه از دیدگاه ملکه مادر معنی‌دار به نظر می‌رسید نه از دیدگاه کارگران. همیلتون راه‌حلی برای این معما پیشنهاد کرده است؛ او می‌گوید وقتی یک ملکه‌ی زنبور عسل کندو را ترک می‌کند گروهی از کارگران پرستار او را همراهی و کمکش می‌کنند که پرگنه‌ی جدیدی بسازد. آن کندوی اولیه این کارگران را از دست داده است و هزینه‌ی جایگزینی آنها را باید به حساب بخشی از خرج تولیدمثل گذاشت: زیرا به ازای هر ملکه‌ای که می‌رود، تعداد زیادی کارگر **اضافی** باید تولید شود. سرمایه‌گذاری برای این کارگران اضافی را باید جزئی از سرمایه‌گذاری برای ماده‌های تولیدمثل‌کننده دانست. وقت محاسبه‌ی نسبت جنسیت‌ها آن کارگران اضافی را باید از نظر **تعادل با نرها** سنجید. بنابراین، این مسئله یک مشکل جدی برای این نظریه محسوب نمی‌شود.

در کارکرد دقیق این نظریه یک لَنگی دیگر این است که در بعضی گونه‌ها، ملکه‌ی جوان در پرواز خود برای جفت‌یابی به جای یک نر با چند نر آمیزش می‌کند. به این معنا که میانگین خویشاوندی بین دخترهایش را از $\frac{3}{4}$ کاهش می‌دهد و در موارد افراطی ممکن است به $\frac{1}{4}$ برساند. گرچه خیلی منطقی نیست، ولی این تمایل وجود دارد که این کار را ضربه‌ای زیرکانه از طرف ملکه به کارگران در نظر بگیریم! اتفاقاً شاید به نظر برسد به همین دلیل است که کارگران ملکه را در پروازهای جفت‌یابی‌اش همراهی می‌کنند، می‌خواهند مانع شوند از اینکه بیش از یک‌بار جفت‌گیری کند. اما این کار اصلاً کمکی به ژن خود آن کارگران نمی‌کند ــ فقط به درد ژن‌های کارگران نسل آینده می‌خورد. در میان آن کارگرها هیچ احساس همبستگی کاری به عنوان یک طبقه وجود ندارد. هرکدام آنها فقط

به فکر ژن‌های خودش است. شاید در هر کارگر این میل بوده که مادر خود را همراهی کند اما هرگز این فرصت برایش مقدور نبوده، زیرا در آن زمان نطفه‌اش هنوز بسته نشده بوده است. هر ملکه‌ی جوان در پرواز همسریابی خود خواهر نسل فعلی کارگران است نه مادرشان. بنابراین کارگران بیشتر طرف او را می‌گیرند نه طرف کارگران نسل آینده را، که خواهرزاده‌ی‌شان است. دیگر سرم گیج می‌رود، و وقتش است که داستان را به سرانجام برسانم.

برای کاری که کارگران نازک‌بال برای مادرشان انجام می‌دهند از قیاس پرورش استفاده کردم. مزرعه‌ی آنها یک مزرعه‌ی ژن است. این کارگرها از مادرشان به عنوان تولیدکننده‌ای که در تولید نسخه‌هایی از ژن آنها از خودشان کارآمدتر است، استفاده می‌کنند. ژن‌های حاصلِ خطِ تولید در بسته‌هایی به نام افراد تولیدمثل شده قرار می‌گیرند. این استفاده از پرورش را نباید با مفهوم کاملاً متفاوتی که در آن حشرات اجتماعی به کشت می‌پردازند اشتباه کنیم. حشرات اجتماعی، و دیرتر انسان‌ها، کشف کردند که کشت منظم غذا می‌تواند کارآمدتر از شکار و گردآوری باشد.

برای مثال، چندگونه از مورچه‌های دنیای جدید و کاملاً جدا از آنها موریانه‌ها در آفریقا «مزرعه‌های کشت قارچ» دارند. معروف‌ترین آنها مورچه‌هایی هستند که به چتر آفتابی آمریکای جنوبی[1] معروفند. اینها مورچه‌های بسیار موفقی هستند. در پرگنه‌هایی که از آنها یافت شده است بیش از دومیلیون مورچه هست. لانه‌ی‌شان شامل مجموعه‌های پیچیده‌ای از راهروهای تودرتوی زیرزمینی است که سه متر یا بیشتر عمق دارد و با درآوردن بیش از ۴۰ تن خاک ساخته شده است. مزرعه‌های قارچ در این راهروهای زیرزمینی است. مورچه‌ها، عمداً نوع خاصی از قارچ را در بسترهایی از کود ویژه‌ای می‌کارند که از جویدن و خرد کردن برگ‌ها آماده ساخته‌اند. کارگران به جای اینکه برگ‌ها را مستقیماً مصرف کنند، آنها را کود می‌کنند. «اشتهای» پرگنه‌ی مورچه‌های چتر آفتابی برای برگ فوق‌العاده است. گرچه برگ غذای خود آنها نیست بلکه غذای قارچ‌هایشان است. همین آنها را به یک آفت اقتصادی بزرگ تبدیل کرده است. در نهایت قارچ‌ها را

1. Parasol ants of South America

برداشت می‌کنند و به عنوان غذا می‌خورند و به بچه‌هایشان می‌دهند. قارچ‌ها در شکستن مواد درون برگ بهتر از معده‌ی خود مورچه‌ها عمل می‌کنند و بنابراین این برنامه به نفع مورچه‌هاست. شاید به نفع قارچ‌ها هم باشد، هرچند در آخر درو می‌شوند: مورچه‌ها بهتر از سیستمی که هاگ خودشان برای پخش شدن دارد آنها را منتشر می‌کنند. به علاوه، مورچه‌ها مزرعه‌های قارچ را وجین می‌کنند و آنها را از انواع دیگر قارچ‌های ناآشنا پاک می‌کنند. شاید به این ترتیب با حذف رقیب، به قارچ‌های آشنای مورچه‌ها هم سود برسد. می‌توان گفت نوعی رابطه‌ی ایثارگری دوجانبه بین مورچه و قارچ وجود دارد. شایان ذکر است نظامی شبیه این کشت قارچ، در میان موریانه‌ها هم که هیچ نسبتی با آنها ندارند پیدا شده است.

مورچه‌ها حیوانات خانگی و گیاهانِ کشت‌شده‌ی خاص خود را دارند. شته‌ها به‌طور جداگانه حشره‌های مشابه در مکیدن شیره‌ی گیاهان بسیار تخصص یافته‌اند. آنها خیلی خوب مواد را از گیاهان بیرون می‌کشند، این کار را خیلی بهتر از هضم و جذب آن مواد انجام می‌دهند در نتیجه مایعی را که دفع کنند فقط بعضی از اجزای باارزش خود را از دست داده است. قطره‌های کوچک سرشار از قندِ «شیره‌ی گیاه» از انتهای پشتشان با سرعت زیادی عبور می‌کند، که در بعضی موارد وزنش در هر ساعت بیش از وزن خود مورچه است. اما در بعضی گونه‌های شته وقتی آن مواد می‌خواهد از بدن حشره خارج شود جلو راهش گرفته می‌شود.

مورچه‌ها با ضربه‌ای که با شاخک و پایشان به شته‌ها می‌زنند آنها را «می‌دوشند». شته‌ها به این حرکت پاسخ می‌دهند: در بعضی موارد قطره‌شان را نگه می‌دارند تا مورچه‌ای ضربه بزند و حتی اگر مورچه آماده‌ی گرفتن آن نباشد از ریختن یک قطره هم خودداری می‌کنند. می‌گویند بعضی شته‌ها پشت خود را به شکلی تکامل داده‌اند که از نظر ظاهری مثل صورت مورچه است، برای اینکه بهتر مورچه‌ها را جذب کنند. چیزی که از این رابطه نصیب شته‌ها می‌شود ظاهراً باید حفظ شدن از دشمنان طبیعی باشد. گونه‌هایی از شته که زیاد توسط مورچه‌ها کشت شده‌اند، مثل گاوهای شیرده ما که زیر سرپناه زندگی می‌کنند، سازوکار طبیعی خود را برای دفاع از دست داده‌اند.

در بعضی موارد مورچه‌ها از تخم شته‌ها درون لانه‌های زیرزمینی خود

مراقبت می‌کنند، به نوزاد شته‌ها غذا می‌دهند و سرانجام وقتی بزرگ شدند آنها را به زمین‌های چرای محافظت شده منتقل می‌کنند.

رابطه‌ای را که در آن سود دوجانبه برای اعضای گونه‌های متفاوت وجود دارد همیاری یا هم‌زیستی[1] می‌گویند. اعضای گونه‌های متفاوت اغلب چیزهای زیادی برای عرضه کردن به یکدیگر دارند، زیرا می‌توانند «مهارت»های متفاوتی را به شراکت بگذارند. این نوع عدم تقارن بنیادی می‌تواند به راهبردهای پایداری از نظر تکاملی منجر شود که همکاری‌های دوجانبه است. شته‌ها نوع مناسب دهان را برای بیرون کشیدن شیره‌ی گیاه دارند، اما این دهان مکنده در دفاع از خود ناکارآمد است. مورچه‌ها در مکیدن شیره از گیاه مهارتی ندارند، اما در جنگیدن ماهرند. در خزانه‌ی ژنی مورچه‌ها، ژن کشت و حفاظت از شته برتری یافته است. در خزانه‌ی ژنی شته، همکاری با مورچه‌ها برتری پیدا کرده است.

رابطه‌ی هم‌زیستی برای منافع دوجانبه بین حیوانات و گیاهان رایج است. گیاه گلسنگ به‌ظاهر گیاهی است مانند هر گیاه دیگر. اما در واقع حاصل هم‌زیستی و اتحاد نزدیک بین قارچ و جلبک است. هیچ یک از این دو نمی‌تواند بدون آن دیگری به زندگی ادامه دهد. اگر اتحاد آنها از آنچه هست کمی نزدیک‌تر می‌بود، دیگر اصلاً نمی‌توانستیم آنها را یک موجود زنده‌ی دوتایی به شمار آوریم. بنابراین شاید موجودات زنده‌ای وجود داشته باشند که دوتایی یا سه تایی باشند ولی ما هنوز تشخیصشان نداده‌ایم. شاید حتی خود ما؟

درون هریک از سلول‌های ما تعداد زیادی از چیزهای ریزی وجود دارد به‌نام میتوکندری. این میتوکندری‌ها کارخانه‌های شیمیایی کوچکی هستند که کارشان ایجاد انرژی موردنیاز ماست. اگر ما میتوکندری‌های خود را از دست بدهیم ظرف چندثانیه از بین خواهیم رفت. اخیراً به‌طور قابل‌قبولی استدلال کرده‌اند که میتو کندری‌ها در اصل باکتری‌های هم‌زیستی هستند که در ابتدای تکامل با سلول‌هایی از نوع مال ما پیوند یافته‌اند. برای دیگر موجودات ریز درون سلول‌های ما نظرهای مشابهی ارائه شده است. این موضوع یکی از آن مفاهیم انقلابی است که پذیرفتنش به زمان نیاز دارد، اما زمان این پذیرش فرارسیده

1. mutualism

است. به گمان من ما باید این عقیده‌ی بنیادی را بپذیریم که هریک از ژن‌های ما یک واحد هم‌زیست است. ما یک پرگنه غول‌آسای ژن‌های هم‌زیست هستیم. واقعاً آدم نمی‌تواند از «شواهدی» برای این ادعا صحبت کند، اما همان‌طور که در فصل‌های پیش نظر دادم، این یک چیزِ سرشتی است، درست همان‌طور که ما درباره‌ی طرز کار ژن در گونه‌های جنسی فکر می‌کنیم. روی دیگر سکه این است که ویروس ممکن است ژنی باشد که از پرگنه بدن ما جدا افتاده است. ویروس‌ها شامل DNA خالص (یا یک مولکول خود تکثیر وابسته به آن)اند که در لفافی از پروتئین پوشیده شده‌اند. همه‌ی آنها انگلی‌اند. نظر ما این است که آنها از ژن‌های آشوبگری به وجود آمده‌اند که از پرگنه گریخته‌اند. و حالا، به جای اینکه از وسیله‌ی نقلیه‌ی رسمی‌تر، یعنی از تخمک و اسپرم استفاده کنند از طریق هوا مستقیماً از بدنی به بدن دیگر می‌پرند. اگر این واقعیت داشته باشد، ما خودمان را پرگنه ویروس‌ها هم می‌توانیم در نظر بگیریم! که بعضی‌هاشان هم‌زیستی و همکاری دارند و در اسپرم و تخمک از بدنی به بدن دیگر سفر می‌کنند. اینها ژن‌های «رسمی»اند. بقیه زندگی انگلی دارند، و با هر وسیله‌ای که گیر بیاورند سفر می‌کنند. اگر DNA انگلی در اسپرم و تخمک سفر کند، احتمالاً همان شکل تناقض‌دار DNA مازاد را می‌سازد که در فصل سوم از آن صحبت شد. اگر در هوا یا با وسیله‌ی مستقیم دیگری سفر کند، آن‌گاه «ویروس»، در مفهوم عادی آن، نامیده می‌شود.

اما اینها گمانه‌زنی‌هایی برای آینده‌اند. در حال حاضر ما با هم‌زیستی در سطح روابط بین موجودات پرسلولی سروکار داریم نه درون آنها. واژه‌ی هم‌زیستی به‌طور قراردادی برای با هم بودن اعضای گونه‌های متفاوت به کار می‌رود. اما، حالا که ما از دیدگاه تکاملی «صلاح‌گونه‌ها» فاصله می‌گیریم، به نظر نمی‌رسد هیچ دلیلی منطقی وجود داشته باشد برای اینکه با هم بودن اعضای گونه‌های متفاوت را چیزی غیر از با هم بودن اعضای یک گونه در نظر بگیریم. در کل، با هم بودن‌هایی که شامل منافع دوجانبه باشند تکامل پیدا می‌کنند به‌شرطی که هر طرف چیزی بیشتر از آنچه گذاشته است برداشت کند. این قضیه صادق است چه از اعضای یک دسته کفتار صحبت کنیم، چه از موجودات بسیار متفاوتی مثل مورچه و شته، یا زنبور عسل و گل‌ها. در عمل، شاید تشخیص

موردی که در آن منافع دوجانبه وجود دارد، از مواردی که در آن بهره‌جویی یک‌طرفه است، مشکل باشد.

بر اساس اصول نظری، اگر دادن و گرفتن هم‌زمان باشد تصور پدید آمدنِ همبودهایی که در آنها بهره‌وری دوجانبه است آسان است. مثل آن مورد که دوطرف، گلسنگ را به وجود می‌آورند. اما مشکل وقتی است که بین دادن کمک و دریافت آن فاصله‌ی زمانی وجود داشته باشد. زیرا ممکن است کمک‌گیرنده‌ی اول تقلب کند و وقتی نوبت او می‌شود که جبران کند از این کار سر باز زند. راه‌حل این مسئله جالب است و ارزش دارد که درباره‌اش مفصل بحث کنیم. با یک مثال فرضی بهتر می‌شود موضوع را بیان کرد.

فرض کنید گونه‌ای از پرنده‌ها دچار نوعی انگل ناجور کنه‌ای شده‌اند که باعث بیماری خطرناکی می‌شود. خیلی مهم است که هرچه زودتر کنه‌ها از بین بروند. به‌طور معمول هر پرنده وقتی پروبال خود را با نوکش تمیز می‌کند می‌تواند آنها را بکند و از خود جدا کند. یک جا هست ــ بالای سرش ــ که نوکش به آن نمی‌رسد. راه‌حل این مشکل فوری به ذهن انسان‌ها می‌رسد. آدم ممکن است به سرش دسترسی نداشته باشد، ولی به راحتی می‌تواند از یک دوست خواهش کند این کار را برایش انجام دهد. بعد از آن وقتی آن دوست به این آفت دچار شد، می‌شود خدمتش را جبران کرد. درواقع تیمار دوطرفه هم در پرنده‌ها دیده می‌شود هم در پستانداران.

این موضوع مفهومی را فوراً به ذهن می‌آورد. هر آدم اهل بصیرت می‌داند عاقلانه این است که کمک و یاری دوسره باشد. اما ما می‌دانیم که نباید هرچه را که به ذهن عاقلانه می‌رسد درست بپذیریم. ژن‌ها بصیرتی ندارند. آیا نظریه‌ی ژن خودخواه می‌تواند خاراندن پشت همدیگر، یا ایثارگری دوجانبه را، در حالی که بین کار نیک و تلافی آن فاصله‌ی زمانی وجود دارد توجیه کند؟ ویلیام در کتاب ۱۹۶۶ خود درباره‌ی این موضوع صحبت کرده است، که من قبلاً به آن اشاره کردم. او، مانند داروین، به این نتیجه رسیده است که ایثارگری دوجانبه با تأخیر در گونه‌هایی پدید می‌آید که می‌توانند یکدیگر را به‌عنوان افراد بشناسند و به یاد بیاورند. تریورز موضوع این بحث را در کتاب ۱۹۷۱ بیشتر پی گرفته است. وقتی او در این‌باره می‌نوشت به مفهوم راهبرد تکاملی پایدار مینارد اسمیت دسترسی

نداشت. به نظر من اگر می‌داشت، از آن استفاده می‌کرد، زیرا این مفهوم راهی طبیعی برای بیان افکارش فراهم می‌آورد. اشاره‌ی او به «معمای زندانی»[1] ــ یک معمای جالب در نظریه‌ی بازی‌ها ــ نشان می‌دهد که او از قبل در آن خط فکری قرار داشت.

فرض کنید B دچار انگل در بالای سرش شده است. A آن را می‌کَنَد. بعد، یک وقت دیگر آن انگل روی سر A پیدا می‌شود، طبیعی است که دنبال B بگردد تا از او کمک بگیرد. ولی B فقط دماغش را بالا می‌کشد و راهش را می‌گیرد و می‌رود. B حقه‌باز است. فردی است که از ایثارگری دیگران سود جسته است اما نمی‌خواهد به موقع متقابلاً جبران کند، یا نصفه‌نیمه تلافی می‌کند. اوضاع حقه‌بازها از ایثارگرهایی که به همه کمک می‌کنند بهتر است زیرا استفاده می‌کنند بدون اینکه هزینه‌اش را بپردازند. بی‌شک، تیمار سر یک فرد دیگر، در مقایسه با داشتن یک انگل خطرناک، کار کوچکی است ولی به هر حال قابل اغماض نیست. مقداری از وقت و انرژی پربها را باید صرف کرد.

بیایید جمعیتی را در نظر بگیریم که افراد آن یکی از این دو راهبرد را برگزیده‌اند. همان‌طور که در تحلیل مینارد اسمیت بود، این راهبردها آگاهانه نیستند، بلکه برنامه‌های رفتاری ناآگاهانه‌اند که توسط ژن‌ها، تعیین می‌شوند. این دو راهبرد را «هالو»[2] و «حقه‌باز»[3] نام می‌گذاریم. هالوها به هر کس که لازم داشته باشد خدمت می‌کنند، بدون اینکه برایشان فرق کند چه کسی است. حقه‌بازها از فداکاری هالوها استفاده می‌کنند ولی هیچ‌وقت به کسی خدمت نمی‌کنند، نه حتی به آنهایی که قبلاً از کمکشان استفاده کرده‌اند. مثل مورد کبوتر و عقاب، ما به‌صورت قراردادی برای بازده اینها امتیازهایی در نظر می‌گیریم. مهم نیست که میزان دقیقِ آنچه به دست می‌آید چه باشد، مهم این است که منفعت تیمار شدن بیش از هزینه‌ی آن باشد. اگر موارد انگلی شدن زیاد باشد، هر فرد از افراد هالو می‌تواند روی تعداد افرادی که قبلاً تیمارشان کرده است، برای تیمار شدن حساب کند. بنابراین میانگین بازده یک هالو در میان هالوها

---

1. Prisoner's Dilemma میزان آگاهی بیشتر می‌توانید به کتاب *معمای زندانی* ترجمه‌ی کتیرایی مراجعه کنید.

2. Sucker

3. Cheat

از انتشارات مازیار

مثبت است. درواقع عملکرد آنها بسیار خوب است و واژه‌ی «هالو» برای آنها نابجا به نظر می‌رسد. حالا فرض کنید یک حقه‌باز در آن جمعیت پیدا شود، و بداند که در آن جمعیت همه او را تیمار می‌کنند و او هم کاری برایشان نمی‌کند. میانگین بازده او از میانگین بازده هالوها بیشتر است. بنابراین ژن حقه‌بازی در آن جمعیت منتشر می‌شود و ژن هالو رو به انقراض می‌گذارد. دلیل این است که اهمیتی ندارد نسبت آنها به جمعیت چه باشد، همیشه اوضاع حقه‌باز بهتر از هالوست. برای مثال، جمعیتی را در نظر بگیرید که ۵۰ درصد آن هالو و ۵۰ درصد حقه باز باشند. میانگین هردو گروه کمتر است از میانگین کسی که در جمعیت ۱۰۰ درصد هالوها زندگی می‌کند. اما باز حقه‌بازها اوضاع بهتری از هالوها دارند، زیرا بنا به خصلت خود کمک می‌گیرند ــ و خیری به کسی نمی‌رسانند. وقتی نسبت حقه‌بازها به ۹۰ درصد برسد، میانگین بازدهی برای همه پایین خواهد بود: بسیاری از افراد دوطرف بر اثر عفونت ناشی از انگل رو به موت می‌گذارند، اما باز حقه‌بازها وضع بهتری از هالوها دارند. حتی اگر کل جمعیت رو به نابودی گذارد. در هیچ زمانی اوضاع هالوها از حقه‌بازها بهتر نخواهد شد. بنابراین تا وقتی که فقط این دو راهبرد را در نظر می‌گیریم هیچ چیز نمی‌تواند مانع انقراض هالوها، و به احتمال زیاد نابودی کل جمعیت شود.

اما حالا فرض کنید راهبرد سومی به نام «حسابگر»[1] وجود داشته باشد. حسابگرها به افراد غریبه و به آنهایی که قبلاً کمکشان کرده‌اند توجه می‌کنند. اما اگر کسی به آنها کلک بزند، او را به یاد می‌سپارند و کینه‌جویی می‌کنند: از آن به بعد دیگر او را تیمار نمی‌کنند. در جمعیتی که شامل حسابگرها و هالوهاست می‌شود آنها را از هم تشخیص داد. هردو نسبت به دیگران رفتارشان ایثارگرانه است و هردو بازده‌شان برابر و بالاست. در جمعیتی که بیشتر آن افراد حقه‌باز هستند، یک حسابگر تنها چندان موفق نیست. او انرژی زیادی را صرف می‌کند برای بیشتر افرادی که با آنها روبه‌رو می‌شود ــ زیرا سبک سنگین کردن همه‌ی آنها برایش وقت‌گیر می‌شود. از آن طرف، کسی او را تیمار نمی‌کند. اگر تعداد حسابگرها در مقایسه با حقه‌بازها کم باشد، ژن حسابگری رو به انقراض

1. Grudger

می‌گذارد. اما اگر حسابگرها تعدادشان در زمانی به حد تعیین‌کننده‌ای افزایش یابد، احتمال اینکه یکدیگر را ملاقات کنند به اندازه‌ای زیاد می‌شود که تلاش‌های بیهوده‌شان در تیمار حقه‌بازها را جبران کند. وقتی تعدادشان به آن حد سرنوشت‌ساز برسد، به تدریج بازده‌شان از بازده حقه‌بازها پیشی می‌گیرد و حقه‌بازها با سرعت فزاینده‌ای در جهت نابودی پیش می‌روند. وقتی حقه‌بازها تقریباً نابود شدند، سرعت فروکاستشان کم می‌شود و ممکن است تا مدت‌ها تنها به‌صورت یک اقلیت وجود داشته باشند. به این دلیل که احتمال اینکه هر حقه‌باز کمیاب به یک حسابگر دو بار برخورد کند بسیار کم است: بنابراین در آن جمعیت نسبت افرادی که به یک حقه‌باز خاص کینه‌ورزی داشته باشند کم است.

من داستان این راهبردها را طوری گفته‌ام که گویی می‌توان آشکارا حس کرد چه رخ خواهد داد. در واقعیت قضیه این‌طور روشن نیست. و من از روی احتیاط آن را در کامپیوتر شبیه‌سازی کردم تا ببینم این حدس شهودی تا چه اندازه صحیح است. معلوم شد در مقابل هالو و حقه‌باز، «حسابگر» از نظر تکاملی یک راهبرد پایدار است، زیرا جمعیتی را که شامل تعداد زیادی حسابگر باشد نه هالوها می‌توانند از بین ببرند نه حقه‌بازها.

اما حقه‌باز هم از نظر تکاملی پایدار است. زیرا جمعیتی که در آن اکثریت با حقه‌بازهاست، نه توسط حسابگرها از بین می‌رود نه توسط هالوها. هر جمعیت باید بر پایه‌ی یکی از این دو راهبردِ از نظرِ تکاملی پایدار بگردد. در درازمدت، ممکن است تکیه‌ی آن از روی یک پاشنه به پاشنه‌ی دیگر منتقل شود.

بسته به مقدار بازده‌ها ــ البته با فرض‌های کاملاً دلبخواهی در این شبیه‌سازی ــ این یا آن راهبرد «حوزه‌ی جذب» فراگیرتری خواهد داشت و احتمال اینکه به کار گرفته شود بیشتر خواهد بود. ضمناً توجه داشته باشید با اینکه احتمال اینکه جمعیت حقه‌بازها رو به انقراض بگذارد بیش از جمعیت حسابگرهاست: این امر بر روی وضعیت آنها به‌عنوان یک راهبردِ از نظر تکاملی پایدار اثری نخواهد داشت. در صورتی که یک جمعیت به وضعیتی دچار شود که آن را در جهت نابودی براند، نابود می‌شود، که این بسیار هم بد است.

خیلی سرگرم‌کننده است شاهد شبیه‌سازی‌ای در کامپیوتر باشید که با اکثریت قاطع هالوها، اقلیتی از حسابگرها با تعدادی کمی بالاتر از بسامد بحرانی، و

اقلیتی به همان اندازه از حقه‌بازها شروع شود. اولین چیزی که اتفاق می‌افتد کاهش تأسف‌آور جمعیت هالوهاست که نتیجه‌ی بهره‌جویی بی‌رحمانه‌ی حقه‌بازها از آنهاست. جمعیت حقه‌بازها افزایش رو به انفجاری پیدا می‌کند که با از بین رفتن آخرین هالو به اوج خود می‌رسد. اما هنوز حسابگرها برای حقه‌بازها وجود دارند. در کنار کاهش سریع‌هالوها، تعداد حسابگرها به تدریج کم می‌شود، جمعیت آنها مدام از حقه‌بازهای موفق ضربه می‌خورد اما به نحوی خود را حفظ می‌کند. بعد از نابود شدن آخرین هالو، وقتی که دیگر حقه‌بازها نمی‌توانند به راحتی خودخواهانه بهره‌جویی کنند، حسابگرها کم کم خرج و هزینه‌ی حقه‌بازها را زیاد می‌کنند. دائماً خیزش جمعیت آنها شتاب می‌گیرد. جمعیت حسابگرها با شیب تندی افزایش می‌یابد و جمعیت حقه‌بازها به انقراض نزدیک می‌شود، ولی بعد با استفاده از امتیاز کمیاب بودن، و پیامد آنکه تقریباً سالم در رفتن از تلافی‌جویی حسابگرهاست، جمعیتشان متعادل می‌شود. به هر حال، حقه‌بازها آرام آرام و به‌صورت ناپیدا از صحنه به بیرون رانده می‌شوند و تنها حسابگرهایند که باقی می‌مانند. عجیب اینکه در ابتدا حضور هالوها عملاً حسابگرها را به خطر می‌انداخت، زیرا موفقیت کوتاه‌مدت حقه‌بازها را تأمین می‌کرد.

به هر حال، نمونه‌ی فرضی من درباره‌ی خطر تیمار نشدن کاملاً پذیرفتنی است. موش‌هایی که تنها نگه داشته می‌شوند، روی قسمت‌هایی از سرشان جایی که در دسترسشان نیست زخم‌های ناجوری پیدا می‌شود. در یک مطالعه دیده شد در موش‌هایی که در گروه بودند این مشکل وجود نداشت. زیرا سر همدیگر را می‌لیسیدند. آزمایش عملی نظریه‌ی ایثارگری دوجانبه باید جالب باشد و به نظر می‌رسد موش‌ها موضوع مناسبی برای این کار باشند.

تریورز هم‌زیستی جالب ماهی‌های رفتگر را مورد بحث قرار می‌دهد. می‌دانیم حدود ۵۰ گونه از جمله ماهی‌های کوچک و میگوها زندگی خود را از راه کندن انگل از روی ماهی‌های بزرگ‌تر گونه‌های دیگر تأمین می‌کنند. بدیهی است ماهی بزرگ از تمیز شدن سود می‌برد و به تمیزکننده هم غذای خوبی می‌رسد. این رابطه از نوع هم‌زیستی است. در بسیاری موارد ماهی بزرگ دهانش را باز می‌کند و اجازه می‌دهد ماهی رفتگر برود تو و دندان‌هایش را پاک کند و بعد با شنا از راه آبشش‌ها بیرون برود، که به این ترتیب آنجا هم تمیز می‌شود. آدم

ممکن است انتظار داشته باشد یک ماهی بزرگ زیرکانه صبر کند تا کاملاً تمیز شود و بعد آن وقت تمیزکننده را قورت دهد. اما، به جای این کار ماهی بزرگ‌تر معمولاً می‌گذارد رفتگر شناکنان و بدون درگیری پی کارش برود. این یک نمونه‌ی چشمگیر از ایثارگری است، زیرا در بسیاری موارد، آن رفتگر هم اندازه‌ی ماهی‌هایی است که به‌طور عادی طعمه‌ی آن ماهی بزرگ می‌شوند.

ماهی‌های رفتگر طرح راه راه به‌خصوص و حرکت‌های نمایشی ویژه‌ای دارند که آنها را به‌عنوان رفتگر متمایز می‌کند. ماهی‌های بزرگ از خوردن ماهی‌های کوچکی که آن طرحِ راه راهِ خاص را دارند و با رقص خاصی نزدیک می‌شوند امتناع می‌کنند. هنگام تمیز شدن آنها وارد یک وضعیت خلسه مانند می‌شوند و اجازه می‌دهند ماهی رفتگر به همه جای درون و بیرون آنها سر بزند. با خودخواهی که ژن‌ها دارند عجیب نیست که حقه‌بازهای متقلب بخواهند از این وضعیت به نفع خود سوءِاستفاده کنند. گونه‌هایی از ماهی‌های کوچک وجود دارند که درست شبیه ماهی رفتگر هستند و همان‌طور می‌رقصند تا بتوانند سفر آمنی در قلمرو ماهی بزرگ داشته باشند. وقتی ماهی بزرگ به آن خلسه‌ی خواب مانند موردنظر فرو می‌رود، آن متقلب‌ها به جای اینکه انگل‌ها را جدا کنند، یک گاز از باله‌ی بزرگ او می‌زنند و پا به فرار می‌گذارند. ولی با وجود این حقه‌بازها، باز رابطه‌ی بین ماهی رفتگری و مشتری‌هایش کاملاً دوستانه و برقرار است. حرفه‌ی رفتگری نقش مهمی در زندگی روزانه‌ی اجتماعی آبسنگ‌ها[1] دارد. هر رفتگری برای خود محدوده‌ای دارد و ماهی‌های بزرگ را دیده‌اند که مثل مشتریان یک آرایشگاه صف کشیده‌اند تا نوبتشان شود. شاید در این مورد، این اصرار به در یک‌جا ماندن است که تکامل ایثارگری دوجانبه‌ی با تأخیر را ممکن ساخته است. برای یک ماهی بزرگ همیشه پیش یک سلمانی رفتن، به جای اینکه مدام دنبال سلمانی تازه‌ای باشد، خیلی راحت‌تر است و بنابراین صرف نمی‌کند آن ماهی رفتگر کوچک را بخورد. باور این قضیه سخت نیست. حضور رفتگرنماهای متقلب با فشار مختصری که به ماهی بزرگ وارد می‌کنند تا هر رقصنده‌ی راه راهی را بخورد، احتمالاً رفتگرهای واقعی را به خطر می‌اندازد.

1. Coral reef Community

پافشاری رفتگرهای واقعی برای ماندن در محدوده‌ی خود، مشتری‌ها را قادر می‌کند که پیدایشان کنند و از متقلب‌ها بپرهیزند.

حافظه‌ای درازمدت و توانایی شناختن افراد در انسان به خوبی شکل گرفته است. بنابراین می‌توان تصور کرد ایثارگری دوجانبه نقش مهمی در پدیدایش انسان داشته است. تریورز چنان در این امر پیش می‌رود که اظهار می‌کند بسیاری از خصوصیات روان‌شناختی ما ــ حسادت، شرمندگی، حق‌شناس، هم‌دردی و مانند اینها ــ برای توانایی بیشتر در تقلب کردن، کشف تقلب و پرهیز از متقلب انگاشته شدن شکل گرفته است. از موارد قابل توجه «تقلب‌های نامحسوس» است که به‌ظاهر کمک دوجانبه‌اند، ولی همواره کمتر از آنچه می‌ستانند می‌دهند. حتی ممکن است مغز انباشته‌ی انسان و استعداد او در استدلال ریاضی، به عنوان سازوکارهایی برای تقلب‌های هرچه زیرکانه‌تر و بهتر پی بردن به تقلب‌های دیگران پدید آمده باشند. پول نشانه‌ی صوریِ ایثارگریِ دوجانبه‌ی با تأخیر است.

نظریه‌پردازی درباره‌ی ایثارگری دوجانبه آن‌گاه جذاب می‌شود که کاربرد آن را در گونه‌ی خودمان ببینیم. با میلی که به این کار دارم، معلوم نیست نظر من بهتر از کس دیگر باشد، بنابراین خواننده را تنها می‌گذارم تا با فکر خودش به آن بپردازد.

فصل یازدهم

میم[1]: همتاساز جدید

تا اینجا درباره‌ی انسان زیاد صحبت نکرده‌ام، گرچه آن را به‌عمد هم کنار نگذاشتم. دلیل استفاده از اصطلاح «ماشین بقا» تا حدی این بوده است که در ذهن بعضی‌ها، واژه‌ی «حیوان» گیاه و گاهی انسان را شامل نمی‌شود. استدلال‌هایی که من مطرح کرده‌ام در وهله‌ی اول باید در مورد هر موجود تکامل‌یافته‌ای کاربرد داشته باشد. اگر قرار باشد گونه‌ای مستثنا شود، باید دلیل خاصی وجود داشته باشد. آیا برای منحصر به فرد بودن گونه‌ی ما دلیل خاصی وجود دارد؟ من فکر می‌کنم پاسخ این سوآل آری است.

بیشتر آنچه را که انسان را از دیگر جانداران متمایز می‌کند می‌توان در یک کلمه خلاصه کرد: «فرهنگ». من این واژه را نه در معنای تشریفاتی آن، بلکه به‌صورتی به کار می‌برم که یک دانشمند از آن استفاده می‌کند. گرچه انتقال فرهنگی در اصل محافظه‌کار است، اما از آن نظر که نوعی تکامل ایجاد می‌کند، با انتقال ژنی قابل قیاس است. جفری چاسر[2] و یک انگلیسی امروزی نمی‌توانند به‌راحتی با هم گفت‌وگو کنند، با اینکه رشته‌ی محکمی از بیست نسل مردان انگلیسی آنها را به هم پیوند می‌دهد که هرکدام می‌توانستند با همسایه‌ی مجاور خود در آن زنجیره، مثل پدر و پسر، صحبت کنند. به نظر می‌رسد زبان با ابزاری غیرژنی و با سرعتی بسیار بیشتر از تکامل ژن تکامل می‌یابد.

انتقال فرهنگی مختص انسان نیست. بهترین نمونه‌ی غیرانسانی آن را که

---

1. Meme 2. Geoffrey Chaucer

من می‌شناسم اخیراً ب.ف. جنکینز[1] در آواز پرنده‌ی به نام پشت‌زمینی[2] که در جزایر اطراف زلندنو زندگی می‌کند، توصیف کرده است. در جزیره‌ای که او کار می‌کرد، در کل حدود نُه آواز مشخص از یکدیگر وجود داشت. هر پرنده‌ی نر یک یا چند تا از آن آوازها را می‌خواند. نرها را می‌شد از روی لهجه‌شان دسته‌بندی کرد. برای مثال، یک گروه هشت‌تایی از نرها که قلمروشان کنار هم بود، آواز خاصی را می‌خواندند که سی‌سی نامیده شده بود. گروه‌های لهجه‌ای دیگر آوازهای دیگری می‌خواندند. گاهی اعضای یک گروهِ لهجه‌ای در بیش از یک آواز شریک بودند. با مقایسه‌ی آوازهای پدران و پسران، جنکینز نشان داد این‌طور نیست که طرح آوازها از طریق ژن به ارث برسد. به همان صورتی که در یادگیری زبان در انسان رخ می‌دهد، هر نر جوانی ممکن است آوازی را از همسایه‌ی قلمرو خود تقلید کند. در بیشتر زمانی که جنکینز آنجا بود، در جزیره تعداد معینی آواز شنیده می‌شد، گویی نوعی «خزانه‌ی آواز» وجود داشت که نرهای جوان مخزن خود را از آن پر می‌کردند. اما گاهی او این امکان را داشت که شاهد «اختراع» یک آواز جدید باشد، آوازی که با اشتباه در تقلید از یک آواز قدیمی پیدا می‌شد. جنکینز نوشته است: «معلوم شده است صورت‌های جدید آواز، به شکل‌های مختلف، از تغییر زیر و بمیِ یک نُت، حذف بعضی نُت‌ها، و ترکیب بخش‌هایی از آوازهای موجود پیدا می‌شوند. پیدا شدن صورت جدید یک رخداد فی‌البداهه بود و حاصل کار تا چندین سال برقرار می‌ماند. به‌علاوه، در برخی موارد، فقط آن صورت جدید به نسل جوان منتقل می‌شد، به‌طوری که یک گروه منسجم و یکدست از افرادی که مثل هم می‌خواندند پیدا می‌شد.» جنکینز به خاستگاه آوازهای جدید با عنوان «جهش فرهنگی» اشاره می‌کند.

آواز پرنده‌ی پشت‌زمینی واقعاً از طریق غیرژنی تکامل می‌یابد. نمونه‌های دیگری از تکامل فرهنگی در پرندگان و میمون‌ها وجود دارد؛ اما اینها جزء موارد عجیب و غیرمعمولند. این گونه‌ی ماست که به‌واقع توان تکامل فرهنگی را به نمایش می‌گذارد. زبان تنها مشتی از خروار است ــ مد لباس، طرز غذا خوردن، رسم‌ها و سنت‌ها، هنر و معماری، مهندسی و فناوری، همه در زمان تاریخی

1. B.F. Jenkins 2. Saddle back

طوری تکامل پیدا می‌کند که به نظر می‌رسد صورتی از تکامل ژنی‌اند که شتاب زیادتری دارند، اما در واقع ربطی به تکامل ژنی ندارند؛ گرچه این تغییر هم ممکن است مثل تکامل ژنی تدریجی باشد. علم جدید به‌مفهومی عملاً بهتر از علم قدیم است. با گذشت قرن‌ها، نه فقط درک ما از جهان تغییر می‌کند، بلکه بهتر نیز می‌شود. باید پذیرفت اوج‌گیری پیشرفت‌های امروزی ریشه در دوره‌ی نوزایی (رنسانس) دارد، دوره‌ای که بعد از تاریکیِ رکودی بود که در آن فرهنگ علمی اروپا در سطحی که یونانیان به آن رسیده بودند منجمد شده بود. اما، همان‌طور که در فصل پنجم دیدیم، تکامل ژنی هم ممکن است به‌صورت یک رشته از فوران‌های کوتاه‌مدت که در بین وضعیت‌های ثابت قرار دارند رخ دهد.

اغلب به مقایسه بین تکامل ژنی و تکامل فرهنگی اشاره کرده‌اند و گاهی در بعضی متون این اشاره‌های ضمنی کاملاً بی‌اساسند. قیاس بین پیشرفت علمی و تکامل ژنی از طریق انتخاب طبیعی را به‌ویژه سر کارل پوپر[1] روشن کرده است. من بیشتر در جهتی پیش می‌روم که ل.ل. کاوالی ـ اسفورزا[2] متخصص ژنتیک، ف.ت. کلوک[3] مردم‌شناس، و ج.م. کولن[4] رفتارشناس مورد بررسی قرار داده‌اند.

توضیحی که هم‌عقیده‌های من برای رفتار انسان ارائه کرده‌اند، مرا که یک داروینی پرحرارتم قانع نکرده است. آنها کوشیده‌اند در ویژگی‌های مختلف تمدن انسانی در پی یافتن «امتیازات زیست‌شناختی» باشند. برای مثال، آیین‌های قبیله‌ای را سازوکاری برای قوام بخشیدن به هویت گروه در نظر می‌گیرند، که برای گونه‌ای که به‌صورت جمعی به شکار می‌رود و در آن افراد با تکیه بر همکاری با هم طعمه‌های بزرگ و تیزپا را شکار می‌کنند ارزشمند است. اغلب، پیش‌زمینه‌ی فکری که از تکامل وجود دارد بر پایه‌ی نظریه‌هایی است که ریشه در انتخاب گروه دارند، اما می‌توان این نظریه‌ها را چنان بازگفت که بر پایه‌ی انتخاب ژنی بنیادگرا قرار گیرند. شاید بشر بخش عمده‌ای از این چندمیلیون سال آخر را در گروه‌های کوچک خویشاوندی گذرانده باشد. انتخاب خویشاوند و انتخاب به‌نفع ایثارگریِ دوجانبه ممکن است روی ژن‌های انسان تأثیری گذاشته

1. Sir Karl Popper 2. L.L. Cavalli-Sforza 3. F.T. Cloak
4. J.M. Cullen

باشد که سبب بسیاری از ویژگی‌ها و تمایلات روانی بنیادی ما شده باشد. این پیشنهادها تا حدی پذیرفتنی‌اند، اما بعید می‌دانم که از پسِ دشواریِ توضیح فرهنگ، تکامل فرهنگی و تفاوت بسیار زیادی بر آیند که بین فرهنگ‌های انسانی در جهان وجود دارد، از خودخواهی و بی‌احساسی قیبله‌ی ایک در اوگاندا، آن‌طور که کولین ترنبول[1] شرح داده، گرفته تا ایثارگری ملایم آراپش[2]های مارگارت مید.[3] من فکر می‌کنم ما باید از اول شروع کنیم و سراغ اصل نخست برویم. بحثی را که پی خواهم گرفت و شاید از نویسنده‌ی فصل‌های ابتدای این کتاب بعید به نظر برسد، این است که برای درک پیدایش انسان امروزی، لازم است این فکر را که ژن تنها بنیان باور ما درباره‌ی تکامل باشد از سر خود به در کنیم. من یک داروینیِ پروپا قرص هستم، اما معتقدم این نظریه بزرگ‌تر از آن است که فقط محدود به قالب باریک ژن باشد ــ ژن فقط برای قیاس در نظریه‌ی من آمده است نه برای چیزی بیش از آن.

خوب، بالأخره ژن‌ها چه ویژگی خاصی دارند؟ پاسخ این است که همتاسازند. انتظار ما از قوانین فیزیک این است که در همه جای دنیا صادق باشند. اما آیا هیچ اصل زیست‌شناختی وجود دارد که به این صورت اعتبار جهانی داشته باشد؟ وقتی فضانوردان به سیارات دور سفر می‌کنند و به جست‌وجوی علایم حیات می‌روند، می‌توانند انتظار یافتن موجودات بسیار غریبی را داشته باشند که تصورش هم برای ما زمینی‌ها آسان نیست. اما آیا چیزی در مورد حیات نیست که در هر جا و با هر بنیان شیمیایی که یافت شود صادق باشد؟ اگر صورتی از حیات یافت شود که پایه‌ی شیمیایی آن به‌جای کربن بر سیلیکون باشد یا به‌جای آب بر آمونیاک، اگر موجوداتی کشف شوند که در منهای درجه تا حد مرگ بجوشند، اگر صورتی از حیات یافت شود که اصلاً بنیان شیمیایی نداشته باشد، بلکه بر پایه‌ی مدارهای منعکس‌شونده‌ی الکترونی باشد، آیا باز یک اصل کلی وجود دارد که ناظر بر کل حیات باشد؟ روشن است که من پاسخ را نمی‌دانم. اما اگر مجبور بودم شرط ببندم، آن‌وقت روی یک اصل بنیادی سرمایه‌گذاری

---

1. Colin Turbul
2. Arapesh از قبیله‌های پاپوا در اقیانوس آرام
3. Murguret Mead مردم‌شناسی آمریکایی

می‌کردم. و آن این قانون بود که تفاوت میزان بقای موجودات همتاساز کل حیات را پدید می‌آورد. ژن یا مولکول DNA موجود همتاسازی است که به‌طور اتفاقی در سیاره‌ی ما فراگیر شده است. ممکن است انواع دیگر آن هم وجود داشته باشد. اگر چنین باشد، آن وقت آنها، اگر بعضی شرایط ویژه‌ی دیگر هم فراهم باشد، بی‌تردید می‌توانند پایه‌ی یک فرایند تکاملی شوند.

آیا ما مجبوریم به دنیاهای دور برویم تا انواع همتاسازها و در پیامد آن انواع دیگر تکامل را بیابیم؟ به باور من اخیراً نوع جدیدی از همتاساز روی سیاره‌ی ما پیدا شده است و در چشم ما چشم دوخته است. این همتاساز هنوز دوران طفولیت خود را می‌گذراند، هنوز با خام‌دستی در سوپ آغازین غوطه‌ور است، اما تغییرات تکاملی آن با سرعتی که دارد، ژن قدیمی را هن و هن‌کنان پشت سر گذاشته است و پیش می‌رود.

این سوپ جدید سوپ فرهنگ بشری است. ما برای این همتاساز جدید اسمی لازم داریم، اسمی که واحد انتقال فرهنگ یا واحد سرمشق‌گیری را. القا کند، واژه‌ی Mimeme از یک ریشه‌ی یونانی مرتبط گرفته شده، اما من واژه‌ای می‌خواهم که تا حدی بر وزنِ ژن باشد. امیدوارم دوستان ادیبم مرا ببخشند که mimeme را کوتاه کرده و به‌صورت meme[1] درمی‌آورم. شاید اگر آن را از خانواده‌ی memory در نظر بگیریم یا به واژه‌ی فرانسوی mêmе نسبت دهیم، خیالمان کمی راحت شود. از نظر تلفظ بر وزنِ cream است.

نمونه‌های میم عبارتند از آهنگ‌ها، باورها، تکیه کلام‌ها، مدهای لباس، شیوه‌های سفالگری و ساخت هلال تاق‌ها. درست همان‌طور که ژن با پریدن از یک بدن به بدن دیگر، از طریق اسپرم یا تخمک، خود را در خزانه‌ی ژنی پخش می‌کند، میم‌ها با پریدن از یک مغز به مغز دیگر خود را در خزانه‌ی میمی تکثیر می‌کنند؛ که در مفهوم کلی می‌توان آن را سرمشق‌گیری نامید. اگر دانشمندی از موضوع جالبی باخبر شود یا چیزی بخواند، آن را به همکاران و دانشجویان خود منتقل می‌کند. از آن در مقاله‌ها و سخنرانی‌هایش صحبت می‌کند. اگر آن موضوع مورد توجه قرار گیرد، می‌گوییم خود را از مغزی به مغز دیگر منتشر کرده

---

۱. واژه‌ی فرانسوی معادل «همان».

است. همکار من ن.ک. هامفری[1] پیش‌نویس قبلی این فصل را چنین خلاصه کرده بود: «... میم را باید مثل یک موجود زنده در نظر گرفت، نه فقط از نظر استعاری بلکه به‌لحاظ فنی. وقتی شما یک میم بارور را در ذهن من می‌کارید، درواقع چیزی وارد می‌کنید که آن را به وسیله‌ای برای انتشار آن میم تبدیل می‌کند، درست به همان صورت که یک ویروس ممکن است وارد سازوکار ژنی سلول میزبان شود. و این فقط در حد حرف نیست ــ برای مثال میم "بارور به حیات پس از مرگ" در جهان بیش از میلیون‌ها بار به‌صورت یک ساختار در دستگاه عصبی افراد محقق شده است.»

مفهوم آفرینش را در نظر بیاورید. نمی‌دانیم چگونه در خزانه‌ی ممی پیدا شده است. شاید اصلاً چندین بار با جهش‌های جداگانه پیدا شده باشد. در هر صورت، قدمت آن واقعاً بسیار زیاد است. این مم چگونه همتاسازی کرده است؟ به‌صورت گفتاری و نوشتاری واژه، به‌کمک موسیقی والا و هنر ارزشمند. چرا چنین میزان بقای بالایی دارد؟ یادتان باشد در اینجا منظور از «میزان بقا» میزان ژن در خزانه‌ی ژنی نیست بلکه میزان مم در خزانه‌ی ممی است.

نظر بعضی از همکاران من این است که این برداشت از میزان بقای یک میم آن را مسلّم می‌انگارد. آنها همیشه می‌خواهند در آخرین مرحله‌ی تحلیل به «امتیازات نتایج زیستی» برگردند. از نظر آنها گفتن اینکه مفهومی از نظر روانی گیرایی فوق‌العاده‌ای دارد کافی نیست. می‌خواهند علت این گیرایی بسیار زیاد روانی را بدانند. گیرایی روان‌شناختی دارد یعنی برای مغز جالب است. مغز هم با انتخاب طبیعی ژن‌ها از خزانه‌ی ژنی شکل گرفته است. آنها می‌خواهند دریابند چگونه داشتن چنین مغزی به بقای ژن‌ها کمک می‌کند.

من این نگرش را درک می‌کنم و شک ندارم داشتن این مغزی که ما داریم، از نظر ژنی امتیازاتی دارد. با وجود این فکر می‌کنم اگر این همکارانم با دقت بیشتر به اصول بنیادی فرضیه‌های خود توجه کنند، می‌بینند که دارند همان تعداد سوآل‌های مرا مطرح می‌کنند. در اصل، به این دلیل که ژن‌ها همتاسازند، یک روش خوب برای توضیح دادن پدیده‌های زیست‌شناختی مطرح کردن امتیازات

1. N.K. Humphrey

ژنی آنهاست. وقتی در سوپ آغازین شرایط طوری شد که مولکول‌ها توانستند نسخه‌هایی از خودشان بسازند، خود زمام امور را به دست گرفتند. در زمانی بیش از سه هزار میلیون سال DNA تنها همتاساز مطرح در جهان بوده است که ارزش داشته راجع به آن صحبت کنیم. اما لزومی ندارد این انحصار تا ابد برقرار باشد. وقتی شرایطی به وجود می‌آید که در آن نوع جدیدی از همتاساز نسخه‌هایی از خودش می‌سازد، زمام امور به دست این همتاساز جدید می‌افتد و نوع جدیدی از تکامل را که خاص خودش است بنا می‌گذارد. زمانی که این تکامل جدید شروع شود، به هیچ صورت لازم نیست در خدمت همتاساز قبلی باشد. تکامل قبلی، که بر اساس انتخاب ژن بود، با ساختن مغز سوپی ساخت که در آن نخستین میم‌ها پیدا شدند. وقتی میم‌های همتاساز پیدا شدند، تکاملی که خاص آنها بود سرعت گرفت. ما زیست‌شناسان چنان غرق در مفهوم تکامل ژنی شده‌ایم که اغلب فراموش می‌کنیم تکامل ژنی فقط یکی از انواع ممکن تکامل می‌تواند باشد.

در یک مفهوم کلی، تقلید همان همتاسازی میم‌هاست. اما چون این‌طور نیست که هر ژنی که توان همتاسازی دارد در این کار موفق باشد، به همین ترتیب بازده بعضی میم‌ها در خزانه‌ی میمی بهتر از بقیه است، و این قابل قیاس با انتخاب طبیعی است. من چند نمونه از ویژگی‌هایی را که باعث بیشتر شدن میزان بقای میم‌ها می‌شود ذکر کردم. اما در واقع آنها باید همان ویژگی‌هایی باشند که در فصل دوم برای همتاسازها بیان کردیم: ماندگاری، زایایی، و امانت در نسخه‌برداری. ظاهراً برای هر نسخه از یک میم، ماندگاری آن اهمیتی را ندارد که برای یک نسخه از ژن داشت. نسخه‌ای که از یک سرود در ذهن من است، فقط تا پایان عمر من ماندگار خواهد بود و بعید است نسخه‌ای از آنکه در کتاب «سرودهای دانش‌آموزان پیشاهنگ» است خیلی بیشتر دوام بیاورد. اما تصور من این است که نسخه‌هایی از آن سرود روی کاغذ یا در مغز مردم تا قرن‌های آینده زنده خواهد ماند. مثل مورد ژن‌ها، زایایی یک نسخه خیلی مهم‌تر از ماندگاری آن است. اگر میم یک نظر علمی باشد، پراکنش آن بسته به این است که تا چه حد برای تک تک دانشمندان قابل پذیرش باشد؛ یک سنجش تقریبی از میزان بقای آن را شاید بتوان با شمارش تعداد دفعاتی که در

شماره‌های متوالی مجله‌های علمی به آن مراجعه شده به دست آورد. اگر میم یک آهنگ محبوب باشد، میزان پخش آن در خزانه‌ی میمی را باید از روی تعداد دفعاتی که شنیده شده و افراد جمعیت اهل آن میم آن را در خیابان سوت زده‌اند حساب کرد. اگر یک مُدل کفش زنانه باشد، کسانی که اهل آن میم‌اند ممکن است از روی آمار فروش آن در مغازه‌ها حساب دستشان بیاید. بعضی میم‌ها، مثل بعضی ژن‌ها، به موفقیت‌های درخشان کوتاه‌مدت دست می‌یابند و سریع پخش می‌شوند، اما در خزانه‌ی میمی دوام چندانی ندارند. آهنگ‌های محبوب و کفش‌های پاشنه‌بلند نمونه‌های آنند. بعضی دیگر، مثل بعضی قوانین ممکن است تا هزاران سال به انتشار ادامه دهند، این اغلب به‌خاطر پایداری بالقوه‌ای است که ثبت نوشتاری دارد.

و می‌رسیم به سومین ویژگی کلی همتاسازهای موفق: امانت در نسخه‌برداری. باید اعتراف کنم در اینجا جای پای محکمی ندارم. در نگاه اول به نظر نمی‌رسد میم‌ها اصلاً از نظر کیفیت امانت همتاسازهای خوبی باشند. هروقت دانشمندی نظری را می‌شنود و آن را به کس دیگر منتقل می‌کند، احتمالاً تا حدی آن را تغییر می‌دهد. من دِینی را که به نظرهای ر.ل. تریورز دارم در این کتاب پنهان نگاه نداشته‌ام، با وجود این، آنها را عیناً با کلمات خودش در اینجا نیاوردم. با تغییر تأکید و آمیختن با نظرهای خودم و نظر افراد دیگر، آنها را طوری آوردم که مناسب مطلب مورد نظرم باشند. میم‌ها به‌شکل تغییریافته به شما منتقل می‌شوند. و این درست عکس انتقال ژن است که در آن دقت بالاست و صحبت از انتقال همه یا هیچ است. به نظر می‌رسد انتقال میم هم مدام در معرض جهش است و هم در معرض آمیختگی.

ممکن است چون میم به‌ظاهر غیرذره‌ای است ما گمراه شویم و آن را قابل قیاس با ژن ندانیم. در کل، اگر به آنچه از خصوصیات ژنی به ارث می‌رسد، مثل قد یا رنگ پوست انسان، توجه کنیم، به نظر نمی‌رسد اثر ژنِ غیرقابل تقسیم و غیرقابل آمیختگی باشد. اگر یک آدم سفیدپوست و یک آدم سیاه آمیزش کنند، فرزند آنها سیاهِ سیاه یا سفیدِ سفید نمی‌شود؛ چیزی بینابین است. این معنایش

این نیست که ژن‌های مربوطه ذره‌های[1] مجزا نیستند، بلکه به این معنی است که تعداد بسیاری از آنها به رنگ پوست مربوط می‌شوند و تأثیر هرکدام به‌قدری کوچک است که در مجموع به نظر می‌رسد با هم آمیخته شده‌اند. تا اینجا طوری از میم صحبت شد که گویی واضح است یک واحد میم از چه تشکیل شده است. البته قضیه به این روشنی هم نیست. گفتیم هر آهنگ یک میم است، اما سمفونی چطور؟ چندتا میم است؟ آیا هر موومان یا هر عبارتِ قابلِ تشخیصِ ترانه‌ی آن، یک میم است؟ هر میزان، هر آکورد، یا... چه؟

من باز به همان کلک زبانی که در فصل سوم به‌کار بردم متوسل می‌شوم. در آنجا ژن مرکب[2] را به واحدهای کوچک و بزرگ ژنی و به واحدهای درون هر واحد تقسیم کردم. تعریف ژن یک چیز ثابت نبود که فقط همان باشد و غیر از آن نباشد، بلکه واحدی بود برای راحت کردن کار، مقداری از طول کروموزوم بود که برای اینکه واحد قابل قبولی در انتخاب طبیعی محسوب شود باید از نظر امانت در نسخه‌برداری کیفیت بالایی می‌داشت. اگر تنها یک عبارت از سمفونی نهم بتهوون به‌قدر کافی مشخص و قابل به یاد سپردن باشد که بشود آن را جدا از سمفونی به‌عنوان یک نشانه‌ی آوایی در یک ایستگاه فرستنده‌ی رادیو به‌کار برد، آن‌وقت این شایستگی را دارد که آن را یک میم به حساب آوریم. اتفاقاً، همین موضوع توانایی مرا برای لذت بردن از آن سمفونی کور کرده است.

به طریق مشابه، وقتی می‌گوییم امروز همه‌ی زیست‌شناس‌ها نظریه‌ی داروین را قبول دارند، منظور ما این نیست که هرکدامشان یک نسخه از نوشته‌ی خود داروین را کلمه به کلمه در مغز خود حک کرده است. هرکس به روشی خاص خود، نظر داروین را تفسیر می‌کند. شاید آن را نه از روی نوشته‌های خود داروین، بلکه از نویسنده‌های جدیدتر گرفته باشد. بسیاری از جزئیات آن چیزهایی که داروین شرح داده، نادرست است. اگر خود داروین کتابش را می‌خواند به‌زحمت نظریه‌ی اصلی خودش را در آن پیدا می‌کرد، هرچند من امیدوارم از آن‌طوری که من آن را توضیح می‌دهم خوشش می‌آمد. با این حال، علی‌رغم همه‌ی اینها، یک چیز هست، یک جوهر داروینی، که در ذهن همه‌ی افرادی که آن نظریه را

1. Particulate
2. gene Complex یا مجموعه‌ی ژنی

درک می‌کنند وجود دارد. اگر غیر از این بود، آن وقت این حرف که دونفر در مورد جمله‌ای اتفاق نظر دارند، تقریباً بی‌معنی می‌نمود.

یک «میمِ مفهومی» را می‌توان به‌صورت چیزی قابل انتقال از یک ذهن به ذهن دیگر تعریف کرد. بنابراین، میم نظریه‌ی داروین پایه‌ی اصلی مفهومی است که در ذهن همه‌ی آنهایی که این نظریه را فهمیده‌اند وجود دارد. پس تفاوت تفسیر افراد از آن، بخشی از آن میم به حساب می‌آید. اگر بشود نظریه‌ی داروین را به چند بخش تقسیم کرد، به‌طوری که بعضی افراد قسمت A را قبول داشته باشند و قسمت B را نپذیرند و عده‌ای دیگر B را قبول کرده باشند و A را نپذیرند، آن‌وقت باید A و B را میم‌های جداگانه در نظر گرفت. اگر هرکس A را قبول داشته باشد و تقریباً B را هم پذیرفته باشد ــ به‌زبان ژنی یعنی اگر میم‌ها به هم «پیوسته» باشند ــ آن‌گاه راحت‌تر این است که آنها را یکپارچه (با هم) در نظر گیریم و یک میم قلمداد کنیم.

بیایید قیاس ژن و میم را پی بگیریم. در سرتاسر این کتاب تأکید من بر این بوده که نباید ژن‌ها را عاملی هدفمند و هشیار در نظر آوریم. انتخاب طبیعیِ بدون هدف آنها را در جهتی می‌راند که جهت‌دار به نظر می‌رسند و مثل یک‌جور تندنویسی، ما از آنها هدفمندی را برداشت می‌کنیم. مثلاً وقتی می‌گوییم «ژن‌ها سعی می‌کنند شمار خود را در خزانه‌ی ژنی افزایش دهند» در واقع منظور این است: «ژن‌هایی که رفتارشان به‌نحوی است که در آینده در خزانه‌ی ژنی پرشمار می‌شوند، ژن‌هایی خواهند بود که اثرشان را در جهان خواهیم دید.» درست همان‌طور که برای ما راحت‌تر بود ژن‌ها را عامل‌های هدفمندی قلمداد کنیم که در جهت بقای خود می‌کوشند، شاید راحت‌تر باشد که میم را هم همین‌طور در نظر بگیریم. در مورد هیچ‌کدام نباید خود را به تصورات بسپریم. در هردو مورد، از «هدف» فقط به‌طور استعاری استفاده می‌کنیم و تا اینجا دیدیم که در مورد ژن‌ها این استفاده به‌دردخور بود. حتی از واژه‌هایی مثل «خودخواه» و «بی‌رحم» در مورد ژن‌ها استفاده کردیم، گرچه کاملاً می‌دانستیم که در واقع داریم با کلمات بازی می‌کنیم. آیا می‌توانیم در همان حال و هوا، دنبال میم‌های خودخواه یا بی‌رحم بگردیم؟

در اینجا، در مورد سرشت رقابت به مشکلی برمی‌خوریم. در جایی که

تولیدمثل جنسی است، هر ژن با آلل خود در رقابت است؛ رقابت بر سر جایگاهی در کروموزوم. تصور من این است که در یک مفهوم خُرد می‌توان گفت بسیاری از آرا «ضد»هایی دارند. اما در کل، میم‌ها شبیه مولکول‌های همتاساز اولیه‌اند که آزاد و بی‌نظم در سوپ آغازین غوطه می‌خورند، به‌جای اینکه مثل ژن‌های امروزی در رشته‌های کروموزومی دوگانه، مرتب و منظم در جای خود نشسته باشند. پس منظور از رقابت میم‌ها چیست؟ در صورتی که از آلل خبری نباشد، آیا می‌شود تصور کرد که آنها هم «خودخواه» یا «بی‌رحم» باشند؟ بله، ممکن است؛ زیرا آنها در نوعی رقابت با یکدیگر درگیرند.

هر کاربرِ کامپیوترِ دیجیتالی می‌داند که فضای ذخیره‌سازی حافظه و زمان چقدر باارزش است. در بسیاری از مراکز بزرگ کامپیوتر اینها را با ارزش پولی آن می‌سنجند؛ یا ممکن است به هر کاربر بخشی از زمان را که برحسب ثانیه اندازه‌گیری می‌شود و سهمی از فضا را که بر حسب واژه اندازه‌گیری می‌شود اختصاص دهند. کامپیوتری که میم‌ها در آن زندگی می‌کنند مغز بشر است. احتمالاً زمان عامل محدودکننده‌ی مهم‌تری از فضای ذخیره‌سازی باشد و رقابت بر سر آن بیشتر باشد. مغز انسان و بدنی که در کنترل مغز است نمی‌تواند در آنِ واحد بیش از یکی دوسه کار را با هم انجام دهد. اگر قرار باشد میمی توجه مغز آدم را بیشتر به خود جلب کند، باید از پسِ میم‌های رقیب برآید. امکانات دیگری که میم‌ها بر سر آن رقابت دارند وقت رادیو و تلویزیون و فضای تابلوهای تبلیغاتی، ستون روزنامه‌ها و فضای قفسه‌ی کتابخانه‌هاست.

در مورد ژن‌ها، در فصل سوم دیدیم که ممکن است مجموعه‌های همساز در خزانه‌ی ژنی پیدا شود. مجموعه‌ی بزرگی از ژن‌های مربوط به تقلید در پروانه‌ها، که روی یک کروموزوم به هم پیوسته‌اند، آن قدر به هم نزدیک شده‌اند که می‌شود آنها را یک ژن در نظر گرفت. در فصل پنجم ما به مفهومِ پیچیده‌ترِ گروه‌هایی از ۹ ژن که از نظر تکاملی پایدارند برخوردیم. در خزانه‌ی ژنیِ گوشت‌خواران دندان‌ها، چنگ‌ها، امعا و احشا و اعضای حسی متقابلاً با هم جفت‌وجور شده‌اند، در حالی که در خزانه‌ی ژنی گیاه‌خواران مجموعه‌ی پایداری شامل یک‌رشته ویژگی‌های دیگر پیدا شده است. آیا در خزانه‌ی میمی هم چنین وضعیتی وجود دارد؟ آیا مثلاً میم سازنده باید به میم‌های دیگر پیوسته باشد،

طوری که این با هم بودن به بقای همه‌ی آنها کمک کرده باشد؟ شاید بتوان یک کلیسای بسامان با معماری، مراسم، قوانین، موسیقی، هنر و سنت‌های نوشتاری‌اش را یک مجموعه‌ی پایدار از میم‌های متقابلاً همساز در نظر گرفت.

برای مثال، یک جنبه از تعالیمی که در رعایت اصول ایمانی بسیار تأثیرگذار بوده، تهدید آتش دوزخ است. بسیاری از کودکان و حتی بعضی بزرگسالان به‌خاطر ترس از عذاب وحشتناک بعد از مرگ از دستور کشیش‌ها اطاعت می‌کنند. این یک شیوه‌ی عجیب و ترسناک ولی بسیار مؤثر است. شاید یک کشیش ماکیاولیِ آموزش‌دیده در روش‌های مؤثرِ روان‌شناختیِ شست‌وشوی مغز، آگاهانه چنین برنامه‌ای را تدارک دیده باشد. اما من بعید می‌دانم کشیشی تا آن حد باهوش بوده باشد. به‌احتمال زیادتر، میم‌های ناهشیار بقای خود را به‌وسیله‌ی همان ویژگی‌های ظاهراً بی‌رحمانه‌ای که ژن‌های موفق به نمایش می‌گذارند، تضمین می‌کنند. این تصور با میم سازنده پیوند خورده است، زیرا این دو یکدیگر را تقویت و به بقای یکدیگر در خزانه‌ی میمی کمک می‌کنند.

یک عضو دیگر این مجموعه ایمان نام دارد، که معنای آن اعتقاد چشم‌بسته است در آنجاست که شاهدی وجود ندارد، یا حتی علی‌رغم وجود شاهد. داستان توماى شکاک[1] را برای این نگفته‌اند که او را تحسین کنیم، خواسته‌اند که در مقایسه با او حواریون دیگر را تحسین کنیم. توماس گواه و دلیل طلب می‌کرد، برای بعضی میم‌های خاص هیچ چیز مهلک‌تر از اشتیاق به پیدا کردن علت و دلیل نیست. حواریون دیگر که با ایمان محکم خود در پی جستن دلیل نبودند، به‌عنوان سرمشق معرفی می‌شوند. میمِ اعتقاد چشم‌بسته جاودانگی خود را با ترفند ساده‌ی منع کردن پرسش‌های عقلانی، تضمین می‌کند.

اعتقاد کورکورانه همه چیز را توجیه می‌کند. اگر کسی معبود دیگری داشته باشد، اگر از آیین‌های متفاوتی برای پرستش استفاده کند، اعتقاد کورکورانه او را به مرگ محکوم می‌کند ــ روی صلیب، روی چوبه‌ی دار، سیخ‌کشیده به شمشیر یک جنگجوی صلیبی، با تیر در یکی از خیابان‌های بیروت، یا با انفجار در

---

۱. توما از حواریان (شاگردان) عیسی مسیح بود که در مورد برخاستن او از میان مردگان شک کرد (انجیل یوحنا، باب ۲۰).

کافه‌ای در بلفاست. این است حاصل اعتقاد کورکورانه، چه میهن‌پرستانه و سیاسی باشد چه آیینی.

احتمالاً ژن و میم همدیگر را تقویت می‌کنند، اما گاهی هم در مقابل هم قرار می‌گیرند. برای مثال، احتمالاً میل به زندگی مجردی نباید ارثی باشد. در خزانه‌ی ژنی، ژن بی‌همسری محکوم به فناست، مگر در شرایط استثنایی که مثلاً در مورد حشره‌های اجتماعی دیدیم. با این حال، میمِ بی‌همسری ممکن است در خزانه‌ی میمی موفق باشد. برای مثال، فرض کنید موفقیت یک میم بسته به مقدار زمانی باشد که مردم صرف انتقال آن به یکدیگر می‌کنند. هر فرصتی که صرف کاری غیر از انتقال آن میم شود، از نظر آن میم، وقتِ تلف شده است. کشیش‌ها میم تجرد را به پسرهای جوانی که هنوز تصمیمی برای آینده‌ی خود نگرفته‌اند منتقل می‌کنند. انسان به روش‌های مختلف دیگران را تحت تأثیر قرار می‌دهد ــ از راه سخن گفتن، نوشتن یا سرمشق زنده بودن و مانند اینها. فرض کنید وضعیت چنین بود که ازدواج قدرت نفوذ کشیش بر مردم را کم می‌کرد، مثلاً به‌خاطر اینکه باید توجه و وقت زیادی را به امور مربوط به آن اختصاص می‌داد. درواقع، به همین یک دلیل رسمی است که بی‌همسری در میان کشیش‌ها اجباری شده است. اگر قضیه به این صورت می‌بود، نتیجه این می‌شد که میم بی‌همسری ارزش بقای بیشتری از میم ازدواج داشته باشد. البته در مورد ژن بی‌همسری کاملاً عکس این حالت صادق است. اگر قرار است کشیش ماشین بقای میم‌ها باشد، بهتر است که میم درون‌سرشتیِ تجرد را داشته باشد. در مجموعه‌ی بزرگ میم‌های دینی که متقابلاً یکدیگر را تقویت می‌کنند، تجرد یک عضو ناقابل است.

حدس من این است که مجموعه‌های میمی همساز مانند مجموعه‌های ژنی همساز تکامل می‌یابند. انتخاب طبیعی به‌نفع میم‌هایی عمل می‌کند که از محیط فرهنگی‌شان به‌نفع خود استفاده کنند. این محیط فرهنگی شامل میم‌های منتخب دیگر هم می‌شود. بنابراین خزانه‌ی میمی ویژگی‌های یک مجموعه‌ی از نظر تکاملی پایدار را پیدا می‌کند، طوری که برای میم‌های نو نابود کردن آن آسان نیست.

درباره‌ی میم کمی منفی‌بافی کرده‌ام ولی به آن روی جالب آن هم می‌رسیم.

وقتی ما می‌میریم دوچیز بعد از ما باقی می‌ماند: ژن و میم. ما ماشین‌هایی هستیم که برای انتقال ژن‌ها پدید آمده‌ایم. ولی این جنبه‌ی ما بعد از سه نسل به فراموشی سپرده می‌شود. بچه یا حتی نوه ممکن است شباهت‌هایی به ما داشته باشد، مثلاً از نظر سیمای چهره، از نظر استعداد موسیقی، رنگ مو. اما با گذشت هر نسل سهم ژنیِ ما نصف می‌شود. زیاد طول نمی‌کشد که آن سهم دیگر به حساب نمی‌آید. ممکن است ژن‌های ما همیشه زنده باشند اما آن مجموعه‌ای از ژن‌ها که هریک از ما را می‌سازد محکوم به فناست. الیزابت دوم از زادگان ویلیام فاتح[1] است. با وجود این به احتمال زیاد حتی یک ژن آن شاه قدیمی در او نیست. در تولیدمثل نباید در طلب نامیرایی باشیم.

ولی اگر در فرهنگ جهان شریک شویم، اگر فکر خوبی داشته باشیم، آهنگی بسازیم، شمع جرقه‌زن درست کنیم، و شعری بنویسیم، شاید مدت‌ها بعد از محو شدن ژن‌مان در خزانه‌ی ژنی، اینها بدون تغییر باقی بمانند. شاید امروز از ژن‌های سقراط بیش از یک یا دو تا زنده نمانده باشد، ولی به‌قول ج.ث. ویلیامز چه اهمیتی دارد؟ مجموعه‌ی میمی سقراط، لئوناردو، کپرنیک و مارکونی هنوز پابرجاست.[2]

هرقدر تکوین نظریه‌ی میم‌های من بر مبنای حدس و گمان باشد، می‌خواهم یک بار دیگر بر یک نکته‌ی جدی تأکید بورزم. و آن این است که وقتی ما به تکامل ویژگی‌های فرهنگی و به میزان بقای آنها توجه می‌کنیم، باید روشن باشد صحبت از **بقای چیست**؟ همان‌طور که دیدیم، زیست‌شناس‌ها طبق عادت در پی یافتن برتری‌هایی در سطح ژن (یا افراد، یا گروه‌ها یا گونه‌ها، بسته به سلیقه‌شان) هستند. آنچه قبلاً مورد توجه قرار نداده بودیم این است که ممکن است یک ویژگی فرهنگی فقط به این دلیل تکامل یافته باشد که شیوه‌ای که دارد **برایش مقرون به صرفه** بوده است.

ما نباید دنبال ارزش بقای زیستی چیزهایی مثل سنت، موسیقی، و رقص‌های آیینی به مفهوم متعارف آن باشیم، گرچه آن هم احتمالاً وجود دارد.

---

1. William the Conqueror

۲. همین است که فردوسی می‌گوید: نمیرم از این پس که من زنده‌ام / که تخم سخن را پراکنده‌ام.

وقتی ژن‌ها برای ماشین بقای خود مغز را هم تدارک دیدند که می‌تواند به‌سرعت شبیه‌سازی کند، خودبه‌خود میم‌ها جلو افتادند. حتی لازم نیست ما امتیازات ژنی برای تقلید در نظر بگیریم، گرچه بی‌شک آن هم بی‌تأثیر نیست. تنها چیز لازم این است که مغز توانایی تقلید داشته باشد: آن‌گاه میم‌ها خودبه‌خود طوری تکامل می‌یابند که تمام و کمال از آن بهره گیرند.

اکنون به بحث این همتاساز جدید خاتمه می‌دهم و این فصل را با موضوع امیدوارکننده‌ای به پایان می‌رسانم. یک ویژگی منحصربه‌فرد انسان، که ممکن است میمی باشد یا نباشد، قابلیت آینده‌ی‌نگری آگاهانه‌ی اوست. ژن‌های خودخواه (و اگر شما حدسیات این فصل را مجاز بدانید، میم‌ها) هیچ آینده‌نگری ندارند. آنها همتاسازهایی بی‌هدف و نابینایند. ویژگی همتاسازی آنهاست که همراه با بعضی شرایط دیگر، آنها را در جهتی از تکامل پیش می‌برد که در این کتابِ خاص نام خودخواهی را بر آن گذاشته‌ایم. این کاملاً خارج از کنترل آنهاست. از یک همتاساز ساده، چه ژن باشد چه میم، نمی‌شود انتظار داشت که از منافعِ کوتاه‌مدت خود صرف نظر کند، حتی اگر این کار در درازمدت برایش گران تمام شود. ما این موضوع را در فصل پنجم که درباره‌ی تهاجم بود دیدیم. با اینکه «تبانیِ کبوترها» برای تک تک افراد بهتر از آن راهبردِ از نظر تکاملی پایدار بود، ولی انتخاب طبیعی بدون چون و چرا آن راهبردِ از نظر تکاملی پایدار (ESS) را ترجیح می‌داد.

ممکن است یک ویژگی منحصر به فرد دیگر انسان قابلیت ایثارگری صادقانه، بی‌ریا و واقعی او باشد. من این را آرزو می‌کنم، ولی نمی‌خواهم در موردش بحث کنم و در مورد تکامل میمی آن به گمانه‌زنی متوسل شوم. نکته‌ی مورد نظرم در اینجا این است که حتی اگر به روی تاریک آن نگاه کنیم و بنا را بر این بگذاریم که افراد بشر اساساً خودخواهند، آینده‌نگری آگاهانه‌ی ما ــ قابلیتی که آینده را در ذهن ما مجسم می‌کند ــ می‌تواند به ما کمک کند تا خود را از شرّ خودخواهی‌های افراطی این همتاسازهای کور حفظ کنیم. ما دست‌کم می‌توانیم با این تجهیزات ذهنی که داریم، به‌جای اینکه فقط در فکر منافع خودخواهانه‌ی کوتاه‌مدت خود باشیم، منافع خودخواهانه‌ی درازمدتمان را در اولویت قرار دهیم. ما در «تبانی کبوترها» نفع شراکت درازمدت را می‌بینیم، و می‌توانیم دور هم

بنشینیم و درباره‌ی راه انداختن چنین نقشه‌هایی تبادل نظر کنیم. در ما این توان هست که در برابر ژن‌های خودخواهی که با آنها به دنیا آمده‌ایم، و در صورت لزوم، در مقابل میم‌های خودخواهی که مغز ما را شست‌وشو می‌دهند بایستیم. حتی می‌توانیم در مورد راهِ پروراندن ایثارگری ناب و بی‌غرض ــ چیزی که در طبیعت جایی ندارد، چیزی که هرگز در تمام تاریخ جهان وجود نداشته ــ صحبت کنیم. ما همچون ماشین ژن ساخته شده و مانند ماشین میم فرهنگی شده‌ایم، اما این توان در ما هست که در برابر سازندگانمان قیام کنیم. در تمام زمین تنها این ماییم که می‌توانیم در مقابل خودکامگی این همتاسازان خودخواه بایستیم.

فصل دوازدهم

آدم‌های خوب جلو اند[1]

آدم‌های خوب عقب اند. به نظر می‌رسد این عبارت در دنیای بیس‌بال پیدا شده باشد، بعضی صاحب‌نظران هم آن را اشاره به مفهوم ضمنی دیگری می‌دانند. گارت هاردین، زیست‌شناس آمریکایی، آن را به‌عنوان لبّ کلام چیزی که شاید بتوان «جامعه‌شناسی زیست» یا «خودخواهی ژن» نامیدش به کار برده است، به‌راحتی می‌شود دید که بی‌تناسب هم نیست. اگر مفهوم محاوره‌ای «آدم‌های خوب» را به معادل داروینی آن برگردانیم، خوب کسی است که به دیگر افراد هم‌نوع خود کمک می‌کند و از خود مایه می‌گذارد تا آنها ژن‌هایشان را به نسل بعد منتقل کنند. بنابراین، ظاهراً آدم‌های خوب محکومند به کاهش در تعداد: با داروینیسم فاتحه‌ی خوبی خوانده شده است. اما واژه‌ی محاوره‌ای «خوب» یک تعبیر فنی دیگر هم دارد. اگر این تعریف را در نظر بگیریم که از معنی محاوره‌ای آن چندان دور نیست، آدم‌های خوب می‌توانند **جلو** بیفتند. این فصل درباره‌ی این نتیجه‌ی خوش‌بینانه‌ترِ آن است.

حسابگرهای فصل دهم را به یاد بیاورید. پرنده‌هایی بودند که ظاهراً ایثارگرانه به هم کمک می‌کردند، اما آنهایی را که قبلاً از کمک کردن خودداری کرده بودند نمی‌پذیرفتند ــ و به آنها کینه داشتند. حسابگرها بر جمعیت مسلط شده بودند زیرا بیشتر از هالوها (که به همه کمک می‌کردند و مورد بهره‌جویی واقع می‌شدند) یا حقه‌بازها (که سعی می‌کردند از همه استفاده کنند و سر همه کلاه بگذارند) ژن‌های خود را به نسل‌های آینده منتقل کرده بودند. داستان

1. Nice guys finish first

حسابگرها یک اصل کلی مهم را به نمایش می‌گذارد، که رابرت تریورز آن را «ایثارگری دوجانبه»[1] نامیده است. همان‌طور که در مورد ماهی رفتگر (صفحه‌های ۲۶۸ تا ۲۷۰) دیدیم، ایثارگری دوجانبه فقط به اعضای یک گونه‌ی واحد محدود نمی‌شود. در همه‌ی روابط هم‌زیستانه[2] ــ وجود دارد. ــ مثلاً مورچه‌هایی که «گله‌ی» شته‌شان را می‌دوشیدند (ص ۲۶۳) بعد از اینکه فصل دهم را نوشتم، یک دانشمند علوم سیاسی آمریکا به نام رابرت اکسلرود[3] (که گاهی کارهای مشترکی با و. د. همیلتون، که اسمش در صفحه‌های زیادی از این کتاب آمده، انجام می‌داد) از مفهوم ایثارگری دوجانبه در یک راستای جدید و جالب استفاده کرد. همین رابرت اکسلرود اولین بار مفهوم فنی واژه‌ی «خوب» را که من در پاراگراف اول به‌کنایه آوردم، جا انداخت.

اکسلرود مانند بسیاری از دیگر دانشمندان علوم سیاسی، اقتصاد- دانان، ریاضیدانان و روان‌شناسان شیفته‌ی یک بازی ساده‌ی برد و باخت به نام «معمای زندانی» شده بود. این معما بسیار ساده است. من افراد هوشمندی را می‌شناسم که با تصور اینکه حتماً چیز پیچیده‌ای در آن باشد اصلاً آن را درست نفهمیدند! اما سادگی‌اش گول زننده است. تعداد زیادی از قفسه‌های کتابخانه‌ها به شاخه‌های این بازی فریب‌دهنده اختصاص یافته است. بسیاری از افراد بانفوذ بر این باورند که کلید برنامه‌ریزی راهبردهای دفاعی در آن است و ما با بررسی آن می‌توانیم از وقوع سومین جنگ جهانی پیشگیری کنیم. من به‌عنوان یک زیست‌شناس با اکسلرود و همیلتون در این نظر موافقم که بسیاری از حیوانات وحشی و گیاهان در طول تاریخ تکامل همواره مشغول بازی‌های معمای زندانی بوده‌اند.

در روایت اصلی، که بازیگر آن انسان است، یک «بانکدار» هست که حکم صادر می‌کند و پول‌های بُرده را به دو بازیکن می‌دهد. فرض کنید من دارم در مقابل شما بازی می‌کنم (گرچه، همان‌گونه که خواهیم دید، «مقابل برای وضعیتی که ما باید نسبت به هم داشته باشیم» واژه‌ی دقیقی نیست). در دست

1. reciprocal altruism 2. symbiotic 3. Robert Axelrod

هرکدام ما فقط دو کارت هست، با برچسب‌های **همکاری**[1] و **کَلَک**.[2] هرکدام ما در بازی، یکی از ورق‌های‌مان را به پشت، روی میز می‌گذاریم. وقتی ورق به پشت است طرف مقابل متوجه نمی‌شود که چه حرکتی داشته‌ایم: این است که هم‌زمان ورق‌هامان را می‌آوریم. بعد با نگرانی منتظر می‌شویم تا بانکدار ورق‌ها را برگرداند. نگرانی ما به این خاطر است که پولی که برنده می‌شویم فقط بستگی به ورق خودمان (که می‌دانیم چیست) ندارد، بلکه به ورق بازیکن دیگر (که تا وقتی بانکدار نشان ندهد نمی‌دانیم چیست) هم بستگی دارد.

چون دوتا دوتایی ورق وجود دارد، چهار وضعیت ممکن است پیدا شود. در هر وضعیت پولی که می‌بَریم به‌صورت زیر است (به احترام اصل و نسب شمال آمریکاییِ این بازی، از دلار استفاده شده است):

وضعیت ۱: هردو **همکاری** را آوردیم. بانکدار به هرکدام ما ۳۰۰ دلار می‌دهد. این مبلغ قابل‌ملاحظه پاداش همکاری دوجانبه‌ی ماست.

وضعیت ۲: هردو **کَلَک** را آوردیم. بانکدار هرکدام‌مان را ده دلار جریمه می‌کند. این مجازات کلک دوجانبه است.

وضعیت ۳: شما **همکاری** را آوردید؛ من **کَلَک** را آوردم. بانکدار به من ۵۰۰ دلار می‌دهد (وسوسه‌ی تقلب) و شما «هالو» را ۱۰۰ دلار جریمه می‌کند.

وضعیت ۴: شما **کَلَک** را آوردید؛ من **همکاری** را آوردم. بانکدار به شما ۵۰۰ دلار به عنوان پاداش وسوسه می‌دهد و منِ هالو را ۱۰۰ دلار جریمه می‌کند.

آشکار است که وضعیت‌های ۳ و ۴ عکس همدیگرند: بازی یکی بسیار خوب و بازی دیگری بسیار بد است. در وضعیت‌های ۱ و ۲ بازیمان مثل هم است، اما وضعیت ۱ برای هردوی ما از وضعیت ۲ بهتر است. میزان معین پول مهم نیست. حتی مهم این نیست که چقدرش به‌صورت مثبت (پرداخت) و چقدر به‌صورت منفی (جریمه)، است البته اگر وجود داشته باشد. آنچه مهم است تا یک معمای زندانی واقعی محسوب شود درجه‌بندی رتبه‌ای[3] آن است. وسوسه برای کلک زدن باید بهتر از پاداش همکاری دوجانبه باشد، که بهتر از مجازات کلک دوجانبه‌ای است که باید بهتر از بازده هالو باشد. (به عبارت دقیق‌تر، این بازی

---

1. Cooperate 2. Deffect 3. Rank Order

یک شرط دیگر لازم دارد تا یک معمای زندانی واقعی به حساب آید: میانگین وسوسه و بازده هالو نباید از پاداش بیشتر شود. دلیل این شرط اضافی بعداً معلوم خواهد شد.) این چهار وضعیت در شکل الف در جدول بازده‌ها خلاصه شده‌اند.

ولی، چرا این معماست؟ به جدول بازده‌ها را نگاه کنید تا متوجه شوید و فکرهایی را که از سر من، هنگام بازی با شما، می‌گذرد در نظر بیاورید. من می‌دانم شما فقط با دو ورق بازی می‌کنید، **همکاری** و **کلک**. بیایید یکی یکی از آنها را در نظر بگیریم. اگر شما **کلک** را آورده بودید (یعنی باید به ستون سمت راست نگاه کنیم)، بهترین بازی ممکن برای من این بود که من هم **کلک** را می‌آوردم. مسلماً مجازات کلک دوجانبه شامل من هم می‌شد. ولی اگر همکاری را آورده بودم، بازده هالو نصیبم می‌شد که بدتر از آن بود. خوب حالا برویم ببینیم کار دیگری که شما می‌توانستید بکنید چه بود (به ستون سمت چپ نگاه کنید)، یعنی آوردن ورق **همکاری**. باز هم، بهترین کار برای من این بود که **کلک** را بیاورم. اگر من همکاری کرده بودم، هردو به امتیاز نسبتاً بالای ۳۰۰ دلار می‌رسیدیم. اما اگر کلک زده بودم بیشتر گیرم می‌آمد: ۵۰۰ دلار. نتیجه این است که قطع نظر از بازی شما، برای من بهترین کار **همیشه کلک** است.

کاری که شما می‌کنید

کاری که من می‌کنم	کلک	همکاری
همکاری	خیلی بد **بازده هالو** ۱۰ دلار جریمه	نسبتاً خوب **پاداش** (برای همکاری دوجانبه) ۳۰۰ دلار
کلک	نسبتاً بد **مجازات** (برای کلک دوجانبه) ۱۰ دلار جریمه	خیلی خوب **وسوسه** (برای کلک) ۵۰۰ دلار

شکل الف ـ بازده من از وضعیت‌های مختلف بازی معمای زندانی

به این ترتیب، من از روی منطق سلیم متوجه شده‌ام، باید، بی‌اعتنا به بازی شما کلک بزنم. و شما با منطقی به همان اندازه بری از خطا درست به همان نتیجه رسیده اید. بنابراین وقتی دوبازیکن اهل استدلال به هم برمی‌خورند، هردو کلک می‌زنند و هردو جریمه می‌شوند یا سود کمی خواهند داشت. با این حال هرکدام آنها خیلی خوب می‌داند که اگر **هردو ورق همکاری** را آورده بودند، جفتشان به پاداش نسبتاً بالا برای همکاری دوجانبه (در مثال ما ۳۰۰ دلار) می‌رسیدند. به این دلیل این بازی معما نام گرفته، و این‌قدر متناقض‌نما به نظر می‌رسد و حتی پیشنهاد کرده‌اند که باید قانونی علیه آن وضع شود.

واژه‌ی زندانی را از روی یک نمونه‌ی فرضی برداشته‌اند که در آن، مسئله گردش پول نیست، بلکه محکومیت زندان است. دو مرد ــ (مثلاً به نام‌های پترسون و سوریارتی) که به خاطر ارتکاب جرمی به سه سال حبس محکوم و در سلول‌های جداگانه‌ای زندانی‌اند، به ارتکاب جرم مهم‌تری مظنون هستند. به هریک از آنها جداگانه گفته می‌شود اگر قبل از دیگری اعتراف کند، آزاد خواهد شد، ولی اگر شریکش پیش از او اعتراف کند، به حبس سنگین محکوم می‌شود. نتیجه بسته به کاری است که هردو زندانی می‌کنند و هیچ‌کدام آنها نمی‌داند که آن دیگری چه می‌کند. اگر پترسون اعتراف کند، موریارتی به حبس سنگینی محکوم می‌شود، در حالی که پترسون که تسلیم وسوسه‌ی کلک زدن شده جان سالم درمی‌برد. در صورتی که هردو همکاری کنند (با همدیگر، نه با مقامات) و هیچ چیز نگویند، شواهد کافی برای محکومیت هیچ‌کدام وجود نخواهد داشت، و هردو به‌خاطر جُرم کوچک‌تر محکومیت کمی را خواهند گرفت که پاداشِ همکاری دوجانبه است. اگرچه «محکومیت زندان» را پاداش نامیدن کاری غیرمعمول است، از نظر این دو مرد که حالت دیگر برایشان حبس طولانی پشت میله‌هاست، پاداش به حساب می‌آید. ملاحظه می‌کنید گرچه «بازده‌ها» به‌صورت دلار نیست و محکومیت به زندان است، ویژگی اصلی بازی حفظ شده است (به درجه‌بندی مطلوبیت این چهار وضعیت نگاه کنید). اگر خودتان را جای هریک از آن زندانی‌ها بگذارید، با این فرض که انگیزه‌ی هرکس منافع شخصی اوست و با در نظر گرفتن اینکه آنها نمی‌توانند با هم صحبت کنند تا بخواهند توافقی بکنند، خواهید دید که هیچ‌کدامشان جز متهم کردن دیگری چاره‌ای ندارد، و به این

ترتیب هردو به حبس سنگین محکوم می‌شوند.

آیا این معما راه گریز دارد؟ هردو بازیکن می‌دانند که، بازی حریف هرچه باشد، برای خود آنها چیزی از **کلک** بهتر نیست؛ با این حال هردو می‌دانند که، کاش **هردو** همکاری کرده بودند، این برای **هردو** بهتر بود. ای کاش... کاش... کاش راهی برای به توافق رسیدن وجود داشت، راهی که به هر بازیکن اطمینان می‌داد که بازیکن دیگر قابل اعتماد است و فقط به فکر خودش نیست، و راهی وجود داشت که چنین توافقی را اداره کند.

در بازی ساده‌ی معمای زندانی، راهی برای تضمین اعتماد وجود ندارد. این بازی، با نتیجه‌ی ضعیف متناقضی که برای هردو بازیکن دارد، بی‌بروبرگرد به کلک دوجانبه می‌انجامد، مگر اینکه حداقل یکی از بازیکن‌ها واقعاً مثل یک قدیس ساده باشد، قدیسی خوب‌تر از آنکه مناسب دنیای ما باشد. اما این بازی یک روایت دیگر نیز دارد که معمای زندانی «تکراری» یا «مکرر» نام دارد. بازیِ تکراری پیچیده‌تر است، و در پیچیدگی‌های آن امید لانه کرده است.

بازی تکراری همان بازی معمولی است که با همان بازیکن‌ها به دفعات نامعین تکرار می‌شود. یک بار دیگر من و شما مقابل هم قرار داریم و یک بانکدار بین ما نشسته است. یک بار دیگر در دست هرکدام‌مان فقط دو ورق هست، با برچسب‌های **همکاری** و **کلک**. باز هم حرکت ما این است که یکی از دو ورق را بیاوریم و بانکدار بر حسب قواعدی که داده شد سر کیسه را شل می‌کند یا جریمه‌ای تعیین می‌کند. اما در اینجا، به جای اینکه بازی به آخر برسد، دوباره ورق‌ها را برمی‌داریم و آماده‌ی دور بعدی می‌شویم. دورهای مکرر بازی این فرصت را برای ما به وجود می‌آورد که ببینیم اعتماد بکنیم یا نکنیم، تسلیم آرامش شویم یا خشم خود را آشکار کنیم، ببخشیم یا انتقام بگیریم. در یک بازی که معلوم نیست چقدر طول می‌کشد، مهم این است که هردومان در مقابل بانکدار برنده باشیم نه در مقابل همدیگر.

بعد از ده دور بازی، به‌طور نظری ممکن است من ۵۰۰۰ دلار برده باشم، البته به شرطی که شما بسیار کودن (یا قدیس) بوده و همواره ورق **همکاری** را آورده باشید، در حالی که من تمام دفعات **کلک** را آورده‌ام. واقع‌بینانه‌تر نگاه کنیم، برای هردوی ما راحت‌تر این است که هردو هر ده بار ورق **همکاری** را بیاوریم و از

بانکدار ۳۰۰۰ دلار بگیریم. برای این حالت لازم نیست کسی قدیس باشد، چون برای هردوی ما از روی حرکت‌های گذشته‌ی طرف مقابل معلوم شده که طرف قابل اعتماد است. در نتیجه، می‌توانیم بر رفتار طرف مقابل نظارت داشته باشیم. حالت دیگری که زیاد احتمال دارد رخ دهد این است که هیچ‌کدام به دیگری اعتماد نکند: هردو در هر ده دور بازی **کلک** را بیاوریم و بانکدار ۱۰۰ دلار جریمه از هرکدام ما گیرش بیاید. از همه محتمل‌تر این است که ما تا حدی به هم اعتماد کنیم، و هرکدام به ترتیب نامنظمی ورق **همکاری** یا **کلک** را بیاوریم، و در آخر پولی که به ما می‌رسد چیزی بینابین باشد.

پرنده‌های فصل دهم که کنه‌ها را از پر همدیگر می‌کندند، یک بازی معمای زندانی تکراری را به نمایش گذاشته بودند. چگونه؟ مهم این است که فراموش نکنیم پرنده وقت کندن کَنه‌هایش به سَرِ خود دسترسی ندارد و باید از یک همراه کمک بخواهد. خیلی منصفانه است که به موقع هم محبت او را جبران کند. البته این کار از نظر وقت و انرژی برای او هزینه دارد، اما نه خیلی. اگر پرنده‌ای با تقلب از زیرش در برود ــ کنه‌ی خودش که رفع شد دیگر نپذیرد که این خدمت را جبران کند ــ بدون اینکه هزینه‌ای بپردازد به منفعت موردنظر رسیده است. اگر وضعیت‌های حاصل را رتبه‌بندی کنید می‌بینید درواقع با یک بازی معمای زندانی سروکار داریم. همکاری کردن هردو (کندن کنه‌های یکدیگر) کاملاً خوب است، با این حال، این وسوسه وجود دارد که با امتناع از جبران خدمتی که به ما شده، به سود بیشتری برسیم. کلک زدنِ دوجانبه (امتناع از کندن کنه‌ها) خیلی بد است، اما نه به آن بدی که زحمت بکشی و کنه‌ی طرف را بکنی و در آخر خودت پُر از کَنِه باشی. جدول بازده آن را در شکل ب می‌بینید.

اما این فقط یک نمونه است. هرچه بیشتر درباره‌ی آن فکر کنید، بیشتر پی می‌برید به اینکه زندگی پر از بازی‌های معمای زندانی تکراری است، نه تنها زندگی انسان‌ها بلکه زندگی حیوانات و گیاهان هم. زندگی گیاهان؟ بله، چرا نباشد؟ یادتان باشد صحبت از راهبردهای آگاهانه نیست (گرچه گاهی ممکن است این‌طور باشد)، صحبت از راهبرد به مفهوم «مینارد اسمیتی» آن است، به همان مفهومی که در آن ژن‌ها از پیش برنامه‌ریزی می‌شوند. کمی دیرتر به گیاهان، حیوانات مختلف و حتی باکتری‌هایی برمی‌خوریم که همه درگیر بازی

معمای زندانی تکراری‌اند. در ضمن، بیایید کمی مفصل‌تر ببینیم این تکراری بودن چه اهمیتی دارد.

کاری که من می‌کنم \ کاری که شما می‌کنید	همکاری	کلک
همکاری	نسبتاً خوب **پاداش** می‌گذارم کنه‌ام را بکنید من هم زحمت کندن کنه‌ی شما را می‌پذیرم	خیلی بد **بازده هالو** من کنه‌دار باقی می‌مانم ولی زحمت کندن کنه‌ی شما را می‌پذیرم
کلک	خیلی خوب **وسوسه** می‌گذارم کنه‌ام را بکَنید، ولی زحمت کندن کنه‌های شما را نمی‌پذیرم	نسبتاً بد **مجازات** من کنه‌دار باقی می‌مانم و خیالم کمی راحت است که مال شما را هم نکنده‌ام

شکل ب ـ بازی کنه کندن: بازده‌های در وضعیت‌های مختلف.

برخلاف بازی ساده، که در آن می‌توان پیش‌بینی کرد که کلک تنها راهبرد عاقلانه است، در نوع تکراری گستره‌ی انواع راهبرد وسیع است. در بازی ساده فقط دو راهبرد ممکن وجود دارد، **همکاری** و **کلک**. اما، در نوع تکراری راهبردهای زیادی قابل تصور است، و معلوم نیست کدام بهترین است. برای مثال مورد زیر یکی از هزاران حالت آن است: در «بیشتر دفعات همکاری برقرار است، اما به‌طور تصادفی در ۱۰ درصد بازی‌ها کلک را می‌آورد.» یا ممکن است راهبردها مشروط به روش بازی‌های گذشته باشد که «حسابگر» من یک نمونه از آن بود؛ صورت‌ها را خوب به خاطر می‌سپارد و گرچه در اصل اهل همکاری است، ولی اگر طرف قبلاً کلک زده باشد، او هم کلک می‌زند. راهبردهای دیگر ممکن است حافظه‌شان خیلی خوب نباشد و بخشنده‌تر رفتار کنند.

آشکارا این قوه‌ی ابتکار ماست که حدود راهبردهای ممکن را تعیین می‌کند. آیا می‌توانیم بفهمیم کدام از همه بهتر است؟ این کار را خود اکسلرود به عهده

گرفت. نظر جالبی که او داشت راه انداختن یک مسابقه بود، او به متخصصان نظریه‌ی بازی‌ها فراخوان ارائه‌ی راهبرد داد. در اینجا، راهبرد به مفهوم قواعد از پیش برنامه‌ریزی شده برای کارند، بنابراین برای شرکت‌کننده‌ها مناسب این بود برنامه‌شان را به زبان کامپیوتری بفرستند. چهارده راهبرد ارائه شد. اکسلرود برای سنجش بهتر، یکی را هم خودش اضافه کرد، به‌نام اتفاقی، که فقط اتفاقی همکاری یا کلک را می‌آورد و نقش یک نوع خطِ مبنای بی‌راهبرد را داشت: اگر راهبردی از آن اتفاقی بهتر نبود، حتماً خیلی بد بود.

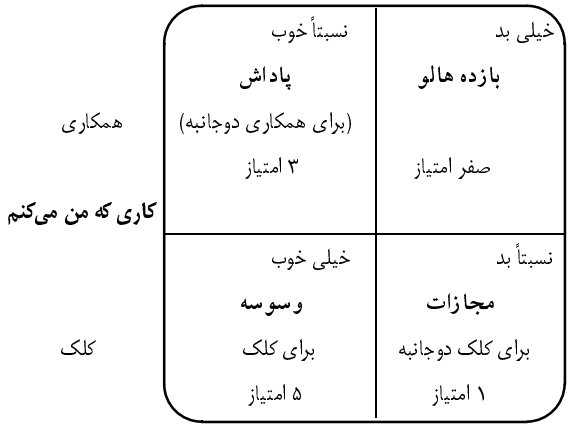
اکسلرود همه‌ی آن ۱۵ راهبرد را به یک زبان کامپیوتری برگرداند، و در یک کامپیوتر بزرگ آنها را در مقابل همدیگر قرار داد. به ترتیب هر راهبرد در مقابل تک تک راهبردهای دیگر (از جمله خودش) قرار داده شد تا معمای زندانی تکراری را بازی کنند. از آنجا که ۱۵ راهبرد وجود داشت، تعداد ۱۵×۱۵ یعنی ۲۲۵ بازی جداگانه در کامپیوتر راه افتاد. بعد از انجام ۲۰۰ حرکتِ هر جفت، پول‌های برده شده را حساب و برنده را اعلام کردند.

برای ما مهم نیست کدام راهبرد در برابر کدام حریف برنده بود. مهم این است که کدام راهبرد در جفت شدن با ۱۴ راهبرد دیگر، به بیشترین «پول» رسیده بود. «پول» فقط یعنی «امتیاز»ی که طبق نقشه‌ی زیر داده می‌شد: همکاری دوجانبه ۳ امتیاز؛ وسوسه برای کلک، ۵ امتیاز؛ مجازات برای کلک دوجانبه، ۱ امتیاز (تعادل جریمه‌ی مختصر در بازی قبلی ما)؛ بازده هالو، صفر امتیاز (معادل جریمه‌ی سنگین در بازی قبلی ما).

بالاترین امتیاز ممکن برای هر راهبرد ۱۵۰۰۰ بود (۲۰۰ دور و در هر دور ۵ امتیاز برای یکی از آن ۱۵ بازیکن). کمترین امتیاز ممکن صفر بود. معلوم است که هیچ‌یک از این دو وضعیت افراطی پیش نیامد. با یک دید واقع‌بینانه بیشترین مقداری که یک راهبرد می‌توانست به‌طور متوسط از ۱۵ بار بازی انتظار داشته، باشد بیش از ۶۰۰ امتیاز نبود. این چیزی بود که اگر هردو بازیکن مدام با هم همکاری می‌کردند، یعنی چیزی که اگر هریک از آنها ۲۰۰

کاری که شما می‌کنید

کلک همکاری



شکل ج ـ مسابقه‌ی کامپیوتری اکسلرود: بازده‌های من در وضعیت‌های مختلف

دور ۳ امتیاز می‌گرفتند، به دست می‌آوردند. در صورتی که یکی از آنها تسلیم وسوسه می‌شد که کلک بزند، احتمالاً به خاطر تلافی بازیکن مقابل در نهایت امتیازش کمتر از ۶۰۰ می‌شد (در بیشتر راهبردهای ارائه شده نوعی رفتار انتقام‌جویانه کارگزاری شده بود). می‌توانیم ۶۰۰ را به عنوان یک خطِ مبنا برای بازی در نظر بگیریم و همه‌ی امتیازها را به‌صورت درصدی از آن بیان کنیم. برای مقیاس، به‌طور نظری می‌شود تا ۱۶۶ درصد (۱۰۰۰ امتیاز) بالا رفت، ولی در عمل هیچ راهبردی روی‌هم‌رفته از ۶۰۰ فراتر نمی‌رود.

فراموش نکنیم «بازیکن‌ها»ی آن مسابقات آدم نبودند بلکه برنامه‌های کامپیوتریِ از قبل برنامه‌ریزی شده بودند. انسان‌هایی که آن برنامه‌ها را نوشته بودند نقش ژن‌های از قبل برنامه‌ریزی شده‌ی بدن را برای آنها داشتند (شطرنج کامپیوتری و کامپیوتر امراةالمسله‌ی فصل چهارم را در نظر بیاورید). می‌توانید این راهبردها را نماینده‌های ریزنقش آن برنامه‌نویس‌ها در نظر بگیرید. درواقع، هر برنامه‌نویس این امکان را داشت که بیش از یک راهبرد ارائه کند (گرچه آن وقت تقلب محسوب می‌شد ــ اکسلرود هم احتمالاً آن را مجاز نمی‌دانست ــ و برنامه‌نویس می‌توانست راهبردها را طوری تنظیم کند که سود حاصل از همکاری کردن آنها فقط به یکی برسد).

در بعضی برنامه‌های ارائه شده ابتکار دیده می‌شد، البته نه به آن اندازه که در

نویسنده‌شان وجود داشت. قابل توجه است که راهبردِ برنده از همه ساده‌تر و به‌ظاهر کمتر ابتکاری بود. اسمش این به آن در[1] بود و آن را پروفسور آناتول راپوپورت[2]، روان‌شناس معروف و نظریه‌پرداز بازی‌ها، از تورنتو فرستاده بود. این به آن در با حرکت همکاری شروع می‌شد و بعد از آن فقط با نسخه‌برداری از حرکت قبلی حریف صورت می‌گرفت.

چگونه بازی‌ای شامل این‌به‌آن‌در می‌تواند پیش برود؟ مثل همیشه، چیزی که اتفاق می‌افتد به بازیکن مقابل بستگی دارد. اول فرض کنید بازیکن مقابل هم این به آن دری باشد (می‌دانیم که هر راهبرد هم در مقابل نسخه‌ای از خودش و هم در مقابل ۱۴ راهبرد دیگر بازی می‌کند). هردوی این به آن دری‌ها کار را با همکاری شروع می‌کنند. در حرکت بعد، هرکدام حرکت قبلی طرف مقابل را، که همکاری است، تقلید می‌کنند. هردو تا آخر بازی همکاری می‌کنند، و در پایان هردو به امتیاز «مبنا» که ۶۰۰ است می‌رسند.

حالا فرض کنید این به آن دری در مقابل راهبردی به نام **مبتدی**[3] بازی می‌کند. در واقع مبتدی وارد مسابقه‌های اکسلرود نشده بود، با این حال دیدنش آموزنده است. در کل شبیه این به آن دری است فقط هرازگاهی، مثلاً در ده حرکت یک‌بار، به‌طور اتفاقی و بی‌جهت کلک می‌زند تا امتیاز بالایی را صاحب شود که وسوسه‌انگیز است. تا وقتی مبتدی بخواهد یکی از کلک‌هایش را بیاورد، ممکن است بازیکن‌ها دوبار این به آن در کرده باشند. یک بازی طولانی با منفعت‌های پشت سرهم ناشی از همکاری دوجانبه دوره‌اش را طی می‌کند، و هردو بازیکن بی‌دردسر به ۱۰۰ درصد مقدار مبنا می‌رسند. اما ناگهان، بدون خبر، مثلاً در حرکت هشتم مبتدی کلک را می‌آورد. البته، این به آن در در این حرکت همکاری را آورده بود و بنابراین صفر امتیاز که بازده هالوست گیرش می‌آید. مبتدی به‌ظاهر جلو افتاده، چون از حرکت خود ۵ امتیاز به دست آورده است. اما این به آن در در حرکت بعد «تلافی» می‌کند. **کلک** را می‌آورد، یعنی فقط همان قاعده‌ی تقلید از حرکت قبلی حریف را دنبال می‌کند. در این موقع، مبتدی که چشم‌بسته از قواعد درون‌سرشتی خود پیروی می‌کند، حرکت همکاری حریف را

---

1. Tir For Tat 2. Anatol Rapoport 3. Naive Prober

تقلید می‌کند. بنابراین حالا بازدهِ ساده‌لوح که صفر است مال او می‌شود، در حالی که این به آن در امتیاز بالای ۵ را کسب می‌کند. در حرکت بعدی ــ تا حدی ناعادلانه شاید ــ کلکِ این به آن در را «تلافی» می‌کند. و به این ترتیب این تغییر ادامه می‌یابد. در جریان این جابه‌جایی‌ها به هردو بازیکن به‌ازای هر حرکت ۲/۵ امتیاز (میانگین ۵ و صفر) می‌رسد. این کمتر است از ۳ امتیاز یکنواختی که می‌توانند با همکاری دوجانبه در حرکت‌ها به دست آورند (و ضمناً دلیل آن «شرط اضافی» است که در صفحه‌ی ۲۹۲ توضیح نداده باقی مانده بود). بنابراین، وقتی مبتدی در مقابل این به آن در بازی می‌کند، نتیجه‌ی هردو بدتر از وقتی است که این به آن در در مقابل این به آن در بازی می‌کند. و وقتی که مبتدی در مقابل مبتدی بازی می‌کند، هردو نتیجه‌شان باز بدتر است، زیرا جریان کلک متقابل زودتر شروع می‌شود.

حالا یک راهبرد دیگر را مجسم کنید، نامش کاوشگر **نادم**[1] است. کاوشگر نادم مانند مبتدی است، با این تفاوت که برای برهم زدن جریان تلافی‌جویی‌های متقابل قدم‌های مؤثری برمی‌دارد. برای این کار لازم است «حافظه»اش کمی مدت‌دارتر از این به آن در یا مبتدی باشد. کاوشگر نادم به یاد دارد که طرف مقابل حالا بی‌مقدمه کلک زده، یا اینکه برای تلافی بلافاصله این کار را کرده است. اگر بی‌مقدمه باشد، با «ندامت» می‌گذارد حریف «یک ضربه‌ی آزاد» دیگر بدون تلافی داشته باشد. این یعنی جریان تلافی‌جویی‌های متقابل در نطفه خفه می‌شوند. اما اگر شما بازی را بین کاوشگر نادم و این به آن در مجسم کنید، متوجه می‌شوید که جلوِ جریان‌هایی که بعداً به تلافی‌جویی متقابل تبدیل خواهند شد فوراً گرفته می‌شود. در بیشتر بازی‌ها همکاری‌های دوجانبه برقرار است، و هردو بازیکن از امتیاز خوب حاصل از آن برخوردار می‌شوند. بازده کاوشگر نادم در مقابل این به آن در بهتر است از بازی مبتدی در مقابل این به آن در ــ البته نه به خوبی وقتی که این به آن در مقابل خودش بازی می‌کند.

بعضی از راهبردهایی که در مسابقات اکسلرود شرکت کرده بودند خیلی پیچیده‌تر از کاوشگر نادم یا مبتدی بودند، اما روی‌هم‌رفته در نهایت امتیازشان

1. Remorseful Prober

کمتر از این به آن درِ ساده بود. درواقع راهبردی که از همه (به استثنای اتفاقی) کمتر موفق بود، از همه مفصل‌تر بود. آن را کسی بدون ذکر نام ارائه کرده بود ــ و موجب این حدس‌های خوشایند شد: یک آدم عالی‌مقام در پنتاگون است؟ رئیس سیا؟ هنری کیسینجر؟ خود اکسلرود؟ فکر نمی‌کنم هیچ‌وقت معلوم شود.

فقط بررسی جزئیات راهبردهای ارائه شده نیست که ما را جلب می‌کند. موضوع این کتاب مهارت در برنامه‌نویسی کامپیوتر نیست. جالب‌تر دسته‌بندی راهبردها بر اساس مقوله‌های معین و بررسی موفقیت آن دسته‌هاست. مهم‌ترین مقوله‌ای که اکسلرود مشخص کرد «خوب» بود. تعریف یک راهبرد خوب این است که هرگز در کلک زدن پیش‌قدم نباشد. یک نمونه‌ی آن این به آن در است. می‌تواند کلک بزند، ولی فقط این کار را برای تلافی‌جویی انجام می‌دهد. راهبردهای مبتدی و کاوشگر نادم هردو بدند چون، گرچه خیلی کم، گاهی بدون دلیل کلک می‌زنند. از ۱۵ راهبردی که در مسابقات شرکت داشتند، ۸ تا خوب بودند. جالب توجه این است که ۸ راهبردی که بالاترین امتیازها را داشتند همین ۸ راهبرد خوب بودند، آن هفت تای بد از قافله عقب مانده بودند. میانگین امتیاز این به آن در ۵۰۴/۵ بود: ۸۴ درصد مقدار مبنا یعنی ۶۰۰ و امتیاز خوبی بود. راهبردهای خوب دیگر فقط کمی از این کمتر بودند، امتیازها بین ۸۳/۴ درصد تا ۷۸/۶ درصدِ مقدار مبنا بود. بین این نمره و ۶۶/۸ درصدی که گراس‌کامپ به دست آورد فاصله‌ی زیادی هست. گراس‌کامپ در میان بدها از همه موفق‌تر بود. کاملاً آشکار است که در این بازی آدم‌های خوب بازده‌شان خوب است.

یک اصطلاحِ فنی دیگر اکسلرود «گذشت»[1] است. راهبرد گذشت راهبردی است که گرچه ممکن است تلافی کند ولی حافظه‌ی خوبی ندارد. دلخوری‌های گذشته را زود فراموش می‌کند. این به آن در یک راهبرد بخشنده است. کسی را که کلک زده درجا گوشمالی می‌دهد ولی بعد از آن دیگر گذشته‌ها گذشته است. حسابگر فصل دهم اصلاً بخشنده نیست. همه چیز را در تمام طول بازی به یاد دارد. هرگز کلکی را که به او زده شده فراموش نمی‌کند، حتی اگر فقط یک‌بار بوده باشد. راهبردی ظاهراً شبیه به حسابگر در مسابقات اکسلرود شرکت کرده بود به

1. Forgiving

نام فرایدمن[1]، که نتیجه‌ی چندان جالبی نداشت. در میان همه‌ی راهبردهای خوب (توجه داشته باشید خوب از نظر فنی، ولی درکل بی‌گذشت) حسابگر/ فرایدمن یکی قبل از بدترین بود. دلیل اینکه راهبردهای بی‌گذشت بازده خوبی ندارند این است که نمی‌توانند از جریان انتقام‌جویی‌های متقابل خارج شوند، حتی اگر حریفشان «نادم» باشد.

حتی شاید از این به آن در هم می‌توان باگذشت‌تر بود. این به آن دوتا در که بعد از دوبار پشت هم کلک خوردن یک‌بار تلافی می‌کند. شاید خیلی بزرگوار و نظربلند باشد. در هر صورت اکسلرود پی برد، اگر کسی این به آن دوتا در را ارائه کرده بود، برنده‌ی مسابقه می‌شد. به این دلیل که اجتناب از دور انتقام‌جویی دوجانبه خیلی خوب است.

به این‌ترتیب، ما دو مشخصه برای راهبردهای پیروز معرفی کردیم: خوبی و گذشت. این نتیجه‌ی آرمانگرایانه ــ که خوبی و گذشت عاقبت به خیر است ــ ممکن است برای بسیاری از متخصص‌ها عجیب جلوه کند؛ برای آنهایی که با زیرکی راهبردهای موذیانه را به‌صورت ملایمی ارائه کردند؛ در حالی که حتی بعضی‌ها که راهبرد خوب داده بودند، جرئت نکرده بودند راهبردی که مثل این به آن دوتا در باگذشت باشد ارائه کنند.

اکسلرود دوره‌ی دوم مسابقات را اعلام کرد. او ۶۲ شرکت‌کننده داشت و یک راهبرد اتفاقی را هم به آنها افزود و آنها را ۶۳ تا کرد. این‌بار، تعداد حرکت‌های هر بازی به ۲۰۰ دور محدود نبود و آزاد گذاشته شده بود، به‌دلیلی که بعداً به آن می‌رسیم. ما هنوز می‌توانیم نمره‌ها را به‌صورت درصدی از «مقدار مبنا» یا نمره‌ی «همیشه همکاری» بیان کنیم، گرچه دیگر آن مبنا همیشه عدد ثابت ۶۰۰ نیست و محاسبه‌اش پیچیده‌تر است.

تمام برنامه‌نویس‌های دوره‌ی دوم مسابقات نتایج مسابقات قبلی را در اختیار داشتند، از جمله این تحلیل اکسلرود را که چرا بازده این به آن در و دیگر راهبردهای خوب این‌قدر بالا بوده است. فقط این انتظار وجود داشت که، شرکت‌کننده‌ها به نحوی از اطلاعات قبلی بهره بگیرند. درواقع آنها به دو مکتب

1. Friedman

فکری تقسیم شدند. عده‌ای این‌طور استدلال کردند که خوبی و گذشت می‌تواند خصلت‌های پیروز باشد، و بر این اساس راهبردهای خوب و باگذشت ارائه کردند. مینارد اسمیت چنان زیاده‌روی کرد که این به آن دوتا درِ فوقِ باگذشت را طرح کرد. آن مکتب فکری دیگر این‌طور استدلال کرد که چون بسیاری از همکاران که تحلیل اکسلرود را خوانده‌اند حالا راهبرد خوبِ باگذشت ارائه می‌کنند، بنابراین آنها راهبردهای بد بدهند تا از این نرمی قابل پیش‌بینی بهره‌جویی کرده باشند!

اما باز هم بدی فایده‌ای نداشت. باز هم این به آن در که آناتول راپوپورت داده بود برنده شد، با نمره‌ی بالایی که ۹۶ درصد میزان مبنا بود. و یک بار دیگر، در کل، راهبردهای خوب از بدها پیش افتادند. از ۱۵ راهبرد اول همه خوب و فقط یکی بد بود، و از ۱۵ راهبرد آخر، همه بد و فقط یکی خوب بود. گرچه اگر در دوره‌ی اول مسابقات این به آن دوتا در پرگذشت ارائه می‌شد رتبه‌ی نخست را به دست می‌آورد، اما اینجا مقام دوم را هم کسب نکرد. علت این بود که حالا راهبردهای موذیانه‌ی نامحسوس‌تری وارد میدان شده بودند که می‌توانستند بی‌رحمانه نرمش‌های تمام‌عیار را به دام بیندازد.

این بر نکته‌ی مهمی در این مسابقات تأکید می‌کند. پیروزی یک راهبرد بستگی به این دارد که چه راهبردهای دیگری ارائه شده باشد. این تنها راه تبیین تفاوت بین مسابقات دوره‌ی دوم است که در آن این به آن دوتا در در ردیف‌های پایین رتبه‌بندی قرار گرفت، ولی در مسابقات دوره‌ی اول می‌توانست برنده محسوب شود. اما، همان‌طور که قبلاً گفتم این کتاب درباره‌ی ابتکار برنامه‌نویسی در کامپیوتر، نیست. آیا می‌توانیم به‌صورتی عینی داوری کنیم در یک مفهوم کلی و کمتر قراردادی کدام راهبرد واقعاً بهتر از همه است؟ آنها که فصل‌های پیش از این را خوانده‌اند آماده‌اند تا پاسخ را در نظریه‌ی راهبردهای از نظر تکاملی پایدار بیابند.

من یکی از کسانی بودم که اکسلرود نتایج اولیه و دعوت برای شرکت در دور دوم مسابقات را برایم فرستاد. من شرکت نکردم ولی پیشنهادی برای او داشتم. قبلاً اکسلرود در ارتباط با ESS فکر کرده بود، اما از نظر من این جهت‌گیری آن‌قدر مهم بود که در نامه‌ای به او پیشنهاد کردم باید با و.د. همیلتون، که آن وقت در بخش دیگری در همان دانشگاه میشیگان بود، ولی اکسلرود او را

نمی‌شناخت، تماس بگیرد. او هم تماس گرفت و نتیجه‌ی همکاری از آن به بعد آنها یک مقاله‌ی مشترک بی‌نظیر بود که در مجله‌ی *ساینس* ۱۹۸۱ منتشر شد، مقاله‌ای که جایزه‌ی نیوکامب کلیولندِ انجمن آمریکایی ترویج علوم را به خود اختصاص داد. اکسلرود و همیلتون علاوه بر اینکه چند نمونه‌ی زیست‌شناختی از معمای زندانی تکراری را، که به‌طرز جالبی حیرت‌آور بود، مورد بحث قرار دادند، کاری کردند که من آن را شناخت کافی از رویکرد ESS به حساب می‌آورم.

رویکرد ESS را با نظام مسابقات دوره‌ای که اکسلرود دوبار به کار برد در مقابل هم قرار می‌دهیم. هر مسابقه‌ی دوره‌ای مثل یک لیگ فوتبال است. هر راهبرد در مقابل همه‌ی راهبردهای دیگر به دفعات مساوی بازی می‌کند. نمره‌ی نهایی هر راهبرد مجموعه‌ی امتیازهایی است که در مقابل راهبردهای دیگر کسب کرده است. بنابراین هر راهبرد برای موفق بودن در بازی‌های دوره‌ای باید در مقابل همه‌ی راهبردهای دیگری که ممکن است افراد بفرستند رقابت خوبی داشته باشد. راهبردی را که در مقابل انواع مختلف راهبردهای دیگر بازی خوبی داشته باشد اکسلرود «باحال»[1] می‌نامد. این به آن در یک راهبرد باحال است. اما مجموعه راهبردهایی که افراد ارائه کرده‌اند یک مجموعه‌ی دلبخواه است. این همان نکته‌ای است که در بالا ما را نگران می‌کرد. در مسابقاتِ دوره‌ی اولِ اکسلرود، حدود نصف شرکت‌کننده‌ها خوب بودند. در آن اوضاع و احوال، این به آن در برنده بود. در همان حال و هوا اگر این به آن دوتا در ارائه می‌شد، برنده می‌بود. اما فرض کنید به‌طور اتفاقی، تقریباً همه‌ی آنهایی که وارد مسابقه شده بودند بد بودند. خیلی راحت ممکن بود چنین وضعی پیش بیاید. چون از ۱۴ راهبرد ارائه شده، ۶ تای آن بد بودند. اگر ۱۳ تای آنها بد می‌بود، آن‌وقت این به آن در برنده نمی‌شد. اوضاع و احوال برای او مناسب نبود. نه فقط پول برده شده، بلکه درجه‌بندی رتبه‌ای موفقیت راهبردها بسته به این است که چه راهبردهایی ارائه شده باشد؛ به عبارت دیگر، بسته به چیزی است که مثلِ خواست انسان‌ها دلبخواهی است. چگونه می‌توانیم از دلبخواهی بودن آن کم کنیم؟ با تفکر ESSی.

1. robust

از فصل‌های قبل به یاد داریم که مشخصه‌ی مهم یک راهبرد از نظر تکاملی پایدار عبارت بود از ادامه دادن به عملکرد خوب در وقتی که شمار آن در جمعیت راهبردها فزونی گرفته است. وقتی می‌گوییم این بـه آن در در یک ESS؛ است یعنی در اوضاع و احوالی که این به آن درها حاکم‌اند عملکرد این به آن در خوب است. این را می‌توان نوع خاصی از «باحالی» در نظر گـرفت. در مـا بـه عـنوان تکامل باوران این گرایش وجود دارد که آن را تنها نوع باحالی بااهمیت به حساب بیاوریم. چرا این‌قدر مهم است؟ زیرا، در دنیای داروینیسم، برنده شـدن پـول‌دار شدن نـیست، صـاحب فـرزند شـدن است. بـرای یک داروینـی، راهـبرد مـوفق راهبردی است که در جمعیت راهبردها پرشمار شده باشد. یک راهبرد برای اینکه موفق باقی بماند باید مخصوصاً وقتی پرشمار است یعنی در اوضاع احوالی کـه نسخه‌های خودش فراگیرند، عملکردش خوب باشد.

واقعیت این است که اکسلرود، دور سوم مسابقاتش را مثل جـریان انـتخاب طبیعی، در پی ESS، راه انداخت. درواقع او اسم آن را دور سوم نگذاشت. چون فراخوان برای شرکت افراد جدید نداد بلکه از همان ۶۳ تای دور دوم استفاده کرد. برای من راحت‌تر است که آن را دور سوم به حساب بیاورم، زیرا فکر می‌کنم در کل فرقش با دو دوره مسابقات قبل بیشتر است از تفاوتی که دوره‌های اول و دوم با هم داشتند.

اکسلرود این ۶۳ راهـبرد را دوبـاره وارد کـامپیوتر کـرد تـا «نسـل اول» یک سلسله‌ی تکاملی را بسازد. بنابراین، «اوضاع و احوال» در «نسل اول» عرضه‌ی یکسان همه‌ی ۶۳ راهـبرد تشکـیل شـده بـود. در پـایان نسـل اول، بُـردها نـه بـه‌صورت «پـول» یـا «امـتیاز» کـه بـه‌صورت **فـرزندانـی** هـمانند پـدر و مـادر (غیرجنسی)شان، بود. با گذشت نسل‌ها، بعضی راهبردها کم‌شمارتر و سرانـجام منقرض شدند و شمار بعضی دیگر فزونی گرفت. به این ترتیب، وقتی نسبت‌ها تغییر کرد، اوضاع و احوالی که در آن حرکت‌های آینده‌ی بازی هم باید صـورت می‌گرفت عوض شد.

سرانجام بعد از حدود ۱۰۰۰ نسل، دیگر نه تغییر در نسبت‌ها بود، نه تغییری در اوضاع و احوال؛ زمان پایداری فرارسیده بود. قبل از این، بـخت راهـبردهای مـختلف فـراز و فـرود داشت، درست مـثل حـقه‌بازها، هـالوها و حسـابگرهای

شبیه‌سازی شده در کامپیوتر من. بعضی راهبردها از همان اول رو به انقراض گذاشتند و بیشترشان تا نسل ۲۰۰ از بین رفتند. از میان راهبردهای بد، یکی دوتایشان از نظر بسامد رو به افزایش گذاشتند، اما این اقبال، مثل اقبال حقه‌بازهای شبیه‌سازی شده‌ی من، دیری نپایید. تنها راهبرد بدی که بعد از نسل ۲۰۰ هم زنده بود، هرینگتون نام داشت. بخت با هرینگتون در ۱۵۰ نسل اول کاملاً یار بود. بعد از آن به‌تدریج افت کرد و در حوالی نسل ۱۰۰۰ به انقراض نزدیک شد. عملکرد هرینگتون به‌صورت موقت خوب بود، به همان دلیل که حقه‌بازی‌های اولیه‌ی من چنین بودند. آنها وقتی هنوز دوروبرشان پر بود از ضعف و نرمی این به آن دوتا درها (زیادی باگذشت‌ها) به‌نفع خود استفاده می‌کردند. سپس، وقتی آن نرم‌ها رو به انقراض گذاشتند، هرینگتون را هم دنبال خودشان بردند، چون دیگر طعمه‌ی آسانی باقی نمانده بود. عرصه برای راهبردهای «خوب» ولی «تحریک‌پذیر»[1]، مثل این به آن در، باز بود.

در واقع، خودِ این به آن در در دوره‌ی سوم، در پنج تا از شش دور بازی، مثل دوره‌های اول و دوم، بالا آمد. پنج راهبرد خوب ولی تحریک‌پذیر دیگر تقریباً به همان نتیجه‌ی این به آن در رسیدند (از نظر بسامد در جمعیت)؛ در واقع یکی از آنها در دور ششم برنده شد. وقتی همه‌ی بدها از میدان به‌در شدند، دیگر برای تشخیص یک راهبرد خوب از این به آن در یا از دیگر راهبردها راهی وجود نداشت، چون همه خوب بودند، در مقابل هم فقط از ورق همکاری استفاده می‌کردند.

پیامد این غیرقابل تشخیص بودن این است که گرچه این به آن در مثل یک ESS است، دقیقاً یک ESS واقعی نیست. به یاد دارید، یک ESS واقعی وقتی فراگیر شد دیگر نباید توسط یک راهبرد نادر جهش یافته سرکوب‌شدنی باشد: اکنون درست است که هیچ بدی نمی‌تواند بر این به آن در تسلط یابد، اما در مورد راهبردهای دیگر، قضیه فرق می‌کند. همان‌طور که کمی پیش دیدیم، در جمعیتِ راهبردهای خوب همه ظاهر و رفتارشان دقیقاً مانند هم است: آنها همواره همکاری می‌کنند. بنابراین یک راهبرد خوب دیگر، مثل آنکه قدیسانه

1. provocable

همیشه همکاری می‌کند، گرچه مسلماً در مقابل این به آن در از امتیاز گزینشی مثبتی برخوردار نیست، با وجود این می‌تواند بدون اینکه توجهی را جلب کند به درون جمعیت راه یابد و بنابراین از نظر فنی این به آن در وضعیت ESS نیست.

شاید شما فکر کنید چون دنیا به همین خوبی که هست باقی می‌ماند، می‌توانیم این به آن در را یک ESS در نظر بگیریم. اما افسوس، ببینید بعدش چه می‌شود. بر خلاف این به آن در، «همیشه همکاری» در مقابل هجوم راهبردهای بدی مثل همیشه کلک تاب مقاومت ندارد. همیشه کلک در مقابل همیشه همکاری پیروز است، زیرا در هربار نمره‌ی بالای «وسوسه» را کسب می‌کند. راهبردهای بد مثل همیشه کلک وارد می‌شوند و شمار راهبردهای بیش از حد خوب مثل همیشه همکاری را پایین می‌آورند.

هرچند وقتی دقیق صحبت می‌کنیم این به آن در ESS واقعی به حساب نمی‌آید، اما شاید منصفانه‌تر این باشد که یک‌جور این به آن در مانندی را، که مخلوطی از راهبردهای ذاتاً خوب ولی تلافی‌جوست، در عمل کم و بیش معادل یک ESS در نظر بگیریم. در چنین مخلوطی شاید کمی بدی هم قاطی شده باشد. در یکی از کارهای جالبی که در ادامه‌ی کار اکسلرود انجام گرفت، رابرت بوید[1] و جفری لوربربام[2] مخلوط این به آن دوتا در و راهبرد دیگری به نام این به آن در مشکوک را زیر نظر گرفتند. این به آن در مشکوک از نظر فنی بد است، اما **خیلی** بد نیست. رفتارش درست مثل این به آن در بعد از حرکت نخست است. اما در حرکت اول هر بازی کلک می‌زند این چیزی است که از نظر فنی آن را بد می‌کند. در اوضاع و احوالی که این به آن در تسلط کامل دارد، این به آن در مشکوک راه به جایی نمی‌برد زیرا کلکی که در اول می‌زند باعث می‌شود یک جریان ادامه‌دار انتقام‌جویی‌های دوجانبه برقرار شود اما وقتی به یک بازیکن این به آن دوتا در برمی‌خورد، گذشتِ بیشترِ این به آن دوتا در این انتقام‌گیری را در نطفه خفه می‌کند. هردو بازیکن در آخر دست‌کم با «مقدار مبنا» به پایان بازی می‌رسند، و این به آن در مشکوک به‌خاطر کلکی که در ابتدا زده یک مقدار بیشتر دارد. بوید و لوربربام ثابت کردند که ممکن است جمعیت این به آن درها سرکوب

1. R. Boyd 2. Jeffrey Lorberbauum

شود، به زبان تکاملی، در مخلوطی از این به آن دوتا در و این به آن درِ مشکوک، هردوی اینها در کنار هم کامیاب خواهند بود. تقریباً با اطمینان می‌شود گفت این ترکیب تنها ترکیبی نیست که به این ترتیب می‌تواند تسلط پیدا کند. احتمالاً مخلوط‌های زیادی وجود دارند که از ترکیب کمّی راهبرد بد با راهبردهای خوب و خیلی با گذشت تشکیل شده‌اند و می‌توانند میدان‌دار باشند. شاید بعضی‌ها در این قضیه انعکاسی از جنبه‌های آشنای زندگی انسان‌ها را ببینند.

اکسلرود تشخیص داد که این به آن در یک ESS خیلی دقیق نیست، و بنابراین برای تعریف آن عبارت «راهبرد روی‌هم‌رفته پایدار»[1] را ساخت. مثل مورد ESS های واقعی، ممکن است بیش از یک راهبرد روی‌هم‌رفته پایدار در آنِ واحد وجود داشته باشد. و باز به بستگی به تصادف دارد که کدام آنها بر جمعیت حاکم شود. همیشه کلک هم، مثل این به آن در، باثبات است. در جمعیتی که همیشه کلک‌ها بر آن حاکم‌اند، هیچ راهبرد دیگری نمی‌تواند پیشی بگیرد. می‌توانیم این نظام را دارای دو نقطه‌ی ثبات در نظر بگیریم که یک نقطه‌ی ثبات آن همیشه کلک و نقطه‌ی ثبات دیگر آن این به آن در (یا مخلوطی از راهبردهای اکثراً خوب و تلافی‌جو) است. هر نقطه‌ی ثباتی که اول بر جمعیت حاکم شود، همچنان حاکم باقی می‌ماند.

اما از نظر کلّی «حاکم شدن» به چه معناست؟ چه تعداد این به آن در باید وجود داشته باشد تا عملکرد این به آن درها از همیشه کلک‌ها پیش بیفتد؟ بستگی دارد به بازده‌هایی که بانکدار در این بازی خاص قبول کرده بدهد. درکل تنها چیزی که می‌توانیم بگوییم، یک بسامد تعیین‌کننده، یعنی یک لبه‌ی تیغ وجود دارد. در یک طرف لبه‌ی تیغ بسامد تعیین‌کننده‌ی این به آن در جلو می‌زند، و انتخاب هرچه بیشتر این به آن در را برمی‌گزینند. در لبه‌ی دیگر آن بسامدِ بحرانیِ همیشه کلک بیشتر می‌شود، و انتخاب هرچه بیشتر به نفع همیشه کلک است. اگر به یاد داشته باشید، ما تعادل این لبه‌ی تیغ را در داستان حسابگرها و حقه‌بازهای فصل دهم داشتیم.

بنابراین، کاملاً مهم است که جمعیت از کدام طرف تیغ شروع کند. و لازم

---

1. Collectively stable strategy

است بدانیم چه می‌شود که گاهی جمعیت از یک لبه به لبه‌ی دیگر سوق داده می‌شود. فرض کنید جمعیتی داریم که در لبه‌ی همیشه کلک قرار گرفته است. تعدادِ کمِ افراد این به آن در آن‌قدر برخورد زیادی با هم ندارند که پای منافع دوجانبه به میان آید. بنابراین انتخاب طبیعی جمعیت را بیشتر به سوی طرفی که همیشه کلک است می‌راند. در صورتی که اگر جمعیت می‌توانست، به‌طور اتفاقی، خودش را از شر این لبه نجات دهد، کم‌کم به طرف این به آن در سرازیر می‌ش، و به هزینه‌ی بانکدار (یا طبیعت) بازده بهتری داشت. ولی واضح است که جمعیت‌ها هیچ خواست گروهی یا قصد و هدف گروهی ندارند. نمی‌توانند در جهت رفتن به یک طرف بکوشند. فقط در صورتی به آن‌سو می‌روند که از طرف نیروهای غیرمستقیم طبیعت به‌طور اتفاقی به آن‌سو هدایت شوند.

چطور چنین چیزی رخ می‌دهد؟ یک راه بیان پاسخ این است که بگوییم «تصادفی» می‌روند. اما «تصادف» واژه‌ای است حاکی از حالت ما. در واقع به این معنی است که «اسباب‌هایی که هنوز ناشناخته‌اند یا دقیقاً مشخص نیستند، آنها را تعیین می‌کنند.» شاید جوابی کمی بهتر از «تصادف» داشته باشیم. می‌توانیم به راه‌های عملی بیندیشیم که تعداد افراد این به آن در را تا حد توده‌ی بحرانی افزایش می‌دهند. این معادل است با جستن راه‌های ممکن برای دور هم جمع کردن تعداد مناسب از افراد این به آن در، طوری که از جیب بانکدار به همه سودی برسد.

این جهت فکری امیدوارکننده اما نسبتاً مبهم است. چگونه ممکن است در گردهم‌آمدن‌های محلی افرادی که متقابلاً شبیه هم هستند با همدیگر جمع شوند؟ در طبیعت، راه آشکار آن نسبت ژنی ــ خویشاوندی ــ است. حیواناتِ بیشتر گونه‌ها در کنار خواهر، برادر و خاله‌زاده‌ها زندگی می‌کنند تا کنار افراد اتفاقیِ آن جمعیت. لازم نیست در اینجا انتخابی در کار باشد. این پیامد خودبه‌خودی «چسبندگی»[1] جمعیت است. چسبندگی یعنی تمایلی که افراد دارند برای ادامه‌ی زندگی نزدیک به محلی که متولد شده‌اند.

برای مثال، در بیشتر طول تاریخ، و در بیشتر قسمت‌های جهان (گرچه از قرار

1. Viscosity

معلوم نه در جهان امروزی ما) افراد بشر به ندرت بیش از چـندکیلومتر از زادگـاه خود دور شده‌اند. در نتیجه، خوشه‌هایی شامل خویشاوندان ژنی پیدا شده است. به یاد می‌آورم وقتی به دیدن جزیره‌ی دورافتاده‌ای در سواحل شرق ایرلند رفته بودم، از مشاهده‌ی اینکه تقریباً همه گوش‌های بزرگ مثل دسته‌ی کوزه داشتند خیلی حیرت کرده بودم. بعید بود که گوش بزرگ مناسب آب و هوای آنجا باشد (که بادهای ساحلی شدید داشت). علت این بود که بیشتر ساکنان آن جزیره قوم و خویش نزدیک هم بودند.

اقوامی که ژن مشترک دارند، نه فقط در خصوصیات چهره بلکه در هـمه‌ی جنبه‌های دیگر نیز مانند هم هستند ــ برای مثال، از نظر تمایل ژنی به این به آن در کردن ــ یا نکردن. بنابراین، حتی اگر این به آن در در کل جمعیت کمیاب باشد، به‌صورت موضعی ممکن است زیاد باشد. ممکن است افراد این به آن در، در یک محل، به اندازه‌ی کافی با هم برخورد داشته باشند که از همکاری متقابل هم برخوردار شوند، در حالی که از نظر محاسباتی کـه فـقط بسـامدهای کـلی را مدنظر دارد، پایین‌تر از بسامد لبه‌ی تیغ باشند.

اگر چنین باشد، ممکن است افراد این به آن در، که با هم در محلی محدود همکاری صمیمانه دارند به‌قدری در عملکرد موفق باشند که خوشه‌های کوچک محلی آنها تبدیل به خوشه‌های محلی بزرگ‌تر شـود. ایـن خـوشه‌های مـحلی ممکن است چنان رشد کنند که در مناطق دیگر نیز پخش شوند، در جاهایی که قبل از این، از نظر تعداد، افراد همیشه کلک فراگیر بودند. وقتی صحبت از ایـن نوع قلمرو بسته است، آن جزیره‌ی ایرلندی که گفتم مثال خوبی نیست، چون در واقع جداافتاده است. به‌جای آن، جمعیت بزرگی را مجسم کنید که حرکت زیادی در آن نیست، طوری که همسایه‌های نزدیک شباهت بیشتری به هم دارنـد تـا همسایه‌های دور، با اینکه مدام در سراسر آن منطقه ازدواج‌هایی صورت می‌گیرد.

برمی‌گردیم به لبه‌ی تیغ‌مان. پس این به آن در می‌تواند فراگیر شود. تـنها چیز لازم کمی خوشه‌بندی است، از نوعی که معمولاً در جمعیت‌های طبیعی پیدا می‌شود. این به آن در، حتی وقتی کم‌شمار است، یک آمادگی درون‌سرشتی برای عبور از تیغ و رفتن به لبه‌ی خودش دارد. طوری که گویی از یک معبر سرّیِ زیر تیغ رد می‌شود. اما دریچه‌ی آن معبر سرّی یک طرفه است: عدم تقارنی وجود

دارد. بر خلاف این به آن در، همیشه کلک گرچه یک ESS واقعی است ولی نمی‌تواند با استفاده از خوشه‌ی محلی به آن سوی لبه‌ی تیغ برود. قضیه فرق می‌کند. خوشه‌های محلی افراد همیشه کلک از حضور صمیمانه‌ی هم محروم‌اند، مخصوصاً در حضور هم عملکردشان **بد** است. به جای اینکه بی‌سروصدا به هزینه‌ی بانکدار در پی کمک رساندن به هم باشند، همدیگر را پایین می‌آورند. بنابراین، همیشه کلک، بر خلاف این‌به‌آن‌در، از خویشاوندی یا چسبندگی جمعیت بهره‌ای نمی‌برد.

به این ترتیب، با اینکه این به آن در یک ESS تقریبی است، از ثبات سطح بالاتری برخوردار است. این به چه معنی است؟ بله، باثبات باثبات است. اما در اینجا یک چشم‌انداز دورتر مَدنظر ما است. همیشه کلک مدت زیادی در مقابل تهاجم مقاومت می‌کند. اما اگر به اندازه‌ی لازم صبر کنیم، مثلاً هزاران سال، این به آن در سرانجام شمار لازم را برای غلتیدن به آن سوی تیغ جمع می‌آورد و جمعیت به آن‌سو سرازیر می‌شود. اما عکس این وضع رخ نمی‌دهد. همان‌طور که دیدیم، همیشه کلک از خوشه‌بندی بهره‌ای نمی‌برد و همچنین از ثباتی در سطح بالاتر برخوردار نمی‌شود.

همان‌گونه که ملاحظه کردیم، این به آن در خوب است، به این معنا که هرگز اولین کسی که کلک می‌زند نیست و باگذشت است. به این معنا که خطاهای گذشته را زیاد در یاد نگه نمی‌دارد. حالا من یک اصطلاح به یادماندنی و فنی دیگر از اکسلرود را معرفی می‌کنم. این به آن در «بی‌حسادت»[1] هم هست. بر اساس واژگان اکسلرود، حسود بودن یعنی سعی کنی نسبت به حریفت به پول بیشتری برسی، نه اینکه پولی که در مجموع از بانکدار می‌گیری زیادتر باشد. بی‌حسادت بودن یعنی، اگر بازیکن دیگر هم به همان اندازه‌ی شما پول گیرش بیاید، و به این ترتیب هردو به پول خوبی برسید، شما کاملاً خوشنود باشید. این به آن در درواقع در هیچ بازی «برنده» محسوب نمی‌شود. اگر توجه کنید می‌بینید او در هر بازی نمی‌تواند نمره‌ای بالاتر از «حریف» کسب کند، زیرا، جز برای تلافی، هرگز کلک نمی‌زند. حداکثر کاری که می‌کند این است که با حریفش

1. not envious

مساوی کند. اما گرایش او به این است که نمره‌ی هردو بالا باشد. در جایی که پای این به آن در و دیگر راهبردهای خوب در میان است، واژه‌ی «حریف» بی‌مناسبت است. اما متأسفانه، وقتی روان‌شناس‌ها بازی‌های معمای زندانی تکراری را بین انسان‌های واقعی برپا می‌کنند، تقریباً همه‌ی بازیکن‌ها تسلیم حسادت می‌شوند و عملکردشان از نظر پولی که به آن می‌رسند پایین است. به نظر می‌رسد بسیاری از افراد، بدون اینکه حتی به این فکر باشند به جای اینکه دست به دست او دهند تا خدمت بانکدار برسند، ترجیح می‌دهند طرف مقابل را پایین بیاورند. کار اکسلرود نشان می‌دهد که اشتباه کار کجاست.

این اشتباهی است که فقط در بعضی بازی‌ها وجود دارد. نظریه‌پردازان بازی‌ها، انواع بازی را به دو دسته‌ی «صفرمجموع» و «غیرصفرمجموع» تقسیم می‌کنند. در یک بازی صفرمجموع برنده شدن یک نفر به‌معنای بازنده شدن طرف مقابل است. شطرنج‌بازی صفرمجموع است، چون هدف هر بازیکن این است که برنده شود، یعنی طرف مقابل را شکست دهد. اما معمای زندانی یک بازی غیرصفر مجموع است. بانکداری هست که پول می‌دهد و دو بازیکن می‌توانند تمام مدت دست به یکی کنند و به ریش او بخندند.

این به ریش بانکدار خندیدن مرا به یاد سطر دلنشینی از شکسپیر می‌اندازد:

«اولین کاری که می‌کنیم، کشتن تمام وکیل‌هاست.»

هنری چهارم

در آنچه «اختلافات» مردم نام گرفته زمینه‌ی زیادی برای همکاری وجود دارد. چیزی که مثل یک رویارویی صفرمجموع به نظر می‌رسد، که می‌توان آن را با کمی نیت خیر، به یک بازی غیرصفرمجموعِ با منافع دوجانبه تبدیل کرد. بدیهی است که یک ازدواج موفق یک بازی غیرصفرمجموع است، مالامال از همکاری‌های دوجانبه حتی وقتی که به متارکه نیز می‌انجامد، به‌دلایلی به نفع طرفین است که به همکاری ادامه دهند و با جدایی‌شان هم به‌صورت غیرصفر مجموع کنار بیایند. اگر آرامش بچه دلیل کافی برای آن نباشد، هزینه‌ی دو وکیل لطمه‌ی کمی به اوضاع مالی خانواده وارد نمی‌کند. بنابراین پیداست که یک زوج فهمیده و متمدن باید با هم پیش یک وکیل بروند، غیر از این است؟

ولی خوب، در عمل این‌طور نیست. دست‌کم در انگلستان نیست و تا همین

اواخر در همه‌ی پنجاه ایالت آمریکا قانون یا دقیق‌تر ــ و قابل توجه‌تر ــ بگوییم کد حرفه‌ای وکلا اجازه‌ی چنین کاری را به آنها نمی‌داد. وکیل باید یک عضو از هر زوج را به‌عنوان موکل بپذیرد. شخص دیگر را از همان دمِ در برمی‌گردانند، یا اصلاً از نظر قانونی در موردش اظهارنظر نمی‌کنند یا او را پیش وکیل دیگری می‌فرستند. و اینجاست که قضیه جالب می‌شود. این دو وکیل یک حرف را از دو جایگاه جداگانه، یعنی «ما» و «آنها»، شروع می‌کنند. می‌دانید که «ما» به معنی من و همسرم نیست؛ به‌معنی من و وکیلم است در برابر او و وکیلش. وقتی قضیه به دادگاه می‌رسد، عملاً در ردیف «اسمیت علیه اسمیت» قرار می‌گیرد! فرض را بر این می‌گذارند که خصومت در کار است. چه آن زوج خصومت داشته باشند چه نداشته باشند یا اصلاً طرفین توافق کرده باشند که دوستانه و عاقلانه کار را به انجام برسانند. اینکه مشکل به‌صورت تو بازنده، من برنده قلمداد شود به سود چه کسی است؟ به احتمال زیاد فقط وکیل‌ها.

زوج نگون‌بخت به یک بازی مجموع‌صفر کشانده می‌شوند. اما برای وکیل‌ها مورد اسمیت علیه اسمیت یک بازی صفرِ غیرمجموع جانانه است که در آن اسمیت‌ها بهره می‌دهند و آن دو حرفه‌ای حساب مشترک موکل‌هایشان را با همکاری‌های با دقت رمزگذاری شده‌ای می‌دوشند. یک راه همکاری آنها این است که لایحه‌هایی می‌دهند که خودشان می‌دانند طرف دیگر نخواهد پذیرفت. هر لایحه، لایحه‌ی ضد خود را می‌سازد و باز هردو می‌دانند که پذیرفته نمی‌شود. و همین‌طور جریان ادامه پیدا می‌کند. هر نامه، هر تلفنی که بین طرفین «دعوا» رد و بدل می‌شود یک دسته پول دیگر به‌صورت حساب اضافه می‌کند. وکلا اگر بخت یارشان باشد، این روند ماه‌ها و شاید سال‌ها کش پیدا می‌کند، و هزینه‌ها پا به پا بالا می‌رود. وکیل‌ها برای حل مشکل کنار هم جمع نمی‌شوند و جلسه نمی‌گذارند. برعکس است و از قضای روزگار، همین اصرار بر جدا بودن آنهاست که ابزار اصلی همکاری آنها در استفاده از جیب موکل است. حتی ممکن است خود وکیل‌ها از آنچه می‌کنند آگاه نباشند. درست مثل خفاش‌های خون‌آشامی که به‌زودی با آنها آشنا می‌شویم، آنها خیلی خوب قواعدی را که به‌صورت الگو درآمده اجرا می‌کنند. این نظام بدون هیچ سازماندهی یا نظارت آگاهانه پیش می‌رود. کارش فقط این است که ما را به بازی

صفرمجموع بکشاند. بازی صفرمجموع برای موکل‌ها ولی خیلی غیرصفرمجموع برای وکیل‌ها.

چاره چیست؟ راه‌حل شکسپیر ما را پلید می‌کند. پاکیزه‌تر این است که قانون را عوض کنیم. اما بیشتر مجلس‌نشینان از وکالت به آنجا راه یافته‌اند، و ذهنیتشان صفرمجموع است. تصور کردن فضایی که بیش از مجلس عوام بریتانیا آمیخته به دشمنی باشد مشکل است (دادگاه‌ها لااقل نزاکت مجادله را حفظ می‌کنند، و ممکن است هوای ما را هم داشته باشند چون من و دوست فرهیخته‌ام، در تمام طول راه تا بانک همکاریِ خوبی داریم). شاید لازم است به قانون‌گذاران با حسن‌نیت، و البته وکیل‌های پشیمان، کمی نظریه‌ی بازی‌ها را یاد داد. اگر بگوییم بعضی وکلا درست نقش مخالف را بازی می‌کنند، بی‌انصافی نکرده‌ایم. آنها موکلان را که در پی یک بازی مجموع‌صفرند تشویق می‌کنند در بیرون از دادگاه به یک توافق غیرصفرمجموع برسند.

بازی‌های دیگر در زندگی انسان چگونه است؟ کدام صفرمجموع و کدام غیرصفرمجموعند؟ و ــ چون این با آن فرق دارد ــ کدام جنبه از زندگی بشر را صفرمجموع و کدام را غیرصفرمجموع می‌دانیم؟ کدام جنبه‌ی زندگی بشر او را به «کینه‌ورزی» و کدام او را به همکاری وایستادن در مقابل «بانکدار» وامی‌دارد؟ به عنوان نمونه، چانه زدن بر سر دستمزد و «اختلاف دستمزدها» را در نظر بگیرید. وقتی ما بر سر میزان افزایش حقوق بحث می‌کنیم، آیا انگیزه‌ی ما «حسادت» است یا همکاری است برای اینکه واقعاً درآمدمان را زیاد کنیم؟ در زندگی واقعی همچنان که در آزمایش‌های روان‌شناسانه، آیا فرض می‌کنیم مشغول بازی صفرمجموع هستیم؟ من این پرسش‌های مشکل را فقط مطرح می‌کنم. پاسخ دادن به آنها خارج از گستره‌ی این کتاب است.

فوتبال یک بازی صفرمجموع است. دست‌کم، معمولاً این‌طور است. ولی گاهگاهی، می‌تواند به یک بازی صفر غیرمجموع تبدیل شود. این اتفاقی است که در سال ۱۹۷۷ در لیگ فوتبال انگلیس رخ داد. در لیگ فوتبال تیم‌ها به چهار دسته تقسیم می‌شوند. در هر دسته هر باشگاه در مقابل باشگاه‌های دیگر بازی می‌کند، و از تساوی یا برد امتیازاتی برای آن فصل جمع می‌کند. در دسته‌ی اول بودن اعتبار محسوب می‌شود و برای باشگاه نان و آب‌دار هم هست چون

جمعیت زیادی را گرد می‌آورد. در پایان هر فصل، سه باشگاهِ آخرِ دسته‌ی اول به دسته‌ی دوم برای فصل بعد منتقل می‌شوند. منتقل شدن به رده‌ی پایین‌تر فرجام ناخوشایندی است که برای پرهیز از آن تلاش زیادی صورت می‌گیرد.

هجدهم ماه مه ۱۹۷۷ آخرین روز بازی‌های فصل در آن سال بود. از سه باشگاهی که باید به رده‌ی پایین‌تر منتقل می‌شدند، دوتا مشخص شده بود ولی بر سر سومی هنوز بحث بود. معلوم بود که باید یکی از این سه تیم باشد، ساندرلند، بریستول یا کاونتری. بنابراین در آن روز شنبه این سه تیم باید از جان مایه می‌گذاشتند. ساندرلند در مقابل تیم چهارمی (که جایگاهش در دسته‌ی اول قطعی بود) بازی می‌کرد. بریستول و کاونتری در مقابل هم بودند. همه می‌دانستند اگر ساندرلند ببازد، آن وقت باید بریستول و کاونتری به تساوی برسند تا در بخش اول باقی بمانند. اما در صورتی که ساندرلند برنده می‌شد، آن‌وقت تیمی که باید پایین می‌رفت بریستول یا کاونتری بود، بستگی به نتیجه‌ی مسابقه‌ای داشت که در مقابل هم داشتند. این دو بازی حساس باید هم‌زمان برگزار می‌شد. ولی در عمل بازی بریستول ــ کاونتری ۵ دقیقه دیرتر شروع شد. طوری که، قبل از پایان بازی بریستول ــ کاونتری نتیجه‌ی آن بازی معلوم شد. و این باعث شد که این داستان پیچیده شروع شود.

بیشتر بازی بین بریستول و کاونتری، به قول یک گزارش خبری، یک بازی سریع و وحشیانه (یا اگر دوست دارید) یک جنگ تمام‌عیار بود. در هشت دقیقه‌ی اول بازی، هردو طرف گل‌های درخشانی کاشته بودند و نتیجه ۲:۲ بود. بعد، دو دقیقه مانده به پایان بازی، از آن طرف خبر آمد که ساندرلند باخته است. فوراً، مدیر تیم کاونتری دستور داد خبر را روی صفحه‌ی بزرگِ الکترونیکی نتایج که در انتهای زمین بود به نمایش بگذارند. ظاهراً هر ۲۲ بازیکن آن را می‌دیدند و همه متوجه می‌شدند که دیگر لازم نیست خیلی زیاد تلاش کنند تا به رده‌ی پایین‌تر نروند. تساوی برای بالا ماندن هردو تیم کفایت می‌کرد. درواقع، در آن وقت، سیاست بد این بود که گلی زده شود چون، با برداشتن بازیکن‌ها از دفاع این خطر وجود داشت که یکی ببازد، و پایین برود. هردو تیم سعی کردند تساوی حفظ شود. به قول همان گزارش خبری: «هواداران دوتیم که رقیبان سرسخت هم بودند، چندثانیه قبل از اینکه دان گیلیز دقیقه‌ی هشتادم را برای بریستول اعلام

کند، ناگهان در یک شادی بزرگ به هم پیوستند.» داور، ران چالیس، بدون اینکه بتواند کاری کند می‌دید که بازیکن‌ها توپ را بدون هیچ تلاش یا با بی‌تفاوتی به سوی دیگری پرتاب می‌کنند. چیزی که قبلاً یک بازی صفرمجموع بود، یک‌دفعه به خاطر خبری که از جهان بیرون رسید، به یک بازی غیرصفرمجموع تبدیل شد. در ارتباط با بحث قبلی‌مان، انگار یک «بانکدار» خارجی از آسمان پیدا شده بود، و این امکان را برای بریستول و کاونتری فراهم آورده بود که نتیجه به نفع هردو باشد: مساوی.

ورزش‌های پرتماشاگری مثل فوتبال معمولاً به‌دلیل خاصی بازیِ مجموع‌صفرند. برای تماشاگران دیدن بازیکن‌هایی که با تمام توان خود تلاش می‌کنند خیلی هیجان‌انگیزتر است از تماشای همکاری‌های دوستانه. اما صحنه‌ی واقعی حیات، چه زندگی بشر، چه زندگی گیاهان و حیوانات، به‌خاطر تماشاگرها بر پا نشده است. حقیقت این است که بسیاری از موقعیت‌ها در زندگی واقعی معادل بازی غیرصفرمجموع است. طبیعت اغلب نقش «بانکدار» را بازی می‌کند و افراد از موفقیت یکدیگر بهره‌مند می‌شوند. آنها مجبور نیستند رقیبی سرکوب شود تا خودشان به سودی برسند. بدون اینکه قوانین ژن خودخواه را زیر پا بگذاریم، می‌بینیم چگونه همکاری و یاری دوجانبه، حتی در جهانی هم که اساساً خودخواه است می‌تواند شکوفا شود. می‌بینیم، چگونه در آن مفهومی که موردنظر اکسلرود بود، آدم‌های خوب جلوترند.

اما همه‌ی اینها وقتی راه می‌افتد که بازی تکراری باشد. بازیکن‌ها باید بدانند (یا می‌دانند) که بازی فعلی آخرین بازیِ بین آنها نیست. با استفاده از عبارت گیرای اکسلرود، «سایه‌ی آینده» باید بلند باشد. اما تا چه اندازه؟ نمی‌تواند طول نامحدود داشته باشد. از یک دیدگاه نظری طول بازی مهم نیست؛ مهم این است که هیچ‌کدام از بازیکن‌ها ندانند کی بازی تمام می‌شود. فرض کنید من و شما مقابل هم بازی می‌کنیم و فرض کنید ما هردو می‌دانیم دقیقاً ۱۰۰ دور بازی انجام می‌شود. حالا ما هردو می‌دانیم که دور صدم، که آخرین دور است، معادل یک بازی بُرد یا باختِ معمای زندانی ساده است. بنابراین تنها راهبرد عاقلانه برای هرکدام از ما در دور صدم این است که **کلک** را بیاوریم، و هرکدام‌مان می‌توانیم بنا را بر این بگذاریم که بازیکن مقابل هم این را می‌فهمد و تصمیم

می‌گیرد دور آخر کلک بزند. بنابراین می‌شود دور آخر را به عنوان استثنا، سوخته تلقی کرد، یعنی چون قابل پیش‌بینی است دورش را باید خط کشید. اما آن‌وقت دور نودونهم معادل یک استثنا خواهد شد، و تنها انتخاب عاقلانه برای بازیکن در این ماقبل آخرین دور هم کلک است. دور نودوهشتم هم به همین دلیل وضعیتش معلوم می‌شود و همین‌طور یکی یکی عقب می‌رویم تا آخر. دو بازیکن کاملاً منطقی، که هرکدام بنا را بر این گذاشته‌اند که بازیکن مقابل کاملاً منطقی است، اگر بدانند بازی چند دور ادامه خواهد داشت، جز اینکه هربار کلک را بیاورند کار دیگری نمی‌تواند بکنند. به این دلیل وقتی نظریه‌پردازان بازی‌ها از معمای زندانی تکراری صحبت می‌کنند، همیشه فرض را بر این می‌گذارند که پایان بازی قابل پیش‌بینی نیست، یا فقط بانکدار آن را می‌داند.

حتی اگر تعداد دقیق دورهای بازی معلوم نباشد، در زندگی واقعی اغلب این امکان هست که با یک حدس آماری پی برد که احتمالاً بازی چقدر دیگر طول می‌کشد. این ارزیابی شاید بخش مهمی از راهبرد باشد. اگر من ببینم بانکدار ناآرام است و به ساعت خود نگاه می‌کند، ممکن است حدس بزنم که بازی به زودی تمام می‌شود و بهتر است کلک را بیاورم. اگر حدس بزنم شما هم متوجه بی‌قراری بانکدار شده‌اید، ممکن است بترسم از اینکه شما هم در فکر کلک هستید. من احتمالاً نگرانم از اینکه نکند کسی که اول کلک می‌خورد من باشم. مخصوصاً چون من می‌ترسم از اینکه شما دارید می‌ترسید از اینکه من... .

تمایز ساده‌ای که ریاضی‌دان بین بازی معمای زندانی ساده و معمای زندانی مکرر قائل می‌شود بیش از حد ساده است. از هر بازیکن انتظار می‌رود رفتارش طوری باشد که انگار مدام این احتمال را که بازی چقدر طول خواهد کشید، تغییر دهد. هرقدر احتمال ادامه‌ی بازی بیشتر باشد، بازی او بیشتر بر اساس انتظاری پیش می‌رود: که ریاضی‌دان از بازی مکرر واقعی دارد به عبارت دیگر، خوب‌تر، بخشنده‌تر، و بی‌حسادت‌تر خواهد بود. هرچه برآورد او از زمان ادامه‌ی بازی کوتاه‌تر باشد، تمایل او به اینکه طبق انتظار ریاضیدان از بازی ساده بازی کند بیشتر است: بدتر و بی‌گذشت خواهد شد.

اکسلرود تصویر تکان‌دهنده‌ای از اهمیت سایه‌ی آینده، پدیده‌ی چشمگیری که در جنگ جهانی اول پیدا شد، ترسیم می‌کند، از نظامی که آن را زندگی کن و

بگذار زندگی کنند نامیدند. او به پژوهشِ تونی آشورث تاریخ‌نگار و جامعه‌شناس، استناد می‌کند. همه این را خوب می‌دانند که هنگام کریسمس سربازان انگلیسی، و آلمانی، در منطقه‌ی بی‌طرف، رفتارشان با هم دوستانه بود و با هم لبی هم تر می‌کردند. ولی عده‌ی کمتری این را می‌دانند، و به نظر من جالب‌تر است، که قراردادِ ناگفته و غیررسمی عدم خشونتِ، زندگی کن و بگذار زندگی کنند، دست‌کم از ۱۹۱۴ تا دوسال در خطوط جبهه دچار فراز و نشیب بود. از قول یک افسر ارشد بریتانیا، هنگام بازدید از سنگرها، گفته‌اند که از مشاهده‌ی سربازهای آلمانی که آن سوی خط خود در تیررس دشمن این‌ور و آن‌ور می‌رفتند، متعجب شده است. «ظاهراً برای نفرات ما مهم نبود. من پیش خود تصمیم گرفتم بعد از پیروزی‌مان، به چنین کارهایی خاتمه دهم؛ نباید اجازه‌ی چنین کاری را می‌داشتند. از قرار معلوم اینها نمی‌فهمیدند که در جنگ هستند. آشکارا هردو طرف سیاستِ «زندگی کن و بگذار زندگی کنند را پذیرفته بودند.»

در آن زمان هنوز نظریه‌ی بازی‌ها و معمای زندانی اختراع نشده بود، اما با نگاه به گذشته، کاملاً آشکار است در آنجا چه می‌گذشت، و اکسلرود تحلیل جالبی از آن به دست می‌دهد. در درگیری جنگ سنگر به سنگر آن زمان، برای همه سایه‌ی آینده دراز بود. یعنی هر گروه از سربازان سنگرنشین انگلیسی این انتظار را داشت که تا ماه‌ها با یک گروه خاص از سنگرنشین‌های آلمانی روبه‌رو باشد. علاوه بر این، آن سربازهای ساده اصلاً نمی‌دانستند چه وقت قرار است جابه‌جا شوند. البته اگر چنین قصدی وجود می‌داشت. دستورات نظامی از نظر کسانی که آن را دریافت می‌کنند به شدت دلبخواهی، متزلزل و غیرقابل درک‌اند. شبح آینده چنان طولانی و نامعین بود که فضا را برای ایجاد یک نوع همکاری این به آن در مناسب می‌کرد. یعنی، شرایط معادل یک بازی معمای زندانی بود.

یادتان باشد برای اینکه یک معمای زندانی واقعی داشته باشیم باید بازده‌ها رتبه‌بندی خاصی را داشته باشند. هردو باید همکاری دوجانبه (CC)[1] را به کلک دوجانبه ترجیح دهند. حتی وقتی طرف مقابل همکاری می‌کند، در صورتی که

1. Cooperate, Cooperate

بشود قِسِر دررفت. باز بهتر است کلک زد (DC)[1].

بدترین حالت وقتی است که در مقابل کلک طرف مقابل همکاری کنید (CD). چیزی که ستاد کل انتظارش را دارد کلک دوجانبه (DD) است. آنها دوست دارند ببینند نفرات خودشان در هر فرصت ممکن با شدت و حدت سربازان آلمانی را با تیر می‌زنند.

از دیدگاه فرماندهان همکاری دوجانبه ناخوشایند است، زیرا کمکی به برنده شدن آنها در جنگ نمی‌کند. اما از نظرِ سربازانِ هردو طرف بسیار مطلوب است. آنها نمی‌خواهند هدف تیر واقع شوند. باید پذیرفت که سربازان احتمالاً بر سر ترجیح اینکه در جنگ پیروز باشند نه بازنده با فرماندهان به توافق رسیده‌اند. ــ و این جزء شرایط دیگری است که لازمه‌ی یک معمای زندانی واقعی ــ است. اما این انتخابی نیست که هر فرد سرباز با آن روبه‌رو باشد. آنچه او، به‌عنوان یک فرد، انجام می‌دهد روی نتیجه‌ی کلی جنگ تأثیری ندارد. همکاری متقابل با فلان سرباز دشمن که در برابر شماست، در یک منطقه‌ی بی‌طرف، اثر مستقیمی روی زندگی‌تان دارد، و از کلک دوجانبه خیلی بهتر است، حتی اگر شما به دلیل وطن‌پرستی یا رعایت اصول نظامی، در صورتی که برایتان خطری نداشته باشد تا حدی ترجیح می‌دهید کلک بزنید (DC). به نظر می‌رسد این وضعیت معمای زندانی واقعی است. می‌توان انتظار داشت که چیزی مثل این به آن در پیدا شود و چنین می‌شود.

لزومی ندارد این راهبرد پایدار منطقه‌ای در هر جای خاص از خطوط سنگر، حتماً در خود این به آن در باشد. این به آن در عضوی از خانواده‌ی راهبردهای خوب است که تلافی‌جو ولی باگذشت‌اند، و همه‌شان اگر از نظر فنی باثبات به حساب نیایند، دست‌کم بعد از اینکه پیدا شدند، به راحتی از بین نمی‌روند. برای مثال در منطقه‌ای، بر اساس شرایط موجود، این سه تا به آن یکی در پیدا شد.

> شب‌ها از سنگر بیرون می‌رویم... گروه‌های آلمانی هم بیرون می‌آیند، بنابراین از تیر و تیراندازی خبری نیست. بدترین چیز خمپاره‌انداز است... . شاید هفت هشت نفر را یک‌جا بکشد یا اگر در سنگر بیفتد... . ولی ما هرگز

1. defection, Cooperate

> دست به کار نمی‌شویم مگر آلمانی‌ها زیادی پُررو بشوند، چون روش تلافی کردن آنها سه تا در مقابل یکی ماست.

برای هریک از اعضای خانواده‌ی راهبردهای این بـه آن در مـهم است کـه بازیکن‌ها را به خاطر کلک مجازات کنند. تهدید به انتقام‌جویی باید همواره وجود داشته باشد. نمایش توانایی انتقام‌جویی یک ویژگیِ نـظام زنـدگی کـن و بگـذار زندگی کنند است. در هردو طرف، یک تیرانداز مهارت در نشانه‌گیری را به نمایش می‌گذارد، هدف نه سربازان دشمن، بلکه به یک چیز بی‌جان دور و بر سـربازان دشمن است، کاری که در فیلم‌های وسترن هم دیده می‌شود (مثلً خاموش کردن شعله‌ی شمع با تیر). ظاهراً هیچ‌وقت به این سوآل که چرا از دو بمب اتمی برای نـابودی دو شـهر اسـتفاده شـد، پـاسخ قـانع‌کننده‌ای نـداده‌انـد ــ در عـوض از فیزیک‌دان‌های پیشگامی که آنها را ساختند زیاد صحبت کرده‌اند ــ در حالی که می‌توانستند بمب‌ها را در موردی نمایشی، مثل خاموش کردن شمع با تـیر، بـه تماشا بگذارند.[۱]

یک مشخصه‌ی مهم راهبردهای این به آن در مانند باگذشت بودن آنهاست. همان‌طور که دیدیم، این ویـژگی چـیزی را کـه مـمکن است بـه یک خـصومت دوجانبه‌ی درازمدت تبدیل شود، فرو می‌نشاند. اهمیت فرو نشاندن انتقام‌جویی را یک افسر انگلیسی در خاطراتش به خوبی نشان داده است:

> داشتیم با هم چای می‌خوردیم که صداهای فریاد را شنیدیم و رفتیم ببینیم چه خبر است. دیدیم سربازهای ما و آلمانی‌ها هـرکدام در خـاکـریزهای خودشان ایستاده‌اند. ناگهان رگباری از آتش فرو ریخت، ولی به کسی آسیب نرسید. خوب، هردو پایین رفتیم و نفرات ما شروع کردن به بدوبیراه گفتن به آلمانی‌ها، که یک‌دفعه یک سرباز شجاع آلمانی رفت روی خـاکـریز و بـا صدای بلند گفت «خیلی ما را ببخشید، امیدواریم کسی زخمی نشده باشد. تقصیر ما نبود، آتشبار این پروسی‌های لعنتی بود.»

---

۱. اینک می‌دانیم این کار برای واداشتن دولت ژاپن به تسلیم فردی بود. چون سه روز بعد اتمام جهت دولت شوروی به ژاپن پایان می‌یافت و شوروی به ژاپن حمله می‌کرد. در حالی که آمریکا نمی‌خواست پای شوروی به ژاپن بازشود.

اکسلرود در مورد این عذرخواهی چنین اظهارنظر می‌کند: چیزی بیش از تلاش برای جلوگیری از انتقام‌جویی است. این عذرخواهی حاکی از تأسف به‌خاطر آشفته کردن فضای اعتماد به یکدیگر است و نشان می‌دهد آسیب دیدن افراد ناراحت‌کننده است. یقیناً آن آلمانی بسیار شجاع و قابل تحسین بود.

اکسلرود همچنین بر اهمیت قابل پیش‌بینی بودن و حساب و کتابی که باعث حفظ چهارچوب یک اعتماد دوجانبه می‌شود، تأکید می‌کند. یک نمونه‌ی دلنشین آن «آتش غروب»[1] بود که از توپخانه‌ی انگلیس در بخش خاصی از خط مقدم با نظم خودکاری باریدن گرفت. از زبان یک سرباز آلمانی بشنوید:

> ساعت هفت می‌آمد ــ آن‌قدر سر ساعت که می‌شد ساعتت را با آن تنظیم کنی... هدفش هیچ‌وقت تغییر نمی‌کرد، بُردش دقیق بود، هرگز این‌ور و آن‌ور یا جلو و عقب نمی‌خورد... حتی چندتا آدم فضول کمی قبل از ساعت هفت سینه‌خیز بیرون می‌رفتند تا انفجار آن را ببینند.

توپخانه‌ی آلمان هم درست همین کار را می‌کرد، چنان که در نوشته‌ی زیر از قول طرف انگلیسی می‌بینید:

> آنها [آلمانی‌ها] به قدری در انتخاب هدف، زمان آتش، و تعداد دفعات آتش منظم بودند که... کلنل جونز... می‌دانست در کدام دقیقه پوکه‌ی بعدی می‌افتد. محاسباتش خیلی دقیق بود و او قادر بود پوکه را ــ چیزی را که یک استوار تازه‌کار خطر بزرگی می‌شمرد ــ بگیرد، چون می‌دانست قبل از اینکه به محل برخورد برسد، پوکه‌ها جدا شده‌اند.

اکسلرود خاطرنشان می‌کند، این تشریفات ظاهری و آتش گشودن‌های سر ساعت یک پیام دوگانه را ردوبدل می‌کند. برای فرماندهان بالادست نشانِ حمله است و برای دشمن نشان آشتی.

می‌شود با گفت‌وگو به نظام «زندگی کن و بگذار زندگی کنند» دست یافت، با نشستن بر سر میزی گرد و آگاهانه بررسی کردن راهبردها. در واقع چنین چیزی

---

1. evening guh

رخ نداده است. فقط به‌صورت رشته‌ای از قراردادهای کوچک در پاسخ افراد به رفتار هم یکدیگر پیدا شده است، شاید آن سربازان اصلاً از اینکه چنین پدیده‌ای در حال رشد بود بی‌خبر بودند. نباید از این موضوع متعجب شویم. راهبردهای درون کامپیوتر اکسلرود کاملاً ناآگاهانه بودند. از روی رفتارشان بود که آنها را خوب یا بد، باگذشت یا بی‌گذشت، کینه‌توز یا عکس آن به حساب می‌آوردیم. کسانی که برنامه‌ی آنها را نوشتند ممکن است خود هرکدام از این ویژگی‌ها را داشته باشند که به این بحث مربوط نمی‌شود. یک آدم خیلی بد می‌تواند به راحتی برنامه‌ی یک راهبرد خوب، باگذشت و مهرورزانه را بنویسد و برعکس. خوبی یک راهبرد را از روی رفتارش تشخیص می‌دهند نه از روی انگیزه‌هایش (چون انگیزه‌ای ندارد) و نه از روی شخصیت تهیه‌کننده‌اش (که تا زمان به راه افتادن آن برنامه در کامپیوتر به تدریج کم‌رنگ و جزئی از پس‌زمینه شده است). یک برنامه‌ی کامپیوتری می‌تواند به‌صورت راهبردی رفتار کند، بدون اینکه از راهبردش یا درواقع از هیچ چیز باخبر باشد.

البته ما با مفهوم راهبردنویسی‌های ناآگاهانه یا دست‌کم با برنامه‌نویس‌هایی که آگاهی‌شان بی‌ربط است کاملاً آشنایی داریم. برنامه‌های ناآگاه در صفحات این کتاب به وفور یافت می‌شوند. برنامه‌های اکسلرود در سراسر این کتاب مدل بسیار خوبی برای تصوری‌اند که ما از گیاهان و جانوران و درواقع از ژن‌ها داریم.

بنابراین طبیعی است که بپرسیم آیا می‌توان نتیجه‌گیری خوشبینانه‌ی او درباره‌ی مهرورزی، گذشت و مهربانی را شامل جهان طبیعت نیز بکنیم. پاسخ آری است، البته چنین است. تنها شرط این است که طبیعت باید گاهی بازی‌های معمای زندانی را طوری به راه بیندازد که آینده‌ی آن درازمدت باشد و بازی‌ها غیرمجموع صفر باشند. این شرایط به یقین در قلمرو همه‌ی چیزهای زنده وجود دارد.

هرگز کسی ادعا نکرده که باکتری یک برنامه‌ی آگاهانه دارد، ولی انگل‌های باکتری همواره با میزبان خود درگیر بازی‌های معمای زندانی‌اند و دلیلی ندارد که ما نتوانیم صفت‌های اکسلرودی ــ مثل بخشندگی، مهرورزی و غیره ــ را به راهبرد آنها نسبت دهیم. اکسلرود و همیلتون می‌گویند که به‌طور عادی ممکن است باکتری‌های بی‌آزارِ خوش‌خیم زیانکار گردند و حتی باعث عفونت‌های

کشنده در فرد مجروح شوند. ممکن است نظر پزشک این باشد که به خاطر آن جراحت «مقاومت طبیعی» بدن طرف پایین آمده است. ولی شاید دلیل واقعی زیرِ سرِ بازی‌های معمای زندانی نهفته باشد. شاید به آن باکتری‌ها از آن چیزی می‌رسد، ولی آن را آشکار نمی‌کنند؟ در بازی بین انسان و باکتری «سایه‌ی آینده» معمولاً دراز است، زیرا از هر آدم فرضی این انتظار می‌رود از هرجا که شروع کند سال‌ها به زندگی ادامه دهد. از طرفی، در آدمی که جراحت شدیدی دارد، ممکن است برای باکتری‌های مهمان سایه آینده بسیار کوتاه‌تر جلوه کند بنابراین «وسوسه» کلک زدن، به‌صورت انتخاب پرجاذبه‌تری از «پاداش همکاری دوجانبه»ی خود را بنمایاند. واضح است، منظور این نیست که آن باکتری‌ها در کله‌ی کوچک و زیانکار خود این برنامه‌ها را می‌چینند! احتمالا انتخاب با استفاده از ابزارهای کاملاً شیمیایی در نسل‌های پی در پی باکتری‌ها، قاعده‌های سرانگشتی ساده‌ای را سرشته است.

طبق نظر اکسلرود و همیلتون حتی گیاهان ممکن است انتقام‌جویی کنند، این هم آشکارا ناآگاهانه است. درخت انجیر و زنبور انجیر در یک رابطه‌ی نزدیک همکاری و مشارکت دارند. انجیری که شما می‌خورید درواقع یک میوه نیست. اگر از سوراخ کوچکی که در ته آن هست وارد شوید می‌بینید صدها گل کوچک سطح دیواره را پوشانده‌اند. (برای این کار باید به اندازه‌ی زنبور انجیر کوچک شوید، آنها ریزند: خوشبختانه آن‌قدر ریز که وقت خوردن انجیر متوجه‌شان نمی‌شوید) آن انجیر یک گرمخانه‌ی تاریک در بسته برای گل‌هاست. اتاقکی برای گرده‌افشانی داخلی. و تنها عاملی که می‌تواند گرده‌ی آنها را بیفشاند زنبورهای انجیرند. بنابراین، درخت از پناه دادن به آن زنبورها سودی عایدش می‌شود. اما به زنبورها چه می‌رسد؟ آنها در بعضی از آن گل‌های ریز تخم می‌گذارند که بعد نوزادشان آن گل را می‌خورد. آنها گل‌های دیگر درون آن انجیر را بارور می‌کنند. برای زنبور، «کلک» یعنی تخم‌گذاری در تعداد زیادی از گل‌های یک انجیر و گرده‌افشانی در تعداد کمی از گل‌ها اما درخت انجیر چگونه می‌تواند «تلافی کند؟» بر اساس پژوهش اکسلرود و همیلتون، «معلوم شده است در بسیاری موارد اگر زنبوری که وارد یک انجیر می‌شود به اندازه‌ی کافی گل‌ها را برای دانه بارور نکند و در عوض در بیشترشان تخم بگذارد، درخت رشد آن

انجیر را در مراحل اولیه متوقف می‌کند. به این ترتیب همه‌ی ایل و انبار آن زنبور از بین می‌روند.»

یک نمونه‌ی عجیب از یک برنامه‌ی این به آن در طبیعت را اریک فیشر در یک ماهی دوجنسیتی، ماهی خاردار[1]، کشف کرده است. برخلاف ما، در این ماهی‌ها جنسیت در هنگام بستن نطفه توسط کروموزم‌هایشان تعیین نمی‌شود. بلکه هر فرد می‌تواند نقش نر یا ماده را داشته باشد. در یک دوره‌ی تخم‌ریزی آنها اسپرم یا تخمک رها می‌کنند. آنها زوج‌های تک‌همسر را تشکیل می‌دهند و در آن زوج هریک به نوبت نقش نر یا ماده را به عهده می‌گیرند. اما ممکن است حدس بزنیم که هر ماهی، در صورت امکان «ترجیح» می‌دهد همیشه نقش نر را داشته باشد، زیرا این نقش کم‌هزینه‌تر است. به عبارت دیگر، فردی که شریکش را تشویق می‌کند که بیشتر اوقات نقش ماده را به عهده بگیرد، از سرمایه‌گذاری اقتصادی «او» در تخم‌ها کاملاً بهره‌مند می‌شود، ولی امکانات خودش را جاهای دیگر خرج می‌کند، کلاً در جفت شدن با ماهی‌های دیگر.

درواقع، چیزی که فیشر دید این بود که این ماهی‌ها یک نظام کاملاً دقیق نوبتی را برقرار کرده‌اند. اگر کار آنها را نمایشی از این به آن در به شمار بیاوریم. این درست همان چیز موردنظر است و این کارشان پذیرفتنی است، زیرا از قرار معلوم پای یک بازی معمای زندانی واقعی در میان است، البته تا حدی پیچیده‌تر. آوردن ورق **همکاری** یعنی وقتی که نوبت شماست که نقش ماده را داشته باشید، این نقش را بپذیرید تلاش برای بازی کردن نقش نر، وقتی که نوبت شما بازی نقش ماده است، معادل آوردن ورق **کلک** است. کلک زدن تلافی دارد: دفعه‌ی بعد وقتی نوبت شریکتان است که نقش ماده را بازی کند جبران می‌کند، یا اصلاً رابطه را قطع می‌کند. فیشر در واقع مشاهده کرد در زوج‌هایی که نقش جنسی طرفین متعادل نیست، احتمال جدایی زیاد است.

سوآلی که گاهی از طرف جامعه‌شناسان و روان‌شناسان مطرح می‌شود این است وقتی در کشورهایی مثل انگلیس، به آنها پولی در ازای آن پرداخت نمی‌شود؟ چرا بعضی افراد خون اهدا می‌کنند؟ از نظر من بعید است پاسخ را در

---

1. Sea bass

منافع دوجانبه یا خودخواهی پنهان با مفهوم ساده‌ی آن در نظر بگیریم. البته آنها که به‌طور منظم خون می‌دهند، وقتی احتیاج به تزریق خون داشته باشند در اولویت قرار دارند. ولی حتی این‌طور هم نیست که به آنها ستاره‌های کوچک طلایی جایزه بدهند. شاید من سرم نمی‌شود. ولی دلم می‌خواهد آن را موردی از ایثارگری صرف و صادقانه به حساب بیاورم. هرچه باشد، به نظر می‌رسد خفاش‌های خون‌آشام مورد مناسبی برای مُدل اکسلرود باشند. ما این را از روی کار ج.س. ویلکینسون[1] درمی‌یابیم.

همان‌طور که همه می‌دانند، خفاشان خون‌آشام شب‌ها خون می‌خورند. پیدا کردن این غذا برایشان راحت نیست، ولی اگر موفق شوند دلی از عزا درمی‌آورند. وقت سحر، بعضی‌ها ناموفق دست از پا درازتر با شکم خالی برمی‌گردند، در حالی که بعضی‌ها که موفق به یافتن طعمه شده‌اند یک مقدار هم اضافی مکیده‌اند. شب بعد ممکن است ورق برگردد. به این ترتیب، به نظر می‌رسد مورد امیدبخشی از کمی ایثارگری دوجانبه باشد. ویلکینسون متوجه شد خفاش‌هایی که شب موفقی داشته‌اند، گاهی با بالا آوردن درواقع به همراهان ناموفق خود خون اهدا می‌کنند. از ۱۰۰ مورد بالا آوردنی که ویلکینسون شاهد آن بود، ۷۷ مورد مادرانی بودند که بچه‌هایشان را تغذیه می‌کردند و موارد زیاد دیگری شامل خون رسانی به افراد خویشاوند ژنی می‌شد. با این حال، مواردی وجود داشت که بین خفاش‌های غیرخویشاوند بود، مواردی که توضیح «خون خون را می‌کشد» آن را برنمی‌تافت. جالب توجه است که افراد درگیر این موضوع اغلب هم لانه بودند ــ غالباً فرصت‌های زیادی برای تعامل مکرر با یکدیگر در اختیار داشتند، همان‌طور که در معمای زندانی مکرر چنین است. اما آیا دیگر شروط برای معمای زندانی هم برآورده شده بود؟ جدول بازده‌ها در شکل چیزی است که انتظارش را داریم اگر آن شروط وجود می‌داشت.

1. G.S. Wilkinson

شکل د ـ طرح اهدای خون خفاش‌های خون‌آشام:
نتیجه‌ی آن بر اساس وضعیت‌های مختلف

آیا واقعاً اقتصاد خفاش‌های خوش‌آشام. با این جدول مطابقت دارد؟ ویلکینسون میزان کاهش وزن خفاش‌ها بر اثر گرسنگی را مورد بررسی قرار داد. از روی آن، زمانی را که طول می‌کشد یک خفاش کاملاً سیر از گرسنگی بمیرد و همه‌ی مراحل میانی آن را محاسبه کرد. به این وسیله توانست مقدار خون را بر حسب ساعات ادامه‌ی زندگی محاسبه کند. او، نه با تعجب، پی برد میزان این انتقال بسته به میزان گرسنگی کشیدن خفاش دارد. مقدار معینی از خون برای یک خفاش بسیار گرسنگی کشیده می‌تواند ساعات بیشتری از عمر را به همراه بیاورد تا برای خفاشی که کمتر گرسنه مانده است. به عبارت دیگر، گرچه عمل اهدای خون احتمال کاهش عمر خون‌دهنده را بیشتر می‌کند، این کاهش در مقایسه با افزایش عمری که به دریافت‌کننده می‌دهد مقدار ناچیزی است. بنابراین، از نظر اقتصادی، اقتصاد خون‌آشامی با قواعد معمای زندانی جور درمی‌آید. ارزش خونی که اهداکننده می‌دهد برای او کمتر است از ارزشی که

همان مقدار خون برای گیرنده‌ی آن دارد. (در خفاش‌های خون‌آشام گروه‌های اجتماعی مؤنث‌اند) یک خفاش در شب‌های بدبیاری سود بسیار زیادی از یک هدیه‌ی خونی می‌برد. اما در شب‌های مساعد سود کمی از کلک زدن (خودداری از دادن خون) می‌برد، البته اگر بتواند از مکافات آن در امان بماند. این حرف فقط وقتی معنادار است که خفاش‌ها نوعی راهبرد این به آن در را در پیش گیرند. بنابراین، آیا شرایط دیگر برای پیدایش معامله به مثل این به آن در فراهم است؟

مخصوصاً، آیا این خفاش‌ها می‌توانند همدیگر را به عنوان افراد بشناسند؟ ویلکینسون با خفاش‌های در بند آزمایشی کرد که نشان داد آنها همدیگر را می‌شناسند. منکر اصلی این بود که یک خفاش را یک شب جدا کنند و بگذارند گرسنه بماند، در حالی که به خفاش‌های دیگر غذا می‌دادند. آن وقت آن خفاش گرسنه‌ی نگون‌بخت را به لانه برگرداندند. و ویلکینسون منتظر بود ببیند چه کسی به او غذا می‌دهد، البته اگر کسی می‌داد. این آزمایش چندین بار تکرار شد و خفاش‌ها به نوبت گرسنگی کشیدند. نکته‌ی مهم این بود که جمعیت خفاش‌های در بند مخلوطی بود از دو گروه جداگانه‌ی خفاش که از غارهایی که چندین کیلومتر با هم فاصله داشتند گرفته بودند. اگر خفاش‌ها بتوانند دوستانشان را بشناسند، آن خفاشی که به‌طور آزمایشی گرسنه نگه داشته می‌شد، باید فقط آنهایی که اهل غار خودش بودند تغذیه‌اش می‌کردند.

این دقیقاً همان چیزی بود که رخ داد. سیزده مورد از اهدا دیده شد. در دوازده مورددهنده‌ی خون از «دوستان قدیم» آن خفاش گرسنه بودند، که هم غار او بودند. تنها در یکی از سیزده مورد یک «دست جدید» به خفاش گرسنه که اهل غار خودش نبود غذا داد. البته شاید این تصادف باشد، اما می‌شود حالات غیرمحتمل را محاسبه کرد. این احتمال به کمتر از یک در ۵۰۰ می‌رسد. کاملاً با اطمینان می‌توان نتیجه گرفت که خفاش‌ها واقعاً در غذا دادن، دوستان قدیم را به بیگانه‌های اهل غارهای دیگر ترجیح می‌دهند.

درباره‌ی خفاش‌های خون‌آشام زیاد افسانه ساخته‌اند. برای ارادتمندان گوتیک ویکتوریایی این خفاش‌ها نیروهای سیاهی‌اند که شب‌ها وحشت می‌آفرینند و با کشیدن شیره‌ی حیاتی، یک زندگی سالم را فدای فرو نشاندن عطش خود می‌کنند. اگر این تصور را با دیگر افسانه‌های ویکتوریایی که در آن

چنگ و دندان طبیعت به خون آلوده است درهم بیامیزیم، آیا نمی‌توان خفاش را منظر ژرف‌ترین هراس‌های دنیای ژن خودخواه دانست؟ نظر مرا بخواهید، نسبت به همه‌ی افسانه‌ها شک دارم. اگر بخواهیم از حقیقت سردربیاوریم، باید تحقیق کنیم. چیزی که پیکره‌ی دانش دارویی در اختیار ما می‌گذارد فقط جزئیات پرشرح و تفصیل در مورد موجودات آلی نیست. چیزی دقیق‌تر و باارزش‌تر است: درک اصول.

اما اگر ما به افسانه نیاز داریم، واقعیت‌های مربوط به خفاش داستانی اخلاقی هم برایمان دارد. برای خود خفاش‌ها این‌طور نیست که فقط خون خون را به‌سمت خود بکشد. آنها از پیوندهای خویشاوندی فراتر می‌روند و پیوند وفای جاویدان برادران خونی را بین خود برقرار می‌کنند. خفاش‌ها می‌توانند پیشگامان اسطوره‌ی جدیدی باشند. اسطوره‌ی شراکت و همکاری‌های دوجانبه‌ی آنها می‌توانند این پیام مهرآفرین را همراه داشته باشند که حتی وقتی سُکان در دست ژن خودخواه است، آدم‌های خوب می‌توانند موفق باشند.

فصل سیزدهم

گستره‌ی وسیع ژن

کشمکش آزاردهنده‌ای در درونِ نظریه‌ی ژن خودخواه برپاست. این کشمکش، درگیری بین ژن و بدن فرد است بر سر اینکه کدام عامل بنیادی حیات به حساب آیند. از یک‌سو، ما تصور فریبنده‌ای از DNA های همتاساز و مستقل داریم که مانند بُز کوهی آزاد و راحت از نسلی به نسل دیگر می‌پرند و به‌صورتی موقت و اتفاقی در ماشین‌های بقا کنار هم جمع شده‌اند، مارپیچ‌های نامیرایی که رشته‌ی بی‌پایانی از میراها را که در مسیرهای جداگانه‌ی خود به‌سوی ابدیت گام برمی‌دارند، به دیار عدم می‌فرستند. و از آن سو به بدن خود افراد نگاه می‌کنیم که هرکدام یک ماشین فوق‌العاده پیچیده و منسجم و یکپارچه‌اند و آشکارا هدف واحدی دارند. این‌طور نیست که بدن حاصل گردهم‌آیی بی‌شیرازه و گذرای عوامل ژنی ناهماهنگی باشد که فرصت کمی برای آشنایی با هم دارند و مجبورند فوراً، سوار بر تخمک یا اسپرم، روانه‌ی سفر بی‌انتهای ژنی خود شوند. بدن دارای یک مغز تک‌ذهنی است که همکاری اعضا و حواس را برای رسیدن به هدفی واحد هماهنگ می‌کند. بدن هم به نوبه‌ی خود همچون یک عامل مستقل و تحسین‌برانگیز است و همین‌گونه نیز رفتار می‌کند.

در بعضی از فصل‌های این کتاب ما به درستی جاندار را عاملی در نظر گرفتیم که تلاش می‌کند همه‌ی ژن‌هایش را به نسل بعد انتقال دهد. تصور ما از هر جاندار این بود که با رعایت اقتصادی پیچیده، «گویی» با استفاده از محاسبات، منافع کارکردهای مختلف ژنی را برآورد می‌کند. و در فصل‌های دیگر اصول و دلایل بنیادی از دیدگاه ژن ارائه شد. بدون در نظر گرفتن حیات از دیدگاه ژن، دلیل خاصی نمی‌بینیم برای اینکه موجودی موفقیت تکثیر خود و خویشاوندانش

را به مثلاً طول بیشتر عمر خودش ترجیح دهد.

با این تناقض، که نگاهی دوگانه به زندگی است، چگونه باید کنار بیاییم؟ من تلاش خود در این راه را در کتاب ***رخنمون گسترش‌یافته***[1] شرح داده‌ام، کتابی که بیش از هر دستاورد دیگر در زندگی کاری مایه‌ی غرور و شادی‌ام شده است. این فصل چکیده‌ی مختصری از بعضی مطالب آن کتاب است. اما واقعاً ترجیح می‌دهم شما همین حالا این کتاب را کنار بگذارید و بروید به سراغ ***رخنمون گسترش‌یافته***.

انتخاب داروینی در هیچ رویکرد معقولی به این موضوع، یک‌راست سراغ ژن نمی‌رود. DNA مخفی در پروتئین پیچیده در لفاف غشا، محفوظ از جهان و برای انتخاب طبیعی غیرقابل رؤیت است. اگر انتخاب می‌خواست مستقیماً مولکول DNA را برگزیند، برای این کار به زحمت معیاری می‌یافت. همه‌ی ژن‌ها مثل هم‌اند، درست همان‌طور که همه‌ی نوارهای ضبط‌صوت مثل هم به نظر می‌رسند. تفاوت مهم بین ژن‌ها فقط در اثر آنها ظاهر می‌شود. این معمولاً به معنی اثری است که در فرایند رشد جنین دارند و به این طریق در شکل و رفتار بدن خود را آشکار می‌کنند. ژن موفق ژنی است که در محیطی که تحت تأثیر همه‌ی ژن‌های دیگر نیز هست، اثر سودمندی بر یک جنین مشترک داشته باشد. منظور از سودمند این است که باعث شود آن جنین به یک بالغ موفق تبدیل شود، بالغی که در تولید و انتقال همان ژن‌ها به نسل آینده کارآمد باشد. از واژه‌ی فنی «رخنمون» برای آن ویژگی‌های ظاهری استفاده می‌کنند که ژن در بدن ایجاد می‌کند؛ آن اثری که ژن، در مقایسه با آلل‌هایش، از راه رشد بر بدن می‌گذارد. اثر رخنمونی بعضی ژن‌ها مثلاً ممکن است رنگ سبز چشم باشد. درواقع بیشتر ژن‌ها بیش از یک اثر رخنمونی دارند، مثلاً رنگ چشم سبز و موی مجعد. اینکه انتخاب طبیعی بعضی ژن‌ها را به بعضی‌های دیگر ترجیح می‌دهد نه به خاطر چگونگی خود آن ژن‌ها که به خاطر اثر آنها ــ اثر رخنمونشان ــ است.

داروینی‌ها اغلب در مورد ژن‌هایی بحث کرده‌اند که اثر رخنمونشان باعث

---

1. *The Extended Phenotype*

سود یا ضرر رساندن به بقا یا تولیدمثل کل بدن شده است. آنها معمولاً منافع خود ژن را مدنظر قرار نداده‌اند. شاید تا حدی به این دلیل که تناقض درونی این نظریه خود را چندان نشان نداده است. مثلاً ممکن است ژنی در بهتر کردن سرعت دویدن یک شکارگر موفق باشد. تمام بدن آن شکارگر، از جمله همه‌ی ژن‌هایش، با تندتر دویدن او موفق‌تر می‌شوند. سرعت او باعث می‌شود زنده بماند و بچه بیاورد؛ و بنابراین نسخه‌های بیشتری از همه‌ی ژن‌هایش، از جمله آن ژن تند دویدن، را منتقل کند. در اینجا آن تناقض به راحتی رنگ می‌بازد زیرا چیزی که به نفع یک ژن باشد برای همه‌ی بدن خوب است.

اما چه می‌شود اگر اثر رخنمونی یک ژن برای خودش خوب ولی برای دیگر ژن‌های آن بدن بد باشد؟ این فقط پرواز تخیلات نیست. مواردی از آن را می‌شناسیم، مثلاً پدیده‌ی چشمگیری که گرایش میوزی[1] نام گرفته است. اگر یادتان باشد، میوز نوع خاصی از تقسیم سلولی است که در آن تعداد کروموزوم‌ها نصف می‌شود و سلول‌های اسپرم یا سلول‌های تخمک را به وجود می‌آورند. در میوز معمولی این تقسیم کاملاً تصادفی است. از هر جفت آلل، فقط یکی این امکان را دارد که وارد یک اسپرم یا تخمک خاص شود. اما به همان اندازه احتمال دارد آلل آن در جای او قرار گیرد و اگر در مورد تعداد زیادی اسپرم (یا تخمک) میانگین را حساب کنید، معلوم می‌شود نصف آنها دارای یک آلل و نصف دیگر شامل رقیب آن‌اند. تقسیم میوز، مثل بالا انداختن سکه، تصادفی است. اما ما احتمال آمدن شیر یا خط را مساوی می‌دانیم، که آن هم یک فرایند فیزیکی و تحت تأثیر عوامل بسیاری است ــ باد، شدت پرتاب و غیره. میوز هم یک فرایند فیزیکی است و ممکن است تحت تأثیر ژن‌ها واقع شود. اگر به‌طور اتفاقی ژن جهش‌یافته‌ای پیدا شود که اثرش چیز قابل مشاهده‌ای مانند رنگ چشم یا جعد مو نباشد بلکه بر خود میوز باشد، چه می‌شود؟ فرض کنید در یک میوز مستجد احتمال اینکه در نهایت ژن جهش‌یافته‌ای سر از تخمک در آورد، بیش از این احتمال برای رقیبش است. چنین ژن‌هایی وجود دارند و نام آنها

1. meiotic drive

تحریف‌کننده‌ی تفرق[1] است. سادگی آنها عجیب است. وقتی، بر اثر جهش، یک تحریف‌کننده‌ی تفرق پیدا می‌شود به سرعت در آن جمعیت منتشر می‌شود و جای آلل خود را می‌گیرد. این همان چیزی است که با عنوان گرایش میوزی می‌شناسیم. چنین چیزی رخ می‌دهد، حتی اگر اثرش روی سلامت بدن، و روی همه‌ی ژن‌های دیگر درون آن بدن فاجعه‌آمیز باشد.

در سراسر این کتاب ما نسبت به این امکان که موجودات نسبت به هم‌قطاران اجتماعی خود زیرکانه «تقلب» کنند گوش به زنگ بوده‌ایم. در اینجا صحبت از تقلب یک ژن در مقابل ژن‌های دیگری است که با او در یک بدن‌اند. جیمز کرا[2]، متخصص ژنتیک آنها را ژن‌هایی می‌خواند که «دستگاه را به هم می‌ریزند» یکی از شناخته‌شده‌ترین ژن‌های تحریف‌کننده‌ی تفرق ژن t در موش‌هاست. وقتی موشی دو ژن t داشته باشد در کودکی می‌میرد یا سترون می‌شود. بنابراین می‌گویند t در وضعیت جور تخم[3] «کُشنده» است. اگر موش نری فقط یک ژن t داشته باشد طبیعی و سالم است جز از یک جنبه‌ی مهم. اگر اسپرم‌های چنین موشی‌هایی را بررسی کنید در ۹۵ درصد آنها ژن t را خواهید یافت، و آلل آن در ۵ درصد یافت می‌شود. آشکارا این یک تحریف بزرگ در نسبت ۵۰ درصدی است که مورد انتظار است. هرگاه در یک جمعیت غیراهلی به‌طور اتفاقی با جهش آلل t پیدا شود، مثل آتش در جنگل، به‌سرعت پخش می‌شود. وقتی در صحنه‌ی بخت‌آزمایی چنین برتری فاحشی دارد، چرا زیاد نشود؟ چنان به‌سرعت انتشار می‌یابد که خیلی زود تعداد زیادی از افراد آن جمعیت ژن t را دوبرابر به ارث می‌برند (یعنی، هم از پدر و هم از مادر خود). این افراد می‌میرند یا نازا می‌شوند و در زمانی کوتاه تمام. جمعیت آن ناحیه رو به انقراض می‌گذارد. شواهدی موجود است مبنی بر اینکه در زمان‌های گذشته جمعیت‌هایی از موش‌ها، در طبیعت، بر اثر همه‌گیر شدن ژن t از بین رفته‌اند. البته این‌طور نیست که همه‌ی تحریف‌کننده‌های تفرق، اثرات جانبی‌شان مثل t مخرب باشد. با این حال، بیشتر آنها دست‌کم چند تأثیر نامطلوب دارند. (تقریباً

1. segregation distorters
2. James Crow
3. homozygous

همه‌ی اثرات جانبی ژن‌ها نامطلوبند، و به‌طور عادی یک جهش جدید فقط در صورتی انتشار می‌یابد که اثرات جانبی مطلوب آن از اثرات جانبی نامطلوب آن بیشتر باشد. اگر هم اثرات خوب و هم اثرات بد آن در سراسر بدن دیده شود، باز اثر خالص آن بر بدن باید خوب باشد. اما اگر اثر بد آن بر بدن ظاهر شود و اثر خوب فقط بر خود آن ژن باشد، از دیدگاه آن بدن نتیجه‌ی خالص کاملاً بد است.) با وجود اثرات جانبی زیان‌آور، اگر یک تحریف‌کننده تفرق با جهش پیدا شود، یقیناً در آن جمعیت منتشر می‌شود. انتخاب طبیعی (که در سطح ژن عمل می‌کند) آن تحریف‌کننده‌ی ژن را ترجیح می‌دهد، حتی اگر اثر آن در سطح فرد زنده نامطلوب باشد.

با اینکه تحریف‌کننده‌های تفرق وجود دارند ولی چندان رایج نیستند. می‌شود علت رایج نبودن آنها را مورد سوآل قرار داد. این صورتی دیگر از این سوآل است که چرا فرایندهای میوزی معمولاً مثل بالا انداختن سکه تصادفی‌اند. خواهیم دید با فهمیدن اینکه چرا موجودات زنده وجود دارند به پاسخ سوآل خود می‌رسیم.

بیشتر زیست‌شناسان وجود هر فرد زنده را مسلم فرض می‌کنند، شاید به این دلیل که اجزای آن به‌شکل یکپارچه و هماهنگی به هم پیوسته است. سوآل درباره‌ی حیات درواقع مورد سوآل قرار دادن موجودات زنده است. زیست‌شناسان می‌پرسند چرا موجودات زنده این یا آن کار را انجام می‌دهند. اغلب می‌پرسند چرا آنها به صورت گروه و اجتماعی زندگی می‌کنند. گرچه باید ـ ولی نمی‌پرسند چرا اصلاً خود چیزهای زنده درون یک موجود زنده گردهم آمده‌اند. چرا حالا دیگر دریا میدان کارزار اولیه برای همتاسازهای رها و مستقل نیست؟ چرا آن همتاسازهای قدیمی به هم چسبیدند و در هیکل‌های متحرک و سنگین ساکن شدند و چرا آن هیکل‌ها ــ بدن افراد، من و شما ــ این‌قدر بزرگ و پیچیده‌اند؟

برای بسیاری از زیست‌شناسان اصلاً درک این سوآل راحت نیست. علت این است که برای آنها مورد سوآل قرار دادن خود موجود زنده طبیعت ثانی است. بعضی زیست‌شناسان چنان دور می‌روند که DNA را وسیله‌ای در نظر می‌گیرند که موجود برای تکثیر خود به کار می‌برد، درست همان‌طور که چشم وسیله‌ای است که موجود برای دیدن به کار می‌برد! خوانندگان این کتاب تشخیص

می‌دهند که چنین نگرشی اشتباهِ ناشی از تبحر زیاد است. حقیقتی است که روی سر خودش خراب شده است. خوانندگان همچنین تشخیص می‌دهند، آن نگرش دیگر، یعنی نگاه از منظر ژن خودخواه به حیات هم مشکل بزرگ خودش را دارد. مشکلی تقریباً عکس آن یکی، اینکه اصلاً چرا موجودات زنده وجود دارند، مخصوصاً با این هیبت درشت و هدفمند و یکپارچه‌ای که حقیقت را برای زیست‌شناسان وارونه جلوه می‌دهد. برای حل مشکل‌مان، باید ذهن خود را از نگرش‌های کهنه‌ای که وجود موجود زنده را مسلم فرض می‌کنند پاک کنیم؛ در غیر این صورت داریم مسئله را مسلم فرض می‌کنیم. ابزاری که با آن می‌توانیم ذهن خود را بپالاییم، نظری است که من آن را رخنمون گسترش یافته نامیده‌ام و اکنون مفهوم آن را توضیح می‌دهم.

اثر رخنمونی یک ژن معمولاً شامل همه‌ی اثرهایی است که آن ژن در بدنی که هست ایجاد می‌کند. این یک تعریف رسمی است. اما حالا ما می‌بینیم که اثرهای رخنمونی یک ژن را می‌شود همه‌ی اثرهایی که روی تمام جهان دارد در نظر گرفت. شاید واقعیت این باشد که اثرهای هر ژن محدود است به بدن‌های پشت‌سرهمی که در آنها جای می‌گیرد. اما اگر چنین باشد، این یک واقعیت سرد و بی‌روح است. و چیزی نیست که بتواند آنچه را موردنظرماست دربرگیرد. در تمام اینها، یادتان باشد اثر رخنمونی هر ژن اسبابی است که ژن با آن خود را به نسل بعد منتقل می‌کند. تنها چیزی که می‌خواهم اضافه کنم این است که دامنه‌ی این اسباب‌ها ممکن است به خارج از محدوده‌ی بدن افراد برسد. درواقع به این معنی است که اثر رخنمونی ژن ممکن است به جهان خارج از بدنی که در آن است راه یابد. نمونه‌هایی از آنکه به ذهن می‌رسد عبارتند از سد بیدستر، لانه‌ی پرنده و خانه‌ی کادیس.[1]

کادیس‌ها ویژگی خاصی ندارند، حشره‌های قهوه‌ای رنگ کدری هستند که اغلب ما اصلاً متوجه پروازشان بر فراز رودخانه نمی‌شویم. این وقتی است که بالغ باشند. اما قبل از اینکه به صورت بالغ درآیند یک دوره‌ی طولانی را به صورت لارو در ته رودخانه می‌گذرانند. ولی لارو کادیس هرچه هست، فاقد

1. Caddis

ویژگی خاص نیست. یکی از چشمگیرترین موجودات روی زمین است. با سیمانی که خودش می‌سازد، و با مهارت، خانه‌های لوله‌مانندی برای خودش درست می‌کند که در آن از موادی که ته رودخانه پیدا می‌شود استفاده می‌کند. این خانه سیار است و با حرکت کادیس حرکت می‌کند، مثل خانه‌ی حلزون یا خرچنگ، با این تفاوت که جانور خودش آن را ساخته و این‌طور نیست که آن را پرورش داده یا پیدا کرده باشد. بعضی از گونه‌های کادیس از تکه‌های چوب به عنوان مصالح ساختمانی استفاده می‌کنند، بعضی از تکه‌های برگ‌های پژمرده و بعضی از صدف‌های کوچک حلزون. ولی شاید جالب‌تر از همه خانه‌هایی باشد که در سنگ‌های موجود در محل می‌سازند. کادیس، با دقت، سنگ موردنظر را انتخاب می‌کند، سنگی که برای جای خالی توی دیوار نه زیاد بزرگ باشد و نه زیاد کوچک، حتی هر سنگ را می‌چرخاند تا مناسب‌ترین وضعیت را برای جا گرفتن پیدا کند.

حالا چرا این موضوع این‌قدر جالب‌توجه است؟ اگر قرار بود هر چیز را جدا جدا در نظر بیاوریم حتماً ساختار چشم یا مفصل آرنج بازوی کادیس بیشتر از معماری خانه‌ی سنگی نسبتاً ساده‌ی او باید توجه ما را جلب می‌کرد. چون چشم و آرنج خیلی پیچیده‌تر و «طراحی‌شده»تر از آن خانه‌اند. اما شاید به این دلیل که چشم و مفصل آرنج به همان صورتی پیدا می‌شوند که چشم و آرنج ما در بدن مادرمان پیدا شده، یعنی فرایندی که ما نسبت به آن ادعایی نداریم، ساخت آن خانه بیشتر برایمان جالب‌تر است.

حالا که این‌قدر از مطلب دور افتادیم، مجبورم کمی هم جلوتر بروم. هرقدر خانه‌ی کادیس برایمان جالب باشد ولی با کمال تعجب، دستاورد جاندارانی که به ما نزدیک‌ترند بیشتر ما را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تصورش را بکنید اگر یک زیست‌شناس دریا گونه‌ای دلفین کشف می‌کرد که می‌توانست شبکه‌ی توری پیچیده و بزرگی برای ماهیگیری ببافد که قطرش به اندازه طول ۲۰ دلفین بود، با چه غوغایی مطرح می‌شد! با این حال ما تار عنکبوت را یک چیز مسلم و بیشتر مایه‌ی مزاحمت در خانه در نظر می‌گیریم تا یکی از شگفتی‌های عالم. و

هیاهویی را مجسم کنید که اگر جین گودآل[1] از رود گومبه با عکس‌هایی از شمپانزه‌های وحشی برمی‌گشت که برای خودشان خانه می‌ساختند، خانه‌هایی دارای بام‌های خوب و عایق‌بندی شده، که در آن سنگ‌ها با دقت انتخاب و مرتب کنار هم چیده و سیمان‌کاری شده بود! اما کرم حشره‌ی کادیس که دقیقاً این کار را انجام می‌دهد، به صورت کوتاه‌مدت توجهمان را جلب می‌کند. گاهی گفته می‌شود که عنکبوت و کادیس این هنر معماری را به صورت غریزی دارند، طوری که انگار می‌خواهند با استاندارد مضاعف آنها را توجیه کنند. ولی منظور چیست؟ این برخورد آنها را بیشتر جالب جلوه می‌دهد.

بیایید برگردیم سر بحث اصلی. هیچ‌کس تردید ندارد که خانه‌ی کادیس، یک سازگاری است که با انتخاب داروینی به وجود آمده است. باید انتخاب آن را ترجیح داده باشد، درست همان‌طور که مثلاً پوسته‌ی سخت صدف را ترجیح داده است؛ چون یک حفاظ محکم برای بدن است و به این ترتیب برای کل موجود و ژن‌هایش مفید است. اما تاکنون ما این‌طور به خود فهمانده‌ایم که منافع موجود زنده را، از نظر انتخاب طبیعی، اتفاقی در نظر بگیریم. منافع واقعی، منافع آن ژن‌هایی است که به پوسته کیفیتِ حفاظت‌کنندگی می‌دهند. در مورد صدف این یک ماجرای عادی است. پوسته‌ی صدف آشکارا جزئی از بدنش است. اما در مورد خانه‌ی کادیس چه باید گفت؟

انتخاب طبیعی آن ژن‌های اجدادی کادیس را ترجیح می‌داد که باعث می‌شدند دارندگانش خانه‌های به دردبه‌خوری بسازند. آن ژن‌ها روی رفتار کار می‌کردند، شاید با اثر گذاشتن روی رشد دستگاه عصبی جنین، اما چیزی که یک متخصص ژنتیک عملاً می‌بیند اثر ژن‌ها روی شکل و دیگر ویژگی‌های آن خانه‌هاست. آن متخصص باید ژن‌هایی برای شکل خانه تشخیص دهد، درست به همان مفهومی که ژن‌هایی برای مثلاً شکل پا وجود دارد. باید پذیرفت که تاکنون کسی خانه‌ی کادیس را در رابطه با ژن بررسی نکرده است. برای این کار لازم است سوابق دقیق اجداد کادیس‌هایی را که در اسارت زاد و ولد می‌کنند به دست آورد، و زاد و ولد آنها به این صورت آسان نیست. اما لازم نیست ژن‌ها را

1. Jane Goodall

بررسی کنید تا مطمئن شوید تأثیر بعضی ژن‌ها باعث تفاوت بین خانه‌های کادیس‌ها می‌شود یا زمانی شده است. تنها چیز لازم این است که دلیل محکمی داشته باشید برای اینکه خانه‌ی کادیس یک سازگاری داروینی است. در آن صورت باید ژن‌هایی وجود داشته باشند که تنوع خانه‌های کادیس را در کنترل داشته باشند، زیرا انتخاب نمی‌تواند سازگاری‌ها را ایجاد کند مگر اینکه تفاوت‌های ذاتی وجود داشته باشد و از بین آنها انتخاب صورت گیرد.

ممکن است از نظر متخصصان ژنتیک این فکر عجیب باشد، ولی به این ترتیب برای ما معقول است که از ژن‌هایی برای شکل سنگ، اندازه‌ی سنگ، سختی سنگ و غیره صحبت کنیم. هر متخصص ژنتیکی که با این صحبت مخالف باشد، پس باید با ژنِ رنگ چشم، ژن چین‌خوردگی در نخود و غیره هم مخالف باشد. یک دلیل که باعث می‌شود این نظر درباره‌ی سنگ عجیب جلوه کند این است که سنگ چیز زنده نیست. به‌علاوه، تأثیر ژن روی کیفیت سنگ به‌صورت غیرمستقیم است. ممکن است یک متخصص ژنتیک ادعا کند تأثیر مستقیم ژن روی دستگاه عصبی است که باعث رفتار انتخاب سنگ می‌شود، نه تأثیر روی خود سنگ. اما من از چنین متخصصی می‌خواهم با دقت مقصودش را از تأثیر ژن روی دستگاه عصبی در نظر بیاورد. تنها چیزی که ژن‌ها می‌توانند به‌طور مستقیم تحت تأثیر قرار دهند، ترکیب پروتئین است. تأثیر ژن روی یک دستگاه عصبی، یا، در این مورد، روی رنگ چشم یا چین‌خوردگی نخود همیشه به‌صورت غیرمستقیم است. ژن نوعی از توالی پروتئین را تعیین می‌کند که X را تحت تأثیر قرار می‌دهد که آن Y را تحت تأثیر قرار دهد و آن Z را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نهایت روی چین‌خوردگی دانه یا سیم‌پیچ سلولی دستگاه عصبی اثر می‌گذارد. خانه‌ی کادیس ادامه‌ی بیشتر این نوع توالی است. سختی سنگ یک اثر «رخنمونی» ادامه یافته‌ی ژن کادیس است. اگر صحبت از ژنی که در چین‌خوردگی نخود یا دستگاه عصبی یک جاندار نقش دارد معقول باشد (همه‌ی متخصصان فکر می‌کنند معقول است) آن‌گاه صحبت از ژنی که در سختی سنگ خانه‌ی کادیس نقش دارد نیز باید معقول باشد. فکر ترس‌آوری است، این‌طور نیست؟ اما گریزی از آن نیست.

حالا ما آماده‌ی گام بعدی این استدلال هستیم: ژن‌های یک موجود زنده

ممکن است اثر رخنمونی گسترش یافته روی بدن موجود دیگر داشته باشد. در برداشتن قدم قبلی خانه‌ی کادیس کمکمان کرد؛ در برداشتن این گام، صدف حلزون به ما کمک می‌کند. این صدف همان نقشی را برای حلزون دارد که خانه‌ی سنگی برای کرم حشره‌ی کادیس دارد. صدف از سلول‌های خود حلزون ترشح می‌شود، طوری که یک متخصص رسمی ژنتیک به راحتی از ژن‌های کیفیت صدف مثلاً ضخامت آن صحبت می‌کند. اما از قرار معلوم حلزون‌هایی که دچار نوع خاصی از انگل (کرم تخت[1]) باشند صدف‌های خیلی کلفتی دارند. این کلفت بودن به چه معناست؟ اگر آن حلزونی که دچار این آفت شده است صدف بسیار نازکی می‌داشت، ما خیلی راحت آن را به عنوان یک اثر سست‌کننده بر ساختار حلزون توضیح می‌دادیم. اما در مورد صدف ضخیم‌تر چطور؟ شاید یک صدف ضخیم‌تر آن حلزون را بهتر حفظ می‌کند. ظاهراً آفت‌ها با کلفت‌تر کردن صدف در عمل به میزبانشان کمک می‌کنند. آیا واقعاً چنین است؟

باید دقیق‌تر فکر کنیم. اگر صدف کلفت‌تر واقعاً برای حلزون بهتر باشد، چرا در همه حال چنین صدفی ندارند؟ پاسخ این سوآل احتمالاً در موضوع اقتصاد نهفته است. برای حلزون ساختن صدف کار پرهزینه‌ای است. انرژی می‌بَرَد. به کلسیم و دیگر مواد شیمیایی نیاز دارد که باید از مواد غذایی که به سختی به دست آمده گرفته شود. اگر همه‌ی این امکانات صرف ساختن مواد صدف نشوند، می‌توان آنها را صرف چیزهای دیگر مثلاً تولید بچه‌های بیشتر کرد. حلزونی که بیشتر امکاناتش را صرف ساختن یک صدف خیلی کلفت کرده، برای بدن خود شرایط امنی ایجاد کرده است. اما به چه بهایی؟ شاید عمر طولانی‌تری داشته باشد، اما در تولیدمثل موفقیت کمتری دارد و شاید نتواند ژن‌هایش را به نسل بعد منتقل کند. از آن ژن‌هایی که در انتقال به نسل آینده موفق نبوده‌اند، یکی ژنِ ساختنِ صدف خیلی کلفت است. به عبارت دیگر، برای هر صدف این امکان هست که خیلی کلفت یا (معمولاً) خیلی نازک باشد. بنابراین وقتی کرم تخت باعث می‌شود حلزون صدف ضخیم‌تری را ترشح کند، آن کرم به حلزون لطفی نکرده است جز تحمیل هزینه‌ی ساختن صدف کلفت‌تر.

---

1. Flat worn

و ما می‌توانیم با اطمینان شرط ببندیم که این از مهربانی‌اش نیست. آن کرم تأثیر شیمیایی پنهانی بر حلزون دارد که حلزون را وامی‌دارد از ضخامت معمولی که خود «ترجیح» می‌دهد، انحراف پیدا کند. شاید این کار باعث طولانی‌تر شدن عمر حلزون شود ولی کمکی به ژن‌های آن نمی‌کند.

از این قضیه به کرم چه می‌رسد؟ چرا این کار را می‌کند؟ حدس من این است که در شرایطی که چیزهای دیگر برابر باشد، بقای بدن حلزون هم به سود ژن حلزون و هم به سود ژن کرم تخت است. اما بقا با تولیدمثل فرق دارد و احتمالاً باید توازنی بین‌شان در کار باشد. در حالی که ژن حلزون از تولیدمثل محروم می‌شود برای ژن کرم تخت چنین نیست. به این دلیل که یک کرم تخت فرضی هیچ تصوری از اینکه ژنش در بدن بچه‌های میزبان فعلی‌اش گیر افتاده باشند، ندارد. ممکن است چنین شود و شاید برای ژن‌های کرم تخت‌های رقیب او چنین باشد. با فرض اینکه عمر بیشتر حلزون به بهای اُفت در تولیدمثل اوست، ژن‌های کرم تخت سرخوشند که این هزینه از جیب حلزون است زیرا خود آنها هیچ علاقه‌ای به تولیدمثل حلزون ندارند. ژن‌های حلزون از پرداخت چنین هزینه‌ای ناشادند، زیرا آینده‌ی بلندمدت آنها به تولیدمثل حلزون بستگی دارد.

بنابراین، نظر من این است که ژن کرم تخت تأثیری روی سلول‌های ترشح‌کننده‌ی صدفِ حلزون می‌گذارد که به نفع خودش است ولی برای ژن حلزون گران تمام می‌شود. این نظریه را می‌توان به آزمایش گذاشت، ولی تاکنون کسی این کار را نکرده است.

حالا ما در موقعیتی هستیم که از درس کادیس‌ها نتیجه‌گیری کنیم. اگر نظر من در مورد کاری که ژن کرم تخت می‌کند درست باشد، پیامد آن این است که می‌توانیم رسماً بگوییم ژن کرم تخت روی بدن حلزون اثر می‌گذارد، درست به همان ترتیبی که ژن حلزون بر بدن حلزون اثر می‌گذارد. مثل این است که ژن‌ها به بیرون از بدنی که خود در آن هستند نفوذ کرده و جهان خارج را تحت تأثیر قرار داده باشند. مثل مورد کادیس‌ها، این بحث برای متخصصان ژنتیک نگران‌کننده است. آنها عادت دارند اثر ژن را محدود به بدنی که در آن است بدانند. اما، باز مثل مورد کادیس‌ها، با نگاهی دقیق به منظور متخصصان ژنتیک از «اثر» ژن می‌بینیم که این نگرانی نابه‌جاست. لازم است ما فقط این را قبول

کنیم که تغییر در صدف حلزون یک سازگاری با کرم تخت است. اگر چنین باشد، باید با انتخاب داروینیِ ژن کرم تحت ایجاد شده باشد. ما نشان دادیم که اثر رخنمونی یک ژن ممکن است نه فقط به چیزهای غیرزنده مثل سنگ بلکه به بدن موجودات زنده‌ی دیگر نیز راه پیدا کند.

داستان حلزون و کرم فقط اول ماجراست. مدت‌هاست که معلوم شده انواع مختلف انگل، اثرات پنهان و حیرت‌آوری روی میزبان خود دارند. گونه‌ای از انگل میکروسکوپی تک‌یاخته‌ای به نام نوسِما[1]، که لارو سوسک آرد را آلوده می‌کند، «دریافته» است چگونه یک ماده‌ی شیمیایی بسازد که کاملاً ویژه‌ی سوسک‌ها باشد. این سوسک‌ها، مثل حشرات دیگر، هورمونی دارند به نام هورمون نوجوانی که باعث می‌شود کرم حشره به صورت لارو باقی بماند. به‌طور عادی در سوسک تبدیل از نوجوانی به بزرگسالی با متوقف شدن تولید هورمون نوجوانی صورت می‌گیرد. انگل نوسِما موفق شده است که (ترکیبی بسیار شبیه) این هورمون را بسازد. میلیون‌ها نوسِما با هم جمع می‌شوند و در بدن لارو سوسک هورمون نوجوانی را به صورت انبوه تولید می‌کنند، و به این ترتیب مانع از تبدیل آن به سوسک بالغ می‌شوند. و آن لارو به رشد خود ادامه می‌دهد تا جایی که کرم حشره‌ی غول‌آسایی دوبرابر اندازه‌ی یک کرم بالغ معمولی می‌شود. این موجود به درد پراکندن ژن سوسک نمی‌خورد ولی برای انگل نوسما منبع سرشاری است. غول‌پیکر شدن لارو سوسک اثر رخنمونی گسترش یافته‌ی ژن‌های آن تک‌یاخته‌ای‌هاست.

در اینجا به یک مورد تاریخی می‌رسیم که بیشتر از سوسک‌های پیترپَن به نگرانی فرویدی دامن می‌زند ــ عقیم‌سازی انگلی! خرچنگ‌ها دچار انگلی می‌شوند که ساکولینا Sacculina نام دارد. این انگل از خانواده‌ی بالای (کشتی چپ)، نوعی انگل دریایی است، ولی اگر به آن نگاه کنید یک جور انگل گیاهی به نظر می‌آید این انگل به صورت شبکه‌ی‌ریزی در عمق بافت خرچنگ بیچاره ریشه می‌دواند، و مواد غذایی را از بدن خرچنگ بیرون می‌کشد. احتمالاً این اتفاقی نیست که یکی از اولین اعضایی که مورد حمله قرار می‌دهد، بیضه یا

1. Nosema

تخمدان خرچنگ است. اعضایی را که خرچنگ برای بقا ــ نه تولیدمثل ــ لازم دارد تا مدتی باقی می‌گذارد. این انگل خرچنگ را عقیم می‌کند. مثل گاو جوان اخته‌ای که چاق شده باشد، خرچنگ عقیم‌شده انرژی و امکانات خود را به‌جای تولیدمثل در جهت پرورش خود هزینه می‌کند. به‌بهای تولیدمثل خرچنگ، انگل غذای زیادی به دست می‌آورد. خیلی شبیه همان داستانی است که من در مورد نوسِما، انگل سوسک آرد، و برای کرم تخت در حلزون تعریف کردم. در این هر سه مورد، تغییراتی را که در میزبان رخ می‌دهد باید اثرات رخنمونی گسترش یافته‌ی ژن انگل به حساب آورد. بنابراین اثر ژن‌ها به خارج بدن که «خود» در آنند گسترش می‌یابند و ویژگی‌های قابل رؤیت بدن‌های دیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

تا حد کاملاً زیادی ممکن است منافع انگل و میزبان هم‌پوشانی داشته باشند. از دیدگاه ژن خودخواه می‌توانیم هم ژن کرم تخت هم ژن حلزون را «انگل»های بدن حلزون به شمار آوریم. هردو از محصور بودن در یک صدف محافظ مشترک سود می‌برند، گرچه از نظر ضخامت دقیقی که برای صدف ترجیح می‌دهند، مثل هم نیستند. این واگرایی، در اساس، ناشی از این واقعیت است که روش آنها برای رفتن از بدن این حلزون و وارد شدن به بدن دیگر متفاوت است. برای ژن حلزون ترک این بدن از طریق اسپرم یا تخمک حلزون است. برای ژن کرم تخت این کار با روش کاملاً متفاوتی صورت می‌گیرد. بدون وارد شدن به جزئیات امر (که به‌طرز گیج‌کننده‌ای پیچیده است) نکته‌ی مهم این است که ژن آنها از راه تخمک یا اسپرم حلزون از بدن حلزون بیرون نمی‌رود.

از نظر من مهم‌ترین سوآلی که درباره‌ی هر انگل می‌توان پرسید این است: «آیا ژن‌هایش از همان طریق منتقل می‌شود که ژن میزبان منتقل می‌شود؟ اگر چنین نباشد، تصور من این است که به نحوی به میزبان آسیب می‌رساند. ولی اگر چنین باشد، آن انگل برای کمک به میزبان هر کاری که از دستش برآید انجام می‌دهد، نه فقط برای بقای او که برای تولیدمثلش. با طی زمان‌های تکاملی، دیگر انگل به حساب نمی‌آید بلکه همکار میزبان است و سرانجام با بافت میزبان درمی‌آمیزد و از او غیرقابل تشخیص می‌شود. شاید آن‌طور که در صفحه ۲۶۳ و ۲۶۴ پیشنهاد گفتم، سلول‌های ما این طیف تکاملی را پشت سر

گذاشته‌اند: ما بازمانده‌های انگل‌های درهم آمیخته‌ی زمان‌های دوریم.

ببینیم وقتی ژن انگل و ژن میزبان وجود مشترکی دارند چه اتفاقی می‌افتد. سوسک‌های دارسنب (از گونه‌ی Xyleborus ferrugineus) دچار یک انگل باکتریایی می‌شوند که نه فقط در بدن میزبان بلکه در تخم او جا خوش می‌کند تا بدین‌وسیله به بدن میزبان بعدی انتقال یابد. بنابراین برای ژن چنین انگلی دقیقاً همان شرایطی مناسب است که برای ژن میزبان او. می‌توان انتظار داشت این دو دسته ژن به همان دلیل با هم همکاری کنند که ژن‌های معمولی موجود در بدن یک جاندار، با هم همکاری دارند. اینکه بعضی‌ها ژن سوسک، و بعضی «ژن باکتری» باشند، بی‌معنی به نظر می‌رسد. هردو مجموعه از ژن‌ها به بقای سوسک و به انتشار تخم‌های آن «علاقه» نشان می‌دهند، زیرا هردو، تخم سوسک را به چشم روادید گذر به آینده «می‌نگرند». بنابراین ژن‌های باکتری سرنوشت مشترکی با ژن میزبان‌شان دارند و از نظر من باید انتظار داشت که در تمام جنبه‌های زندگی با سوسک مشارکت داشته باشند.

از قرار معلوم واژه‌ی همکاری چندان حق مطلب را ادا نمی‌کند. خدمتی که آنها به سوسک ارائه می‌کنند در نهایت صمیمیت است. این سوسک‌ها اتفاقاً تک لاد ـ دولادی[1] اند، مثل مورچه و زنبور (به فصل ده نگاه کنید). اگر تخمی توسط نر بارور شود، همیشه به ماده تبدیل می‌شود. تخم بارور نشده به موجود نو تبدیل می‌شود. به عبارت دیگر، نرها پدر ندارند. تخمی که از آنها به وجود می‌آید خودبه‌خود رشد می‌کند، بدون اینکه اسپرمی به آن وارد شود. اما، بر خلاف تخم مورچه و زنبور، برای تخم سوسک آمبروسیا ambrosia لازم است چیزی به آن وارد شود. و اینجاست که آن باکتری‌ها وارد صحنه می‌شوند. باکتری‌ها در تخم بارور نشده فرو می‌روند و آنها را تحریک می‌کنند که به صورت سوسک‌های نر درآیند. البته، این باکتری‌ها درست آن نوع انگلی‌اند که گفتم باید از انگل بودن دست کشیده و همکاری متقابل داشته باشند، دقیقاً به این دلیل که با تخم میزبان منتقل می‌شوند، همراه با ژن‌های «خود» میزبان. در نهایت «خودِ» بدن‌های آنها احتمالاً به‌طور کامل در بدن «میزبان» ادغام شده و ناپدید می‌شود.

---

1. haplodiploid

امروز هم طیف آشکارکننده‌ای را در میان‌گونه‌ای از خیسه hydra ــ حیوان کوچک، بی‌تحرک و شاخک‌داری که شبیه شقایق دریایی است ــ می‌توان یافت. جلبک انگل‌وار بافت آنها را آلوده می‌کند. در گونه‌های hydra vulgaris و hydra altenuata جلبک‌ها واقعاً انگل خیسه‌اند و به آن آسیب می‌رسانند. ولی در Chlorohydra Viridissima اصلاً جلبک از بافت خیسه جدا نیست و در سلامت آن نقش مؤثری دارد و برای آن اکسیژن فراهم می‌آورد. اما نکته‌ی جالب اینجاست. درست همان‌طور که می‌توان انتظار داشت، در chlorohydra جلبک‌ها خودشان را به وسیله‌ی تخم آن خیسه به نسل بعد منتقل می‌کنند. در آن دوگونه‌ی دیگر چنین نیست منافع ژن‌های جلبک و ژن‌های chlorohydra با هم سازگاری دارند. هردو هرکاری که در توانشان باشد برای تولید بیشتر تخم‌های chlorohydra انجام می‌دهند. اما ژن‌های آن دوگونه‌ی دیگر خیسه با ژن‌های جلبک‌های‌شان «هماهنگی» ندارند. یا مطابقتشان در آن حد نیست. برای هردو مجموعه بقای بدن خیسه منافعی دارد، ولی تولیدمثل خیسه فقط برای ژن‌های خیسه مهم است. بنابراین جلبک فقط انگل‌وار آویزان آن است و چنین نیست که در جهت همکاری با آن تکامل یابد. تکرار می‌کنم، نکته‌ی مهم این است، انگلی که سرنوشت ژن‌هایش با سرنوشت ژن‌های میزبانش گره خورده و در همه‌ی منافع با میزبانش شریک است، در نهایت از رفتار طفیلی‌وار خود دست می‌کشد.

در این وضعیت، سرنوشت یعنی نسل‌های آینده. ژن‌های chlorohydra و ژن‌های جلبک، ژن‌های سوسک و ژن‌های آن باکتری فقط از طریق تخم میزبان به نسل آینده راه پیدا می‌کنند. بنابراین هر «محاسبه‌ای» که ژن‌های انگل جهت یافتن سیاست مطلوب در هر بخش از حیات داشته باشند، دقیقاً یا تقریباً دقیقاً به همان سیاستی می‌رسد که حاصل «محاسبات» ژن میزبان است. در مورد حلزون و انگل کرم پهن‌اش به این نتیجه رسیدیم که ضخامت مطلوب صدف برایشان یکسان نبود. در مورد سوسک آمبروسیا و باکتری اش، میزبان و انگل درباره‌ی اندازه‌ی طول بال و دیگر ویژگی‌های بدن سوسک نظر یکسانی دارند. ما بدون اینکه بدانیم آن سوسک از بال یا قسمت‌های دیگر بدنش چه استفاده‌ای می‌کند می‌توانیم این را حدس بزنیم. این پیش‌بینی ما از روی این

استدلال است که ژن‌های سوسک و ژن‌های باکتری برای رسیدن به آینده مشترک و مطلوب آنچه در توان‌شان باشد انجام می‌دهند ــ آینده‌ی مطلوب یعنی انتشار هرچه بیشتر تخم سوسک‌ها.

ما می‌توانیم این بحث را به نتیجه‌ی منطقی برسانیم و از آن در مورد ژن‌های عادی «خودمان» استفاده کنیم. ژن‌های ما با هم همکاری می‌کنند، نه به خاطر اینکه مال ما هستند بلکه به این خاطر که مسیر آینده‌ی آنها مشترک است ــ اسپرم یا تخمک. اگر هر ژن یک جاندار، مثلاً انسان می‌توانست راهی برای پخش شدن خود پیدا کند که از مسیر معمولِ تخمک و اسپرم نمی‌گذشت، از آن راه می‌رفت و کمتر مشارکت می‌کرد. به این دلیل که با مجموعه‌ی متفاوتی از محصول در آینده می‌توانست از ژن‌های دیگری که در بدن است احتمالاً بهره‌برداری فراوانی کند. ما قبلاً به نمونه‌هایی از ژن‌هایی برخوردیم که در تقسیم میوز به نفع خود عمل می‌کردند. شاید ژن‌هایی هم وجود داشته باشند که از «مسیر مستقیم» اسپرم/تخمک خارج شده و پیشگامان راه دیگری شده باشند.

قطعاتی از DNA وجود دارند که در کروموزم جا نگرفته‌اند، بلکه در مایع درون سلول آزادانه شناورند و همان جا تکثیر می‌شوند، به ویژه در سلول‌های باکتریایی. آنها را با نام‌های متفاوتی مثل شبه ویروس[1] یا پلاسمید[2] می‌شناسیم. پلاسمید از شبه ویروس هم ریزتر است، و معمولاً فقط شامل چند ژن است. برخی پلاسمیدها می‌توانند کاملاً به همدیگر تابیده شوند و به صورت یکپارچه‌ی کروموزوم درآیند. آنها آن‌قدر ظریف به هم می‌پیوندند که محل وصل شدن‌شان را نمی‌توان دید و پلاسمید را از بخش‌های دیگر کروموزم نمی‌توان تشخیص داد. همان پلاسمیدها باز ممکن است دوباره خود را جدا کنند. این قابلیت جدا شدن و دوباره به هم پیوستن DNA ها که در چشم به هم‌زدنی به بیرون و به درون کروموزم می‌پرند یکی از جالب‌ترین یافته‌هایی است که بعد از انتشار چاپ نخست این کتاب به دست آمده است. درواقع این یافته‌ی جدید درباره‌ی پلاسمید را می‌توان گواه خوبی برای تأیید حدسی دانست. که در صفحه‌ی ۲۶۴ آمد (و در آنجا کمی عجیب به نظر می‌رسید) از بعضی دیدگاه‌ها واقعاً اهمیتی

1. viroids 2. plasmid

نـدارد کـه ایـن قـطعه‌ها در اصـل انگـل‌های مـخرب بـاشند یـا شـورشی‌های افسارگسیخته. رفتار احتمالی آنها یکسان خواهد بود. من برای تأیید روی نکته‌ی موردنظرم از آنها به عنوان قطعه‌های شورشی صحبت می‌کنم.

پاره‌ای از DNA انسان را در نظر بیاورید که می‌تواند خود را از کروموزومش قیچی کـند و آزادانـه در سـلول شـناور شـود، شـاید هـم خـودش را بـه صـورت نسخه‌های بسیار تکثیر کند و سپس دوباره به هم بچسبد و به کروموزوم دیگری ملحق شود. از چه مسیر غیررسمی دیگری این همتاساز شورشی می‌تواند برای رفتن به آیـنده اسـتفاده کـند؟ مـا مـدام سـلول‌هایی از پـوست خـود را از دست می‌دهیم؛ بیشتر گردوخاک خانه‌های ما همین سلول‌های افتاده‌ی ماست. از قرار معلوم ما مُدام سلول‌های همدیگر را با تنفس می‌کنیم. اگر آدم ناخن انگشت خود را درون دهنش ببرد، وقتی آن را بیرون بیاورد صدها سلول زنده رویش است. با بوسه‌ها و نوازش‌های عشاق، سـلول‌های زنـده‌ی زیـادی بـه دو طـرف مـنتقل می‌شود. یک‌پاره DNA شورشی می‌تواند سوار هریک از این سلول‌ها باشد. اگر ژنی می‌توانست از طریق یک مسیر غیررسمیِ انتقال به بدنی دیگر وارد شود (در امتداد، یا به جای مسیر رسمی اسپرم/تخمک)، انتظار ما ایـن بـود کـه انـتخاب طبیعی آن فرصت‌طلبی را مورد توجه قرار دهد و سعی در پیشرفتش داشته باشد. با روش‌های ظریفی که ویروس‌ها به کـار مـی‌برند، بـعید نـیست ایـن کـار هـم نقشه‌چینی آنها باشد ــ البته این از نگاه نـظریه‌پردازی است کـه از دیـدگاه ژن خودخواه یا رخنمون گسترش‌یافته به موضوع نگاه می‌کند. ما عطسه کردن هنگام سرماخوردگی را معمولاً نشانه‌ی جنبی و آزاردهنده‌ی فعالیت ویروس می‌دانـیم. اما در بعضی موارد احتمال بیشتر باید این باشد که ویروس‌ها برای اینکه بتوانند از بدن یک میزبان به بدن دیگری بپرند، عمداً این برنامه را راه انداخته‌اند. آن ویروسی که از اینکه فقط با تنفس وارد هوا شود دلخور است، کاری می‌کند که ما سرفه یا عطسه‌ی محکمی بکنیم. وقتی حیوانی حـیوان دیگـر را گـاز مـی‌گیرد، ویروس هاری با بزاق او منتقل مـی‌شود. در سگ‌هـا، یکـی از نشـانه‌های ایـن بیماری این است که حیوانی معمولاً آرام و سر به راه خشـمگین مـی‌شود و گـاز می‌گیرد، و کف به دهان می‌آورد. بـه جـای ایـنکه مـثل سگ‌هـای مـعمولی در فاصله‌ی یکی دوکیلومتری خانه بگردد، به‌طور وحشتناکـی سـرگردان و بـی‌قرار

می‌شود و آن ویروس را تا جاهای دور می‌پراکند. حتی نظر داده‌اند آب ترسی[1]، نشانه‌ی شناخته‌شده‌ی هاری، سگ را وامی‌دارد که کف خیس را از دهنش بتکاند ــ و با این کار ویروس را پخش کند. من گواه مستقیمی ندیده‌ام که نشان دهد بیماری‌هایی که از طریق جنسی منتقل می‌شوند، غریزه‌ی جنسی مبتلایان را زیاد می‌کنند، اما حدس می‌زنم چنین باشد. خوب است این موضوع بررسی شود. بی‌شک حداقل یک دلیل اظهار شده در مورد شهوت‌زایی، مگس ذراریح[2]، حاکی از این است که با ایجاد خارش... و واداشتن مردم به خاراندن همان کاری را انجام می‌دهد که ویروس‌ها در آن مهارت دارند.

در مقایسه‌ی DNA شورشی انسان با ویروس‌های انگلی مخرب تفاوت چندانی نمی‌بینیم. ویروس‌ها ممکن است در اصل مجموعه‌ای از ژن‌های افسارگسیخته باشند. اگر ما بخواهیم تمایزی قائل شویم باید بین ژن‌هایی باشد که انتقال‌شان به بدن دیگر از مسیر معمول تخمک/اسپرم می‌گذرد با ژن‌هایی که این کارشان از مسیرهای غیرمعمول «حاشیه‌ای» می‌گذرد. هردو دسته ممکن است شامل ژن‌هایی باشند که در اصل ژن‌های «خود» کروموزوم‌اند. یا در اصل از انگل‌های مخرب خارجی‌اند. یا شاید، همان‌طور که در صفحه‌ی ۲۶۳ حدس زدم، همه‌ی ژن‌های «خود» کروموزوم را نتوان به عنوان انگل‌های همدیگر در نظر گرفت. تفاوت مهم بین این دو دسته ژن در شرایط جداگانه‌ای است که احتمالاً در آینده از آن بهره خواهند برد. یک ژن ویروس سرماخوردگی و یک ژن شورشی کروموزوم انسان در اینکه «بخواهند» صاحب‌شان عطسه‌ی محکمی بکند اتفاق‌نظر دارند. ژن رسمی کروموزومی و ویروسی که با مقاربت منتقل شده، هردو «مایل»اند که میزبانشان جفت‌گیری کند. و عجیب اینکه هردو می‌خواهند میزبانشان از نظر جنسی جالب باشد. به‌علاوه، ژن رسمی کروموزومی و ویروسی که درون تخم میزبان منتقل می‌شود هردو در این خواست که میزبانشان نه فقط در جفت‌گیری بلکه در هر جنبه‌ی ریز و درشت دیگر زندگی اتفاق‌نظر دارند، تا والد، حتی جد یا جدّه‌ی زحمتکش و خدمتگزاری بودن، موفق باشد.

---

1. hydrophobic 2. Spanish Fly

کادیس درون خانه‌اش زندگی می‌کند، و انگلی که ما تاکنون درباره‌اش صحبت می‌کردیم درون میزبانش. بنابراین ژن‌ها از نظر فیزیکی به اثر رخنمونی گسترش یافته‌شان نزدیکند، همان‌قدر که ژن‌ها به‌طور عادی به رخنمون‌های رسمی‌شان نزدیک‌اند. اما ژن‌ها می‌توانند با فاصله عمل کنند، رخنمون‌های گسترش‌یافته می‌توانند دامنه‌ی وسیعی داشته باشند. یکی از دامنه‌دارترین‌هایی که می‌شود تصور کرد، گستره‌ی یک دریاچه را دربرمی‌گیرد. سد بیدستر، مثل تار عنکبوت یا خانه‌ی کادیس واقعاً یکی از عجایب جهان است.

کاملاً روشن نیست هدف داروینی آن سد چیست، اما یقیناً باید هدفی در کار باشد، چون بیدسترها وقت و انرژی زیادی صرف ساختن آن می‌کنند. دریاچه‌ای که بیدستر درست می‌کند احتمالاً خانه‌اش را از تعرض شکارگران حفظ می‌کند. به علاوه راه آبی راحتی برای حمل و نقل تنه‌های درخت است. بیدسترها به همان دلیل از غرقاب کردن تنه‌ها استفاده می‌کنند که شرکت‌های الوار کانادایی از رودخانه‌ها و تجار زغال‌سنگ قرن هجدهم از آبراه‌ها استفاده می‌کردند. فایده‌اش هرچه باشد، آبگیری که بیدستر می‌سازد ویژگی خاص و چشمگیری دارد. آن هم یک رخنمون است، رخنمونی نه کمتر از دندان یا دم بیدستر و حاصل انتخاب طبیعی داروینی. باید تنوع ژنی وجود داشته باشد تا انتخاب داروینی روی آن بتواند کار کند. در اینجا باید انتخابی بین آبگیر خوب و آبگیری که چندان خوب نیست صورت گرفته باشد. انتخاب در بیدستر آن ژن‌هایی را برمی‌گزیند که آبگیرهای بهتری برای حمل تنه‌ی درخت ساخته‌اند، درست همان‌طور که ژن‌هایی را برگزیده که دندان‌های خوبی برای بریدن آنها ساخته‌اند. آبگیر بیدستر اثر رخنمونی گسترش یافته‌ی ژن بیدستر است، و می‌تواند تا صدها متر آن‌طرف‌تر گسترش یابد. واقعاً بُرد زیادی است!

انگل‌ها هم لازم نیست که درون میزبان‌شان زندگی کنند؛ ژن آنها می‌تواند اثر خود را از فاصله‌ای دور بر میزبان آشکار کند. جوجه‌های فاخته درون سینه سرخ‌ها یا سسک[1]ها زندگی نمی‌کنند؛ خون آنها را نمی‌مکند یا بافتشان را در کام خود فرو نمی‌برند، ولی ما در اینکه آنها را انگل حساب کنیم تردید نداریم.

1. reed warblers

سازگاری فاخته برای دستکاری در رفتار پدر و مادر خوانده‌اش را می‌توان عملِ رخنمونی گسترش یافته‌ی از راهِ دورِ ژن‌هایِ فاخته دانست.

به‌راحتی می‌شود با پدرخوانده و مادرخوانده‌ای که گول خورده‌اند و از تخم‌های فاخته نگهداری می‌کنند همدردی کرد. افرادی هم که تخم‌ها را جمع‌آوری می‌کنند گول شباهت تخم فاخته به مثلاً، تخم پیپت چمنزار[1] یا تخم سسک[2] را خورده‌اند. (نژادهای مختلف فاخته‌های ماده هرکدام انگل‌گونه‌ی متفاوتی از میزبان شده‌اند) چیزی که فهمش مشکل‌تر است، رفتار پدرخوانده و مادرخوانده در آخر فصل نسبت به جوجه فاخته‌هایی است که تقریباً تازه پر درآورده‌اند. آن فاخته معمولاً خیلی درشت‌تر و در بعضی موارد به‌طور چشمگیری درشت‌تر از والدین‌اش است. حالا من دارم به تصویر یک صعوه‌ی جنگلی بالغ نگاه می‌کنم، در مقایسه با فرزندخوانده‌ی غول‌پیکر خود چنان کوچک است که باید بپرد روی پشتش تا به او غذا بدهد. اینجا دیگر کمتر دلمان برای آن میزبان می‌سوزد. از حماقتش تعجب می‌کنیم، از بی‌عقلی‌اش. هر موجود کودنی وقتی می‌بیند بچه‌اش این‌قدر بزرگ است باید بفهمد یک جای کار ایراد دارد.

من فکر می‌کنم کار بچه‌فاخته‌ها فقط «گول» زدن میزبان نیست، فقط این نیست که به چیزی تظاهر کنند که نیستند. به نظر می‌رسد روی دستگاه عصبی میزبان اثری می‌گذارند که مثل اثر یک داروی مخدر است. درک این قضیه حتی برای آنها که تجربه‌ای از مصرف مواد اعتیادآور ندارند مشکل نیست. ممکن است عکس چاپ شده بدن یک زن مردی را تا حالت نعوظ تحریک کند. آن مرد این گول را نخورده که فکر کند تصویر چاپ شده واقعاً خود زن است. او می‌داند که دارد به نقش جوهر روی کاغذ نگاه می‌کند، اما واکنش دستگاه عصبی او به آن مثل واکنش نسبت به یک زن واقعی است. شاید جاذبه‌ی یک فرد خاص از جنس مخالف برای ما غیرقابل مقاومت باشد، حتی اگر قضاوت بالاترِ خودِ برتر ما به ما بگوید که رابطه با آن شخص در درازمدت به نفع هیچ‌کدام نیست. همین قضیه در مورد جاذبه‌ی غیرقابل مقاومت غذاهای غیربهداشتی نیز صادق است. آن صعوه‌ی جنگلی احتمالاً توجه آگاهانه‌ای نسبت به منافع درازمدت خود ندارد،

1. meadow pipit 2. reed-warbler

بنابراین راحت‌تر می‌توان درک کرد که دستگاه عصبی او در مقابل بعضی از محرک‌های خاص تاب مقاومت ندارد.

دهن سرخ و بازِ جوجه فاخته آن‌قدر اغواکننده است که پرنده‌شناسان زیاد دیده‌اند پرنده‌ای در دهان بچه فاخته‌ای غذا گذاشته که در لانه‌ی پرنده‌ی دیگری جا خوش کرده است! شاید آن پرنده به سوی لانه‌اش در پرواز بوده و برای بچه‌های خودش غذا می‌برده است که ناگهان از گوشه‌ی چشمش دهن فوق‌العاده گشاد و سرخ یک فاخته‌ی کوچک، را در لانه‌ی پرنده‌ای از گونه‌ای کاملاً متفاوت دیده است. راهش را به طرف لانه‌ی آن غریبه کج کرده و آن غذایی را که قرار بود به بچه‌های خودش بدهد در دهان یک بچه فاخته گذاشته است. «نظریه‌ی غیرقابل مقاومت بودن»[1] با دیدگاه اولین پرنده‌شناسان آلمانی هماهنگ است که رفتار پرنده‌هایی را که جوجه‌های دیگری را بزرگ می‌کردند «اعتیاد» و جوجه فاخته‌ها را «عامل فساد» قلمداد می‌کردند. نابه‌جا نیست یادآور شویم که این نوع ادبیات برای آزمایشگرهای امروزی چندان خوش‌آیند نیست. اما بدون تردید اگر بنا را بر این بگذاریم که دهنِ بازِ فاخته یک انگیزه‌ی فوق‌العاده و دارو مانند است، برایمان توضیح اینکه قضیه از چه قرار است بسیار راحت‌تر می‌شود. همدردی با رفتار آن پدر یا مادر کوچکی که روی گردن بچه‌ی غول‌آسایش می‌ایستد راحت‌تر می‌شود. او عقلش را از دست نداده است. «گول خورده» هم واژه‌ی به جایی نیست. دستگاه عصبی او تحت کنترل است، همان‌قدر بی‌اختیار است که یک معتاد به دارو چنین است، یا آن فاخته مثل دانشمندی است که الکترودهایی را به مغز آن پرنده فرو کرده باشد.

اما حالا که درک بیشتری از پدر یا مادرخوانده‌ای داریم که رفتارشان تحت تأثیر است، باز می‌پرسیم چرا انتخاب طبیعی می‌گذارد فاخته قسِر در برود. چرا دستگاه عصبی میزبان برای مقاومت در مقابل دهان سرخ و بازی که اعتیادآور است تکامل‌نیافته است؟ شاید انتخاب هنوز فرصت انجام این کار را نیافته است. شاید فاخته‌ها فقط در قرن‌های اخیر طفیلی میزبان‌های فعلی‌اند، و در قرن‌های آینده آنها را رها می‌کنند و گونه‌های دیگری را قربانی خود می‌کنند. دلایلی برای

1. irresistibility theory

تأیید این نظریه وجود دارد. اما من احساس می‌کنم باید چیزی بیش از آن نقش داشته باشد؛ در «رقابت تسلیحاتیِ»[1] تکاملی بین فاخته و هرگونه‌ی میزبان نوعی بی‌عدالتی درون سرشتی وجود دارد، که ناشی از نابرابر بودن هزینه‌ی شکست است. هر جوجه فاخته بازمانده‌ی نسل اندر نسل فاخته‌هایی است که هر کدام آنها در ایجاد تغییر در رفتار پدر یا مادرخوانده‌ای موفق بوده‌اند. هر جوجه که این تسلط بر میزبان را حتی به‌طور موقت از دست داده، زندگی‌اش به پایان رسیده است. اما هر پدر یا مادرخوانده بازمانده‌ی نسل اندر نسل اجدادی است که شاید هرگز در عمرشان به فاخته‌ای برنخورده‌اند. و آنهایی که در لانه‌ی خود فاخته‌ای داشته و تسلیم او شده‌اند، باز به زندگی خود ادامه داده و فصل بعد زادآوری کرده‌اند. نکته در عدم تقارن هزینه‌ای است که هریک برای شکست می‌پردازند. ژنِ شکست در برابر باج‌دهی به فاخته‌ها به راحتی در سینه سرخ یا صعوه‌ی جنگلی‌ها به نسل بعد منتقل می‌شود. ژن شکست در باج‌گیری از پدرخوانده یا مادرخوانده نمی‌تواند در فاخته‌ها به نسل دیگر انتقال یابد. منظور من از «بی‌عدالتی درون سرشتی» و «نابرابری در هزینه‌ی شکست» همین است. لُب مطلب در یکی از داستان‌های ازوپ آمده است: «خرگوش تندتر از روباه می‌دود چون خرگوش برای جانش می‌دود و روباه فقط برای شام آن شبش.» من و همکارم جان کربس نام این را گذاشته‌ایم «اصل جان/شام».

بنا به اصل جان/شام ممکن است گاهی حیوانات طوری رفتار کنند و تحست کنترل حیوان دیگری باشند که اصلاً به سودشان نباشد درواقع، به یک معنا دارند در جهت بیشترین منفعت خود عمل می‌کنند: نکته‌ی مهم در اصل جان/شام این است که آنها می‌توانند در برابر این دخالت مقاومت کنند ولی این کار برایشان خیلی گران تمام می‌شود. شاید برای اینکه در مقابل وسوسه‌ی فاخته مقاومت کنند باید چشم‌های بزرگ‌تر یا مغز بزرگ‌تری داشته باشند، که آن هم هزینه‌ی فوق‌العاده‌ای دارد. رقیبانی که در آنها گرایش به مقاومت در مقابل این دستکاری وجود دارد عملاً در انتقال ژن‌هایشان به نسل بعد ناموفق‌ترند، دلیلش هزینه‌ی بسیار زیاد مقاومت است.

---

1. arm race

اما یک بار دیگر ما برگشتیم به آنجا که نگاه‌مان بـه زنـدگی از دیـدگاه یک موجود زنده باشد نه از دیدگاه ژن‌هایش. وقتی از کرم تخت و حـلزون صـحبت می‌کردیم چنین پنداشتیم که ژن انگل می‌تواند بر بـدن مـیزبان اثـر رخـنمونی داشته باشد، درست به همان صورتی که هر جاندار روی بدن «خود» اثر رخنمونی دارد. ما نشان دادیم که مطرح کردن تصور بدن «خود» یک فرض اضافی است. به مفهومی، همه‌ی ژن‌های درون یک بدن ژن‌های «انگلی»اند، چه ما بخواهیم آنها را ژنِ «خودِ» بدن بدانیم، چه غیرِ آن. فاخته به‌عنوان نمونه‌ای از انگلی که درون بدن میزبانش زندگی نمی‌کند وارد بحث ما شد. او بیشتر به همان شیوه‌ی انگل‌های درون میزبان، مـیزبانش را دسـتکاری مـی‌کند و ایـن اثـر دسـتکاری همان‌طور که اکنون دیدیم، می‌تواند مثل هر ماده‌ی مخدر یا هورمون شـدید و غیرقابل مقاومت باشد. مثل مورد انگل‌های درونی، حالا ما باید تمام مطلب را دوباره از نظر ژن و رخنمون گسترش یافته به صورت دیگری بیان کنیم.

در تکامل «رقابت تسلیحاتی» بـین فـاخته و مـیزبان، پـیشروی هـر طـرف صورت جهش ژنی به خود می‌گیرد و مورد عنایت انتخاب طبیعی واقع می‌شود. هرآنچه در مورد دهن‌گشاد فاخته که مـثل داروی مـخدر روی دسـتگاه عـصبی میزبان عمل می‌کند گفته شد، باید در اصل یک جهش ژنی به حساب آید. این جهش از طریق اثری که مثلاً روی رنگ و شکل دهن جوجه فاخته، داشته کارگر بوده است. اما هنوز این آنی‌ترین اثر آن نبوده است. آنی‌ترین اثر را روی اتفاقاتِ شیمیاییِ غیرقابل رؤیتِ درونِ سلول گذاشته است. تأثیر ژن روی رنگ و شکل دهان باز او خود یک تأثیر غیرمستقیم است. و نکته در همین‌جاست. و فقط کمی غیرمستقیم‌تر از اثری است که آن فاخته روی رفتار مـیزبان گـیج و مست خـود دارد. دقیقاً به همان مفهومی که ما از اثر (رخنمونی) ژن فاخته بر رنگ و شکل دهان باز فاخته صحبت می‌کنیم، می‌توانیم از اثر (رخنمونی گسترش‌یافته‌ی) ژن فاخته بر رفتار میزبانش صحبت کنیم. ژن‌های انگلی می‌توانند بـدن مـیزبان را تحت تأثیر قرار دهند نه فقط وقتی که انگل درون بدن میزبان زندگی و با ایجاد تغییرات شیمیایی مستقیماً آن را دستکاری می‌کند، بلکه وقتی که کـاملاً جـدا از میزبان است و از دور دستکاری‌اش مـی‌کند. درواقـع، هـمان‌طور کـه کـمی بـعد می‌بینیم، حتی تأثیرات شیمیایی ممکن است از خارج از بدن هم عمل کنند.

فاخته موجود جالبی است و می‌شود از آن چیزهایی آموخت. اما تقریباً همه‌ی شگفتی‌های مهره‌داران در مقابل حشره‌ها ناقابل است. حشره‌ها این امتیاز را دارند که بسیار فراوانند: همکارم، رابرت می[1]، اظهار داشته است که «با یک تقریب مناسب، همه‌ی گونه‌ها حشره‌اند.» حشره‌های «طفیلی» را نمی‌توان شمارش کرد؛ آنها بسیار زیادند و عاداتشان اغلب بارها از نو ابداع شده است. بعضی از نمونه‌هایی که به آن توجه خواهیم کرد چنان فراتر از روش معمول فاخته‌هاست که به عجیب‌ترین تصورات ممکن از رخنمون گسترش یافته تحقق بخشیده است.

یک فاخته‌ی ماده تخمش را می‌گذارد و ناپدید می‌شود. بعضی مورچه‌های ماده به‌شکل تماشایی‌تری حضور خود را نشان می‌دهند. من اغلب اسم‌های لاتین را نمی‌آورم، اما Bothriomyrmex regicidus ها و B. decapitans ها داستانی دارند. این هردو گونه، انگل گونه‌های دیگر مورچه‌اند. البته، در همه‌ی مورچه‌ها، بچه‌ها را کارگرها غذا می‌دهند نه والدین. بنابراین کارگرانند که هر انگل بعد از اینی باید گول‌شان بزند یا دستکاری‌شان کند. یک قدم مفید اولیه این است که از شرِ مادرِ خود آن کارگرها، با میلی که او به تولید فرزندان رقیب دارد، خلاص شوند. در این دو گونه‌ی انگل ملکه، خودش به تنهایی دزدکی وارد لانه‌ی یک گونه‌ی دیگر از مورچه‌ها می‌شود. دنبال میزبان می‌گردد و تقریباً رویش سوار می‌شود و بی‌سروصدا آن کاری را می‌کند که به گفته‌ی زیرکانه و طنزدار ادوارد ویلسون «تنها کاری است که در آن تخصص یافته: آهسته آهسته سر قربانی‌اش را از تن جدا می‌کند.» آن‌وقت این قاتل ماده را کارگران بی‌مادر شده پرورش می‌دهند و با علاقه از تخم‌ها و لارو او مراقبت می‌کنند. بعضی از آن تخم‌ها خودشان تبدیل به کارگر می‌شوند و به تدریج جایگزین آن‌گونه‌ی اصلی لانه می‌شوند. بعضی دیگر ملکه می‌شوند و به بیرون پرواز می‌کنند تا دنبال چراگاه‌های جدید و سرهای ملوکانه‌ی می‌گردند که هنوز کسی خدمتشان نرسیده است.

اما اره کردن سر فقط بخشی کوچکی از تکلیف شاق آنهاست. انگل‌ها اگر

---

1. Robert May

بتوانند دستیابی بگیرند خودشان را به زحمت نمی‌اندازند. شخصیت مورد علاقه‌ی من در کتاب *جامعه‌ی حشرات*[1] نوشته ویلسون Monomorium Santschil است. این‌گونه طی زمان‌های تکاملی، در مجموع، طبقه‌ی کارگرش را از دست داده است. کارگرانِ میزبان به‌خاطر طفیلی‌هایشان هر کاری می‌کنند، حتی سخت‌ترین کارهای ممکن را. به فرمان ملکه‌ی انگلی مهاجم، درواقع دست به قتل مادر خود می‌زند. لازم نیست آن غاصب از آروارهایش استفاده کند. او با کنترل ذهن‌ها کار خود را پیش می‌برد. چگونه این کار را انجام می‌دهد معلوم نیست؛ احتمالاً با استفاده از یک ماده‌ی شیمیایی، زیرا دستگاه عصبی مورچه‌ها معمولاً خیلی تحت تأثیر مواد شیمیایی قرار می‌گیرد. اگر واقعاً سلاح او شیمیایی باشد، پس مثل هر داروی دیگر شناخته شده در علم، بی‌سروصدا عمل می‌کند. این ماده ذهن مورچه‌ی کارگر را به تلاطم می‌اندازد، اختیار ماهیچه‌های او را به دست می‌گیرد، توجه او را از وظایفی که عمیقاً در سرشت اوست منحرف می‌کند و او را وامی‌دارد علیه مادر خود اقدام کند. برای مورچه‌ها مادرکشی یک دیوانگی خاص ژنی است و در واقع، دارویی که آنها را به این عمل وامی‌دارد باید قوی باشد. در دنیای رخنمون گسترش یافته، نباید پرسید چگونه رفتار حیوان به سود ژن‌هایش است؛ باید پرسید به جای ژن چه کسی دارد سود می‌برد؟

جای بسی تعجب است که مورچه‌ها مورد بهره‌کشی انگل‌ها واقع شوند، و این انگل‌ها نه فقط مورچه‌های دیگر، بلکه مجموعه‌ای حیرت‌آور از کارکشتگان طفیلیگری هستند. مورچه‌های کارگر جریان غنی مواد غذایی را از یک سرچشمه‌ی پربرکت به داخل یک انبار مرکزی که قرارگاه عده‌ای مفتخور است هدایت می‌کنند. مورچه‌ها محافظان خوبی هم هستند: کاملاً مسلح‌اند و تعدادشان زیاد است. شته‌های فصل دهم را می‌شود این‌طور در نظر گرفت که شیره‌ی گیاه می‌دهند و محافظ حرفه‌ای به استخدام می‌گیرند. چندگونه پروانه، مرحله‌ی کرم بودن خود را درون لانه‌ی مورچه می‌گذرانند. بعضی مستقیماً چپاولگرند. بعضی دیگر به ازای مراقبتی که مورچه‌ها از آنها می‌کنند چیزی می‌پردازند.

---

1. The Insect Societies

آن پروانه‌ها اغلب به وسایلی برای کنترل کردن محافظان‌شان مجهزند. کرم حشره‌ی یک پروانه که Thisbe irenea نامیده می‌شود یک عضو تولید صوت در سرش دارد که مورچه‌ها را فرامی‌خواند، و یک جفت لوله مانند تلسکوپی در قسمت عقب پشت که عصاره‌ی اغواکننده‌ای از آن بیرون می‌ریزد. روی شانه‌هایش یک جفت شاخک دیگر قرار دارد که با جادوی زیرکانه‌تر دیگری افسون می‌کند. ترشح آنها غذا نیست بلکه معجون فرار دیگری است که اثری تماشایی روی رفتار مورچه‌ها دارد. مورچه‌ای که تحت تأثیر آن قرار گیرد در هوا می‌پرد. با آرواره‌های باز و حالت تهاجمی، خیلی بیش از وقت عادی آماده‌ی حمله است، به هر چیز جنبنده‌ای حمله می‌کند و آن را گاز می‌گیرد. البته غیر از آن کرم حشره‌ای که باید حمل کند، و این جای تعجب است. به علاوه، مورچه‌ای که زیر افسون ماده‌ی مخدر کرم حشره است سرانجام وارد وضعیتی به نام «اتصال»[1] می‌شود، وضعیتی که در آن چندین روز نمی‌تواند از حشره جدا شود. آن‌گاه، کرم حشره، مثل شته، مورچه را به محافظت خود می‌گمارد اما یک کار بهتر می‌کند. در حالی که شته‌ها روی تهاجم عادی مورچه در مقابل کارگران حساب می‌کردند، آن کرم حشره داروی تهاجم‌زایی تجویز می‌کند که به نظر می‌رسد بی‌صروصدا آنها را هم به هم می‌چسباند.

من نمونه‌هایی عجیب را انتخاب کرده‌ام. اما، در حالت‌های عادی‌تر، طبیعت پر است از حیوانات و گیاهانی که در زندگی افراد گونه‌ی خود یا گونه‌های دیگر دخالت می‌کنند. در همه‌ی مواردی که انتخاب طبیعی ژن دستکاری را ترجیح داده است، قاعدتاً می‌توانیم از آن ژن‌ها به‌عنوان ژن‌هایی که اثر «رخنمون گسترش یافته»ای بر بدن جانداران دستکاری‌شده دارند صحبت کنیم. مهم نیست که یک ژن از نظر فیزیکی در بدن کدام موجود قرار داشته باشد. هدف تأثیری که می‌گذارد ممکن است همان بدن یا بدن دیگری باشد. انتخاب طبیعی ژن‌هایی را ترجیح می‌دهد که برای انتشار خود جهان را دستکاری می‌کنند، و این همان چیزی است که من آن را قضیه‌ی اصلی رخنمون گسترش یافته خوانده‌ام: **رفتار هر جاندار گرایش دارد به اینکه بقای ژن‌های آن رفتار را بیشتر کند، چه آن ژن‌ها**

1. binding

در بدن جاندار به خصوصی باشند که آن رفتار از او سرزده است چه غیر از این باشد. اینجا من در مورد رفتار حیوان نوشته‌ام، ولی این قضیه در مورد رنگ، اندازه، شکل و هر چیز دیگر می‌تواند صادق باشد.

سرانجام وقت آن است برگردیم به مسئله‌ای که با آن شروع کردیم، به کشمکش بین خود موجود زنده و ژن‌های آن به عنوان کاندیداهای رقیبی که باید نقش اصلی را در انتخاب طبیعی داشته باشند. در فصل‌های قبلی من فرض را بر این گذاشتم که مشکلی وجود ندارد، زیرا تولید فرد معادل بود با بقای ژن. در آنجا فرض کردم شما می‌توانید بگویید «جاندار برای انتشار همه‌ی ژن‌هایش تلاش می‌کند»، یا «ژن‌ها برای توالی یک موجود زنده می‌کوشند تا منتشرشان کند.» به نظر می‌رسد اینها به دو زبان یک چیز را بیان کرده‌اند، و بسته به سلیقه‌ی شماست که کدام بیان را بپسندید، اما به نحوی هنوز اشکال باقی است.

یک راه برای روشن کردن موضوع استفاده از اصطلاح «همتاساز» و «محمل»[1] است. واحد بنیادی در انتخاب طبیعی، آن چیز اصلی که ممکن است بتواند یا نتواند زنده بماند، آن چیزی که دودمانی از نسخه‌های یکسان، یا هرازگاهی یک جهش اتفاقی است، همتاساز نامیده می‌شود. مولکول‌های DNA همتا سازند. آنها معمولاً، به دلایلی که به آن خواهیم رسید، دارودسته می‌شوند و در یک ماشین بقای مشترک قرار می‌گیرند که به آن «محمل» می‌گوییم. محمل‌هایی که ما خوب می‌شناسیم بدن‌ها هستند، مثلاً بدن خود ما. بنابراین بدن یک همتاساز نیست، یک محمل است. باید بر این قضیه تأکید کنم، زیرا این موضوع مورد سوءتفاهم واقع شده است. محمل‌ها خود را تکثیر نمی‌کنند، آنها می‌کوشند تا همتاسازهای خود را منتشر کنند. همتاسازها، دریافتی از جهان ندارند، طعمه شکار نمی‌کنند یا از مقابل شکارگران نمی‌گریزند، آنها محملی می‌سازند که امکان همه‌ی این کارها را برایشان فراهم می‌آورد. به دلایل بسیار برای زیست‌شناسان راحت‌تر این است که توجه خود را در سطح محمل متمرکز کنند. برای اهداف دیگر، راحت‌تر این است که تمرکز روی همتاساز باشد. ژن و موجود جاندار برای داشتن نقش اول در صحنه‌ی نمایش دارویی رقیب هم

1. vehicle

نیستند. آنها بازیگرانی متفاوت و مکمل یکدیگرند و نقش‌شان از بسیاری جهات به یک اندازه اهمیت دارد، نقش همتاساز و نقش محمل.

استفاده از اصطلاح همتاساز/محمل به شکل‌های مختلف به ما کمک می‌کند. مثلاً در مورد اختلاف‌نظر آزارنده‌ای که در مورد سطح عملکرد انتخاب طبیعی بین «انتخاب ژن» مطرح شده در فصل سوم و «انتخاب گروه» مورد انتقاد ما در فصل هفتم وجود دارد. «انتخاب فرد» کم‌وبیش، یک انتخاب میانه بین دو حالت افراطی است و بسیاری از زیست‌شناسان و فیلسوفان به گام زدن در این راه آسان تمایل دارند. و به این راه افتاده‌اند. اما حالا ما می‌بینیم که قضیه غیر از این است. حالا می‌بینیم در این داستان برای داشتن نقش محمل، موجود زنده و گروهِ موجودات زنده رقیبان واقعی یکدیگرند، ولی هیچ‌کدامشان کاندیدای نقش همتاساز نیستند. و این جدل بین «انتخاب فرد» و «انتخاب گروه» در واقع جدل بین محمل‌های رقیب هم است. جدل بین انتخاب فرد و انتخاب ژن اصلاً جدل نیست، زیرا ژن و موجود زنده هرکدام کاندیدای نقش‌هایی متفاوت و مکمل هم در این داستانند ــ همتاساز و محمل.

کشمکش بین موجود زنده و گروه موجودات زنده بر سر نقش محمل را، که یک رقابت واقعی است، می‌توان فرونشاند. از نظر من، پیروزی قطعی با موجود زنده است. گروه هویت درهم برهمی دارد. یک گله آهو و یک گله شیر یا گرگ تا حدی وحدت هدف و انسجام دارند، اما در مقایسه با انسجام و یگانگی هدفی که اجزای بدن شیر، گرگ یا آهو دارند ناقابل است. صحت این نظر را حالا کاملاً پذیرفته‌اند، اما چرا چنین است؟ فنوتیپ گسترش‌یافته و انگل‌ها باز می‌توانند به داد ما برسند.

ما دیدیم ژن‌های یک انگل با یکدیگر همکاری می‌کنند، ولی علیه ژن‌های میزبان هستند که با همدیگر همکاری دارند. علت این است که این دو مجموعه‌ی متفاوتِ ژن از راه‌های متفاوتی آن محمل مشترک، یعنی بدن میزبان، را ترک می‌کنند. ژن حلزون محمل مشترک را از طریق اسپرم و تخمک حلزون ترک می‌کند. چون همه‌ی ژن‌های حلزون سهم برابری در هر اسپرم و در هر تخمک دارند، زیرا همه در یک میوز بخت‌آزمایی بی‌طرفانه شرکت دارند، همه با هم برای خیر همگانی کار می‌کنند و بنابراین از بدن حلزون یک محمل

هدفدار و منسجم ساخته‌اند. دلیل اصلی اینکه چرا یک کرم تخت آشکارا از میزبانش جداست، دلیل اینکه چرا اهداف و هویتش را با اهداف و هویت میزبان درهم نمی‌آمیزد این است که ژن‌های کرم تخت به‌روشی متفاوت را روش ژن‌های حلزون، آن بدن مشترک را ترک می‌کنند و در آن بخت‌آزمایی میوزی حلزون شرکت ندارند ــ قرعه‌کشی خاص خود را دارند. بنابراین تا این حد و فقط این حد دو محمل، یعنی حلزون و کرم تخت مستقل درون آن، از هم جدا باقی می‌مانند. اگر ژن آن کرم تخت همراه با تخمک و اسپرم حلزون انتقال پیدا می‌کرد، آن دو وجود به صورت یک بدن تکامل می‌یافتند. شاید ما حتی نمی‌توانستیم بگوییم در اصل دو محمل بوده‌اند. هر «تک» موجود زنده‌ای، مثل ما، تجلی نهایت این ادغام شدن‌هاست. گروه موجودات ــ فوج پرنده‌ها، دسته‌ی گرگ‌ها ــ درهم ادغام نمی‌شوند که محمل بسازند، دقیقاً به این دلیل که ژن‌ها در آن فوج یا دسته با روش یکسانی محمل فعلی خود را ترک نمی‌کنند. بی‌شک، یک دسته ممکن است شاخه‌هایی داشته باشد. اما همه‌ی ژن‌هایی که در دسته‌ی اصلی هستند، از یک مسیر با یک تقسیم عادلانه به آن شاخه‌های کوچک‌تر منتقل نمی‌شوند. برای تمام ژن‌هایی که در یک دسته گرگ هستند احتمال سود بردنشان از رویدادهای آینده یکسان نیست. ممکن است یک ژن با ترجیح دادن گرگ خود به بهای زندگی گرگ‌های دیگر، رفاه آینده‌ی خود را فراهم کند. بنابراین، هر گرگ، محملی است شایسته‌ی این نام. یک دسته گرگ چنین نیست. از نظر ژنتیکی بگوییم، دلیلش این است که در بدن هر گرگ، همه‌ی سلول‌ها، به جز سلول‌های جنسی، ژن‌های یکسانی دارند، در حالی که همه‌ی ژن‌های سلول‌های جنسی به احتمال برابر در هریک از آنها خواهند بود. اما سلول‌هایی که در یک دسته گرگ هستند ژن‌های یکسانی ندارند و این امکان را هم ندارند که در سلول‌های زیرشاخه‌ای که از آن جدا می‌شود باشند. آنها همه چیز را با جنگیدن در مقابل رقیبانی که در بدن گرگ‌های دیگرند به چنگ می‌آورند (گرچه این واقعیت که اعضای یک دسته گرگ احتمالاً خویشاوند، از شدت این می‌کاهد).

اگر موجودی بخواهد محمل کارآمدی برای ژن‌ها شود، باید مسیر خروجی ژن‌هایش برای رفتن به آینده یکسان باشد. این در مورد یک قلاده گرگ صادق

است. این مسیر راه باریکی است که از اسپرم و تخمک می‌گذرد و با تقسیم میوزی ایجاد می‌شود. این قضیه در مورد یک دسته گرگ صادق نیست. این به نفع ژن‌هاست که به بهای زندگی ژن‌های دیگری که در آن دسته‌اند خودخواهانه بدنی را که در آن‌اند برای رفاه خود ارتقا دهند. وقتی زنبورهای یک کندوی عسل دسته‌جمعی حرکت می‌کنند، ظاهراً با دسته دسته شدن، مثل دسته‌ی گرگ‌ها، خود را تکثیر می‌کنند. اما اگر به دقت توجه کنیم، می‌بینیم آن ژن‌ها تا حد زیادی سرنوشت مشترک دارند. دست‌کم تا حد زیادی آینده‌ی ژن‌هایی که در آن جمعیت‌ظاند، در تخمدان یک ملکه جاگرفته است. به این دلیل پرگنه‌ی زنبورها مثل یک محمل منفرد واقعی به نظر می‌رسد و رفتار می‌کند ــ این همان پیام فصل‌های قبل از این است که به صورت دیگر بیان می‌شود.

در واقع، همه جا می‌بینیم زندگی در تک‌محمل‌های هدفمند جدا جدا بسته‌بندی شده است، مثلاً در یک گرگ و در کندوی زنبور عسل. اما آموزه‌های فنوتیپ گسترش‌یافته به ما آموخته است که لزومی ندارد چنین باشد. در اصل، تنها چیزی که بر اساس نظریه‌مان می‌توانیم انتظار داشته باشیم یک میدان مبارزه است که در آن همتاسازها به سر و کول هم می‌پرند، با زور خود را جلو می‌اندازند و برای آینده‌ی ژنیِ خود می‌جنگند. سلاح آنها در این جنگ اثر رخنمونی است، بیش از هر چیز به صورت تأثیر شیمیایی مستقیم در سلول‌ها، اما نهایتاً به صورت اثر بر پرها و چنگال‌ها و حتی تأثیرهای دورتر. بی‌چون و چرا قضیه از این قرار است که این اثرهای فنوتیپی گردهم آمده و در محمل‌های مجزا بسته‌بندی شده‌اند، و در هر محمل ژن‌ها از مسیر تنگ و مشترکِ اسپرم یا تخمک به آینده راه پیدا می‌کنند. اما این واقعیتی نیست که بشود آن را حتمی در نظر گرفت. امری است که به نوبه‌ی خود می‌شود آن را مورد چون و چرا قرار داد. چرا ژن‌ها در یک محمل بزرگ با یک راه خروجی ژنی مشترک گردهم آمده‌اند؟ چرا ژن‌ها دسته شدن و ساختن بدن‌های بزرگ را برای زندگی خود برگزیده‌اند؟ من در کتاب ***رخنمون گسترش‌یافته*** کوشیده‌ام برای این سوآل مشکل پاسخی بیابم. در اینجا فقط بخشی از آن پاسخ را مطرح کرده‌ام ــ گرچه شاید بعد از هفت سال دور از انتظار نباشد که بتوانم آن را کمی پیشتر هم ببرم.

من سوآل را به سه بخش تقسیم می‌کنم. چرا ژن‌ها در سلول‌ها جمع شدند؟

چرا سلول‌ها در بدن پرسلولی‌ها جمع شدند؟ و چرا بدن‌ها چیزی را اختیار کردند که من «چرخه‌ی حیات گلوگاهی»[1] می‌نامم؟

بنابراین، اول ببینیم چرا ژن‌ها در سلول‌ها تجمع کردند؟ چرا آن همتاسازهای قدیمی از آزادی شاهانه‌ای که در سوپ آغازین داشتند دست کشیدند و در پرگنه‌های بزرگ پر ازدحام جا گرفتند؟ چرا با هم همکاری می‌کنند؟ با نگاه به طرز همکاری مولکول‌های DNA امروزی در کارخانه‌ی شیمیایی سلول زنده تا حدی پاسخ را درمی‌یابیم. مولکول‌های DNA پروتئین می‌سازند. پروتئین‌ها به عنوان آنزیم بعضی از واکنش‌های شیمیایی را تسهیل می‌کنند. اغلب تنها یک واکنش شیمیایی برای ساختن یک محصول نهایی مفید کافی نیست. در آن کارخانه‌های مواد شیمیایی که انسان‌ها می‌سازند تولید یک محصول به دردبخور احتیاج به خط تولید دارد. ماده‌ی شیمیایی اولیه را نمی‌توان مستقیماً به محصول نهایی موردنظر تبدیل کرد. یک رشته مراحل میانی با ترتیب خاص باید صورت گیرد. بیشترِ ابتکارِ یک شیمیدان صرف این می‌شود که مسیر و مراحل میانی کار را، که بین مواد شیمیایی اولیه و محصول موردنظر است، تنظیم کند. به همین ترتیب تک آنزیم‌هایی که درون یک سلول اند معمولاً نمی‌توانند به‌تنهایی از ماده‌ی شیمیایی اولیه به ترکیب محصول نهایی موردنظر برسند. یک رشته آنزیم لازم است، یکی برای کمک به واکنش و تبدیل مواد خام به اولین مرحله از مراحل میانی، یکی دیگر برای تسهیل واکنش جهت تبدیل آن از مرحله‌ی میانی اول به مرحله میانی دوم و همین‌طور تا آخر.

هریک از این آنزیم‌ها توسط یک ژن ساخته می‌شود. اگر در مسیر یک تولید توالی ۶ آنزیم لازم باشد، تمام شش ژنی که آنها را تولید می‌کنند باید حضور داشته باشند. اما این احتمال زیاد است که دو مسیر مختلف برای رسیدن به یک محصول نهایی وجود داشته باشد. و هرکدام شش آنزیم خاص خود را احتیاج داشته باشد و لازم نباشد از بین دو آنزیم یکی را انتخاب کرد. این نوع اتفاقات در کارخانه‌های مواد شیمیایی پیش می‌آید. اینکه کدام مسیر در نظر گرفته شود به اتفاق تاریخی برمی‌گردد یا ممکن است بر اساس برنامه‌ریزی هدفمند

1. bottlenecked life cycle

شیمیدان‌ها باشد. البته، در شیمی طبیعت، این انتخاب هرگز هدفمند نیست. بلکه توسط انتخاب طبیعی تعیین می‌شود. اما انتخاب طبیعی چگونه ترتیب کار را می‌دهد که این دو تداخل پیدا نمی‌کنند و حاصل کار گروه ژن‌های همکاری‌کننده با هم سازگار است؟ روش آن خیلی شبیه به آن قیاسی است که من از پاروزن‌های آلمانی و انگلیسی مطرح کردم (فصل ۵). مهم این است که یک ژن مربوط به مرحله‌ای از مسیر اول در حضور ژن‌های مرحله‌های دیگر مسیر اول شکوفا خواهد شد، نه در حضور ژن‌های مسیر دوم. اگر در یک جمعیت حاکمیت با ژن‌های مسیر اول باشد، انتخاب ژن‌های دیگر به سود مسیر اول خواهد بود و ژن‌های مسیر دوم مجازات می‌شوند. گرچه ظاهراً گیراست. ولی کاملاً اشتباه است که تصور کنیم ژن‌های شش آنزیم مسیر دوم به صورت گروهی انتخاب می‌شوند. هرکدام از آنها به عنوان یک ژن خودخواه جداگانه انتخاب می‌شود، اما فقط در حضور مجموعه‌ی مناسبی از ژن‌های دیگر خود را نشان می‌دهد.

امروزه این همکاری بین ژن‌ها درون سلول‌ها ادامه دارد. باید شروعش به‌صورت یک همکاری حاشیه‌ای بین مولکول‌های همتاساز در سوپ آغازین (یا هر وسیله‌ی آغازین دیگر) بوده باشد. شاید دیواره‌ی سلول به عنوان وسیله‌ای برای حفظ و کنار هم نگه داشتن مواد شیمیایی پیدا شد تا مانع از چکه کردن و هدر رفتن آنها شود. عملاً بسیاری از واکنش‌های شیمیایی درون سلول در بافت غشا ادامه می‌یابند؛ غشا هم نقش تسمه نقاله‌ی مرکب و هم نقش جای لوله‌ی آزمایش را دارد. اما همکاری بین ژن‌ها به زیست شیمی سلولی محدود نشد، سلول‌ها دور هم جمع شدند (یا بعد از تقسیم سلولی نتوانستند از هم دور شوند) و موجودات پرسلولی را ساختند.

حالا می‌رسیم به دومین سوآل از سه‌تایی که مطرح کردم. چرا سلول‌ها دور هم جمع شدند؟ چرا این موجودات جنبنده‌ی سنگین را ساختند؟ این یک سوآل دیگر درباره‌ی همکاری آنهاست؟؛ اما حوزه‌ی آن خارج از دنیای مولکول‌ها و در یک مقیاس وسیع‌تر است. بدن‌های پرسلول از میکروسکوپ فراتر می‌روند. آنها حتی ممکن است به صورت فیل و نهنگ درآیند. درشت جثه بودن لزوماً چیز مطلوبی نیست: بیشتر موجودات باکتری‌اند و تعداد خیلی کمی فیل هستند. اما وقتی همه‌ی راه‌های امرار معاش برای موجودات ریز بسته شده باشد، هنوز

می‌توان زندگی خوشی را با جنبه‌های بزرگ‌تر فراهم آورد. برای مثال، موجودات بزرگ‌تر می‌توانند ریزترها را بخورند، و از خورده شدن به‌دست آنها بری باشند.

برای سلول‌ها مزایای در یک مجموعه بودن فقط بـه انـدازه‌ی جـنبه خـتم نمی‌شود. سلول‌های گروهی می‌توانند تخصصی شوند، طـوری کـه هـرکدام در انجام کار خاص خود ماهرتر باشند. سلول‌های تخصص یافته در خدمت دیگـر سلول‌های مجموعه‌شان هستند و خود از مـهارت مـتخصصان دیگـر بـهره‌مند می‌شوند. اگر شمار سلول‌ها زیاد باشد، یک دسته می‌توانند به‌عنوانِ حسگر در شناسایی طعمه تخصص پیدا کنند، عده‌ای دیگر در نقش عصب پیام‌ها را منتقل کنند و برخی دیگر در نقش سـلول‌های نـیش‌زن طـعمه را از کـار مـی‌انـدازنـد، سلول‌های ماهیچه چنگال و بازو را به حرکت درمی آوردند طـعمه را مـی‌گیرند، سلول‌های ترشح‌کننده آن را نرم می‌کنند و باز گروهی دیگر شیره‌ی آن را جذب می‌کنند. ما نباید فراموش کنیم که دست‌کم در بدن‌های امروزی، مثل بدن مـا، سلول‌ها یک تاگ[1] هستند؛ همه‌شان شامل ژن‌هایی یکسان. البته در سلول‌های تخصص یافته به ژن‌های متفاوتی تبدیل مـی‌شوند. ژن‌هـای هـر نـوع سـلول مستقیماً از نسخه‌ها خودشان که در اقلیتی از سـلول‌های مـتخصص تـولیدمثل سود می‌برند، از سلول‌های سلسله‌ی بذرهای نامیرا.

به این ترتیب، رسیدیم به سوآل سوم. چرا بدن‌ها در یک چـرخـه‌ی حـیات گلوگاهی پا گذاشتند؟

در ابتدا باید دید منظور از گلوگاهی چیست؟ مهم نیست چه تعداد سلول در بدن فیل باشد، فیل زندگی‌اش را تنها از یک سلول، یک تخمک بارورشده شروع کرده است. آن تخمک بارورشده باریکی است، که با رشد جنین، باز و تبدیل به تریلیون‌ها سلولی می‌شود که در بدن فیل بالغ است. مهم نیست چـندسلول، و معلوم نیست چند نوعِ تخصصی‌شده دست به دست هم مـی‌دهند تـا وظـیفه‌ی فوق‌العاده پیچیده‌ی راه انداختن یک فیل بالغ را به انـجام بـرسانند، هـمگرایـی تلاش همه‌ی آن سلول‌ها باز منجر به ساختن یک سلول می‌شود ــ اسپرم یـا تخمک. فیل نه تنها شروعش فقط با یک سلول، یعنی با یک تخمک بارور شده

1. clone

است پایانش، یعنی هدف یا محصول نهایی‌اش نیز تولید تک‌سلول‌ها است، تخمک‌های بارور شده‌ی نسل بعد، شروع و پایان چرخه‌ی زندگی فیل تنومند و درشت‌هیکل از یک باریک می‌گذرد. این گلوگاهی بودن ویژگی چرخه‌ی زندگی همه‌ی حیوانات پرسلولی و بیشتر نباتات است. چرا؟ اهمیت آن در چیست؟ ما در صورتی می‌توانیم به این سوآل پاسخ دهیم که در نظر بیاوریم زندگی بدون آن چگونه خواهد بود.

تصور دوگونه‌ی فرضی از علف‌های دریایی به نام‌های تُنگ‌خزه[1] و هرزگیاه[2] به ما کمک می‌کند. هرزگیاه به صورت دسته‌ی درهم برهمِ شاخه‌های بی‌نظم در دریا می‌روید. گاهگاهی شاخه‌ای می‌شکند و جدا و دور می‌شود. این شکستگی ممکن است در هر جای آن گیاه باشد، و آن تکه‌ها ممکن است کوچک یا بزرگ باشند. مثل شاخه‌های بریده در یک باغ، آنها می‌توانند دوباره مثل گیاه اصلی رشد کنند. این افتادن تکه‌ها روش تکثیر این‌گونه است. همان‌طور که خواهید دید، درواقع این تکثیر با روش رشد آن فرقی ندارد، جز اینکه در تکثیر تکه‌های در حال رشد از نظر فیزیکی جدا از همدیگرند. و تُنگ خزه ظاهرش همان‌طور است و در همان صورت آشفته رشد می‌کند. ولی یک تفاوت اساسی در بین است. این گیاه هاگ‌های تک‌سلولی، به نام اسپورا، در آب رها می‌کند که بعداً تبدیل به گیاهان جدید می‌شوند. این هاگ‌ها درست مانند سلول‌های دیگر آن گیاه اند. مثل مورد هرزگیاه، جنس در اینجا نقش ندارد. زادگان یک گیاه شامل سلول‌هایی است که تاگ[3] سلول‌های گیاه اصلی هستند. تنها تفاوت بین این دوگونه این است که هرزگیاه با جدا کردن تکه‌هایی از خودش که شامل تعداد نامعینی سلول است خود را تکثیر می‌کند، ولی بخش‌هایی که تُنگ‌خزه برای تکثیر از خود جدا می‌کند فقط دارای یک سلول است.

با در نظر گرفتن این دو گیاه ما توجه خود را روی تفاوت بین چرخه‌ی حیات گلوگاهی و غیرگلوگاهی متمرکز می‌کنیم. تُنگ‌خزه با به زور عبور دادن خود از گلوگاه یک سلول تولیدمثل می‌کند. هرزگیاه فقط بزرگ می‌شود و بعد می‌شکند و دوتا می‌شود. به سختی می‌شود گفت که آنها از نسل‌های جداگانه‌ای‌اند، یا اصلاً

---

1. boltle-wrack 2. splurge-weed 3. clone-mate

«موجودات» جداگانه‌ای را شامل می‌شوند. در مورد تُنگ خزه وضع چطور است؟ کمی بعد آن را شرح می‌دهم، اما حالا یک تصور تقریبی از پاسخ آن داریم. آیا به نظر نمی‌رسد، در مقایسه با هرزگیاه، تنگ‌خزه به‌نوعی موجود مستقل‌تری باشد؟

همان‌طور که دیدیم، هرزگیاه با همان روشی که رشد می‌کند خود را تکثیر می‌کند. درواقع اصلاً تولیدمثل نمی‌کند. از آن طرف، تُنگ‌خزه کاملاً بین رشد و تولیدمثل فرق می‌گذارد. ما روی این تفاوت تمرکز کردیم اما منظور چه بود؟ چه اهمیتی دارد؟ چرا باید به آن توجه کنیم؟ من مدت زیادی درباره‌ی آن اندیشیده‌ام و گمان می‌کنم جواب را بدانم. (از قضا، رسیدن به چنین سوآلی، بسیار سخت‌تر است از یافتن پاسخ برای آن!) پاسخ را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد، که دوتای اول با رابطه‌ی بین تکامل و رشد جنینی سروکار دارد.

ابتدا، پیدا شدن یک ساختار پیچیده از یک ساخت ساده‌تر را در نظر بیاورید. لازم نیست فقط از گیاهان صحبت کنیم و در این مرحله از بحث شاید بهتر باشد به جانوران توجه کنیم، زیرا آنها آشکارا اندام‌های پیچیده‌تری دارند. باز لازم نیست به جنس توجه کنیم؛ در اینجا تقابل موجودات دوجنسی و تک‌جنسی باعث انحراف ذهن می‌شود. می‌توانیم تصور کنیم حیوانات با رها کردن اسپورهای غیرجنسی تولیدمثل می‌کنند، با تک‌سلول‌هایی که از نظر ژنی مانند هم‌اند، البته با صرف‌نظر از جهش‌ها و مانند همه‌ی دیگر سلول‌های آن بدن‌اند.

عضوهای پیچیده‌ی یک جاندار پیشرفته مثل انسان یا خرخاکی به تدریج از تکامل عضوهای ساده‌تر اجداد آن پیدا شده‌اند. اما این‌طور نیست که آن عضوهای اجدادی خود را تبدیل به عضوهای فعلی کرده باشند، مثل اینکه شمشیر را کوبیده باشند تا تبدیل به بیل شده باشد. نه تنها این‌طور تبدیل نشدند، بلکه می‌خواهم بگویم که در اکثر موارد نمی‌توانستند چنین شوند. با تبدیل مستقیم شمشیر به بیل ممکن است تغییرات محدودی حاصل شود. تغییرات واقعاً اساسی را فقط با دوباره رفتن به سراغ «تخته رسم» و دور انداختن صفحه‌ی قبلی و کشیدن یک طرح جدید می‌توان به دست آورد. وقتی مهندسان دوباره به تخته رسم برمی‌گردند و طرح جدیدی تولید می‌کنند، لزومی ندارد فکری را که در نقشه‌ی اول داشتند دور بیندازند. ولی در واقع کسی سعی نمی‌کند با تغییر در شکل شیء قدیمی چیز جدید را بسازد. آن شیء قدیمی با گذشت

زمان خیلی ارزش خود را از دست می‌دهد. شاید آدم بتواند شمشیر را بکوبد و بیل درست کند، اما موتور هلی‌کوپتر را می‌شود با کوبیدن موتور جت کرد؟ نمی‌شود. باید موتور هلی‌کوپتر را کنار گذاشت و سراغ تخته رسم رفت.

البته هرگز موجودات زنده را روی تخته رسم طراحی نکرده‌اند. ولی آنها هربار دوباره از نو شروع می‌شوند. در هر نسل، یک‌بار دیگر آغاز می‌شوند. هر موجود زنده از یک سلول رشد خود را آغاز می‌کند. آن موجود تصوری از طرح اجداد خود را، به صورت برنامه‌ی DNA به ارث برده است. اما اعضای جسم آنها را ندارد. این‌طور نیست که قلب پدر یا مادر در قالبی جدید (و احتمالاً پیشرفته) به شکل یک قلب جدید درآید. همه چیز دوباره از ابتدا از یک سلول جدید شروع می‌شود و یک قلب جدید، با استفاده از طرح قلب پدر، با تغییراتی احتمالی برای بهتر شدن، شکل می‌گیرد. شما متوجهید به چه نتیجه‌ای می‌خواهم برسم. در چرخه‌ی حیات «گلوگاهی»، یک نکته‌ی مهم این است که چیزی معادل امکان دوباره برگشتن به تخته رسم وجود دارد.

چرخه‌ی حیات گلوگاهی یک پیامد ثانویه نیز دارد. «گاهشمار»ی ارائه می‌کند که می‌توان از آن برای نظم دادن به فرایندهای جنین‌شناختی استفاده کرد. در چرخه‌ی حیات گلوگاهی، هر نسل نو، کم وبیش یک رشته از رویدادهای یکسان را پشت‌سر می‌گذارد. موجود زنده ابتدا به صورت یک سلول زنده است. با تقسیم شدن سلول‌ها رشد می‌کند. با پخش سلول‌هایش تکثیر می‌شود. احتمالاً در نهایت می‌میرد و این آن‌قدرها که برای ما موجودات میرا مهم به نظر می‌رسد اهمیت ندارد. از دیدگاه این بحث، پایان چرخه‌ی زندگی وقتی است که موجود فعلی تولیدمثل کرده و نسل جدیدی شروع شده باشد. از جنبه‌ی نظری موجود زنده در هر زمانی طی دوران رشد خود می‌تواند تولیدمثل کند، ولی ما این انتظار را داریم که زمان مطلوبی برای تکثیر وجود داشته باشد. موجوداتی که وقتی خیلی کم‌سن یا خیلی پیرند تولیدمثل می‌کنند در نهایت زادگان کمتری خواهند داشت از آن رقیبانی که نیروی خود را جمع و سپس مقدار زیادی یاخته‌ی زایشی در اوج جوانی رها می‌کنند.

بحث به سمت این فکر قالبی پیش می‌رود که چرخه‌ی زندگی به‌طور منظم تکرار می‌شود. زندگی هر نسل نه فقط از گلوگاه یک تک یاخته شروع می‌شود

بلکه دوره‌ی رشد ــ دوران «کودکی» ــ آن مدت مشخص دارد. این مدت مشخص، در یک چارچوب معین، دوره‌ی رشد، فرصت را برای اینکه چیزهای خاصی در زمان‌های خاصی در طول رشد جنین رخ دهند فراهم می‌آورد، طوری که گویی بر اساس زمان‌بندی خاصی عمل می‌شود. در موجودات مختلف، به درجات متفاوت، تقسیم سلول‌ها در طی رشد توالی ثابت و خاصی را رعایت می‌کند، توالی خاصی که در هر تکرار از چرخه‌ی حیات دوباره صورت می‌گیرد. هر یاخته در برنامه‌ی تقسیم سلولی جایگاه و زمان حضور خاص خود را دارد. از قضا، در برخی موارد، این به‌قدری دقیق است که جنین‌شناسان می‌توانند به هر سلول نامی بدهند و یک سلول خاص در یک موجود زنده را نظیر سلول دیگر در موجود زنده‌ی دیگری بدانند.

بنابراین، شکل کلیشه‌ای چرخه‌ی رشد یک‌ساعت یا تقویم است که با آن می‌توان رویدادهای جنین‌شناختی را اندازه می‌گرفت. در نظر بیاورید ما چگونه از گردش روزانه‌ی و از چرخش سالانه‌ی زمین به دور خورشید برای شکل دادن و تنظیم زندگی‌مان استفاده می‌کنیم. به همین ترتیب آهنگ تکرار شونده‌ی رشد که چرخه‌ی حیات گلوگاهی تدارک دیده ــ و اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد ــ برای نظم و شکل دادن به جنین به کار می‌رود. در زمان‌های خاص، ژن‌های خاص فعال می‌شوند یا از فعالیت دست می‌کشند، زیرا گاهشمار گلوگاهی/ چرخه‌ای رشد به آنها چنین برنامه‌ای را اعلام کرده است. چنین برنامه‌ریزی‌های هماهنگی برای فعالیت ژن‌ها پیش نیاز هر تکامل جنینی جهت تولید بافت‌ها و اعضای پیچیده است. ظرافت و پیچیدگی چشم عقاب یا بال پرستو را بدون داشتن برنامه‌ی دقیق زمانی برای صورت گرفتن مراحل مختلف نمی‌توان انتظار داشت.

سومین پیامد چرخه‌ی حیات گلوگاهی به ژن مربوط می‌شود. در اینجا باز از تُنگ‌خزه[1] و هرزگیاه[2] استفاده می‌کنیم. باز هم برای ساده کردن کار، با فرض اینکه این دو گیاه تولیدمثل غیرجنسی دارند، درباره‌ی تکامل آنها می‌اندیشیم. تکامل به تغییرات ژنی یعنی جهش نیاز دارد.

در هر تقسیم ژنی ممکن است جهش صورت گیرد. در هرزگیاه، دودمان

1. bottle 2. splurge weed

سلول‌ها جلوخانی[1]اند، در مقابل گلوگاهی. در هر شاخه‌ای که مـی‌شکند و جـدا می‌شود تعداد زیادی سلول هست. بنابراین کاملاً محتمل است که دو سلولی که در یک شاخه‌ی جدیدند، نسبت به هم خویشاوندان دورتری باشند تا نسبت به سلول‌هایی که در شاخه‌ی اصلی قرار دارند. (منظورم از «خویشاوندان»، نوه‌ها و غیره است. سلول‌ها سلسله‌ی مشخصی دارند که شاخه شاخه می‌شود، بنابراین واژه‌ای مثل نسل دوم عموزاده (نوه عمو) را می‌توان بـدون عـذرخـواهـی بـرای سلول‌های بدن به کار برد.) در اینجا تُنگ‌خزه کـاملاً بـا هـرزگیاه فـرق دارد. در تنگ‌خزه همه‌ی سلول‌های یک گیاه جدید، زادگان یک تک‌یاخته‌ی زایشی‌انـد، بنابراین همه‌ی سلول‌های یک گیاه خاص نسبت بـه هـم عـموزادگـان (یـا هـر خویشاوند دیگر) نزدیک‌ترند تا به هر سلولی در یک گیاه دیگر.

تفاوت بین این دوگونه گیاه از نظر ژنی پیامدهای مهمی دارد. سرنوشت یک ژن تازه‌ی جهش یافته را، ابتدا در هرزگیاه و سپس تُنگ‌خزه در نظر می‌آوریم. در هر شاخه‌ی هرزگیاه ممکن است جهشی در یک سلول رخ دهد. زیرا گیاه جدید از طریق جلوخان راه پیدا شده، زادگان آن سلول جهش یافته می‌توانند خـود را در گیاه جدید و کنار گیاه اصلی با سلول‌های جهش نکرده که اقوام نسبتاً دوری‌اند ببینند. برعکس در تنگ‌خزه‌ی ما نزدیک‌ترین جد مشترک همه‌ی سلول‌هایی که در یک گیاهند، از آن یاخته‌ی زایشی (اسپوری) که باعث پیدایش گیاه از طریق گلوگاهی شده، کهنسال‌تر نیست. اگر آن یاخته شامل ژن جـهش یـافته بـاشد، همه‌ی سلول‌های گیاه جدید دارای آن ژن جهش یافته می‌شوند. اگر آن یاخته چنین نباشد، آنـها چـنین نـمی‌شوند. سـلول‌های درون تُـنگ‌خزه از نـظر ژنـی هم‌شکل‌ترند تا سلول‌های هرزگیاه (که کم وبیش در یک جهش برگشتی[2] با هم تفاوت دارند). در تنگ خزه هر گیاه تک واحدی است با هویت ژنی منحصر به خود، که شایسته این است آن را یک فرد بنامیم. گیاهان هـرزگیاه از نـظر ژنـی هویت کمتری دارند، و نسبت به همتاهایشان در تنگ‌خزه.» کمتر به عنوان یک «فرد» شناخته می‌شوند.

این فقط بازی با کلمات نیست. علی‌رغم جهش، هـمه‌ی سـلول‌های درون

---

1. broad - fronted 2. reverse mutation

هرزگیاه منافع ژنی یکسانی ندارند. در سلول هرزگیاه هر ژن در پی این است که با بیشتر کردن سلول خود به منافعی دست یابد. لزوماً در پی این نیست که با تکثیر کل آن گیاه به منافعی برسد. جهش این احتمال را که سلول‌های درون یک گیاه از نظر ژنی مانند هم باشند کم می‌کند. بنابراین، این‌طور نیست که آنها همه با هم برای ساختن اعضا و گیاه جدید همکاری کنند. انتخاب طبیعی بیشتر از میان سلول‌ها صورت می‌گیرد تا از میان «گیاه‌ها». از آن طرف در تنگ خزه، احتمالاً همه‌ی سلول‌ها از نظر ژنی یکسانند، برای اینکه فقط با جهش‌های اخیر تقسیم شده‌اند. بنابراین آنها با کمال میل در ساختن ماشین بقاهای کارآمد دست به دست هم می‌دهند. احتمال اینکه سلول‌های گیاه‌های متفاوت، ژن‌های متفاوت داشته باشند بیشتر است. به این دلیل که سلول‌هایی را که از گلوگاه‌های متفاوت گذشته‌اند نمی‌توان با چیزی جز جهش‌های اخیرشان تشخیص داد (و این یعنی اغلب آنها) بنابراین، انتخاب از میان هرزگیاهان رقیب صورت می‌گیرد نه از میان سلول‌های درون آنها به این ترتیب، ما انتظار داریم شاهد تکامل عضوها و تمهیداتی باشیم که در خدمت کل گیاه هستند.

به هر حال، مخصوصاً برای آنها که به‌طور حرفه‌ای به این موضوع توجه نشان می‌دهند، در اینجا قیاسی با بحث انتخاب گروه در کار است. ما می‌توانیم یک موجود زنده را یک «گروه» سلول در نظر بگیریم. صورتی از انتخاب گروه می‌تواند کارآمد باشد، اما به این شرط که ابزاری برای افزایش نسبت تنوع بین گروهی به تنوع درون گروهی پیدا کنیم. روش تکثیر تنگ خزه دقیقاً افزایش این نسبت است؛ وضعیت هرزگیاه درست برعکس است. البته شباهت‌هایی بین روش «گلوگاهی» و دو نظر دیگری که در این فصل مطرح شد، وجود دارد که ممکن است روشنگر باشد اما من وارد آنها نمی‌شوم. یکی از آن دو نظر این بود که انگل با میزبان همکاری می‌کند تا جایی که ژن‌هاشان در یک سلول مشترک، با گذشتن از یک گلوگاه مشترک، به نسل بعد منتقل می‌شود. و نظر دیگر، اینکه سلول‌های بدنی که به‌صورت جنسی تکثیر می‌شود، فقط به این خاطر که تقسیم میوزی در آنها کاملاً بی‌طرفانه است با هم همکاری می‌کنند.

در مجموع، ما سه دلیل داشتیم برای اینکه چرا چرخه‌ی زندگی گلوگاهی باعث پیدایش موجود زنده‌ای به صورت یک ماشین بقای مشخص و یکپارچه

می‌شود. این سه را می‌توان به ترتیب «برگشت به تخته رسم»، «چرخه‌ی زمانی منظم» و «هم‌شکلی سلولی» نام گذاشت. اول کدام اینها پیدا شدند، چرخه‌ی زندگی گلوگاهی یا موجود زنده‌ی واحد؟ تمایل من به این است که فکر کنم هردو با هم پیدا شدند. درواقع شک دارم مشخصه‌ی معرف یک موجود زنده واحدی باشد که با یک سلول گلوگاهی آغاز و پایان می‌پذیرد. اگر چرخه‌ی حیات گلوگاهی شود، به نظر می‌رسد چیزهای زنده محکوم به این خواهند بود که درون بسته‌های مجزا و منحصر به خود موجودات زنده باشند. و هرچه آن چیزهای زنده در ماشین بقاهای جدا جدایی بسته‌بندی شوند، سلول‌های آن ماشین‌های بقا بیشتر تلاش خود را متمرکز می‌کنند بر طبقه‌ی خاصی از سلول‌هایی که قرار است ژن‌های مشترک‌شان را از طریق گلوگاه به نسل بعد برسانند. این دو پدیده، چرخه‌ی گلوگاهی و موجودات مجزا، پا به پای هم پیش می‌روند. با تکامل یکی، آن دیگری تقویت می‌شود. به‌صورت متقابل یکدیگر را تقویت می‌کنند، مانند گردش و انتقال احساسات یک زوج در جریان یک معاشقه.

رخنمون گسترش‌یافته یک کتاب طولانی است و نمی‌شود بحث‌های آن را در یک فصل فشرده کرد. من مجبور شدم اینجا از یک سبک فشرده، نسبتاً شهودی و حتی حسی کمک بگیرم. امیدوارم موفق شده باشم اصل مطلب را بیان کنم.

اجازه بدهید با یک بیانیه‌ی کوتاه، بیان خلاصه‌ای از حیات، از دیدگاه ژن خودخواه/رخنمون گسترش یافته، کار را به پایان برسانم. از این منظر این مطلب در مورد هر موجود زنده «در هر جای جهان» صادق است. واحد بنیادی، یعنی محرک اصلی کل حیات، همتاساز است. یک همتاساز چیزی است در جهان که نسخه‌هایی از آن ساخته شود. با تصادفی کنار هم قرار گرفتن ذرات ریزتر. همتاسازها ابتدا به‌طور اتفاقی در جهان پیدا شدند، بعد از اینکه همتاساز پیدا شد، توانست مجموعه‌ی بی‌نهایت بزرگی از نسخه‌های خودش را تولید کند. اما چون هیچ فرایند نسخه‌برداری بی‌نقص نیست، جمعیت آن همتاسازها شامل تنوعاتی است که با هم فرق دارند. بعضی از آن انواع متفاوت توان تکثیر خود را از دست می‌دهند و بعد از بین رفتنشان، نوعشان هم از بین می‌رود. عده‌ای دیگر همچنان همتاسازی می‌کنند، ولی با کارایی کمتر و باز انواع دیگری هستند که خود را در این کار تردست‌تر می‌بینند: آنها نسبت به نسل‌های قبل و هم‌عصران

خود همتاسازهای بهتری‌اند، و زادگان اینهایند که در جمعیت فراگیر می‌شوند. با گذشت زمان، جهان پُر از همتاسازهای پرقدرت و خلاق می‌شود.

به‌تدریج راه‌های بیشتر و دقیق‌تری برای اینکه همتاساز خوبی باشند کشف می‌شود. همتاسازها به زندگی ادامه می‌دهند، این نه تنها به خاطر ویژگی‌های ذاتی خود آنها، بلکه به خاطر اثری است که بر جهان می‌گذارند. این اثرگذاری ممکن است به صورت غیرمستقیم باشد. تنها چیز لازم این است که سرانجام آن تأثیرها، هر قدر هم راه دور و دراز و پرپیچ‌وخم و غیرمستقیمی را پشت سر گذارند، به خود همتاساز برگردند و بر موفقیت او در همتاسازی تأثیر گذارند.

موفقیت یک همتاساز در جهان بستگی به این دارد که آن جهان چگونه جهانی باشد ــ یعنی به شرایط از قبل موجود بستگی دارد. از میان مهم‌ترین شرایط موجود، یکی همتاسازهای دیگر و تأثیرهای آنهاست. مانند آن پاروزن‌های انگلیسی و آلمانی، همتاسازانی که متقابلاً منافع یکدیگر را تأمین کنند هرکدام در جایی که دیگری حضور داشته باشد، فراگیر خواهد شد. در زمانی طی تکامل حیات در کره‌ی ما، دارودسته‌ای از این همتاسازهایِ متقابلاً سازگار شروع کردند به متشکل شدن از محمل‌های جدا جدا ــ سلول، و بعد، بدن‌های پرسلول. محمل‌هایی که با تمهید از چرخه‌ی زندگی گلوگاهی تکامل یافتند، پیشرفت کردند و مستقل‌تر و متحرک‌تر شدند.

این بسته‌بندی چیزهای زنده در محمل‌های جداگانه آن‌چنان مشخصه‌ی غالب و فراگیری شد که وقتی زیست‌شناسان وارد صحنه شدند و چگونگی شروع حیات را مورد سوآل قرار دادند، بیشتر سوآلشان درباره‌ی محمل‌ها ــ موجودات زنده‌ی جدا جدا ــ از هم بود. ابتدا موجود زنده‌ی منفرد وارد آگاهی زیست‌شناس شد، و او آن همتاسازها را ــ که حالا نامشان را ژن گذاشته‌ایم ــ بخشی از ماشین‌آلاتی در نظر آورد که موجود زنده به کار گرفته است.

تلاش ذهنی زیادی لازم است تا زیست‌شناسی دوباره به مسیر درست بیفتد، و به خودمان بگوییم، هم از نظر اهمیت، هم از نظر تاریخچه همتاسازها مقدمند.

یک راه برای دادن این تذکر به خودمان این است که در نظر آوریم، حتی امروز، این‌طور نیست که اثر رخنمونی ژن به آن تک بدنی که در آن نشسته

محدود باشد. یقیناً چه در اصول، و چه در واقعیت، دامنه‌ی تأثیرات ژن از قالب هر تک‌بدن فراتر می‌رود و چیزهای جهان اطراف آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بخشی از جهان بیرون، جهان بی‌جان و بخشی از آن دنیای زنده است، که با آن فاصله‌ی زیادی دارد. با کمی قوّه‌ی تجسم، می‌توانیم ژن‌ها را در مرکز شبکه‌ی پرتشعشع نیروی رخنمون گسترش‌یافته ببینیم. و هر شیء در جهان، مرکز همگرایی تأثیرات شبکه‌ی ژن‌های بسیاری است که در موجودات زنده‌ی گوناگونی قرار دارند. دامنه‌ی گسترده‌ی تأثیرات ژن حد و مرز ندارد. سراسر دنیا پر از خطوط متقاطع و درهم برهمی است که یک سرشان به ژن‌ها و سر دیگرشان به اثرهای رخنمونی دور و نزدیک آنها وصل است.

یک واقعیت دیگر، مهم‌تر از آنکه بتوان اتفاقی‌اش دانست ولی هنوز در نظریه نمی‌توان آن را اجتناب‌ناپذیر نامید، این است که این خطوط دسته دسته شده‌اند. این‌طور نیست که همتاسازها آزادانه در دریا پخش باشند؛ آنها درون بسته‌های بزرگی کنار هم قرار دارند ــ درون بدن موجودات زنده ــ و پیامدهای رخنمونی به جای اینکه به‌صورت یکنواخت در سراسر جهان پخش باشند، در بسیاری موارد درون بدن‌ها به هم چسبیده‌اند. اما بدن‌های جدا جدا، که برای ما بر روی این کره چیز بسیار آشنایی است، ممکن بود وجود نداشته باشد. تنها چیزی که وجودش برای احراز حیات در هر کجای جهان ضروری است، همان همتاساز همیشه زنده است.

پی‌نوشت‌ها

یادداشت‌های زیر درباره‌ی یازده فصل چاپ اول کتاب است.

فصل یکم
ما از کجا آمده‌ایم؟

ص ۱... همه‌ی تلاش‌های مربوط به پیش از ۱۸۵۹ برای پاسخ دادن به این سوآل، حالا دیگر اعتباری ندارد... .

این نقل قول از سیمون برای خیلی‌ها، حتی آنها که مذهبی نبوده‌اند، ناگوار بوده است. این را قبول دارم که وقتی یار اول خوانده شود، خیلی دور از فرهنگ و ناپخته و مغرضانه به نظر می‌رسد، کمی مثل جمله‌ی هنری فورد است که، تاریخ کم و بیش حرف مفت است؛ اما، جدا از پاسخ باورمندان به آن (آن را می‌دانم و بهتر است به کار خودم بپردازم) واقعاً پاسخ‌هایی که پیش از داروین بود به سوآل‌های «انسان چیست؟»، «آیا حیات معنادار است؟» و «چرا اینجا هستیم» داده شده آیا غیر از جنبه‌ی تاریخی ارزشی دارند؟ در مورد بعضی چیزها می‌گوییم کاملاً اشتباه است و این دقیقاً در مورد پاسخ‌های قبل از ۱۸۵۹ به آن سوآل‌ها صدق می‌کند.

ص ۲... من از اخلاقیاتی که بر مبنای تکامل باشد جانبداری نمی‌کنم.

بعضی منتقدان به‌اشتباه تصور کرده‌اند ژن خودخواه از اصلِ خودخواه بودن طرفداری می‌کند و ما باید آن‌طور زندگی کنیم! عده‌ای دیگر، که احتمالاً فقط عنوان کتاب را خوانده‌اند و به دو صفحه اولش نرسیده‌اند، فکر کرده‌اند من می‌گویم، چه بخواهیم چه نخواهیم، خودخواهی و دیگر رفتارهای رذیلانه جزءِ لاینفک سرشت ماست. اگر تصور ما بر این باشد که «جبر» ژنی همیشگی، مطلق و تغییرناپذیر است، به‌راحتی ممکن است دچار این اشتباه شویم، چنانکه ظاهراً بسیاری شده‌اند. در واقع ژن‌ها در یک مفهوم تقریبی (صفحات ۳۷ تا ۴۰ را ببینید) در تعیین رفتار

نقش دارند. یک نتیجه‌گیری تقریبی این تعمیم کلی را به دست داده است که «اگر سر شب آسمان سرخ باشد، خوشا به حال چوپان.» شاید از روی واقعیت‌هایی که عملاً پیش آمده بتوان گفت که یک غروب سرخ خوشرنگ، خبر از هوای خوب روز بعد می‌دهد، اما ما زیاد نمی‌توانیم روی آن حساب کنیم. خوب می‌دانیم که آب و هوا به شکل بغرنجی تحت تأثیر عوامل مختلف است و هر پیش‌بینی در مورد آن ممکن است غلط از آب درآید. پیش‌بینی‌ها فقط از روی آماراند. این‌طور نیست که هر غروب سرخ رنگ قطعاً هوای خوب روز بعد را به دنبال داشته باشد. در مورد ژن هم این‌طور نیست که چیزی بی‌چون و چرا تعیین‌کننده باشد. به راحتی ممکن است تأثیر ژن‌های دیگر تأثیر ژنی را عوض کنند. برای بحث بیشتر درباره‌ی «صلاح ژن» و اینکه ریشه‌ی این سوءتعبیرها کجاست به فصل ۲ کتاب ***رخنمون گسترش‌یافته*** و به مقاله‌ی من «جامعه‌شناسی زیست: توفان نور در خانه‌ی مور» مراجعه کنید. مرا متهم کرده‌اند که می‌گوید انسان‌ها همه در اصل کانگسترهای شیکاگواند! منظور اصلی من از قیاس با کانگسترهای شیکاگو (در صفحه ۲) بی‌شک این بود:

> آدم می‌تواند در مورد شخصیت کسی که درباره‌ی شرایط زندگی و کامروا شدن او چیزهایی می‌داند، گمانه‌زنی‌هایی داشته باشد. این بحث ربطی به ویژگی‌های خاص آن کانگسترها ندارد. می‌توانستم از تشبیه به کسی که در کلیسای انگلستان مقام بالایی دارد یا از شخصی که به عضویت یک انجمن فکری بسیار معتبر رسیده استفاده کنم. در صورت این ژن بود که مورد مقایسه قرار گرفت نه آدم.
>
> در مقاله‌ای با عنوان «در دفاع از «ژن خودخواه» این موضوع و دیگر برداشت‌های لفظی خیلی نادرست را توضیح داده‌ام و نقل قول فوق را از آن برداشته‌ام.

باید اضافه کنم حاشیه‌روی‌های سیاسی در این فصل، باعث می‌شود خواندن دوباره‌ی آن در ۱۹۸۹ برایم مشکل باشد. جمله‌ی [نیاز به سرکوب کردن خودخواهی برای مانع شدن از نابودی کل گروه] را در سال‌های اخیر بارها به طبقه‌ی کارگر در بریتانیا تذکر داده‌اند. (ص ۸) مرا مثل اعضای حزب محافظه‌کار به نظر می‌آورد! در ۱۹۷۵، وقتی که این جمله نوشته شد، آن دولت سوسیالیستی که من برایش رأی جمع کرده بودم ناامیدانه با تورم ۲۳ درصد در مبارزه بود و آشکارا

نگران درخواست برای حقوق بیشتر بود. احتمالاً سخنم را از روی سخنرانی وزیر کار آن زمان برداشته بودم. اکنون که بریتانیا دولتی با اختیارات جدید دارد که رذالت و خودخواهی را تا جایگاه جهان‌بینی برکشیده است، به نظر می‌رسد سخن من تداعی نوعی پستی و جای تأسف است. منظور این نیست که حرف خود را پس بگیرم. کوته‌نگری خودخواهانه هنوز همان عواقب ناخوشایند را که گفتم دارد، اما من این روزها، اگر کسی در بریتانیا دنبال پیدا کردن کوتاه‌نگری خودخواهانه باشد، لازم نیست اول به طبقه‌ی کارگر رو کند. در واقع بهتر است اصلاً حاشیه‌روی‌های سیاسی را وارد کار علمی نکنیم، زیرا مشخص است که این امور خیلی زود کهنه می‌شوند. امروز وجود نیش و کنایه‌های از دور افتاده‌ی دانشمندان دارای آگاهی سیاسی در سال‌های ۱۹۳۰ ـ مثلاً، ج. ب. س. هالدین و لن سلوت هُگبن.. آشکارا از ارزش کارشان کاسته است.

ص ۵... **شاید حشره‌ی ماده با خوردن سر حشره‌ی نر اجرای عمل جنسی او را بهتر کند...** .

من بار اول وقتی از این واقعیت عجیب درباره‌ی حشرات ماده باخبر شدم که یکی از همکارانم درباره‌ی مگس کادیس یک سخنراین پژوهشی داشت. او گفت می‌خواست کادیس‌های آزمایشی زاد و ولد کنند ولی موفق نمی‌شد آنها را به جفت‌گیری وادارد. با شنیدن این موضوع، یک استاد حشره‌شناسی که در ردیف جلو نشسته بود، طوری با بد خلقی گفت «سرشان را نکندی؟» که انگار این طبیعی‌ترین کاری بود که باید صورت می‌گرفت.

ص ۱۱... **واحد اصلی انتخاب نه گونه است، نه گروه و نه حتی خود فرد، بلکه ژن است...** .

از زمانی که منشور انتخاب ژنی را نوشتم، درباره‌ی اینکه آیا امکان دارد **نوعی** انتخاب در سطحی بالاتر هم گاهی طی دوران طولانی تکامل رخ داده باشد اندیشیده‌ام همین جا باید اضافه کنم که وقتی می‌گویم «در سطحی بالاتر» منظورم اصلاً «انتخاب گروه» نیست. منظورم چیزی بسیار جالب‌تر و ساده‌تر از آن است. حالا احساسم این است که نه تنها بعضی موجودات زنده از بعضی دیگر بهتر باقی می‌مانند، بلکه کل یک طبقه از جانوران ممکن است بهتر از بقیه تکامل پیدا کنند. البته تکامل پیدا کردن که اینجا مورد نظر است همان تکامل قدیمی و آشنای ماست که از طریق انتخاب ژن‌ها پیش می‌رود. هنوز جهش‌ها، به خاطر اثری که

روی بقا و موفقیت در تولیدمثل افراد دارند در انتخاب‌ها مورد عنایت‌اند اما یک جهش کلی جدید در برنامه‌ی اصلی. چنین شناختی نیز می‌تواند دریچه‌ی نویی را برای بارش تکامل در میلیون‌ها سال آینده باز کند. برای چنین شناسائی که از تکامل حمایت می‌کنند شاید انتخابی در سطح بالاتر هم وجود داشته باشد: انتخابی به نفع تکامل‌پذیری. این نوع انتخاب حتی ممکن است انباشتی و بنابراین تدریجی به شیوه‌ای برخلاف انتخاب گروه باشد. این نظرها را در مقاله «تکامل و تکامل‌پذیری» بیان کرده‌ام، این مقاله را بیشتر با الهام از یک بازی کامپیوتری به نام ساعت‌ساز نابینا نوشتم که در آن جنبه‌های تکامل در یک برنامه‌ی کامپیوتری شبیه‌سازی شده بود.

فصل ۲
همتاسازها

ص ۱۴... این توضیح ساده شده‌ای که من [از منشأ حیات] ارائه می‌کنم احتمالاً زیاد دور از حقیقت نیست.

نظریه‌های بسیاری درباره‌ی منشأ حیات وجود دارد. من به جای اینکه به همه‌ی آنها بپردازم، فقط یکی را انتخاب کردم و در ژن خودخواه فکر اصلی آن را نشان می‌دهم. ولی نمی‌خواهم این تصور ایجاد شود که این تنها انتخاب یا بهترین آنهاست. در واقع، در ساعت‌ساز نابینا، عمداً یک نظریه‌ی دیگر را انتخاب کرده‌ام، نظریه‌ی خاکِ آ. ج. کایرنس اسمیت را. در هیچ‌کدام از این کتاب‌ها خودم را به یک نظریه‌ی خاص وابسته نکردم. شاید اگر کتاب دیگری می‌نوشتم فرصتی پیش می‌آمد که یک دیدگاه دیگر را شرح دهم، دیدگاه ریاضی ـ شیمیدان آلمانی، مانفرد ایگن و همکاران را. چیزی که همیشه سعی می‌کنم به آن توجه شود ویژگی‌های اسامی هر نظریه‌ی خوب درباره‌ی منشأ حیات است، در هر سیاره که باشد، که مهم‌ترین آنها مفهوم موجودات ژنی خود تکثیرکن است.

ص ۱۶... که باکره‌ای باردار شده... .

بعضی از آن افراد رنجیده‌خاطر که با ما مکاتبه کردند در مورد اشتباه در ترجمه‌ی «زن جوان» به صورت «باکره» در پیشگویی تورات پرسیده و از من جواب خواسته بودند. توهین به باورهای دینی کار خطرناکی است و من بنابراین بهتر است عذرخواهی کنم. ولی از این نظر جای خوشوقتی است که اغلب دانشمندان برای

نوشتن یک پی‌نوشت علمی واقعی خود را به‌اندازه‌ی کافی باگرد و خاک کتابخانه نمی‌آلایند. این نکته‌ای است که پژوهشگران انجیل به‌خوبی از آن آگاهند و بر سر آن بحث ندارند. واژه‌ی عبری almah بی‌تردید به معنی «زن جوان» است بدون اینکه مفهوم ضمنی دوشیزگی در آن باشد. اگر دوشیزه موردنظر بود به جای آن از واژه‌ی bethulah استفاده می‌شد. (واژه‌ی دارای ابهام maiden در زبان انگلیسی به‌سادگی نشان می‌دهد که چقدر راحت می‌شود از این معنا به آن دیگری پرید.) جهش وقتی رخ داد که در ترجمه‌ی **یونانی ماقبل مسیحیت** معروف به ترجمه‌ی هفتادنفری، به‌جای almah از parthenos (پارتنوس) استفاده کردند که به‌طور عادی معنی «دوشیزه» می‌دهد. مامتّی (Matthew)، (نه آن حواری و هم‌عصر مسیح، بلکه یک سیره‌ی‌نویس بسیار بعد از او) وقتی از قول اشعیا می‌گوید «اکنون همه‌ی کار تمام شده است، آنچه سخن ارباب ما از زبان رسول است که می‌گوید بنگر باکره‌ای بچه‌دار می‌شود و پسری می‌آورد و او را امانوئل می‌نامند باید تحقق پذیرد» (ترجمه‌ی نسخه‌ی مجاز)، به نظر می‌رسد چیزی را گفته که برداشت خود او از **هفتاد نفری است**. پژوهشگران دین مسیح داستان باکره زاده شدن مسیح را از الحاقات بعدی می‌دانند که احتمالاً کار پیروان یونانی‌زبان است برای محقق نمودن آنچه (به‌اشتباه) ترجمه شده بوده است. در روایت‌های جدید مثل **انجیل جدید انگلیسی** در اشعیا به‌درستی «زن جوان» آمده است. و در مامتی به همان ترتیب و به‌درستی «باکره» را حذف کرده‌اند، زیرا از روی یونانی ترجمه کرده‌اند.

ص ۱۹... **حالا به صورت مجموعه‌های بزرگی درون ربات‌های سنگین غول آسا...** .

این شاه بیت (یک زیاده‌روی نادر، باشد نسبتاً نادر) بارها و بارها شادمانه به عنوان گواه «جبر ژنی» افراطی من نقل شده است. بخشی از مشکل مربوط به برداشت رایج ولی نادرستی است که مردم از کلمه‌ی «ربات» دارند. مادر دوران طلایی الکترونیک هستیم و دیگر ربات‌ها آن موجودات آهنی و بی‌خاصیتی نیستند که نتوانند چیزی یاد بگیرند. آنها هوش و خلاقیت دارند. از قضا حتی در ۱۹۲۰ که کارل چاپک واژه‌ی «ربات» را ابداع کرد، منظورش موجودات ماشینی بود که دارای احساسات بشری، از قبیل عشق می‌شدند. کسانی که گمان می‌کنند ربات‌ها بنا بر تعریف «جبری»تر از انسان‌ها طراحی شده‌اند، درست متوجه نیستند (مگر اینکه اهل آیین خاصی باشند که در آن مدام این تصور حاکم است که انسان‌ها دارای موهبت اراده‌ی آزادند که ماشین‌های واقعی از آن محرومند). اگر، مثل اکثر منتقدان

قطعه «ربات‌های غول‌آسا»ی من، شما، پیرو آیین خاصی نیستید پس برای سوآل زیر چه پاسخی دارید.

اگر یک ربات، البته از نوع بسیار پیچیده، نیستید واقعاً چه هستید؟

من این موضوع را در *رخنمون گسترش‌یافته* ص ۱۷ـ۱۵ مورد بحث قرار داده‌ام.

این اشتباه با یک جهش «گفتاری» دیگر هم همراه شده است. همان‌طوری که به بنا به علم کلام لازم است مسیح از یک دوشیزه زاده شده باشد، به نظر می‌رسد بر اساس علم جن‌شناسی لازم است که هر معتقد به «جبر ژنی» باور داشته باشد کـه ژن‌ها تمام جنبه‌های رفتار ما را «کنترل» می‌کنند. من درباره‌ی هـمتاسازهای ژنـی نوشتم: «آنها ما را ساختند، بدن و ذهن‌مان را» (ص ۲۰). این را بسیار غلط نقل کردند (مثلاً رُز، کامین و لونتین در *نه در ژن‌های‌مان* (ص ۲۸۷)، و قبل از آن در یک مقاله‌ی تحقیقی توسط لونتین) به این صورت که «آنها ذهن و بدن ما را **کـنترل** مـی‌کنند. «(تأکید از من است). در متن آن فصل، به نظرم معلوم است که منظور من از ساختند» چیست و خیلی با «کنترل» فرق دارد. همه به راحتی متوجه‌اند که، در واقع ژن‌هـا چیزی را که ساخته‌اند کنترل نمی‌کنند با آن مفهومی که به عنوان «جبریت» مـورد انتقاد واقع شده است. هر بار که سقط جنین صورت می‌گیرد ما بدون تلاش (باشد، با تلاش نسبتاً کمی) از دستور آنها سرپیچی کرده‌ایم.

فصل سوم
مارپیچ‌های نامیرا

ص ۲۴... تقریباً غیرممکن است کار یک ژن را از ژن‌های دیگر جدا کنیم.

پاسخ من به معتقدان «ذره‌گرایی» ژنی در اینجا و همچنین در صفحه‌های ۷ـ۸۴ آمده است. در واقع این یک پیش‌دستی است نه یک پاسخ، چون قبل از آن انتقادها نوشته شده است! متأسفم از اینکه لازم شده است این‌طور کامل گفته‌ی خودم را نقل کنم، اما از قرار معلوم به‌راحتی بخش‌های مربوط به *ژن خودخواه* را می‌شود ندیده گرفت! مثلاً در گروه‌های مراقب و «ژن خودخواه» (در کتاب شصت پاندا) س. ج. گولد گفته است:

> برای جای مشخصی از ساختار بدن مثل کاسه‌ی زانویا نـاخن انگشت ژنـی وجود ندارد. نمی‌شود بدن را به اجزای ریزی تجزیه کرد و ساخت هر کدام را

به یک ژن نسبت داد. در ساخت بیشتر قسمت‌های بدن صدها ژن نقش دارند...

گولد در انتقادی از ژن خودخواه این را نوشته بود. ولی حالا به آنچه من نوشته بودم دقت کنید: (ص ۲۴):

ساختن یک بدن کاری دستجمعی و بسیار دقیق است طوری که غیرممکن است کار یک ژن را از ژن‌های دیگر جدا کنیم. هر ژن چند اثر متفاوت روی جاهای کاملاً مختلف بدن دارد. هر بخش بدن تحت تأثیر ژن‌های زیادی است و اثر هر ژن بستگی به تعامل آن با دیگر ژن‌ها دارد.

و باز (ص ۳۷).

هر قدر ژن‌ها در سفری که از میان نسل‌ها می‌کنند آزاد و مستقل باشند، در کنترلی که بر رشد جنین دارند آزادی و استقلال چندانی **ندارند**. آنها هم با یکدیگر و هم با محیط زیست خود همکاری و تعامل پیچیده و غیرقابل تفکیکی دارند. عباراتی مانند «ژن بلندی پا» یا ژن «رفتار ایثارگرانه» در کلام چیز راحتی است اما مهم این است که به معنای واقعی آنها پی ببریم. هیچ ژنی نیست که دست تنها پا بسازد، چه کوتاه چه بلند. ساختن پا حاصل کار دستجمعی چندین ژن است. تأثیر محیط بیرون را هم باید لحاظ کرد:

اصلاً در واقع پا از غذا ساخته می‌شود! اما شاید ژنی وجود داشته باشد، که **اگر شرایط دیگر یکسان باشد**، نسبت به عملکرد عامل خود در این مورد، پا را بلندتر کند.

من در پاراگراف بعدی با استفاده از قیاس اثر کود بر رشد گندم موضوع را بیشتر شرح دادم. از قرار معلوم گولد، پیشاپیش مطمئن بود که من یک ذره‌گرای خام دستم، که آن بخش‌های کتاب مرا که دقیقاً همان چیزهای مربوط به تأثیرات متقابل بود و خودش بعد بر آنها تأکید می‌کرد، ندیده گرفت.

گولد چنین ادامه داده است:

داکینز به یک استعاره‌ی دیگر نیاز دارد: ژن‌ها جلسه می‌گذارند، پیمان می‌بندند، برای امکان پیوستن به یک گروه ابراز احترام و محیط‌های احتمالی را برآورد می‌کند.

در قیاسی که با پاروزن‌ها داشتم (ص ۶ـ۸۶)، دقیقاً همان کاری را کرده بودم که

بعداً گولد توصیه کرد. نگاهی به قطعه‌ی مربوط به پاروزن‌ها هم بیندازید تا ببینید چرا گولد، با اینکه در موارد زیادی نظرمان مثل هم است، در تأکید بر اینکه انتخاب طبیعی به خاطر هماهنگی اجزاء، تأثیرات متقابل چندجانبه و دادن امتیازات موجود برمی‌گزیند یا رد می‌کند دچار اشتباه شده است. توضیح درست همکاری ژن‌ها این است:

> ژن‌های برگزیده «خوب» هستند، نه به این معنی که در خلأ و به تنهایی خوب‌اند؛ به این معنی خوب‌اند که در خزانه‌ی ژنی و در کنار ژن‌های دیگر خوب به شمار می‌آیند. یک ژن خوب باید با بقیه ژن‌هایی که در یک عمده بدن‌های متوالی با آنها همراه است سازگاری داشته و مکمل‌شان باشد.

من جواب کامل‌تری به نقدهای ذره‌گرایی ژنی در کتاب ***رخنمون گسترش‌یافته***، به ویژه در صفحات ۱۷ـ۱۱۶ و ۴۷ـ۲۳۹ نوشته‌ام.

ص ۲۸... **تعریفی را که من به کار می‌برم از ج. ث. ویلیامز قرض گرفته‌ام.**

واژه‌های خود ویلیامز در ***سازگاری و انتخاب طبیعی*** چنین‌اند:

من از اصطلاح ژن برای چیزی استفاده می‌کنم. که با بسامد قابل توجهی جدا و دوباره وصل می‌شود.

... ژن را می‌توان به صورت هر اطلاعات ارثی تعریف نمود که برای آن یک انتخاب موافق یا ناموافق وجود دارد که برابر با چند یا چندین برابر میزان تغییرات درونی است.

کتاب ویلیامز اکنون به حق و به‌طور گسترده یک اثر کلاسیک شناخته می‌شود و از نظر «زیست‌شناسان اجتماعی» و منتقدان زیست‌شناسی اجتماع به یک اندازه دارای اعتبار است. من فکر می‌کنم بدیهی است که ویلیامز هرگز خودش را مُدافع یک چیز جدید یا انقلابی در مورد «انتخاب‌گرایی ژن» به حساب نمی‌آورد، من هم در ۱۹۷۶ مانند او بودم. ما هر دو فکر می‌کردیم که فقط دوباره یک اصل بنیادی فیشر، هالدین و رایت، بنیان‌گذاران «نو داروینیسم» در سال‌های ۱۹۳۰ را مورد تأکید قرار داده‌ایم. با وجود این، شاید به خاطر زبان ما که انعطاف کافی ندارد، بعضی اشخاص، از جمله خود سِوال رایت ظاهراً نسبت به دیدگاه ما که «ژن واحد انتخاب است» اعتراض کرده‌اند. دلیل اصلی آنها این است که انتخاب طبیعی موجودات را می‌بیند، نه ژن‌های درون آنها را. پاسخ من به دیدگاه‌هایی مانند دیدگاه رایت در

رخنمون گسترش‌یافته آمده است، به ویژه در صفحات ۴۷ـ۲۳۸. جدیدترین نظرهای ویلیامز در مورد مسئله‌ی ژن به عنوان واحد انتخاب، در مقاله‌اش «دفاع از تقلیل‌گرایی در زیست‌شناسی تکاملی» مثل همیشه تأثیرگذار است. بعضی از فیلسوفان مثلاً د.ل. هول، ک. سیترانی و پ. کیچر و م. همپ و س. ر. مورگان هم اخیراً در روشن ساختن موضوع «واحدهای انتخاب» سهم چشمگیری داشته‌اند. جای تأسف است که بعضی فیلسوفان دیگر آن را مغشوش کرده‌اند.

ص ۳۴... هر فرد یک واحد ژنی فوق‌العاده بزرگ است و فوق‌العاده موقتی... .

به پیروی از ویلیامز، من در بحث‌هایم بیشتر نتیجه‌ی تقسیم میوزی را طوری کرده‌ام که موجود زنده نمی‌تواند نقش همتاساز را در انتخاب طبیعی داشته باشد. حالا می‌بینم این نیمی از ماجراست. نیمه‌ی دیگر رادر *رخنمون گسترش‌یافته* (ص ۹ـ۹۷) و در مقاله‌ام «همتاساز و محمل» شرح داده‌ام. اگر اثر تکه تکه شدن میوزی تمام ماجرا بود موجودی که به صورت غیرجنسی تولیدمثل می‌کند، مثلاً حشره‌ی چوب ماده[1]، یک همتاساز واقعی، یک نوع ژن فوق‌العاده بزرگ بود. اما اگر یک حشره‌ی چوب تغییر کند ــ مثلاً یک پا را از دست بدهد ــ آن تغییر به نسل‌های بعد منتقل نمی‌شود. فقط ژن‌ها به نسل بعد انتقال می‌یابند، چه در تولیدمثل جنسی چه غیرجنسی. بنابراین، همتاسازهای واقعی ژن‌ها هستند. در مورد یک حشره‌ی چوب غیرجنسی، کل ژنوم (مجموع تمام ژن‌هایش) یک همتاساز است. اما خود حشره چنین نیست. بدن یک حشره‌ی چوب به‌عنوان نسخه از روی بدن نسل قبل قالب‌گیری نشده است. آن بدن در هر نسل دوباره از یک تخم تحت نظارت ژنوم‌اش شروع به رشد می‌کند، و نسخه‌ای از ژنوم نسل قبلی است.

تمام رونوشت‌های چاپ شده از این کتاب مانند یکدیگرند. آنها کپی هستند ولی همتاساز نیستند. آنها کپی‌اند به این دلیل که همه از روی یک قالب نسخه‌برداری شده‌اند، نه به این دلیل که از روی هم نسخه‌برداری شده‌اند. و این‌طور نیست که دودمانی از نسخه‌ها را تشکیل دهند و بعضی کتاب‌ها جد بعضی دیگر باشند. ولی اگر از یک صفحه‌ی کتاب کپی بگیریم، بعد از آن کپی دوباره کپی بگیریم و از کپی آن کپی باز کپی بگیریم و همین‌طور ادامه دهیم، آن‌وقت دودمانی از نسخه‌ها را خواهیم داشت. در این دودمانِ صفحه‌ها، می‌توان رابطه‌ی اجداد/اخلاف را دید. اگر جایی در امتداد این رشته نقص جدیدی پیدا شود، آن نقص در همه‌ی

1. female stick - insect

اخلاف، ولی نه در اجداد، وجود دارد. یک چنین رشته‌ای از اجداد/اخلاف این ظرفیت را دارد که تکامل یابد.

به‌ظاهر، نسل‌های متوالیِ بدن‌های حشره‌ی چوب دودمانی از نسخه‌ها به نظر می‌آیند. اما اگر به‌طور آزمایشی در یک عضو این دودمان تغییری ایجاد شود (مثلاً پایی را قطع کنید)، این تغییر در آن دودمان ادامه پیدا نمی‌کند. برعکس، اگر شما به‌طور آزمایشی یکی از اعضای دودمان ژنوم آن را تغییر دهید (مثلاً با اشعه‌ی ایکس) این تغییر در آن دودمان ادامه می‌یابد. به این دلیل است که، برخلاف اثر تکه تکه کردن میوزی، می‌گوییم موجود زنده «واحد انتخاب طبیعی» ــ یک همتاساز واقعی ــ نیست. این یکی از مهم‌ترین نتایج این واقعیت قابل‌قبول همگان است که نظریه‌ی لامارکی توارث نادرست است.

ص ۴۰... **نظریه‌ی دیگری، از سر پیتر مداوار...** .

از من انتقاد کرده‌اند (البته نه خود ویلیامز، یا با دانش او) چرا این نظریه‌ی پیر شدن را به پی. بی. مداوار نسبت داده‌ام نه به جی.سی. ویلیامز. درست است که بسیاری از زیست‌شناسان، به ویژه در آمریکا، اغلب از طریق مقاله‌ی ۱۹۵۷ ویلیامز «چندگرایی[1]، انتخاب طبیعی، و تکامل پیریْ با این نظریه آشنا شده‌اند. همچنین درست است که بعد از طرح آن توسط مداوار، ویلیامز روی جزئیات آن کار کرد. با وجود اینها، نظر شخص من این است که مداوار جوهر اصلی این نظریه را در ۱۹۵۲ در کتاب **یک مسئله حل‌نشده در زیست‌شناسی**[2] و در سال ۱۹۵۷ در «**یکتایی افراد**»[3] بیان کرده است. باید اضافه کنم شرح و بسطی که ویلیامز به آن داد بسیار مفید بود زیرا لزوم مرحله‌ای را در آن آشکار می‌کند که مداوار به‌طور روشن بر آن تأکید نکرده بود. (اهمیت «چندگرایی» یا اثرهای چندین ژن). و. د. همیلتون اخیراً در مقاله‌اش «قالب‌بندی پیری توسط انتخاب طبیعی» بیشتر به این نوع نظریه پرداخته است. اتفاقاً، من نامه‌های جالبی از پزشکان دریافت کرده‌امد ولی فکر نمی‌کنم هیچ‌کدام‌شان به نظرهای من درباره‌ی «گول زدن» بدن در مورد سنی که در آن است، ایرادی وارد دانسته باشند (ص ۲ـ۴۱). این مفهوم هنوز برایم خیلی نامعقول نسیت، و اگر درست باشد، آیا از نظر پزشکی پراهمیت نیست؟

ص ۴۳... **فایده جنسیت چیست؟**

---

1. pleiotropy
2. An unsolved problem
3. The Uniqueness of Individual

مسئله فایده‌ی جنسیت هنوز مثل همیشه جالب است. با وجود نوشته‌های تفکربرانگیزی چون کتاب‌های ام.تی. گیسلن، جی. ث. ویلیامز، ج. می‌نارد اسمیت و یک مجموعه که مؤلف آن آرمی چود و بی‌لوین بوده‌اند. از نظر من در میان نظرهای نو از همه جالب‌تر نظریه‌ی انگلِ و. د. همیلتون است که جرمی چرفس و جان گریبین آن را به زبان غیرفنی درجنس نر مازاد شرح داده‌اند.

ص ۴۵... DNA اضافی... یک انگل، یا به عبارت بهتر یک مسافر اضافی است... (صفحات ۲۶۳ و ۲۶۴ را هم ببینید)

این پیشنهاد من که آن مازاد DNA ترجمه نشده ممکن است انگل منفعت‌جویی باشد را زیست‌شناسان مولکولی گرفتند و بسط داده‌اند. (نگاه کنید به مقاله‌ای از اُرتگا و کریک، و دولیتل و ساپینتا) با عنوان «DNA خودخواه». س. ج. گولد در دندان مرغ و انگشت پای اسب هشدار (به من!) داده است که با وجود ریشه‌های تاریخی DNA خودخواه «نظریه‌های ژن خودخواه و DNA خودخواه در ساختار توضیحی که آنها را پرورده است نمی‌توانند چندان تفاوتی داشته باشند.» از نظر من استدلال او نادرست ولی گیراست. که از قضا، او هم این صداقت را داشته که به من بگوید معمولاً خود او هم همین نظر را در مورد استدلال‌های من دارد. بعد از مقدمه‌ای بر «تقلیل‌گرایی» و «سلسله‌مراتب» (که، طبق معمول، از نظر من نه گیراست نه اشتباه) چنین ادامه می‌دهد:

> بسامد ژن خودخواه داکینز رو به افزایش است زیرا با تأثیری که بر بدن می‌گذارد در تلاش برای بقا به آن کمک می‌کند. بسامد DNA خودخواه به دلیلی کاملاً برعکس زیاد می‌شود ـ به این دلیل که هیچ اثری بر بدن ندارد...

من متوجه‌ی تمایز مورد نظر گولد هستم، اما نمی‌توانم آن را یک تمایز عمده محسوب کنم. برعکس، هنوز DNA خودخواه را مورد خاصی از کل نظریه‌ی ژن خودخواه می‌دانم که دقیقاً چگونگی پیدا شدن اولیه‌ی تصور DNA خودخواه است. (این نکته را که DNA خودخواه یک مورد خاص است شاید در صفحه‌ی ۱۸۲ این کتاب واضح‌تر ببیند نسبت به نقل قولی که در صفحه‌ی ۴۵ از دولیتل، ساپینتا و ارتگا و کریک آمده است. ولی دولیتل و ساپینتا به جای «DNA خودخواه» در عنوان‌شان «ژن خودخواه» را آورده‌اند.) بگذارید با استفاده از قیاس زیر پاسخ گولد را بدهم. بسامد ژن‌هایی که باعث می‌شوند زنبورها راه ـ راه زرد و سیاه داشته باشند، به

این دلیل زیاد می‌شود که این طرح رنگ («هشداردهنده») به‌شدت مغز حیوانات دیگر را تحریک می‌کند. بسامد ژن‌هایی که باعث طرح‌های راه‌راه زرد و سیاه در ببر می‌شوند «دقیقاً به دلیلی عکس آن» است. به این دلیل که این طرح رنگ (نامشخص) در شرایط آرمانی اصلاً مغز حیوانات دیگر را تحریک نمی‌کند. در واقع، در اینجا تمایزی وجود دارد قابل قیاس (در یک سطح سلسله‌مراتبی دیگر!) با تمایز گولد، ولی این یک تمایز ظریف در جزئیات است. نمی‌خواهیم ادعا کنیم که این دو مورد «از نظر ساختار توضیحی که آنها را پرورده است متفاوت نیستند.» وقتی اورگل و کریک DNA خودخواه را با تخم فاخته مقایسه کردند، واقعاً به نشانه زدند: تخم فاخته با شباهت زیادی که به تخم میزبان دارد از زیر چشم در می‌رود.

از قضا، در آخرین ویرایش **فرهنگ انگلیسی آکسفورد** معنی جدید برای «خودخواه» آمده است به این صورت: «در مورد ژن یا مواد ژنی: تمایل به ادامه یا گسترش ولی بدون اثر بر رخنمون.» این تعریف فشرده‌ی بسیار خوبی از «DNA خودخواه» است و شاهد دوم آن واقعاً شامل DNA خودخواه است.

به هر حال، از نظر من، عبارت آخر آن «ولی بدون اثر رخنمون» بی‌مورد است. این احتمال وجود دارد که ژن‌های خودخواه بر رخنمون تأثیری نداشته باشند، اما بسیاری از آنها دارند. این بسته به فرهنگ‌نویس است و می‌تواند بگوید که قصدش محدود کردن معنا به آن «DNAهای خودخواهی» است که واقعاً هیچ اثر رخنمونی ندارند. اما شاهد اول آنکه برگرفته از کتاب **ژن خودخواه** است. ژن‌های خودخواهی را شامل می‌شود که اثر فنوتیپی دارند. ولی وای بر من اگر بخواهم به‌خاطر این افتخار که در **فرهنگ انگلیسی آکسفورد** آمده است بر آن خرده بگیرم!

من DNA خودخواه را در ***رخنمون گسترش‌یافته*** (ص ۶۴ـ۱۵۶) بیشتر شرح داده‌ام.

فصل چهارم
ماشین ژن

ص ۴۹... کارکرد مغز را می‌توان با کامپیوتر قیاس کرد.

این جمله‌ها منتقد فاقد قوه‌ی تخیل کافی را اذیت می‌کند. البته از این نظر که مغز از خیلی جهات با کامپیوتر فرق دارد، مثلاً طرز کار درون مغز با آن کامپیوتری که فناوری ما ساخته متفاوت است، حق با آنهاست. اما این به هیچ وجه از درستی جمله‌ی من مبنی بر اینکه آنها کارشان مشابه است، کم نمی‌کند. در واقع مغز، کامپیوتر سرخودی است که کار پردازش اطلاعات، بازشناسی الگوها، ذخیره‌ی کوتاه مدت و بلندت داده‌ها، تنظیم عملیات و مانند اینها را به عهده دارد.

حالا که پشت کامپیوتری می‌نشینیم، می‌بینیم خوشبختانه ــ یا متأسفانه، بستگی به دیدگاهمان دارد ــ گفته‌های من درباره‌ی آن تاریخ گذشته است. من نوشته‌ام (ص ۴۸) که فقط چند ترانزیستور را می‌شود درون یک جمجمه جا داد. ترانزیستورهای امروزی در مدارهای مجتمع[1] قرار دارند. امروز تعداد ترانزیستورهایی که در مغز جا شود سر به میلیاردها می‌زند. همچنین گفته‌ام (ص ۵۱) که کامپیوترهای شطرنج باز به سطح یک غیرحرفه‌ای خوب رسیده‌اند. اما امروز چه بسیارند برنامه‌های شطرنج که اکثر افراد، به جز بازیکن‌های واقعاً خوب، را شکست می‌دهند و قابل نصب روی کامپیوترهای ارزان‌قیمت خانگی‌اند. اینها استادان بزرگ شطرنج را به مبارزه می‌طلبند. مطلبی که از رایموندکین، گزارشگر شطرنج اسپکتاتور، در شماره‌ی ۱۷ اکتبر ۱۹۸۸ آن آمده به عنوان نمونه، نقل می‌شود.

> هنوز وقتی بازیکن مشهوری از کامپیوتر شکست می‌خورد جنجال به پا می‌شود، ولی شاید بعدها چنین نباشد. خطرناکترین هیولای فلزی که تاکنون مغز انسان را به چالش کشیده نام عجیب فکر ژرف[2] را بر خود دارد، که بی‌شک ادای احترامی است به داگلاس آدامس. آخرین شاهکار فکر ژرف در از میدان به در کردن رقبای انسانی، مسابقات آزاد قهرمانی آمریکا[3] در ماه اوت در بوستون بود. من هنوز از رتبه‌بندی کلی عملکرد فکر ژرف اطلاعی

---

1. Integrated circuits = IC
2. Deep Thought (DT)
3. US Open Championship

برای ارائه ندارم. تا براساس آن قضاوت کنیم در رقابت‌های سوئیس چه دستاوردی خواهد داشت، ولی شاهد برد قدرتمند او در مقابل یک کانادایی پرتوان، یعنی ایگور ایوانف بوده‌ام که یک‌بار کارپوف را شکست داده بود! خوب دقت کنید؛ شاید عاقبت شطرنج این باشد.

در اینجا بازی را حرکت به حرکت دنبال می‌کند. واکنش کین در برابر حرکت ۲۲ فکر ژرف چنین است:

حرکتی شگفت‌آور... هدف به میدان آوردن وزیر است... و این فکر موجب موفقیت سریعی می‌شود... نتیجه چشمگیر است... با پیشروی وزیر جناح وزیر سیاه را درهم کوبیده است.

پاسخ ایوانف به این حرکت را چنین توصیف می‌کند:

حرکتی نومیدانه که کامپیوتر به‌طور اهانت‌آمیزی آن را ندیده می‌گیرد... نهایت تحقیر، DT به باز پس گرفتن وزیرش اعتنایی ندارد. به‌جای آن در فکر حمله برای کیش و مات است... سیاه تسلیم می‌شود.

تنها فکر ژرف نیست که رقیب شطرنج‌بازان سطح بالای دنیاست. از نظر من اعجاب‌آورتر از آن زبان آگاهی بشر است که آن شخص منتقد باید از آن استفاده کند. فکر ژرف «به‌طور اهانت‌آمیزی» حرکت نومیدانه ایوانف را ندیده می‌گیرد. فکر ژرف را «تهاجمی» توصیف کرده‌اند. کین درباره‌ی ایوانف می‌گوید که امیدوار به نتیجه است، اما از لحن کلامش چنین بر می‌آید که به همان راحتی می‌تواند واژه‌ای مثل امیدوار را برای فکر ژرف هم به کار ببرد. من شخصاً در انتظار روزی هستم که یک برنامه‌ی کامپیوتری برنده‌ی مسابقات جهانی باشد. بشر یک درس فروتنی لازم دارد.

ص ۵۳... **تمدنی با فاصله‌ی ۲۰۰ سال نوری در صورت فلکی مراة‌المسلسله وجود دارد.**

کتاب **آ مثل آندرومدا**[1] و دنباله‌ی آن **پیشروی مراة‌المسلسله**[2] درباره‌ی اینکه آیا آن تمدن ناآشنا از **کهکشان** فوق‌العاده دوردست مراة‌المسلسله آمده است یا، آن‌طور

1. A for Andromeda 2. Andromeda Breakthrough

که من گفتم، از ستاره‌ای نزدیک‌تر در صورت فلکی مراةالمسلسله نظر یکسانی ندارند. در داستان اول، آن سیاره در فاصله‌ی ۲۰۰ سال نوری قرار دارد، جایی در کهکشان خود ما. ولی در کتاب بعدی، آن بیگانه‌ها در کهکشان مراةالمسلسله هستند که حدود ۲ میلیون سال نوری از ما دور است. خوانندگان کتاب در صفحه‌ی ۵۳ می‌توانند بنا به سلیقه‌ی خود به‌جای «۲۰۰»، «۲ میلیون» را بگذارند. در اصلِ قضیه‌ای که مورد نظر من است، تغییری ایجاد نمی‌شود.

فرد هویل، نویسنده‌ی گران‌قدر این هر دو رمان، یک ستاره‌شناس برجسته، ابرسیاه او از نظر من از جالب‌ترین داستان‌های علمی تخیلی است. بینش عمیق علمی او که بن مایه‌ی این داستان‌هایش است، تضاد زنده‌ای با سیل کتاب‌های جدیدترش دارد که با همکاری سی ویکراماسینگ نگاشته است. ارائه‌ی تصور نادرستی از داروینیسم (به عنوان نظریه‌ای کاملاً برمبنای اتفاق و انتقاد تند و گزنده‌ی آنها از شخص داروین کمکی به حدسیات در غیراین صورت جالب توجه (گرچه دوراز واقع)شان درباره‌ی منشأ بین ستاره‌ای حیات نمی‌کند.

ناشران باید این تصور غلط خود را تصحیح کنند که برجسته بودن پژوهشگر در یک رشته به معنی صاحب‌نظر بودن او در زمینه‌های دیگر نیز هست. و تا زمانی که این تصور نادرست به قوت خود باقی است، محقق‌های برجسته باید در مقابل سوءاستفاده از آن خویشتن‌داری به خرج دهند.

ص ۵۵... **راهکارها و فوت وفن‌های کلی زندگی...** .

صحبت کردن درباره‌ی حیوان، گیاه یا ژن طوری که گویی آگاهانه می‌دانند چگونه به بهترین وجه موفقیت خود را بیشتر کنند ــ مثلاً نرها را قماربازان اهل ریسک و ماده‌ها را سرمایه گذاران محتاط در نظر آوردن (ص ۵۶) ــ در میان زیست‌شناسان فعلی کاری عادی است. این یک شیوه‌ی ساده و راحت برای توضیح دادن است، مگر اینکه آنهایی که فاقد صلاحیت لازم برای درک استفاده از آنند بخواهند به کارش ببرند. یا آنهایی که صلاحیت‌شان زیادتر از آن است که متوجه آن شوند؟ برای مثال، من هیچ راهی برای سر در آوردن از نوشته‌ای در انتقاد از ژن خودخواه در مجله‌ی فلسفه ندارم. آن را شخصی به نام ماری میدگلی نوشته و جمله‌ی اول آن نشان می‌دهد، بقیه مطلب از چه قرار است:

ژن نمی‌تواند خودخواه یا غیرخودخواه باشد، همان طور که اتم نمی‌تواند حسود، فیل نمی‌تواند انتزاعی و بیسکویت نمی‌تواند فرجام گرا باشد. مقاله‌ی در

دفاع از ژن خودخواه من، در یکی از شماره‌های بعد آن مجله، جواب دندان شکنی است به این نوشته‌ی بسیار تند و زننده. به نظر می‌آید بعضی‌ها که بنا به تحصیلی که کرده‌اند بیش از ظرفیت‌شان فلسفه جذب نموده‌اند، نمی‌توانند این ابزار پژوهش را در جایی که لازم نیست به کار نبرند. به یاد گفته‌ی پی. بی. مداوار درباره‌ی جاذبه‌ی «فلسفه ـ افسانه» می‌افتم، برای خیلی‌ها که اغلب دارای ادبیات و علایق پژوهشی گسترده‌اند، آموزشی که دیده‌اند، فراتر از توانایی ذهن‌شان برای تحلیل امور است.

ص ۵۹... شاید وقتی آگاهی پیدا می‌شود که شبیه‌سازی جهان در مغز آن‌قدر کامل شده که مغز می‌خواهد، مدلی از خود نیز داشته باشد.

من موضوع شبیه‌سازی کردن جهان‌ها را در مغز در سخنرانی گیفوردم در ۱۹۸۸، «جهان‌های عالم صغیر»[1]، مورد بحث قرار داده‌ام. هنوز برایم روشن نیست که آیا بحث درباره‌ی مسئله‌ی مهم آگاهی می‌تواند به کمک ما بیاید یا نه، اما اعتراف می‌کنم به خوشنودیم از اینکه مورد توجه سرکارل پوپر در سخنرانی‌اش درباره‌ی داروین واقع شده بود. دانیل دنت فیلسوف درباره‌ی آگاهی نظریه‌ای دارد که به استعاره‌ی شبیه‌سازی در کامپیوتر عمق بیشتری می‌دهد. برای پی بردن به نظریه‌ی او باید دو مفهوم مربوط به دنیای کامپیوتر را بهتر درک کنیم. یکی مفهوم ماشین مجازی است و دیگری تمایز بین پردازشگرهای متوالی و موازی. باید اول اینها را توضیح دهم.

هر کامپیوتر یک ماشین واقعی است، سخت‌افزاری ست درون یک جعبه. ولی در هر زمان فرضی، در حال اجرای برنامه‌ای است که اجرای آن برنامه باعث می‌شود شبیه ماشین دیگری، یک ماشین مجازی، باشد. مدت‌ها چنین چیزی در مورد همه‌ی کامپیوترها صادق بود، اما کامپیوترهای جدید، «دوستِ کاربر»[2] شفافیت ویژه‌ای به آن داده‌اند. در زمان این نگارش، تقریباً همه قبول دارند که نبض بازار کاربرپسندی دردست اپل مکین تاش است. موفقیت آن مرهون رشته برنامه‌هایی به صورتی است، ماشین سخت‌افزاری را شبیه نوع دیگری از ماشین؛ یک ماشین مجازی با طراحی خاصی خود و متناسب با ذهن و دست بشر به نظر می‌آورند ـ ساز و کار چنین سخت‌افزاری، از قبیل کامپیوتر من، فوق‌العاده پیچیده است و سازگاری چندانی با فراست آدمی ندارد. آن ماشین مجازی که به Macintosh

1. Worlds in Microcosm
2. User - friondly

User Interface معروف است، در هر صورت یک ماشین است. مثل یک دستگاه صوتی دکمه‌هایی برای فشاردادن و کنترل اسلایدها دارد. ولی ماشین مجازی است. دکمه‌ها و اسلایدگردان‌ها پلاستیکی یا فلزی نیستند. به صورت تصویر روی صفحه‌اند؛ و آدم می‌تواند با حرکت یک انگشت مجازی روی صفحه آنها را بفشارد یا بلغزاند. ما به عنوان یک آدم این احساس را داریم که آن ماشین را کنترل می‌کنیم، زیرا عادت کرده‌ایم به اینکه با انگشت چیزهای دوروبرمان را جابه جا کنیم. من که برنامه‌های مفصلی نوشته‌ام و مدت ۲۵ سال با انواع کامپیوترهای دیجیتالی سر و کار داشته‌ام، می‌توانم تصدیق کنم که کیفیت کار با مکین‌تاش (یا نظایر آن) با همه‌ی تجربه‌هایی که از کامپیوترهای قبل از آن داشتم، متفاوت است. این برنامه چنان راحت و خوش‌دست است که انگار این ماشین مجازی بخشی از ادامه‌ی بدن خود آدم است. تا حد زیادی به آدم اجازه می‌دهد به‌جای مراجعه به راهنما از هوش عمومی خودش کمک بگیرد.

اکنون به آن موضوع زمینه‌ساز دیگری که درباره‌ی علم کامپیوتر باید بدانیم برمی‌گردیم، موضوع پردازشگرهای متوالی و موازی.[1] کامپیوترهای دیجیتال امروزی اغلب پردازشگرهای متوالی‌اند. آنها یک کارگاه اصلی برای محاسبه دارند و همه‌ی داده‌ها تنها از یک گلوگاه الکترونیکی عبور می‌کند و پردازش می‌شود. به دلیل اینکه بسیار سریع عمل می‌کنند، این تصور اشتباه در ما پیدا می‌شود که هم‌زمان چندکار را باهم انجام می‌دهند. یک کامپیوتر متوالی مثل استاد شطرنجی است که ظاهراً هم‌زمان با بیست حریف بازی می‌کند.

اما واقعیت این است که دور آنها می‌چرخد. برخلاف استاد شطرنج، کامپیوتر چنان سریع و بی‌صداگرد وظایف خود می‌گردد که هر انسانی که با آن سر و کار دارد به اشتباه می‌پندارد کامپیوتر توجه خاصی به شخص او دارد. در اصل کامپیوتر به‌طور متوالی و یکی یکی به کاربرانش توجه می‌کند.

اخیراً، در پاسخ به تقاضای سرعت سرسام‌آورتری در اجرا، مهندسان ماشین‌های هوشمند پردازشگر موازی را ساخته‌اند. یکی از آنها ابررایانه‌ی ادینبورو است، که چندی پیش به دیدارش نایل شدم. در این کامپیوتر ردیف‌هایی موازی شامل چند صد ریزتراشه[2]ی بسیار قوی وجود دارد که هر کدام از نظر توان معادل یک کامپیوتر روی میزی‌اند. این کامپیوتر مسئله‌ای را که به آن داده می‌شود می‌گیرد

1. Serial and parallel processors 2. Transputers

و طوری به بخش‌های کوچک‌تر تقسیم می‌کند که بشود آنها را جدا از هم بررسی کرد و آنها را به دسته‌هایی از ترانیده‌ها واگذار می‌کند. آن ترانیده‌ها آن بخش از مسئله را می‌گیرند، حل می‌کنند، پاسخ را تحویل می‌دهند و برای دریافت کار جدید اعلام آمادگی می‌کنند. در این زمان گروه دیگری از ترانیده‌ها در حال ارائه‌ی گزارش راه‌حل‌های خود هستند. به این ترتیب کل آن ابررایانه بسیار سریع‌تر از یک کامپیوتر متوالی معمولی به پاسخ نهایی می‌رسد.

گفتم یک کامپیوتر متوالی معمولی با گرداندن سریع توجه‌اش از کاری به کار دیگر، این تصور غلط را ایجاد می‌کند که یک پردازشگر موازی است. می‌توانیم بگوئیم یک پردازشگر موازی مجازی درون سخت‌افزار متوالی قرار دارد.

نظر دنت این است که مغز بشر درست عکس این کار انجام داده است. سخت‌افزار مغز اساساً موازی است، مثل آن کامپیوتر ادینبورو و نرم‌افزاری را اجرا می‌کند، طراحی آن به اشتباه تصور پردازش متوالی را در ما ایجاد می‌کند: یک ماشین مجازی پردازش متوالی بر آن ساختار موازی سوار است. از نظر دنت، مشخصه‌ی بارز تجربه‌ی درونی تفکر جویا، تو آگاهی، یکی بعد از آن یکی، «جیمز جویسی»[1] است.

او معتقد است بیشتر حیوانات از این تجربه‌ی متوالی محروم‌اند و مغزشان را مستقیماً در وضعیت اصلی پردازشگر موازی به‌کار می‌اندازند. بدون تردید مغز بشر هم برای بسیاری از کارهای روزمره‌ای که برای حفظ یک ماشین بقای پیچیده لازم است، مستقیماً از ساختارهای موازی‌اش استفاده می‌کند.

اما، علاوه بر آن، مغز انسان یک ماشین نرم‌افزار مجازی ساخته است که تصور فریبنده‌ی یک پردازشگر متوالی را شبیه‌سازی می‌کند. ذهن، با جریان متوالی آگاهی خود، یک ماشین مجازی است، که به شیوه‌ای کاربرپسند مغز را احساس می‌کند، درست همان‌طور که برنامه‌ی Macintosh User Interface به طرز خوشایندی با وجود کامپیوتر جسمانی محفظه خاکستری رو به رو می‌شود.

معلوم نیست چرا ما آدم‌ها ماشین متوالی مجازی لازم داریم، در حالی که گونه‌های دیگر بدون آن و تنها با دستگاه‌های ساده و موازی خود کاملاً قانع‌اند. شاید در مورد کارهای سخت اساساً یک حالت متوالی بودن وجود دارد که انسان

---

۱. به سبک زبان جیمز جویس نویسنده‌ی ایرلندی که پر از بازی‌های کلامی درون ذهن است.

وحشی باید به انجام آن تن در دهد. یا شاید دنت اشتباه می‌کند که از این نظر ما را از بقیه موجودات جدا می‌کند. او همچنین بر این باور است که ساخت آن نرم‌افزار متوالی تا حد زیادی یک پدیده‌ی فرهنگی است، ولی باز برای من معلوم نیست چرا ممکن است چنین باشد. اما باید اضافه کنم زمانی که این را می‌نویسم، مقاله‌ی دنت هنوز منتشر نشده و توضیح من بر اساس به یاد آوردن سخنرانی او درباره‌ی یاکوبسن در ۱۹۸۸ در لندن است. به خواننده توصیه می‌شود به توضیح خود دنت، وقتی منتشر شود، مراجعه کند نه به توضیحات من که یقیناً ناقص و آمیخته به نظرهای خودم ــ و احتمالاً با آب و تاب بیشتر ــ است.

نیکولاس همفری روان‌شناس هم فرضیه‌ی گیرایی دارد در مورد اینکه چگونه تکاملِ توانایی شبیه‌سازی ممکن است به آگاهی منجر شده باشد. همفری در کتابش، چشم درون[1]، وضعیت جالبی را پیش می‌کشد که در آن موجوداتی که مثل ما و شمپانزه‌ها بسیار اجتماعی‌اند، باید روان‌شناسان خبره‌ای باشند. مغز باید هم‌زمان بسیاری از جنبه‌های جهان را با هم در نظر گیرد و شبیه‌سازی کند. اما بیشتر جنبه‌های جهان از خود مغز ساده‌تر است. یک حیوان اجتماعی در جهان دیگر زیست می‌کند، جهان همسران، رقیبان، شریکان و دشمنان بالقوه. برای موفق بودن در چنین دنیایی، آدم باید بتواند با مهارت حرکت بعدی آنها را پیش‌بینی کند.

پیش‌بینی آنچه قرار است در آن جهان بی‌روح رخ دهد در مقایسه با پیش‌بینی چیزی که قرار است در دنیای اجتماع رخ دهد. قطعه‌ای از یک کیک است. روان‌شناسان دانشگاهی، که اساس کارشان علم است، در پیش‌بینی رفتار بشر مهارت چندانی ندارند. همراهان اجتماعی یک فرد با استفاده از حرکات ظریف ماهیچه‌های صورت و نشانه‌های دقیق دیگر، اغلب به‌طور حیرت‌آوری در خواندن ذهن و حدس زدن رفتار احتمالی بعدی او خبره‌اند. همفری معتقد است این مهارت «روان‌شناختی سرشتی» در حیوانات اجتماعی بسیار تکامل یافته است. تقریباً مانند یک چشم اضافی یا یک عضو پیچیده‌ی دیگر است. «چشم درون» عضو روان‌شناختی اجتماعی تکامل یافته‌ای است که درست مثل چشم بیرونی ما عضوی برای دیدن است.

استدلال همفری را تا اینجا قانع‌کننده می‌دانم. او در ادامه می‌گوید، آن چشم درون با خودنگری کار می‌کند. هر حیوان احساسات و عواطف درونی خود را ملاک

1. The Inner Eye

درک احساسات و عواطف دیگران قرار می‌دهد. کار آن عضو روان شناختی براساس خودنگری است. نمی‌دانم آیا این بحث می‌تواند در درک آگاهی به ما کمک کند یا نه، ولی به هر حال همفری یک نویسنده‌ی خوش‌قلم است و کتابش گیراست.

ص ۶۰... **ژن رفتار ایثارگرانه...** .

گاهی صحبت درباره‌ی ژن ایثارگری یا دیگر رفتارهای به ظاهر پیچیده، بعضی افراد را سردرگم می‌کند. آنها (به اشتباه) فکر می‌کنند که پیچیدگی رفتار باید به نحوی درون ژن جای داشته باشد. آنها می‌پرسند چگونه ممکن است تنها یک ژن برای ایثارگری وجود داشته باشد، در حالی که کار هر ژن فقط رمزگذاری یک پروتئین زنجیره است؟ اما صحبت از ژن چیزی فقط به این معنی است که تغییر در آن ژن باعث تغییر در یک چیز دیگر می‌شود. تنها یک تفاوت ژنی، که حاصل تغییر جزئیات مولکول‌های درون سلول است، باعث تغییر در فرآیندهای پیچیده‌ی جنینی و بنابراین مثلاً در رفتار می‌شود.

برای مثال، در پرندگان تنها دلیل یک رفتار پیچیده‌ی کاملاً نو، یک ژن جهش یافته برای ایثارگری برادرانه نیست. بلکه آن ژن جهش یافته فقط در یک الگوی رفتاری پیچیده‌ی از قبل موجود تغییر ایجاد می‌کند. محتمل‌ترین آغازگر این وضع رفتار پدر ـ مادرانه است. به‌طور معمول پرنده‌ها دارای ابزار عصبی پیچیده‌ای هستند که برای غذا دادن و مراقبت از بچه‌هاشان لازم است. این هم به نوبه‌ی خود طی چندین نسل تکامل کند و گام به گام از اجداد پیدا شده است. (از قضا، همه‌ی آنهایی که در قبول وجود ژنی برای مراقبت‌های برادرانه تردید دارند. اغلب ثبات نظر ندارند: چرا در مورد ژن مراقبت‌های پدر مادرانه، که به همان اندازه پیچیده است، شک نمی‌کنند؟)

الگوهای رفتاری از قبل موجود ــ در این مورد مراقبت پدر مادرانه ــ را می‌توان به صورت یک قاعده‌ی سردستی، مثل «به همه‌ی چیزهایی که در لانه جیغ و ویغ می‌کنند و دهان‌شان باز است، غذا بده» در نظر گرفت بعد ژن غذا دادن به خواهر یا برادر کوچک‌تر را می‌توان با در نظر گرفتن اینکه این قاعده پیش از موقع فعال شده، سر و سامان داد. پرنده‌ای که آن ژن برادری را به عنوان جهش جدید با خود دارد، به راحتی قاعده‌ی سرانگشتی پدر مادری را کمی زودتر از یک پرنده‌ی عادی فعال می‌کند. او به جیغ و ویغ و دهان باز چیزهایی که در لانه‌ی پدر و مادرش هستند ــ به خواهر و برادرهای کوچک‌ترش ــ توجه نشان می‌دهد، طوری که گویی آنها جیغ

و ویغ کن‌ها و دهان‌های باز لانه‌ی خودش ــ یعنی بچه‌هایش ــ هستند.

رفتار برادرانه، نه یک رفتار جدید و پیچیده‌ی تازه پیدا شده بلکه در اصل یک تغییر کوچک در زمانبندی رشد یک رفتار از قبل موجود است.

چون ما اغلب تدریجی بودن تکامل را فراموش می‌کنیم چنین تصورات اشتباهی پیدا می‌شودند، یادمان می‌رود که تکامل سازگارانه با ایجاد تغییرات کوچک و گام به گام در ساختارها یا رفتارهای از قبل موجود پیش می‌رود.

ص ۶۱... **زنبورهای بهداشتی.**

اگر اصل کتاب پانوشت می‌داشت، یکی را به توضیح اینکه نتیجه‌ی کار آن زنبورها چندان شسته رفته نیست، اختصاص می‌دادیم ــ همان‌طور که خود روتن بوهلر چنین کرده بود.

از تعداد زیاد پرگنه‌هایی که بنا به این نظریه نباید رفتار بهداشتی نشان می‌دادند یکی به صورت بهداشتی رفتار کرد. بر اساس گفته‌ی خود روتن بوهلر، ما نمی‌توانیم این نتیجه را ندیده بگیریم، بگذریم از اینکه چقدر به این کار تمایل داریم، اما ما داریم اساس فرضیه‌ی بهداشتی مان را بر داده‌های دیگری قرار می‌دهیم.

در آن پرگنه‌ی غیرمتعارف جهش یک توضیح احتمالی ولی نه چندان محتمل است.

ص ۶۳... **این رفتاری است که در کل می‌شود برچسب ارتباط را روی آن گذاشت.**

حالا احساس می‌کنم از اینکه ارتباط حیوانات را این‌طور در نظر بگیرم، راضی نیستم. من و جان کربس در دو مقاله استدلال کرده‌ایم که بیشتر علامت‌های حیوانات نه برای رساندن اطلاعات‌اند نه برای گول زدن، بلکه بیشتر برای **فریبکاری**‌اند. یک علامت وسیله‌ای است که یک حیوان با آن از نیروی ماهیچه‌ی حیوان دیگری استفاده می‌کند. آواز بلبل اطلاع دادن نیست، حتی اطلاع گول زننده رساندن هم نیست. یک خطابه‌ی پرتکلف و ترغیب‌کننده‌ی جادویی است. در ***رخنمون گسترش‌یافته*** این نوع استدلال‌ها به نتیجه‌ی منطقی خود می‌رسند و من بخشی از آن را به‌طور خلاصه در فصل ۱۳ این کتاب آورده‌ام. کربس و من چنین استدلال کرده‌ایم که آن علامت‌ها حاصل تاثیر متقابل چیزهایی‌اند که ذهن خوانی و فریبکاری می‌نامیم‌شان. یک رویکرد بسیار متفاوت به کل بحث علامت‌های حیوانی را عاموص صحاوی به دست می‌دهد. در یاد داشتی مربوط به فصل ۹، دیدگاه‌های صحاوی را فراتر از آنچه در چاپ اول این کتاب آمده، مورد بررسی قرار

می‌دهم.

فصل ۵
تهاجم: پایداری و ماشین خودخواه

ص ۶۹... راهبرد از تکاملی پایدار... (ESS).

حالا می‌خواهم مفهوم اصلی ESS را به صورت مختصر بیان کنم. هر ESS راهبردی است که در مقابل نسخه‌های خودش موفق عمل می‌کند. منطق زیربنایی آن این است که راهبرد موفق راهبردی است که در جمعیت فراگیر شود. بنابر این این حالت برایش وجود دارد که با نسخه‌هایی از خودش مواجه باشد. بنابر این در صورتی موفقیتش ادامه می‌یابد که در مقابل نسخه‌هایی از خودش عملکرد خوبی داشته باشد. این تعریف دقت ریاضی‌گونه‌ی تعریف مینارد اسمیت را ندارد و نمی‌تواند جایگزینی برای آن باشد چون تعریف کاملی نیست. ولی این برتری را دارد که به‌طور شهودی مفهوم اصلی ESS را یکپارچه می‌کند.

توجه به ESS اکنون در میان زیست‌شناسان بیشتر شده است، در مقایسه با آن زمان که این فصل را می‌نوشتم. خود مینارد اسمیت در کتابش، **تکامل و نظریه‌ی بازی‌ها** پیشرفت‌های تا سال ۱۹۸۲ را به صورت خلاصه شرح داده است. جفری پارکر، یکی دیگر از سردمداران پیشگام این رشته، شرح نسبتاً جدیدتری از آن را نوشته است. رابرت اکسلرود در کتابش **تکامل همیاری** از نظریه‌ی ESS استفاده کرده است، اما اینجا وارد آن نمی‌شوم، زیرا یکی از دو فصل جدید کتابم، آدم‌های خوب جلو اند، را تا حد زیادی به شرح کار اکسلرود اختصاص داده‌ام. بعد از چاپ اول این کتاب، نوشته‌های خودم درباره‌ی موضوع نظریه‌ی ESS مقاله‌ای با نام «راهبرد خوب یا راهبرد از نظر تکاملی پایدار» است و چند مقاله‌ی وابسته به هم درباره‌ی زنبورهای حفار[1] که توضیح‌شان در زیر می‌آید.

ص ۷۴... **تلافی جو از نظر تکاملی با ثبات از آب در می‌آید.**

متأسفانه این عبارت نادرست بود. اشتباهی در اصل مقاله‌ی مینارد اسمیت و پرایس وجود داشت و من آن را در این فصل تکرار کردم. حتی با این جمله‌ی نسبتاً نامعقول که تلافی جوی جسور تقریباً ESS است، کار را خراب‌تر کردم. (اگر

1. digger wasps

راهبردی تقریباً ESS باشد، دیگر ESS نیست و از بین رفتنی است). تلافی جو به ظاهر مانند ESS است زیرا، در جمعیت تلافی‌جوها، هیچ راهبرد دیگری که عملکرد بهتری داشته باشد، وجود ندارد. اما کبوتر به همان اندازه کارش خوب پیش می‌رود زیرا در جمعیت تلافی جوها، از نظر رفتار، از تلافی جو قابل تشخیص نیست. بنابر این کبوتر می‌تواند در آن جمعیت نفوذ پیدا کند. مسئله چیزی است که بعد از آن رخ می‌دهد. جی. اس. گیل و (عالیجناب، پدر) ال. جی. ایوز یک پویا نمای کامپیوتری ساختند که در آن تعدادی حیوان را به عنوان نمونه از میان شمار زیادی از نسل‌های تکاملی گذراندند. آنها نشان دادند که در این نمایش ESS واقعی مخلوط پایداری از عقاب و قلدر است. این تنها اشتباه نوشته‌های اولیه درباره‌ی ESS نیست که با این پویانمایی آشکار شده باشد. نمونه‌ی دیگر آن اشتباه خود من است که در یادداشت‌های فصل ۹ مورد بررسی قرار گرفته است.

ص ۷۵... **متأسفانه در حال حاضر دانش ما آن‌قدر نیست که رقم واقع‌بینانه‌ای را به این هزینه‌ها و سودهای مختلف که در طبیعت حاصل می‌شود، نسبت دهیم.**

حالا ما چند سنجش میدانی خوب برای سودها و هزینه‌ها در طبیعت داریم که در مدل‌های خاصی از ESS گنجانده شده‌اند. یکی از بهترین نمونه‌ها را زنبورهای طلایی حفار بزرگ در آمریکای شمالی به دست می‌دهد. زنبورهای حفار آن زنبورهای آشنای اجتماعی ظرف مربای پائیز ما نیستند که ماده‌هایی عقیم‌اند و برای پرگنه کار می‌کنند. هر زنبور حفار ماده مستقل است، و زندگی‌اش را صرف ساختن پناهگاه و غذا برای لاروهای پشت سر هم روان خود می‌کند. نوعاً هر ماده یک حفره‌ی دراز در زمین می‌کند که در قد آن یک اتاقک تو خالی است. بعد دنبال شکار ملخ‌های شاخ دراز[1] برای زنبور حفار طلایی بزرگ) راه می‌افتد. وقتی به یکی بربخورد، آن را نیش می‌زند تا بی‌حرکت شود. بعد آن را می‌کشد و درون حفره‌اش می‌برد. بعد از اینکه چهار پنج تا katydid را جمع‌آوری کرد، یک تخم روی توده‌ی آنها می‌گذارد و ورودی حفره را می‌بندد. آن تخم به کرم حشره تبدیل و از katydidها تغذیه می‌کند. اما نکته این است که این زنبور به جای کشتن طعمه، فقط آن را از حرکت می‌اندازد تا فاسد نشود و تازه و زنده زنده خورده شود.

همین شیوه‌ی خوفناک در زنبورهای هم‌خانواده‌ی دله زنبوران[2] بود که داروین را واداشت بنویسد: «نمی‌توانم بپذیرم که یک نیروی خیرخواه و پرقدرت با طرحی

1. katydid 2. ichneumonidue

قبلی ایکنومون‌ها را به این هدف بسازد که از بدن آب‌دزدک‌های زنده تغذیه کنند... .»
او می‌توانست به‌عنوان مثال به آن آشپز فرانسوی که خرچنگ را زنده زنده می‌پزد تا طعمش را از دست ندهد، اشاره کند. برمی‌گردیم به زندگی زنبور حفار ماده، که یک زندگی مستقل است ولی ماده‌های دیگر هم، گرچه مستقل، در همان محدوده کار می‌کنند و گاهی به جای اینکه زحمت کندن یک حفره را به خود بدهند، حفره‌ی کنده‌شده‌ی زنبور دیگری را اشغال می‌کنند.

دکتر جین بروکمان به‌نوعی معادل زنبوری جین گودآل است. او از امریکا آمد تا با هم در آکسفورد کار کنیم. با خودش یادداشت‌هایی مفصل از تقریباً همه‌ی رویدادهای زندگی دو گروه کامل از زنبورهای ماده آورده بود. یادداشت‌هایش به‌قدری کامل بود که می‌شد از روی آنها حساب زمان‌بندی هر تک زنبوری را به دست آورد. زمان یک امکان محدود است: اگر برای یک بخش از زندگی بیشتر وقت صرف کنی، برای بخش‌های دیگر کمتر باقی می‌ماند. آلن گرافن ما را با هم آشنا کرد و به ما یاد داد چگونه هزینه‌های زمانی و منافع تولیدمثلی را درست برآورد کنیم. ما از روی یک بازی انجام شده توسط زنبورهای ماده در جمعیت نیوهمپشایری‌ها به شواهدی برای یک ESS مخلوط واقعی رسیدیم، ولی نتوانستیم به چنین شواهدی در جمعیت دیگر، در میشیگانی‌ها، دست یابیم. کوتاه بگویم، زنبورهای نیوهمپشایر یا برای خود لانه حفر می‌کنند یا وارد لانه‌ی کنده شده‌ی زنبور دیگری می‌شوند. بنا به تعبیر ما، تصرف به نفع زنبورهاست، چون بعضی حفارها حفره‌ها را گذاشته و رفته‌اند و آن مکان باز قابل استفاده است. تصرف لانه به این صورت هزینه‌ای ندارد، اما تصرف‌کننده نمی‌داند، کدام لانه اشغال و کدام رها شده است.

او خطر می‌کند و چندین روز مشغول پرکردن دو جا می‌شود، در آخر ممکن است به خانه برگردد و ببیند درش مهروموم و همه‌ی زحمات او بر باد رفته است ـ فرد دیگری تخم خود را در آنجا گذاشته و خرمن او را درو کرده است. اگر در یک جمعیت تصرف کردن زیاد صورت بگیرد، تعداد حفره‌های موجود کم (double occupation) و احتمال اشغال بودن دوباره بیشتر و بنابر این حفر کردن به صرفه است. برعکس، اگر تعداد زیادی از زنبورها حفر بکنند، تعداد حفره‌های موجود زیاد و تصرف کردن به صرفه می‌شود. در جمعیت یک حد خاصی از تصرف می‌تواند تعیین‌کننده باشد. یعنی وضعیتی ایجاد کند که در آن منفعت کندن و تصرف کردن برابر شود. اگر بسامد تصرف‌هایی که عملاً وجود دارد پایین‌تر از آن بسامد

تعیین‌کننده باشد، انتخاب طبیعی تصرف را ترجیح می‌دهد، زیرا تعداد حفره‌های رها شده‌ای که وجود دارد زیاد است. اگر بسامد تصرفی که عملاً وجود دارد بالاتر از آن بسامد تعیین‌کننده باشد، حفره‌های موجود کم خواهد بود و انتخاب طبیعی به نفع حفاری عمل می‌کند. به این ترتیب تعادل در آن جمعیت حفظ می‌شود. شواهد مفصل کمّی حاکی از آنند که این یک ESS مخلوط واقعی است، برای هر زنبور کندن یا تصرف کردن وجود دارد، این‌طور نیست که جمعیت شامل مخلوطی از حفارها و اشغالگرهای حرفه‌ای باشد.

ص ۷۹... **شسته رفته‌ترین نمودی که من از این شکل عدم تقارن رفتاری می‌شناسم...** .

پژوهش آن. ب. دیویس روی حشره‌ی چوب خالدار[1]، نمایش واضح‌تری از پدیده‌ی «ساکن همیشه برنده است»[2] تین برگن را به‌دست می‌دهد. کارتین برگن قبل از اختراع نظریه‌ی ESS بود و تعبیر من از ESS در چاپ اول این کتاب بر مبنای **بازاندیشی** (hindsight) بود. دیویس مطالعه‌ی پروانه‌ی خود را در پرتو نظریه‌ی ESS به انجام رساند. او متوجه شد که پروانه‌های نر در ویتام وو، جایی نزدیک آکسفورد، دور لکه‌های نور آفتاب بر زمین می‌گردند. ماده‌ها جذب آن لکه‌های نور می‌شدند، به این ترتیب آن لکه‌ها موقعیت ارزشمندی داشتند، ارزش آن را داشتند که بر سرآن نرها باهم درگیر شوند. تعداد نرها بیشتر از تعداد لکه‌های نور بود و افراد مازاد در هر چتر پر برگ جنگل منتظر بخت خود می‌ماندند. دیویس نرها را می‌گرفت و یکی یکی رهایشان می‌کرد و به این ترتیب نشان داد که از دو پروانه آنکه زودتر در آن لکه‌ی نور رها شده بود، از طرف هردوی آن پروانه‌ها «مالک» آن قلمداد می‌شد. آنکه بعداً به آن لکه‌ی نور می‌رسید «مزاحم» محسوب می‌شد. بدون استثنا آنکه مزاحم بود فوراً شکست خود را پذیرفته، آنجا را به «مالک» واگذار می‌کرد. در یک آزمایش تعیین‌کننده‌ی نهایی، دیویس توانست طوری دو پروانه را بفریبد که هر یک از آن دو گمان کنند خودش «مالک» است و دیگری «مزاحم». و فقط در چنین وضعیتی بود که یک جنگ جدی طولانی در می‌گرفت. در همه‌ی این موارد، که من به خاطر ساده کردن قضیه آن را طوری شرح دادم که گویی فقط یک جفت پروانه وجود داشته ولی همواره یک نمونه‌ی آماری از جفت پروانه‌ها وجود داشت.

ص ۸۱... ESS **متناقض**.

اتفاق دیگری که می‌توان آن را نمونه‌ی یک ESS متناقض دانست، از نامه‌ی

---

1. Speckled wood butterflies
2. resident always wins

شخصی به نام آقای جیمزداسن به تایمز (لندن، ۷ دسامبر ۱۹۷۷) بر می‌آید: «چند سال است متوجه شده‌ام یک مرغ دریایی که از تیر دکل پرچم برای دیده‌بانی استفاده می‌کند، بدون استثنا برای هر مرغ دریایی دیگری که می‌خواهد روی آن دستگاه فرود بیاید جا باز می‌کند و این ربطی به اندازه‌ی آن دو پرنده ندارد.»

آشکارترین نمونه‌ی راهبرد متناقضی که من دیده‌ام در مورد خوک‌های اهلی درون جعبه اسکینر است. این راهبرد به همان مفهوم ESS پایدار است، اما بهتر است آن را DSS بنامیم (راهبرد از نظر رشدی پایدار[1]). زیرا در طول زندگی خود حیوان خود را آشکار می‌کند نه طی زمان‌های تکاملی. جعبه‌ی اسکینر ابزاری است که در آن حیوان یاد می‌گیرد برای تغذیه‌ی خود اهرمی را فشار دهد و بعد غذا به‌صورت خودکار از دریچه‌ای وارد شود. روان‌شناسان تجربی اغلب کبوتر یا موش کور را در جعبه‌های کوچک اسکینر می‌گذارند، آنها در آنجا خیلی سریع یاد می‌گیرند که برای دریافت غذا اهرم‌های کوچکی را فشار دهند. خوک‌ها هم همین را یاد می‌گیرند ولی در یک جعبه‌ی اسکینر بزرگ‌تر و با اهرمی که چندان ظریف نیست (چند سال پیش یک فیلم پژوهشی در این مورد دیدم که با به یاد آوردنش از خنده روده‌بر می‌شوم). ب.اِ. بالروین و ج. ب. میز در یک خوکدانی، خوک‌ها را تربیت کرده بودند اما ماجرا شکل دیگری داشت. دسته‌ی اهرم را در یک سر خوکدان گذاشته بودند و بخش غذادهنده در سر دیگر آن بود. به این صورت که خوک مجبور بود بعد از فشردن اهرم فوراً به آن طرف دیگر خوکدانی برود تا غذا گیرش بیاید و دوباره با عجله به طرف اهرم برود و همین‌طور تا آخر. در ظاهر قضیه اشکالی نیست، اما بالدوین و میز خوک‌ها را دوتا دوتا در آن دستگاه می‌گذاشتند. در این حالت این امکان وجود داشت که یک خوک از کار دیگری به نفع خود استفاده کند. خوکی که نقش «برده» را داشت از این طرف به آن طرف می‌دوید و دسته را فشار می‌داد، خوک ارباب کنار دریچه‌ی غذا نشسته بود و وقتی غذا از آن بیرون می‌آمد، می‌خورد. در واقع آن یک جفت خوک به یک وضعیت پایدار ارباب / برده می‌رسیدند، کار یکی تقلا و دویدن بود، دیگری بیشتر کارش خوردن بود.

حالا به تناقض آن می‌رسیم. از قرار معلوم برچسب‌های «ارباب» و «برده» من‌درآوردی‌اند. هروقت یک جفت خوک به وضعیت پایداری می‌رسیدند، آن خوکی که نقش «ارباب» یا سوءاستفاده‌کن، را داشت، در همه‌ی موارد دیگر زیردست

1. Developmentally Stable Strategy

بود. خوکی که برچسب «برده» را گرفته بود و همه‌ی کارها را انجام می‌داد، خوکی بود که در موارد دیگر معمولاً دست بالا را داشت. هرکس که با آن خوک‌ها از قبل آشنا بود، عکس این را حدس می‌زد و فکر می‌کرد که آن خوک مسلط باید ارباب باشد و بیشتر کارش خوردن باشد و خوک زیردست باید برده باشد که بیشتر تقلا کند و کمتر بخورد. این تناقض از کجا پیدا می‌شود؟ در صورتی که آن را در قالب پایداری راهبردها در نظر بگیریم، قابل حل است. فقط باید مفهوم پایدار بودن راهبرد را از دوره‌ی زمان‌های تکاملی به دوران رشد، یعنی به آن، مقیاس زمانی که در آن رابطه‌ی بین دو فرد شکل می‌گیرد، منتقل کنیم. این راهبرد که اگر مسلط هستی، کنار دریچه‌ی غذا بنشین، اگر زیردست هستی اهرم را به‌کار انداز، گرچه منطقی به نظر می‌رسد ولی چندان پایدار نیست. خوک زیردست بعد از اینکه اهرم را فشار داد، سریع می‌دود آن طرف ولی می‌بیند خوک مسلط پایش را جلوی ورودی غذا گرفته و نمی‌گذارد چیزی بیرون بیاید. خوک زیردست بعد از مدت کوتاهی از خیر فشردن اهرم می‌گذرد چون این رفتارش بدون پاداش است. اما حالا به عکس این راهبرد توجه‌کنید: «اگر مسلطی، اهرم را فشار بده، اگر زیردستی، کنار دریچه‌ی غذا بنشین» این راهبرد پایدار است، حتی اگر نتیجه‌ی متناقض آن این باشد که خوک زیردست به غذای بیشتر برسد. تنها چیز لازم این است که **مقداری** غذا برای خوک حاکم باقی مانده باشد، وقتی از آن سر خوکدانی می‌آید. همین که سر می‌رسد به‌راحتی خوک زیردست را هل می‌دهد و از دریچه دور می‌کند. تا وقتی که کمی غذا به عنوان پاداش باقی مانده باشد، این رفتار که فشردن اهرم و ناخواسته پرکردن شکم خوک زیردست است ادامه می‌یابد. به رفتار آن خوک زیردست هم که با تنبلی کنار دریچه غذا لمیده پاداش تعلق می‌گیرد. به این ترتیب کل راهبرد اگر مسلطی مثل یک «برده» رفتار کن، اگر زیردستی مثل «ارباب» رفتار کن به پاداش می‌رسد و بنابراین پایدار خواهد بود.

ص ۸۲... **نوعی سلسله مراتب حاکمیت (در جیرجیرک‌ها)**... .

تد بورک که در آن زمان دانشجوی فارغ التحصیل شده‌ی من بود، برای این نوع سلسله مراتب شبه حاکمیت به شواهد دیگری در جیرجیرک‌ها دست یافت. همچنین نشان داد جیرجیرک نری که کمی پیش با نر دیگری در جنگ بوده اکنون احتمال جفت شدنش با ماده‌ها بیشتر است. این را باید «اثر دوک مالبرو» نامید، از روی نکته‌ی زیر که در یادداشت‌های روزانه‌ی اولین دوشس مالبرو آمده است:

«عالی جناب امروز از جنگ آمد و چکمه‌ی بلند به پا دوبار به من لذت بخشید.» با توجه به گزارش زیر از مجله‌ی نیوساینتیست درباره‌ی تغییر سطح هورمون مردانه‌ی تستوسترون شاید بتوان عنوان دیگری را برای آن پیشنهاد کرد: در تنیس بازها در ۲۴ ساعت قبل از یک بازی مهم سطحش دوبرابر بالا می‌رود. بعد از بازی، سطح آن در برنده بالا باقی می‌ماند ولی در بازنده پایین می‌آید.

ص ۸۴... **مفهوم ESS را یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌ها در نظریه‌ی تکامل بعد از داروین...** .

این جمله کمی اغراق‌آمیز است. شاید من در مقابل بی‌توجهی زیادی که در نوشته‌های زیست‌شناسان آن زمان مخصوصاً در امریکا به مفهوم ESS می‌دیدم چنین واکنشی نشان دادم. مثلاً در کتاب مفصل **زیست‌شناسی اجتماعی**[1] نوشته‌ی اِ.اُ. ویلسون هیچ اشاره‌ای به این اصطلاح نشده بود. ولی حالا این‌طور نیست و من می‌توانم به این قضیه نگاه منطقی‌تر و متعادل‌تری داشته باشم. در واقع اگر ذهن آدم به اندازه‌ی کافی روشن باشد، لازم نیست از زبان ESS استفاده کند. ولی ESS به روشن کردن فکر خیلی کمک می‌کند، مخصوصاً در مواردی که از نظر ژنتیکی دانسته‌های کافی در اختیار نباشد ـ و این در عمل بیشتر موارد را شامل می‌شود. گاهی می‌گویند در مدل‌های ESS چندان فرض بر این است که تولیدمثل غیرجنسی است، اما اگر این گفته به این معنی باشد که فرض غیرجنسی بودن در **مقابل تولید مثل جنسی است**، گمراه‌کننده خواهد بود. حقیقت این است که مدل‌های ESS چندان به جزئیات نظام ژنی نمی‌پردازند. برعکس به‌طور ضمنی، فرض را بر این می‌گذارند که تره به تخمش می‌رود. چنین فرضی در بسیاری از موارد کارآیی دارد. حتی آن منحنی بودنش می‌تواند خالی از فایده نباشد. زیرا ذهن را به سمت چیزهای اساسی سوق می‌دهد و از حاشیه‌ها و جزئیات مثل حاکمیت ژنی، که در بسیاری از موارد ناشناخته است، دور می‌کند. تفکر ESS بیشتر نقش نهی‌کنندگی دارد؛ نمی‌گذارد به تصورات نادرستی دچار شویم که ممکن است نظرمان را جلب کند.

ص ۸۶... **تکامل تدریجی می‌تواند یک حرکت همواره رو به بالا و یکنواخت به صورت رشته‌ای از مراحل پله مانند ؛ پرش از یک وضعیت پایدار به وضع با ثبات دیگری نبوده باشد.**

این پاراگراف خلاصه‌ی قابل قبولی از شرح نظریه‌ی شناخته شده‌ای است که

---

1. sociobiology

تعادل نقطه‌ای نام دارد. شرمنده‌ام از گفتن اینکه من وقتی حدسیاتم را می‌نوشتم مثل بسیاری از زیست‌شناسان انگلستان در آن زمان، از این نظریه که سه سال پیش منتشر شده بود، بی‌خبر بودم. بعد از آن تا حدی ــ شاید تا حد زیادی ــ مثلاً در ساعت ساز نابینا، به اینکه در مورد نظریه‌ی تعادل نقطه‌ای اغراق شده حساسیت نشان دادم. اگر با این کار، احساس کسی را جریحه دار کرده‌ام، عذر می‌خواهم. می‌توانند به این حساب بگذارند که، لااقل در ۱۹۷۶، قلب من سرجای درستش بود.

فصل ششم
چیستی ژن

ص ۹۰... من نمی‌دانم چرا این مقاله‌ها تا این حد مورد بی‌مهری... .

اکنون دیگر مقاله‌های ۱۹۶۴ همیلتون مورد بی‌توجهی نیستند. داستان بی‌اعتنایی اولیه و شناخت بعدی آنها در جای خود می‌تواند موضوع یک مطالعه‌ی کمیّ جالب باشد، یک مطالعه‌ی موردی درباره‌ی نقش یک «مم» در خزانه‌ی ممی. من رد پیشروی این مم را در پی نوشت فصل دنبال نموده‌ام.

ص ۹۰... فرض می‌کنیم صحبت از ژن‌هایی است که در خزانه‌ی ژنی کمیاب‌اند... .

این روش که فرض کنیم صحبت از ژنی است که در جمعیت کمیاب است، در کل کلکی است برای اینکه سنجش میزان خویشاوندی را ساده‌تر توضیح دهیم. یکی از دستاوردهای اصلی همیلتون این بود که نشان داد نتایج او، صرف‌نظر از فراگیر یا کمیاب بودن ژن مورد نظر، صادق است. از قرار معلوم این جنبه‌ای از آن نظریه است که درکش برای همه راحت نیست.

مسئله‌ی سنجش میزان خویشاوندی بسیاری از ما را به صورت زیر دچار اشتباه می‌کند. هر دو عضو از یک گونه، چه به یک خانواده تعلق داشته باشند چه نه، معمولاً در بیش از ۹۰ درصد ژن‌ها مشترک‌اند. آن وقت باید دید وقتی ما از خویشاوندی ۱/۲ بین برادران یا ۱/۸ بین عموزادگان صحبت می‌کنیم، منظور چیست؟ پاسخ این است که برادران علاوه بر آن ۹۰ درصد (یا هر چه هست) که در هر حال با هم شریک‌اند در ۱/۲ ژن‌ها هم مانند هم‌اند. برای همه‌ی اعضای یک گونه یک نوع خط مبنای خویشاوندی وجود دارد که در واقع در سطحی پایین‌تر از آن همه‌ی اعضای گونه‌های دیگر شریک‌اند. خط مبنا هر چه باشد، ایثارگری را در

افرادی انتظار داریم که میزان خویشاوندی‌شان بالاتر از خط مبنا باشد.

در چاپ نخست این کتاب، من با استفاده از پیش کشیدن ژن‌های کمیاب از این مسئله طفره رفتم. این قضیه تا حدی درست است ولی همه‌ی ماجرا نیست. در مورد ژن، خود همیلتون نوشته «همانند از روی نَسَب» اما چنان که آلن گرافن نشان داد، این هم اشکال‌های خودش را دارد. نویسنده‌های دیگر اصلاً وجود چنین مسئله‌ای را ابراز نکردند و خیلی راحت درصد مطلق ژن‌های مشترک را، که یک اشتباه آشکار و صددرصد است، پیش کشیدند. این‌طور بی‌دقت صحبت کردن موجب سوءتفاهم زیادی شد. برای مثال، یک انسان‌شناس برجسته ضمن انتقاد شدیدی به «زیست‌شناسی» اجتماعی که در ۱۹۷۸ منتشر شد، سعی کرد چنین استدلال کند که اگر به موضوع انتخاب خویشاوند اهمیت بدهیم، باید انتظار این را داشته باشیم که همه‌ی انسان‌ها نسبت به هم ایثارگر باشند، چون همه در بیش از ۹۹ درصد ژن‌ها با یکدیگر شریک‌اند. من در مقاله‌ی دوازده برداشت غلط از انتخاب خویشاوند (که این در آن رتبه‌ی پنجم را داشت) پاسخ کوتاهی به این اشتباه دادم. بد نیست به آن ۱۱ برداشت غلط هم نگاهی بیندازید.

آلن گرافن در مقاله‌ی «خویشاوندی از دیدگاه هندسی» چیزی را پیشنهاد می‌کند که شاید راه‌حل نهایی برای مسئله‌ی اندازه‌گیری خویشاوندی باشد ولی من قصد ندارم آن را در اینجا شرح دهم. او در یک مقاله‌ی دیگر، «انتخاب طبیعی، انتخاب خویشاوند و انتخاب گروه»، یک مسئله مهم و آشناتر، یعنی کاربرد نابه‌جا از مفهومِ «شایستگی فراگیر»[1] همیلتون را روشن می‌کند. همچنین روش‌های درست و نادرست محاسبه‌ی هزینه‌ها و سودهای خویشاوندان ژنی را پیش رویمان می‌گذارد.

ص ۹۳... آرمادیلوها... بد نیست وقتی کسی به آمریکای جنوبی می‌رود، سری به آنها بزند.

از پیشروی در جبهه‌ی آرمادیلوها هیچ گزارشی به دست ما نرسیده است، اما چند واقعیت حیرت‌آور درباره‌ی گروه دیگری از حیوانات «شبیه‌ساز»[2] شته‌ها، داریم. از مدت‌ها پیش می‌دانستند شته‌ها (مثلاً مگس سبز) تولیدمثل‌شان هم جنسی و هم غیرجنسی است. اگر شما توده‌ای از شته را روی یک گیاه ببینید، به احتمال زیاد همه‌ی آنها اعضای شبیه ماده‌ی واحدی‌اند، در حالی که شته‌هایی که روی گیاه بغلی هستند عضوهای شبیه دیگرند. بر اساس اصول نظری، چنین

1. "inclusive fitness" 2. Cloning

وضعیتی برای تکامل ایثارگری انتخاب خویشاوند مناسب است. اما هیچ مورد واقعی از ایثارگری شته‌ها دیده نشده بود تا اینکه در یک گونه‌ی ژاپنی از شته‌ها «سربازان» سترون توسط شی گی یوکی آئوکی در ۱۹۷۷ کشف شدند، ولی دیگر فرصتی نبود که در چاپ اول این کتاب آورده شوند. بعد از آن آئوکی آن پدیده را در چند گونه‌ی مختلف دیگر کشف کرد و شواهد خوبی به دست داد از اینکه این پدیده حداقل چهاربار جداگانه در گروه‌های مختلفی از شته‌ها تکامل یافته است.

کوتاه بگویم، ماجرای آئوکی از این قرار است که شته‌های «سرباز» از نظر ساختمان بدن طبقه‌ی متمایزی‌اند، درست همان‌طور که طبقات حشره‌های اجتماعی سنتی مثلاً مورچه‌ها چنین‌اند. آنها کرم حشره‌هایی‌اند که به بلوغ کامل نمی‌رسند و بنابراین سترون هستند. از نظر ظاهر یا از نظر رفتار به کرم حشره‌های غیر سرباز، که از نظر ژنی با آنها یکسانند، شباهتی ندارند. سربازها نوعاً درشت‌تر از غیر سربازهایند؛ پاهای جلوشان فوق‌العاده بزرگ است که ظاهری شبیه رطیل به آنها می‌دهد، و شاخک‌های تیزی از سرشان بیرون زده است. آنها از این سلاح برای جنگیدن و کشتن شکارگران احتمالی خود استفاده می‌کنند. اغلب در جریان این کار جان خود را از دست می‌دهند، اما اگر نمیرند هم باز درست این است که آنها را ایثارگر بدانیم چون تولیدمثل نمی‌کنند.

در اینجا بر اساس ژن خودخواه، موضوع از چه قرار است؟ آئوکی دقیقاً اشاره نمی‌کند به اینکه چه عاملی باعث می‌شود، بعضی عقیم و بعضی افراد تولیدمثل‌کننده‌های بالغ عادی باشند. اما با اطمینان می‌توانیم بگوئیم باید پای یک تفاوت محیطی، نه ژنی در میان باشد. بدیهی است زیرا سربازان سترون و شته‌های عادی روی یک گیاه از نظر ژنی یکسانند. در هر صورت، باید ژن‌هایی درگرایش به هر یک از این دو مسیر محیطی متفاوت نقش داشته باشند.

با اینکه بعضی از آن ژن‌ها در نهایت از بدن سربازان عقیم سر در می‌آورند و بنابراین منتقل نمی‌شوند، چرا انتخاب طبیعی آنها را برنمی‌گزیند؟ به دلیل این است که با فداکاری آن سربازان، نسخه‌هایی از همان ژن‌ها در بدن‌های غیرسرباز تکثیر می‌شود. اصل زیربنایی، همان است که در همه‌ی حشرات اجتماعی (فصل ۱۰ را ببینید) بود، جز اینکه در دیگر حشرات اجتماعی، مثلاً مورچه و موریانه، ژن‌های درون «ایثارگران» سترون فقط بر اساس احتمال **آماری** ممکن بود به نسخه‌های خود در تولیدمثل‌کننده‌های غیرعقیم کمک کنند. در شته‌ها برخوردار

شدن از ژن ایثارگری حتمی است نه آماری، زیرا شته‌های سرباز همسانه‌های خواهران تولیدمثل‌کن خود هستند. به عبارتی شته‌های آئوکی واضح‌ترین صورت واقعی از توان افکار همیلتون‌اند.

بنابراین آیا باید به شته‌ها اجازه‌ی عضویت در انجمن اختصاصی حشره‌های اجتماعی واقعی داده شود که به‌طور سنتی باشگاه مورچه‌ها، زنبورهای عسل، زنبورهای عادی و موریانه‌هاست؟ حشره‌شناسان محافظه‌کار ممکن است به دلایل مختلف علیه آنها رأی دهند. مثلاً به این دلیل که آنها یک ملکه‌ی دراز عمر ندارند. علاوه بر آن چون شته‌ها یک شبیه‌ساز واقعی‌اند، بیشتر از سلول‌های بدن ما اجتماعی نیستند. همه تنها یک حیوانند که از آن گیاه تغذیه می‌کند. آن حیوان هم به‌طور اتفاقی بدنش را به شته‌هایی که از نظر ظاهر جدا از هم‌اند تقسیم کرده است، طوری که بعضی نقش تخصصی دفاع را بر عهده دارند، درست مثل گلبول‌های سفید در بدن انسان و بحث چنین ادامه می‌یابد که حشره‌های اجتماعی واقعی گرچه بخشی از یک موجود زنده نیستند با هم همکاری می‌کنند، ولی شته‌های آئوکی با هم همکاری می‌کنند چون به یک «موجود زنده» تعلق دارند. من از این مسئله معمایی سر در نمی‌آورم. به نظرم همین اندازه که سر در بیاوریم در میان مورچه‌ها، شته‌ها و سلول‌های انسان چه می‌گذرد، آن وقت مختاریم که به میل خود آنها را اجتماعی به حساب بیاوریم یا نیاوریم. نظر مرا بخواهید، من به دلایلی ترجیح می‌دهم شته‌ی آئوکی را حشره‌ی اجتماعی به شمار بیاورم نه بخشی از یک موجود زنده. شته ویژگی‌های تعیین‌کننده‌ی یک موجود زنده را دارد، ولی یک مشابه شته‌ها آن را ندارد. این استدلال در ***رخنمون گسترش‌یافته*** در فصلی با عنوان «کشف دوباره‌ی موجود زنده» همچنین در فصل جدید کتاب حاضر با نام «گستره‌ی وسیع ژن» آمده است.

ص ۹۴... انتخاب خویشاوند مورد خاصی از انتخاب گروه نیست.

سردرگمی ناشی از تفاوت بین انتخاب گروه و انتخاب خویشاوند هنوز ادامه دارد. شاید شدیدتر هم شده باشد. من روی حرف‌های خودم تأکید می‌کنم مگر آنجا که با بی‌دقتی در انتخاب واژه نظر نادرست خودم را در بالای صفحه‌ی ۱۰۲ چاپ اول این کتاب آورده‌ام. در متن اصلی گفته‌ام (و از محدود چیزهایی است که در این ویرایش عوض شده است): «ما فقط انتظار داریم عموزاده‌های نسل دوم ۱/۱۶ آن

میزان ایثارگری را که نسبت به فرزندان یا به خواهر / برادر صورت می‌گیرد، داشته باشند. همان‌طور که س. آلتمن تذکر داده این یک اشتباه آشکار است. نادرست است. چون دلیلی که آورده‌ام به نکته‌ای که در آن وقت می‌خواستم بگویم بی‌ربط است.

اگر یک حیوان ایثارگر یک کیک دارد که می‌خواهد به خویشاوندان خود بدهد، اصلاً دلیلی وجود ندارد که به همه‌ی اقوام یک قاچ از آن برسد و نزدیکی نسبت اندازه‌ی قاچ را تعیین کند. این در واقع به پوچی منتهی می‌شود زیرا همه‌ی اعضای آن گونه، حالا گونه‌های دیگر به کنار، دست‌کم خویشاوند دور هستند و می‌توانند ادعای دریافت یک تکه‌ی کوچک به دقت اندازه‌گرفته شده را داشته باشند. برعکس، اگر قوم و خویش نزدیکی در آن حول و حوش باشد، اصلاً لزومی ندارد که به فامیل دوردست هم کیک برسد. تحت تأثیر عوامل دیگر مثل قاعده‌ی برگشت‌های تقلیل یافته[1]، تمام کیک باید به نزدیک‌ترین قوم و خویشی که در دسترس، است برسد. البته منظور من از این بحث این بود که ما فقط برای نسل دوم عموزاده‌ها انتظار برخورداری از ایثارگری را ۱/۱۶ آن مقداری می‌دانیم که به فرزند یا خواهر / برادر کسی می‌رسد. (ص ۹۴) و این چیزی است که اکنون نیز به قوت خود باقی است.

ص ۹۴... او عمداً فرزندان را کنار می‌گذارد: آنها را خویشاوند محسوب نمی‌کند!

من اظهار امیدواری کردم که آ. اویلسون تعریفش از انتخاب خویشاوند را در نوشته‌های بعدی‌اش تغییر دهد. آن را طوری کند که فرزندان هم جزء خویشاوند باشند. خوشحالم از گفتن اینکه در کتاب در ***باب طبیعت انسان***[2] او، عبارت نابه‌جای «غیر از فرزندان» حذف شده است. او می‌افزاید: «گرچه خویشاوند طوری تعریف شده که فرزندان را نیز شامل می‌شود، اصطلاح انتخاب خویشاوند معمولاً فقط در صورتی به کار می‌رود که دست‌کم چند فامیل دیگر، مثل خواهر، برادر، یا پدر مادر را شامل شود.» متأسفانه این جمله در کاربرد معمول زیست‌شناسان صحیح شمرده می‌شود و به صراحت نشان می‌دهد که هنوز بسیاری از زیست‌شناسان درک درستی از اصل مطلب انتخاب خویشاوند ندارند. هنوز به اشتباه آن را قوزی اضافه و مبهم بالای قوز «انتخاب فرد» می‌دانند. ولی چنین نیست. انتخاب خویشاوند پیامد

1. laws of diminishing returns
2. *On Human Nature*

فرض بنیادی نوداروینیسم است، همان‌طور که شب پیامد روز است.

ص ۹۶... **اما... انجام چنین محاسبه‌ی پیچیده‌ای...** .

نسل‌های متوالی دانشجویان، آن هم نه فقط دانشجویان جوان، به این توهم دامن زده‌اند که نظریه‌ی انتخاب خویشاوند کار سخت محاسبه دور از واقعیتی را از حیوانات طلب می‌کند، کتاب **استفاده و سوءاستفاده از زیست‌شناسی** نوشته‌ی انسان‌شناس اجتماعی برجسته، مارشال سالینز، اگر به عنوان یک انتقاد تند نسبت به زیست‌شناسی اجتماعی مورد استقبال قرار نگرفته بود، ممکن بود تا ابد در ابهام محترمانه‌ای باقی بماند. نقل قول زیر، در این بافت که آیا انتخاب خویشاوند در مورد انسان‌ها کارآیی دارد، بیش از آن خوب است که درست محسوب شود:

> در حاشیه لازم به ذکر است که مسائل معرفت شناختی ناشی از عدم حمایت زبانی در محاسبه‌ی r، ضریب نسبت، منجر به اشکالات جدی در نظریه‌ی انتخاب خویشاوند می‌شوند. کسر که پدیده‌ی نادری در زبان‌های جهان است، در زبان‌های هند و اروپایی و در تمدن‌های باستانی شرق دور و نزدیک وجود دارد، اما در زبان‌های بشری به قول معروف ابتدایی اغلب وجود ندارد. شکارچیان و گردآورندگان معمولاً نظام محاسبه‌ای فراتر از یک، دو، سه ندارند. من از اظهار نظر درباره‌ی این مسئله‌ی بزرگ‌تر که حیوانات چگونه پی می‌برند که ۱/۸ = (عموزاده، من) r است، خودداری می‌کنم.

این اولین‌بار نیست که من این قطعه‌ی بسیار روشنگر را نقل می‌کنم و این‌بار هم پاسخ نسبتاً تند خود را به آن از «دوازده برداشت غلط از انتخاب خویشاوند» نقل می‌کنم:

> برای سالینز موجب تأسف است که تسلیم وسوسه‌ی «خودداری از اظهارنظر» درباره‌ی چگونه پی بردن حیوانات به r شده است. پوچی همان فکری که او می‌خواهد به تمسخر بگیرد باید زنگ هشداری را در ذهن به صدا درآورد. خانه‌ی صدف حلزون یک مارپیچ لگاریتمی فوق‌العاده شگفت‌انگیز است، ولی حلزون جدول لگاریتمش را کجا می‌گذارد؟ چطور آن را می‌خواند، عدسی چشم‌هایش که از حمایت زبانی لازم برای محاسبه‌ی m، ضریب انکسار نور، برخوردار نیستند؟ گیاهان سبز به فرمول کلروفیل

چگونه پی می‌برند؟

حقیقت این است که اگر شما به کالبدشناسی ، فیزیولوژی، یا تقریباً هر جنبه از زیست‌شناسی و نه فقط رفتار، به روش سالینز توجه کنید به همان مسئله‌ی ناموجود می‌رسید. توصیف رشد جنینی هر بخش کوچک از بدن یک حیوان یا گیاه به محاسبات پیچیده‌ای نیاز دارد، ولی به این معنا نیست که آن حیوان یا گیاه خودش یک ریاضیدان باهوش است!

درخت‌های خیلی بلند اغلب پشت‌بندهای بزرگ بال‌مانندی دارند که از قاعده‌ی درخت رو به بالا دور تنه باز می‌شوند و از آن حمایت می‌کنند. درون هر گونه، هرچه درخت بلندتر باشد، آن پشت‌بند به‌نسبت بزرگ‌تر است. همه پذیرفته‌اند که شکل و اندازه‌ی این پشت‌بندها وضعیت حساب‌شده و مطلوبی را برای سر پا نگه داشتن درخت دارد، ولی برای نشان دادن آن، مهندسان باید محاسبات ریاضی پیچیده‌ای را انجام دهند. هرگز به ذهن سالینز یا کس دیگری خطور نکرده است که نظریه‌ی زیربنایی پشت‌بندها را بر این اساس که درخت‌ها خبرگی لازم را برای محاسبات ریاضی ندارند، مورد تردید قرار دهد. پس چرا این مسئله در موردِ خاصِ رفتارِ انتخاب خویشاوند مطرح می‌شود؟ نباید به این دلیل باشد که یکی رفتار است و آن دیگری کالبدشناسی، زیرا نمونه‌های بسیاری از رفتارهای دیگر (منظورم غیر از رفتار انتخاب خویشاوند است) وجود دارد که سالینز آنها را به رضایت و بدون اظهار مخالفتِ «معرفت‌شناسانه»اش می‌پذیرد، مثلاً به تصوری که من (در صفحه‌ی ۱۴۶) از محاسبات پیچیده‌ای داشتم که هر کدام ما به‌نحوی هنگام گرفتن توپی انجام می‌دهیم توجه کنید. واقعاً جای تعجب است: آیا دانشمندان جامعه‌شناسی هستند که با نظریه‌ی انتخاب طبیعی در کل مشکل نداشته باشند، ولی به دلایل عجیب و غریبی که شاید ریشه در تاریخ موضوع‌شان دارد، ناامیدانه بکوشند تا چیز اشتباهی ــ هر چیز ــ را مخصوصاً در **نظریه‌ی انتخاب خویشاوند** بیابند؟

ص ۹۹... **باید ببینیم حیوانات در محل چگونه برآورد می‌کنند که خویشان نزدیکشان چه کسانی هستند... ما می‌دانیم خویشان نزدیک ما چه کسانی هستند زیرا این را به ما گفته‌اند...** .

از زمان نوشتن این کتاب تا حالا کل بحث شناخت خویشاوندان بالا گرفته است. به نظر می‌رسد حیوانات، از جمله خود ما، از روی شامه توانایی‌های ظریفی برای تشخیص افراد خودی از غیرخودی داریم، کتاب جدیدِ شناخت خویشاوند در

حیوانات[1] خلاصه‌ی همه‌ی اطلاعاتی است که تاکنون در این باره وجود دارد. فصلی که پاملاولز درباره‌ی انسان نوشته، نشان می‌دهد که باید به عبارت (ما می‌دانیم خویشان نزدیک ما چه کسانی هستند زیرا این را به ما گفته‌اند) اضافه کنیم که: دست‌کم شواهد ریز و ظریفی نشان می‌دهد که ما می‌توانیم از سر نخ‌های غیرکلامی، مانند بوی عرق تن اقوام استفاده کنیم. برای من در نقل قولی که او با آن شروع می‌کند کل موضوع خلاصه شده است:

همه‌ی دوستان خوب را می‌توان
از شمیم ایثارشان شناخت
اِ. اِ. کامیننگز

شاید به خاطر چیزهایی غیر از ایثارگری لازم باشد اقوام یکدیگر را بشناسند. شاید بخواهند بین با خویش‌آمیزی و برون زادآوری، آن‌طور که در یادداشت بعدی خواهیم دید، تعادلی برقرار کنند.

ص ۹۹... **اثر زیان آور ژن‌های مغلوب که خود را در ازدواج‌های فامیلی نشان می‌دهد...** (به دلیلی بسیاری از انسان‌شناسان از این توضیح خوششان نمی‌آید.)

ژن کشنده ژنی است که دارنده‌ی خود را می‌کشد. یک کشنده‌ی مغلوب، مثل هر ژن مغلوب دیگر، تا میزان آن دو برابر نشود اثر خود را نشان نمی‌دهد. کشنده‌های مغلوب در خزانه‌ی ژنی باقی می‌مانند، زیرا بیشتر افرادِ حاملِ آنها فقط یک نسخه از آن را در خود دارند و بنابراین از تأثیر آن در امان‌اند. هر کشنده‌ی خاصی نادر است، زیرا اگر تعداد آن‌طوری زیاد شود که به نسخه‌هایی از خود بربخورد، حامل را خواهد کشت. با وجود این، انواع کشنده‌ها وجود دارند و باز این احتمال هست که همه‌ی ما را مبتلا کنند. برآوردهایی که از تعداد انواع مختلف آنها در خزانه‌ی ژنی انسان شده مختلف است. در بعضی منابع به دو کشنده به‌طور متوسط در هر انسان اشاره شده است. اگر یک نر اتفاقی با یک ماده‌ی اتفاقی جفت شود، احتمال بیشتر این است که کشنده‌های آن نر با کشنده‌های ماده یکی نباشد و بچه‌های آنها دچار گرفتاری نشوند. اما اگر برادری با خواهرش، یا پدری با دخترش جفت‌گیری کند، وضع فرق می‌کند. هر قدر ژن کشنده‌ی من در کل جمعیت کمیاب و هر قدر ژن کشنده‌ی خواهرم در جمعیت نادر باشد، در حد نگران‌کننده‌ای این احتمال وجود دارد که کشنده‌های من و او یکسان باشند. اگر حساب کتاب کنیم، معلوم می‌شود در

1. Kin Recognition in Animals

صورتی که من با خواهرم جفت شوم، به ازای هر ژن کشنده‌ی معلومی که من دارم، از هر هشت بچه‌ای که تولید شود یکی مرده به دنیا خواهد آمد یا در بچگی خواهد مرد. از قضا، از نظر ژنی، مردن در کودکی «کشنده‌تر» از مردن در هنگام تولد است:

یک بچه‌ی مرده‌زاد زیاد وقت و انرژی والدین خود را هدر نمی‌دهد. اما هرطور که به قضیه نگاه کنیم، این‌طور نیست که خویش‌آمیزی خسران مختصری داشته باشد. فاجعه بالقوه است. انتخاب برای پرهیز از آمیزش با خویشان مانند دیگر فشارهای سنجیده در طبیعت، باید از توان بالایی برخوردار باشد.

انسان‌شناسانی که با این توضیح داروینی درباره‌ی احتراز از زنای با محارم مخالف‌اند، شاید نمی‌دانند با چه مبحث داروینی پر توانی مخالفت می‌کنند. بعضی از استدلال‌های آنها به قدری ضعیف است که به نظر نمی‌رسد، لازم باشد پاسخی به آن داده شود. مثلاً آنها اغلب می‌گویند، اگر واقعاً انتخاب داروینی در ما، به صورت غریزه‌ی دوری از آمیختن با خویشان، سرشتی بود، دیگر لزومی نداشت که آن را نهی کنند. علت این حرام دانستن این است که در مردم میل به آمیزش با محارم وجود دارد. بنابراین نمی‌تواند یک قاعده‌ی زیست‌شناختی باشد بلکه یک دستور کاملاً «اجتماعی» است. این طرز برخورد تا حدی مثل این است که بگوئیم: «فرمان اتومبیل قفل لازم ندارد، چون درها قفل دارند. پس قفل فرمان وسیله‌ی ضد سرقت نیست، فقط جنبه‌ی آیینی خاصی دارد!»

انسان‌شناسان به این گرایش دارند که تأکید کنند فرهنگ‌های مختلف محرمات خاص خود را دارند، یعنی هر کدام تعریف متفاوتی از خویشاوندی دارند. ظاهراً آنها فکر می‌کنند این نگرش می‌تواند از شدت توجه نظریه داروینی به احتراز از خویش‌آمیزی بکاهد. اگر این‌طور باشد، پس می‌توان گفت که میل جنسی هم نمی‌تواند یک سازگاری داروینی باشد چون فرهنگ‌های مختلف وضعیت‌های متفاوتی را در جفت‌گیری ترجیح می‌دهند. از نظر من کاملاً پذیرفتنی است که اجتناب از آمیزش با خویشاوندان در انسان‌ها، نه کمتر از حیوانات دیگر، پیامد انتخاب پرقدرت داروینی است.

نه فقط جفت‌گیری با آنها که از نظر ژنی به فرد بسیار نزدیک‌اند می‌تواند بسیار بد باشد بلکه زادآوری با آنها که بسیار دورند نیز می‌تواند بسیار بد باشد و علتش ناسازگار بودن ژن‌هایی از رگه‌های متفاوت است.

نمی‌توان آن حد وسط آرمانی را دقیقاً پیش‌بینی کرد. آیا می‌توان با عموزاده

جفت شد؟ با نسل دوم یا سوم بعد از عمو چطور؟ پاتریک باشن کوشید از بلدرچین ژاپنی بپرسد در این طیف کجا را ترجیح می‌دهد. در یک تشکیلات آزمایشگاهی با نام دستگاه آمستردام شرایطی فراهم کردند که این پرنده‌ها بتوانند از میان اعضای جنس مخالف خود که پشت ویترین‌های کوچکی ردیف شده بودند، جفت انتخاب کنند. آنها عموزاده‌ها را به خواهر / برادر یا به پرندگان بی‌نسبت به خود ترجیح دادند. آزمایش‌های دیگر حاکی از این بود که بلدرچین‌های کوچک متوجه ویژگی‌های جوجه‌های همزاد خود می‌شوند، و بعد در زندگی خود ترجیح می‌دهند، شریک جنسی‌شان تقریباً شبیه آن همزادان، ولی نه کاملاً شبیه آنها، باشد.

بنابراین به نظر می‌رسد بلدرچین با عدم تمایل ذاتی به آنها که با او بزرگ شده‌اند از جفت شدن با آنها می‌پرهیزد. حیوانات دیگر با رعایت قواعد اجتماعی، قواعدی که اجتماع را به پراکنده شدن وا می‌دارد، از این کار باز داشته می‌شوند. برای مثال، شیرهای نوجوان از گله‌ی خانوادگی، آنجا که فقط ماده‌های خویشاوند در دسترس‌اند، بیرون رانده می‌شوند، و فقط در صورتی زادآوری می‌کنند که گله‌ی دیگری را تصاحب کرده باشند. در جمعیت شمپانزه و گوریل‌ها، ماده‌های جوان سعی می‌کنند در یک گروه دیگر دنبال جفت‌گیری باشند. این دو الگوی متفرق شدن و همچنین روش بلدرچین‌ها را می‌توان در میان فرهنگ‌های مختلف گونه‌ی خودمان نیز دید.

ص ۱۰۳... **از آنجا که این خطر وجود ندارد که اعضای گونه‌ی خودی به صورت طفیلی مزاحم شود...** .

احتمالاً در مورد بیشتر گونه‌های پرنده وضع چنین است. با وجود این، نباید از دیدن اینکه بعضی پرنده‌ها طفیلی لانه‌ی هم گونه‌های خود شوند، تعجب کنیم. در واقع، این پدیده در تعداد رو به افزایشی از گونه‌ها دیده می‌شود. مخصوصاً در این زمان که با روش‌های مولکولی می‌توان تشخیص داد کی به کی تعلق دارد. در حقیقت، نظریه‌ی ژن خودخواه، شاید بیش از آنچه ما تاکنون می‌پنداشتیم، انتظار وقوع آن را دارد.

ص ۱۰۵... **انتخاب خویشاوند در شیرها.**

ث. پارکر و آ. پوسی تأکید برترام را مبنی بر اینکه انتخاب خویشاوند محرک اصلی همکاری در شیرهاست به چالش کشیده‌اند. آنها ادعا می‌کنند دو شیر نری که درون بسیاری از گله‌ها هستند با هم نسبتی ندارند. پارکر و پوسی پیشنهاد می‌کنند

ایثارگری دو جانبه، دست کم مانند انتخاب خویشاوند، می‌تواند یک توضیح احتمالی برای همکاری بین شیرها باشد. شاید هر دو طرف راست می‌گویند. فصل ۱۲ تأکید می‌کند همکاری دو جانبه (این به آن در) فقط در صورتی پیدا می‌شود که از ابتدا بین طرفین یک حد نصاب تعیین‌کننده‌ای از معامله به مثل وجود داشته باشد. وجود آن تضمین می‌کند که شریک احتمالی آینده به احتمال زیاد متقابلاً همکاری می‌کند. به نظر می‌رسد آشکارترین طریقه برای پیش آمدن چنین حالتی خویشاوندی باشد. خویشاوندان به‌طور طبیعی به هم شبیه‌اند، بنابراین حتی اگر در جمعیت آن میزان تعیین‌کننده چندان برقرار نباشد، باز ممکن است درون خانواده وضع چنین باشد. شاید بنای همکاری در شیرها از طریق اثر خویشاوند، پیشنهادِ برترام، گذاشته شده است و شرایط لازم را برای انتخاب همکاری دوجانبه فراهم آورده باشد. این اختلاف نظر در مورد شیرها را فقط واقعیت می‌تواند فرو بنشاند ولی مثل همیشه واقعیت فقط از یک مورد خاص خبر می‌دهد نه از یک نظریه‌ی فراگیر.

ص ۱۰۵... **اگر C همزاد دو قلوی من باشد...** .

اکنون کاملاً معلوم شده است که دوقلوی همزاد یک فرد، بر اساس اصول نظری، به اندازه‌ی خود فرد برای او دارای ارزش است. البته اگر واقعاً دوقلوهای یکسان باشند. چیزی که خیلی خوب درک نشده است، این است که همین قضیه در مورد یک مادر تک همسر واقعی هم صادق است. اگر شما یقین داشته باشید که مادرتان به بچه آوردن از پدرتان ادامه می‌دهد و فقط از پدرتان بچه می‌آورد، برای شما مادرتان، از نظر ژنی، همان‌قدر ارزشمند است که همزاد دوقلوی یکسان شما، یا خودتان. اگر خودتان را یک دستگاه تولید بچه در نظر بگیرید، آنگاه مادرتان می‌شود یک دستگاه تولید خواهر/ برادر تنی و خواهر/ برادرهای تنی شما برایتان برای شما به اندازه‌ی بچه‌های خودتان ارزش دارند. البته در این بحث انواع ملاحظات اجتماعی را ندیده می‌گیریم. مثلاً مادرتان از شما بزرگ‌تر است، ولی اینکه این وضع او راگزینه‌ی مناسب یا نامناسب‌تری نسبت به شما، برای تولیدمثل آینده کند به شرایط ویژه بستگی دارد ـ نمی‌توان یک قاعده‌ی کلی ارائه کرد.

در این بحث، فرض بر این است که می‌توان به مادر خود اطمینان کرد که فقط به بچه آوردن از پدر آدم ادامه دهد، نه از نر دیگری.

تا چه حد از این نظر بتوان به او اعتماد کرد بستگی به نظام جفت‌گیری هر گونه

دارد. اگر شما عضو گونه‌ای باشید که قاعدتاً بی‌بند و بار است، آشکار است که نمی‌توانید مطمئن باشید که بچه‌ی مادرتان خواهر یا برادر تنی تان باشد. حتی در شرایط آرمانی تک همسری، در وضعیتی اجتناب‌ناپذیر، ممکن است مادرتان گزینه‌ی بدتری از خودتان شود. ممکن است پدرتان بمیرد. اگر پدر مرده باشد، هر قدر هم که مادر بخواهد، نمی‌توان این انتظار را داشت که بچه‌ای از او به دنیا بیاورد، غیر از این است؟

اما، در حقیقت شرایطی که در آن چنین چیزی بتواند رخ دهد، یقیناً باید برای نظریه‌ی انتخاب خویشاوند بسیار جالب باشد. ما به عنوان پستاندار معمولاً فکر می‌کنیم زایمان باید مدت معینی بعد از جفت‌گیری و در فاصله‌ی زمانی نسبتاً کوتاهی با آن رخ دهد. انسان مذکر ممکن است بعد از مرگش بچه‌دار شود، اما نه بعد از اینکه نه ماه از زمان مرگش گذشته باشد (مگر به کمک فریز کردن اسپرم در بانک). اما در گروهی از حشرات، ماده اسپرم برای تمام عمر درون حشره ذخیره می‌شود و بعد به تدریج یکی یکی آنها را برای بارور کردن تخم‌ها بیرون می‌اندازد و این کار اغلب تا مدت‌ها بعد از مرگ جفت او ادامه می‌یابد. اگر شما عضو یک گونه‌ی این چنینی باشید، بالقوه می‌توانید مطمئن باشید که مادرتان یک «گزینه‌ی ژنی» مناسب است. مورچه‌ی ماده فقط در اوایل زندگی‌اش، یک پرواز برای جفت‌گیری انجام می‌دهد. بعد از آن بال‌هایش را از دست می‌دهد و دیگر جفت‌گیری نمی‌کند. البته درست است که، در بسیاری از گونه‌های مورچه، ماده حین پرواز برای جفت‌گیری با نرهای متعددی می‌آمیزد. اما اگر شما به‌طور اتفاقی به یکی از آن گونه‌های واقعاً تک همسر تعلق داشته باشید، واقعاً می‌توانید مادرتان را به اندازه‌ی خودتان از نظر ژنی گزینه‌ی مناسبی در نظر بگیرید. نکته‌ی مهم این است که اگر یک مورچه‌ی جوان، نه پستاندار جوان، باشید مرده بودن پدر اهمیتی نخواهد داشت (در واقع او یقیناً مرده است!). می‌توانید مطمئن باشید که اسپرم پدرتان بعد از او زنده است و مادرتان می‌تواند از آن خواهر و برادر تنی برایتان بسازد.

نتیجه اینکه اگر منشأ تکاملی نگهداری از خواهر برادر برای‌مان جالب باشد، باید به گونه‌هایی که در آن ماده‌ها اسپرم را برای تمام عمر ذخیره می‌کنند، توجه خاص نشان دهیم. چنان که در فصل ۱۰ بحث می‌شود در مورچه، زنبور عسل و زنبورهای معمولی یک ویژگی ژنی خاصی ــ تک لاد دو لاد[1] ــ بودن وجود دارد که

1. haplodiploidy

احتمالاً سبب می‌شود، بسیار اجتماعی شوند. چیزی که اینجا مورد نظر من است این است که تک لاد ـ دولادی بودن تنها عامل زمینه‌ساز نیست. احتمالاً این شیوه‌ی ذخیره کردن اسپرم برای همه‌ی عمر هم به همان اندازه اهمیت دارد و در شرایط آرمانی، می‌تواند یک مادر را به اندازه‌ی یک دوقلوی همزاد از نظر ژنی ارزشمند و به همان اندازه شایسته‌ی دریافت کمک‌های «ایثارگرانه» کند.

ص ۱۰۶...**انسان‌شناسان اجتماعی شاید چیزهای جالبی برای گفتن داشته باشند.**

این عبارت حالا باعث شرمندگی‌ام است. بعدها فهمیدم انسان‌شناسان اجتماعی نه فقط درباره‌ی «اثرِ دایی»[1] چیزهایی برای گفتن دارند: بلکه بسیاری از آنها به چیزی غیر از آن پرداخته‌اند!

تأثیری که من «پیش‌بینی» کردم یک واقعیت تجربی شناخته شده در تعداد زیادی از فرهنگ‌هایی است که دهه‌هاست برای مردم‌شناسان شناخته شده‌اند. به علاوه، وقتی من این فرضیه‌ی خاص را مطرح کردم که در جامعه‌هایی که میزان بی‌وفایی در ازدواج بالاست، دایی معمولاً «ایثارگر» تر از «پدر» است. چون از نسبت خود با آن بچه بیشتر می‌تواند مطمئن باشد (ص ۱۰۶)، متأسفانه این واقعیت را ندیده گرفتم که قبلاً ریچارد الکساندر هم به این موضوع اشاره کرده بود (در چاپ‌های بعدی ویرایش اول این کتاب اقرار به این موضوع را در پانوشتی اضافه کردم.) این فرضیه توسط خود الکساندر و کسانی دیگر، با استفاده از روش‌های کیفی کارهای مردم‌شناسانه مورد بررسی قرارگرفته و نتیجه‌ی موافق داده است.

فصل هفتم
تنظیم خانواده

ص ۱۱۰... **وین ادواردز که مسئولیت اعلام نظر انتخاب گروه بیشتر بر عهده‌ی اوست...**

برخوردی که با وین ادواردز شده ملایم‌تر از برخوردهایی است که اغلب با بدعت‌گذاران در دانشگاه صورت می‌گیرد. چون اشتباه او به وضوح روشن است، برایش اعتبار فوق‌العاده‌ای قائل شده‌اند که توانسته است در مورد انتخاب ذهن مردم را روشن کند (من شخصاً فکر می‌کنم در این باره مبالغه شده است). خود او

1. mothers brother effect

بزرگوارانه تغییر عقیده می‌دهد، وقتی در ۱۹۷۸ می‌نویسد:

> در حال حاضر صحفه‌ی عمومی زیست‌شناسان نظری این است که نمی‌توان مدل قابل قبولی ساخت که با آن حرکت کند، انتخاب گروه از انتشار بسیار سریع‌تر ژن خودخواه به سود سلامت افراد سبقت بگیرد، بنابراین من نظر آنها را می‌پذیرم.
>
> گرچه این تجدیدنظر دوباره‌ی او بزرگوارانه است ولی یک بار سومی هم داشته است: ندامت از ندامت‌ها در آخرین کتابش.

انتخاب گروه به آن مفهومی که مدت‌هاست می‌شناسیم، اکنون کمتر از زمانی که چاپ اول کتاب من منتشر شد مورد توجه زیست‌شناسان است. اگر شما غیر از این فکر می‌کنید، اشکالی ندارد: نسل جدیدی به خصوص در آمریکا، پیدا شده که برچسب «انتخاب گروه» را مثل نقل و نبات همه جا پخش می‌کند. روی هر موردی که قبلاً (و از نظر ما هنوز) صراحتاً چیز دیگری، مثلاً انتخاب خویشاوند، به حساب می‌آمد آن را می‌چسبانند. به نظرم بیهوده است که نسبت به چنین شلوغ بازی‌های کلامی زیاد حساسیت نشان دهیم. با وجود این، می‌گویم که کل قضیه‌ی انتخاب گروه، یک دهه پیش، توسط جان مینارد اسمیت و عده‌ای دیگر حل و فصل شد، و حالا جای تأسف است که می‌بینیم یک زبان مشترک از ما دو نسل و همچنین دو ملت جداگانه ساخته است. مخصوصاً این آزارنده است که این نایکدست بودن اصطلاحات فیلسوف‌ها را که با کمی تأخیر تازه دارند وارد این زمینه می‌شوند، آشفته و گیج می‌کند.

من مقاله‌ی **انتخاب طبیعی، انتخاب خویشاوند و انتخاب گروه** آلن گرافن را به عنوان یک تصویر روشن توصیه می‌کنم و اکنون امیدوارم این قضیه گروه جدید طرفداران انتخاب گروه به‌طور مشخصی سر و سامان پیدا کند.

فصل هشتم
نبرد نسل‌ها

ص ۱۲۴... ر.ل. تریورز، در ۱۹۷۲، این مسئله را به شکل شسته رفته‌ای... حل کرد.

رابرت تریورز، که مقاله‌های اوایل سال‌های هفتاد او از جمله‌ی بیشترین

مایه‌های الهام من در نوشتن چاپ اول این کتاب بود و نظرهای او به ویژه در فصل ۸ آمده است، بالأخره کتاب، **تکامل اجتماعی**.[1] خودش را درآورد. من آن را نـه بـه خاطر محتوا بلکه به خاطر سبکش توصیه مـی‌کنم. فکـر شـفاف، اصـول عـلمی صحیح و کمی بی‌خیالی انسان‌منشانه تا آن زیادی جدی بودن را دست بیندازد و چاشنی‌گریزهایی به زندگی خودش که نمی‌توانـم از ذکـر یکـی از آنـها در ایـنجا خودداری کنم: زیرا خصلت او را نشان می‌دهد. تریورز هیجان خود را از مشاهده‌ی رابطه‌ی دو بابون نرِ رقیب در کنیا چنین بیان می‌کند: «هیجان من دلیل دیگری داشت و آن احساس نزدیکی ناخودآگاهی با آرتور بود. آرتور نرِ جوانِ سرحـالی در اوج کمال بود.» فصل جدید تریورز درباره‌ی تضاد والدین ـ فرزندان، موضوع را روزآمد می‌کند. در واقع غیر از چند موردِ واقعی جدید کمتر چیزی باقی مـانده است کـه بتوان به مقاله‌ی ۱۹۷۴ او اضافه کرد. این نظریه از امتحان زمان سربلند بیرون آمده است. مدل‌های ریاضی و ژنی مفصل‌تر تأییدی بوده‌اند بر اینکه استدلال‌های غالباً کلامی تریورز در واقع ریشه در نظریه‌های پذیرفته‌شده‌ی داروینی دارند.

ص ۱۳۵... بر اساس نظر او، والد همیشه برنده است.

الکساندر در کتاب ۱۹۸۰ خود، **داروینیسم و روابط انسانی**[2] (ص ۳۹) بدون جار و جنجال می‌پذیرد در این استدلال که در جدال بین والدین و فرزندان، پیروزی والد پیامد ناگزیر فرض‌های بنیادی داروینیسم بوده، اشتباه کرده است. حـالا بـه نـظرم می‌رسد این نظر او را که در تضاد نسل‌ها، والدین از امتیازات نابرابری نسـبت بـه فرزندان برخوردارند، می‌توان با نوع دیگری از استدلال، کـه مـن از اریک چـارنو آموخته‌ام، تقویت کرد.

چارنو درباره‌ی حشرات اجتماعی و منشأ طـبقه‌ی سـترون نـوشته است ولی استدلال او کاربرد وسیع‌تری دارد و من صورت کلی‌تر آن را شرح می‌دهم. ماده‌ی جوانی از یک گونه‌ی تک همسر را در نظر بگیرید، لازم نیست حتماً حشره باشد، در آستانه‌ی جوانی مشکل او ایـن است کـه بـاید تـصمیم بگـیرد، بـرود و خـودش تولیدمثل کند، یا در لانه‌ی والدین بماند و از خواهر/برادر کوچک‌ترش مراقبت کند. از روی شیوه‌ی زادآوری در گونه‌ی خود، مطمئن است که مادر تا مدتی زیاد برایش خواهر و برادر تنی می‌آورد. براساس منطق همیلتون، از نظر ژنی ایـن خـواهـر و برادرها همان قدر برای او با «ارزش»اند که بچه‌های خودش از نـظر نسـبت ژنـی،

---

1. Social Evolution 2. Darwinism Aand Human Affairs

انتخاب هر یک از این دو روش برای او علی‌السویه است؛ فرقی نمی‌کند بماند یا برود. اما برای والدینش این‌طور نیست که به این قضیه بی‌تفاوت باشند. اگر از دیدگاه مادر پیرش به موضوع نگاه کنید، بحث انتخاب بین نوه و بچه است. ارزش بچه‌های جدید، از نظر ژنی، دو برابر ارزش نوه‌های جدید است. اگر تضاد والد و فرزند را در این بدانیم که آیا فرزند می‌رود یا می‌ماند، و در امور لانه یاری می‌رساند، چارنو بر این باور است که این تضاد مشکل والدین است، زیرا اصلاً والدین‌اند که قضیه را به صورت تضاد می‌بینند.

این کمی شبیه مسابقه‌ی بین دو دونده‌ی قهرمان است که به یکی فقط اگر برنده شود، ولی به حریفش چه ببازد، چه ببرد ۱۰۰۰ پوند تعلق می‌گیرد. ما باید این انتظار را از دونده اول داشته باشیم که بیشتر تلاش کند و در غیر این صورت اگر هر دو مساوی کنند، احتمالاً او برنده است. البته قوتِ نکته‌ی موردنظر چارنو بیش از توان این قیاس است، زیرا هزینه‌ی با تمام قوا دویدن آن قدر نیست که بسیاری را از این کار بازدارد، چه پاداش مادی به آنها داده شود یا نشود. برگزیده‌های این چنینی در المپیک، از نظر بازی‌های داروینی، بیشتر تجملات ظاهری به شمار می‌آیند: تلاشی که در یک جهت صورت می‌گیرد همواره با تلاش ناموفقی که در جهت دیگر است، جبران می‌شود. طوری است که انگار هر چه توان بیشتری صرف یک مسابقه بکنی، به خاطر خستگی ناشی از آن، احتمال اینکه در مسابقه‌های بعدی برنده باشی کمتر می‌شود.

اوضاع در گونه‌های مختلف متفاوت است، بنابراین هرگز نمی‌توانیم نتیجه‌ی بازی‌های داروینی را پیش‌بینی کنیم. با وجود این، اگر فقط نزدیک بودن نسبت ژنی را در نظر بگیریم و نظام را تک همسری فرض کنیم (طوری که هر دختر مطمئن باشد که خواهر و برادرهایش تنی‌اند) می‌توانیم انتظار داشته باشیم آن مادر پیری که برای مراقبت از بچه‌هایش دخترش را پیش خودش نگه می‌دارد، موفق باشد. از این کار مادر به همه چیز می‌رسد در حالی که خود دختر هم انگیزه‌ای برای مقاومت در برابر این خواست مادر ندارد زیرا از نظر ژنی بین دو گزینه‌ی موجود برایش تفاوتی متصور نیست.

یک بار دیگر، مهم است تأکید کنیم که این هم از آن استدلال‌های «در صورتی که شرایط دیگر یکسان باشد» است گرچه اغلب شرایط یکسان نیست، ولی استدلال چارنو کارآیی دارد. در هر حال، استدلال کارآمد الکساندر در مورد برتری والدین ـ

بزرگ‌تر، قوی‌تر و مانند اینها بودن والدین ـ خوب جا افتاده است.

فصل نهم
جنگ بین دو جنس

ص ۱۴۰... تضاد بین جفت‌ها که هیچ نسبتی با یکدیگر ندارند تا چه حد باید شدیدتر باشد؟

مثل خیلی موارد دیگر، در مفهوم این جمله‌ی اول «در حالی که شرایط دیگر یکسان باشد» نهفته است. معلوم است که همکاری یک جفت با هم برایشان منافعی دارد. در این فصل چند بار به این موضوع برخورده‌ایم. زیرا هر جفت احتمالاً درگیر یک بازی غیرمجموع صفرند، بازی‌ای که اگر دو طرف همکاری کنند برد هر دو بیشتر می‌شود، و این‌طور نیست که برد یک طرف برابر با باخت آن دیگری باشد (این موضوع را در فصل ۱۲ شرح داده‌ام). این یکی از آن جاهایی در کتاب است که لحن من ناگهان به سوی نگرشی منفی و خودخواه از حیات خیز برمی‌دارد. شاید برای آن زمان لازم بود، زیرا دیدگاه حاکم در مورد رابطه‌ی یک جفتِ نر و ماده در جهتی دیگر زیاد اغراق‌آمیز بود. تقریباً همه فرض را بر این می‌گذاشتند که یک جفت همکاری بی‌دریغی با یکدیگر دارند. اصلاً امکان سوءاستفاده مطرح نبود. در چنین اوضاعی، بدبینی آشکار من که در جمله‌ی اول دیده می‌شود، قابل درک است. اما حالا برخورد ملایم‌تری به این قضیه دارم.

حالا احساس می‌کنم صحبت‌هایم درباره‌ی نقش جنسی انسان در پایان این فصل هم، واژه‌بندی نپخته‌ای دارد. دو کتابی که در مورد تکامل تفاوت جنسی در بشر کلی‌تر توضیح داده‌اند عبارتند از **جنس، تکامل و رفتار**[1] از مارتین دالی و مارگو ویلسون، و **تکامل جنسیت در انسان**[2] از دانلد سیمونز.

ص ۱۴۲... تعداد بچه‌هایی که یک نر عملاً می‌تواند داشته باشد نامحدود است و از اینجا داستان بهره‌گیری از ماده شروع می‌شود.

حالا فکر می‌کنم تأکید بر نابرابری اندازه‌ی تخمک و اسپرم، به عنوان مبنای نقش‌های این دو جنس، گمراه‌کننده است.

گرچه یک اسپرم کوچک و ناقابل است، اما ساختن میلیون‌ها اسپرم و در رقابتی

---

1. Sex, Evolution, and Bahavior
2. The Evolution of Human Sextuality

سنگین آنها را با موفقیت به داخل یک ماده راندن، کار کوچکی نیست. اکنون برای توضیح عدم تقارن بنیادی بین نر و ماده رویکرد زیر را ترجیح می‌دهم.

فرض کنید از اول دو جنس داریم که هیچ یک از ویژگی‌های خاص نر یا ماده را ندارند. با اسم‌های خنثای A و B از آنها نام می‌بریم. تنها چیزی که باید مشخص باشد این است که هر آمیزشی باید با یک A و یک B صورت گیرد. آن وقت هر حیوان، چه A باشد چه B، با یک بده بستان روبه‌روست. وقت و تلاشی را که باید صرف جنگ با رقیبان کرد نمی‌توان برای نگهداری از بچه‌ها گذاشت و برعکس از وقت و تلاش لازم برای بچه‌ها نمی‌توان زد و با رقبا جنگید. از هر حیوانی انتظار می‌رود تلاش خود را برای صرف بین این دو مدعی رقیب به تعادل نگه دارد. می‌خواهم به این نکته برسم که تعادلی که Aها به آن می‌رسند ممکن است با آن تعادلی که Bها به آن می‌رسند فرق داشته باشد، و اینکه بعد از رسیدن به آن تعادل هم، احتمالاً بین‌شان نابرابری فزاینده وجود خواهد داشت. برای اینکه بهتر متوجه شویم فرض می‌کنیم این دو جنس A و B، از اول در اینکه بیشتر سرمایه‌ی خود را روی بچه‌ها یا در جنگ (منظورم هر نوع رقابت با هم جنسان است) صرف کنند، با هم متفاوت‌اند. ممکن است در ابتدا این تفاوت ناچیز باشد، چون نکته این است که یک گرایش ذاتی در رشد تفاوت‌ها وجود دارد. مثلاً، Aها با جنگ شروع می‌کنند و این کار در موفقیت‌شان در تولیدمثل، بیشتر از رفتار پدرمادرانه، تأثیر دارد. اما Bها با رفتار پدرمادرانه شروع می‌کنند و به تنوع در موفقیت تولیدمثل خود کمی بیشتر از جنگ، اهمیت می‌دهند. این یعنی، درست است که A هم از رفتار پدرمادرانه سود می‌برد ولی در Aها تفاوت بین یک مراقب موفق با یک مراقب ناموفق کمتر است از تفاوت بین یک جنگنده‌ی موفق با یک جنگنده‌ی ناموفق. در میان Bها درست عکس این صادق است. بنابراین، در مورد یک مقدار معین از تلاش، A می‌تواند آن را صرف جنگ کرده و عملکرد خوبی داشته باشد، در حالی که B، با دوری از جنگ، و صرف همت خود در راه مراقبت پدرمادرانه، عملکرد بهتری خواهد داشت.

در نسل‌های بعد، Aها کمی بیشتر از والدین خود می‌جنگند، Bها کمی کمتر از والدین خود می‌جنگند و کمی بیشتر مراقبت می‌کنند. حالا تفاوت بین بهترین A و بدترین A از نظر جنگیدن بیشتر شده است، و تفاوت بهترین A و بدترین A از نظر مراقبت کردن باز هم کمتر شده است. بنابراین باز به نفع A است که تلاش خود را

بیشتر صرف جنگ کند و کمتر صرف مراقبت. با گذشت زمان، درست عکس این وضع در مورد Bها پیش می‌آید. نکته‌ی مهم این است که آن تفاوت جزئی که در ابتدا بین دو جنس وجود دارد، خود به خود بیشتر دیده می‌شود: انتخاب ابتدا یک تفاوت کوچک را شروع و به تدریج آن را بزرگ و بزرگ‌تر می‌کند، تا جایی که ما حالا Aها رانر و Bها را ماده می‌نامیم. آن تفاوت اولیه به قدری ناچیز است که ممکن است اتفاقی باشد، زیرا بعید است شرایط نخستین برای دو جنس کاملاً یکسان باشد.

همان‌طور که خواهید دید، این تقریباً مانند نظریه‌ی جدایی اولیه‌ی زامه[1]های ابتدایی به اسپرم و تخمک است که پارکر، بیکر و اسمیت مطرح کردند و در صفحه‌ی ۱۴۲ مورد بحث قرار گرفت. بحثی که اکنون ارائه شد کلی‌تر است. جدا شدن اسپرم و تخمک فقط یک جنبه از بحث کلی‌تر و اساسی‌تر جدا شدن نقش‌های جنسی است. در این استدلال جدایی تخمک و اسپرم و همه‌ی دیگر جنبه‌های آن جدایی نقش‌ها را یکسان در نظر می‌گیریم، به جای اینکه جدایی تخمک و اسپرم را پایه قرار دهیم و ریشه‌ی تمام ویژگی‌های خاص نر و ماده را در آن بجوئیم فقط فرض می‌کنیم دو جنس داریم که باید با یکدیگر جفت شوند؛ لازم نیست چیزی بیش از این درباره‌شان بدانیم. با شروع از این فرض کمینه، بی‌شک انتظار داریم، هر قدر هم که دو جنس در ابتدا به هم شبیه باشند، با کسب تخصص‌هایی مکمل ولی متضاد هم در روش‌های تولیدمثل، به تدریج از هم دور شوند. جدایی اسپرم و تخمک نشانه‌ای از این دور شدن از هم است، نه عامل ایجادکننده‌ی آن.

ص ۱۵۰... **بگذارید از روشی که مینارد اسمیت در مورد رقابت‌های خشونت‌آمیز به کار برد، استفاده کنیم و آن را در مورد بررسی نر و ماده به کار ببریم.**

فکر یافتن یک راهبرد تکاملی پایدار مخلوط در یک جنس را که در تعادل با راهبرد تکاملی پایدار مخلوطی در جنس دیگر باشد، اکنون خود مینارد اسمیت، مستقل از او ولی در همان جهت، آلن گرافن و ریچارد سیبلی ادامه داده‌اند. مقاله‌ی گرافن و سیبلی از نظر فنی پیشرفته‌تر است، نوشته‌ی مینارد اسمیت ساده‌تر توضیح داده است. مختصر اینکه، او ابتدا دو راهبرد را در نظر می‌گیرد، که هر کدام از دو جنس می‌توانند در پیش گیرند، نگهبانی و ترک. همان‌طور که در مدل‌های

1. gamete

خجالتی/هرزه و باوفا/ بی‌قید من بود، پرسش جالب این است که چه مخلوطی از راهبردهای بین نرها در برابر چه مخلوطی از راهبردهای بین ماده‌ها پایدار است؟ پاسخ این سوآل به فرض ما درباره‌ی شرایط اقتصادی خاص آن‌گونه بستگی دارد. جالب این است که با تغییر دادن فرض‌های‌مان در مورد اقتصاد آنها، این‌طور نیست که به طیف کاملی از انواع راهبردهای از نظر کمّی پایدار برسیم. در این مدل فقط یکی از چهار راهبرد پایدار زیر پیدا خواهد شد. اسم این چهار راهبرد را از روی اسم‌های جانورانی که نمونه‌ای از آن هستند گذاشته‌اند و عبارتند از اردک (نر ترک می‌کند، ماده نگهبانی می‌کند)، ماهی خاردار (ماده ترک می‌کند، نر نگهبانی می‌کند)، مگس میوه (هر دو ترک می‌کنند) و گیبون (هر دو نگهبانی می‌کنند).

یک چیز جالب‌تر هم اینجا هست. اگر از فصل ۵ یادتان باشد، مدل‌های ESS ممکن است در هر یک از دو راهبردی که به یک اندازه پایدارند، استقرار یابند. در مدل مینارد اسمیت هم همین‌طور است. جالب این است که هر دو راهبرد خاص این چنینی که، در مقابل جفت‌های دیگر پیدا می‌شوند، هر دو با هم در شرایط اقتصادی یکسان پایدار هستند. برای مثال، تحت یک رشته شرایط، هم اردک و هم ماهی خاردار پایدارند.

اینکه عملاً کدام یک از این دو وجود داشته باشند، بستگی دارد به تصادف، یا دقیق‌تر بگوئیم، به حوادث تاریخی تکامل و شرایط اولیه. تحت یک رشته شرایط دیگر، گیبون و مگس میوه پایدار می‌شوند. باز، حوادث تاریخی است که تعیین می‌کند در هر گونه‌ی خاص کدام یک از این دو رخ می‌دهد. اما هیچ شرایطی نیست که تحت آن گیبون و اردک با هم پایدار باشند؛ هیچ شرایطی نیست که در آن اردک و مگس میوه با هم پایدار باشند. این تحلیل «هم پایداری»[1] (واژه‌ی جدید می‌سازیم) در مورد مخلوط‌های سازگار و ناسازگار ESS پیامدهای جالبی در بازسازی تاریخچه‌ی تکامل دارد. برای مثال، در این جهت هدایت‌مان می‌کند که در تاریخچه‌ی تکامل انتظار داشته باشیم بین نظام‌های جفت‌گیری، بعضی از انواع انتقال‌ها محتمل و بعضی نامحتمل باشند. مینارد اسمیت در یک بررسی مختصر از الگوهای جفت‌گیری در قلمرو جانوران به کندوکاو در این شبکه‌ی تاریخی می‌پردازد و به این سوآل بلاغی و به یاد ماندنی می‌رسد که چرا پستانداران نر شیر نمی‌دهند.

---

1. Stablemate

ص ۱۵۳... می‌توان نشان داد نوسانی در کار نیست. این نظام به سوی یک وضعیت پایدار میل می‌کند.

با عرض پوزش اعلام می‌کنم این جمله اشتباه است. اما اشتباه جالبی است، زیرا اشتباهی است که در آنجا گذاشته‌ام و حالا کمی طول می‌کشد تا آن را برملا کنم. در واقع مانند همان اشتباهی است که گیل و ایوز در مقاله‌ی اصلی مینارد اسمیت و پرایس پیدا کردند (یادداشت مربوط به صفحه‌ی ۷۴ را ببینید). اشتباه مرا دو ریاضی ـ زیست‌شناس که در استرالیا کار می‌کنند، پ. شوستر و ک. زیگموند یافتند.

من نسبت نرهای باوفا به بی‌قید و بندها، و ماده‌های خجالتی به هرزه‌ها را درست به دست آورده بودم، طوری که در آن هر دو نر به یک اندازه موفق و هر دو ماده نیز به یک اندازه موفق بودند. این در واقع تعادل است، اما دقت نکرده بودم که آیا این تعادل پایدار هست یا نه. بیشتر ممکن بود لبه‌ی یک چاقوی خطرناک باشد تا یک دره‌ی امن. برای محک زدن تعادل، باید ببینیم اگر آن را کمی به هم بزنیم چه رخ می‌دهد (اگر توپی را به لبه‌ی یک چاقو فشار دهید، از بین می‌رود، ولی اگر از وسط یک دره به بیرون فشار دهید، دوباره به آنجا برمی‌گردد). در آن مثال عددی من، نسبت تعادل برای نرها ۵/۸ باوفا و ۳/۸ هوسباز بود. اما اگر اتفاقی نسبت هوسبازها در آن جمعیت طوری زیاد شود که کمی بالاتر از حد تعادل قرار گیرد، چه می‌شود؟ برای اینکه تعادل پایدار و خودسامان باشد، باید عملکرد آن هوسبازها فوراً کمی پایین بیاید. متأسفانه، چنان که شوستر و زیگموند نشان دادند، چنین نشد. برعکس، کار و بار هوسبازها بهتر شد! بسامدشان هم در جمعیت بالا رفت. دستگاه به جای اینکه خودسامان شود، خودافزا شد. البته بسامد بیشتر شد ولی نه برای همیشه. فقط تا یک حد معین. اگر شما این را به صورت یک مدل متحرک در کامپیوتر شبیه‌سازی کنید، من این کار را کرده‌ام، به چرخه‌های تکراری بی‌پایانی می‌رسید. از قضا، این دقیقاً همان چرخه‌ای است که من صورت فرضی‌اش را در صفحه‌ی ۱۲۵ شرح داده‌ام، ولی آن موقع فکر می‌کردم فقط، مثل عقاب و کبوتر، وسیله‌ای برای شرح دادن است. در قیاس با عقاب و کبوتر، کاملاً به اشتباه آن را فرضی پنداشتم، و اینکه آن دستگاه واقعاً به تعادل پایدار می‌رسد. تیر آخر شوستر و زیگموند دیگر جای حرف باقی نگذاشت:

بنابراین به‌طور خلاصه به این دو نتیجه می‌رسیم:

الف) نبرد بین دو جنس، از خیلی جهات، مانند طعمه و شکار است.

ب) رفتار یک عاشق مثل ماه در آسمان فراز و نشیب دارد و مثل هوا غیرقابل پیش‌بینی است.

البته مردم بدون اینکه با معادلات دیفرانسیل آشنا باشند این چیزها را می‌فهمند.

ص ۱۵۵... **در میان ماهی‌ها... مواردی از الطاف پدرانه... علت چیست؟**

فرضیه‌ی دانشجویی به نام تامسین کارلیل درباره‌ی ماهی را حالا مارک ریدلی، ضمن بررسی مفصلی از مراقبت‌های والدین در قلمرو حیوانات، به صورت تطبیقی امتحان کرده است. مقاله‌ی ریدلی، مثل خود فرضیه‌ی کارلیل یک کار فوق‌العاده خوب است.

وقتی کارلیل دانشجوی دوره‌ی کارشناسی بود آن را برای من نوشت که متأسفانه توجه چندانی را جلب کرد.

ص ۱۵۸... **یک نوع فرآیند ناپایدار پیشرونده...** .

نظریه‌ی پیشروندگی د. آ. فیشر در مورد انتخاب جنسی را که خیلی کوتاه مطرح شده بود، اکنون آرملند و همکارانش به صورت ریاضی بیان کرده‌اند. موضوع مشکلی است. می‌توان آن را به زبان غیر ریاضی شرح داد ولی دیگر مختصر نخواهد بود، البته آن قدر هم نخواهد شد که تمام یک فصل را اشغال کند. من در ساعت‌ساز نابینا تمام فصل هشت را به آن اختصاص داده‌ام و در اینجا موضوع را تکرار نمی‌کنم.

در عوض به مسئله‌ای می‌پردازم که هیچوقت به اندازه‌ی لازم در کتاب‌هایم بر آن تأکید نکرده‌ام. چگونه تنوع لازم حفظ می‌شود؟ وقتی انتخاب داروینی صورت می‌گیرد که به اندازه‌ی کافی تنوع ژنی وجود داشته باشد. مثلاً اگر کسی بخواهد خرگوش‌هایی با گوش‌های درازتر داشته باشد، در ابتدا موفق می‌شود. در یک جمعیت آزاد از خرگوش‌ها، هر خرگوش معمولی گوش‌های متوسطی (با معیار خرگوشی، یقیناً با معیار ما آن گوش‌ها درازند) دارد. تعدادی خرگوش، گوش‌های‌شان کوتاه‌تر از متوسط، و تعدادی گوش‌های‌شان بلندتر از متوسط است. اگر زادآوری فقط بین درازگوش‌ترین‌ها صورت گیرد، می‌توان اندازه‌ی متوسط گوش را در نسل‌های بعد بیشتر کرد. تا مدتی چنین است. اما اگر زاد و ولد آن گوش درازترین‌ها همچنان ادامه یابد، زمانی خواهد رسید که دیگر تنوع لازم وجود ندارد. همه‌ی آنها «درازترین» گوش‌ها را خواهند داشت، و تکامل به توقف می‌رسد. در تکامل

معمولی، چنین چیزی مشکل‌ساز نیست زیرا بیشتر محیط‌ها، چنین فشار ثابت و یکنواختی را که در یک جهت باشد، ادامه نمی‌دهند. بهترین طول به‌طور معمول برای هر حیوان این نیست که «کمی بلندتر از گوش فعلی باشد، حالا گوش فعلی هر چه هست.» بهترین طول برای گوش یک کمیت ثابت، مثلاً هشت سانت، است. اما انتخاب جنسی واقعاً این ویژگی آزاردهنده را دارد که همواره دنبال یک «حد مطلوب» تحریک‌کننده است. سلیقه‌ی ماده‌ها همیشه گوش‌های درازتری را برای نر می‌طلبد، بی‌توجه به اینکه گوش فعلی چقدر است. بنابراین واقعاً ممکن است تنوع کم شود. و در این صورت، انتخاب جنسی‌ای صورت نمی‌گیرد، ما متوجه می‌شویم در آن آرایه‌ی مردانه بیهوده اغراق شده است. به نظر می‌رسد با تناقصی روبه‌رو هستیم، که شاید بتوان آن را تناقص محو تنوع[1] نامید.

راه‌حل لند برای این تناقص جهش است. از نظر او، همیشه برای سوخت‌رسانی به موتور انتخاب، به اندازه‌ی کافی جهش وجود دارد. دلیل اینکه پیش از این افرادی در این مورد تردید داشتند این بود که فکر می‌کردند هر بار فقط یک ژن جهش می‌کند: میزان جهش در هر جایگاه ژنی پایین‌تر از آن است که تناقص محو تنوع را حل کند. لند یادآور می‌شود که «دُم» و دیگر اعضایی که انتخاب جنسی روی آنها کار می‌کند، تحت تأثیر ژن‌های متفاوت بسیار زیادی ـ پلی ژن‌ها ـ هستند و اثر کوچک تک تک آنها به هم افزوده می‌شود. به علاوه، ضمن پیشروی تکامل، مجموعه‌ی پلی‌ژنی مربوطه تغییر می‌کند: ژن‌های جدیدی به عنوان نیروهای تازه جلب می‌شوند و تنوع در «طول دم» را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند، و ژن‌های قدیم کنار می‌روند. جهش ممکن است بر هر یک از این مجموعه‌های متغیر ژنی اثر بگذارد و به این ترتیب، خود تناقض محو تنوع را محو کند.

و. د. همیلتون پاسخ دیگری برای این تناقص دارد. پاسخ او به این مسئله، مانند دیگر پاسخ‌های او به بیشتر مسائل در این‌روزهاست: «انگل». برگردیم به گوش خرگوش. بهترین طول گوش شاید به عوامل صوتی مختلفی بستگی داشته باشد. دلیلی ندارد فکر کنیم این عوامل به شکلی یکنواخت و در جهتی ثابت، همراه با گذشت نسل‌ها، تغییر می‌کنند. بهترین طول گوش برای خرگوش ممکن است یک چیز کاملاً ثابتی نباشد، با این حال، چنین نیست که انتخاب در یک جهت خاص آن قدر پیش برود که در بیرون از محدوده‌ی تنوعاتی که در خزانه‌ی ژنی فعلی وجود

1. The Paradox of Vanishing Variation

دارد، قرارگیرد. بنابراین اصلاً تناقض محو تنوعی وجود ندارد.

اما حالا نگاهی بیندازید به آن محیط بسیار متغیری که انگل‌ها فراهم می‌کنند. در یک جهان پر از انگل به نفع توانایی مقابله با آنها، انتخاب پرقدرتی وجود دارد. انتخاب طبیعی خرگوش‌هایی را ترجیح می‌دهد که کمتر از بقیه در معرض انگل‌های اتفاقی آن دور و بر باشند. نکته‌ی مهم این است که این انگل‌ها همیشه انگل‌های خاصی نیستند. بلا می‌آید و می‌رود. امروز ممکن است بیماری ویروسی خرگوش‌ها وجود داشته باشد، سال دیگر طاعون خرگوشی، سال بعد از آن ایدز خرگوشی و مانند اینها. یا شاید خود ویروس بیماری خرگوش تکامل پیدا کند و بعد از یک دوره‌ی ده ساله، دوباره سر و کله‌اش پیدا شود و با هر پادسازگاری[1] که خرگوش‌ها به آن رسیده‌اند، مقابله کند. همیلتون چرخه‌ی بی‌پایانی از پادسازگاری و پاد ـ پادسازگاری ترسیم می‌کند که در طول زمان در چرخش‌اند و همواره تعریف «بهترین» خرگوش را به روزآمد می‌کنند.

حاصل اینکه، از قرار معلوم سازگاری برای مقاومت در برابر بیماری با سازگاری با محیط واقعی بیرون تفاوتی عمده دارد. در حالی که ممکن است «بهترین» طول پا برای خرگوش یک چیز معین و ثابت باشد، از نظر مقاومت در برابر بیماری یک «بهترین» خرگوش که چیز ثابتی باشد، وجود ندارد. از آنجا که خطرناک‌ترین بیماری امروز چیز ثابتی نیست، بنابراین «بهترین» خرگوش امروز هم چیز ثابتی نیست. آیا انگل‌ها تنها نیروی انتخاب‌اند که به این صورت عمل می‌کنند؟ مثلاً، شکارگرها و طعمه‌ها چطورند؟ همیلتون آنها را هم اساساً مانند انگل‌ها می‌پندارد. اما سرعت تکامل‌شان مانند سرعت بسیاری از انگل‌ها نیست. احتمال اینکه انگل‌ها تکامل پادسازگارِ ژن به ژن داشته باشند، بیشتر از شکارگرها یا طعمه‌هاست.

همیلتون چالش‌های چرخه‌ای انگل را در نظر گرفته و آن را مبنای این نظریه‌ی کلی‌تر می‌کند که اصلاً چرا جنس‌ها وجود دارند. در اینجا ما با استفاده‌ی او از انگل برای حل تناقض محو تنوع در انتخاب جنسی سر و کار داریم. به باور او، مقاومت ذاتی نرها در برابر بیماری مهم‌ترین معیاری است که ماده‌ها برای انتخاب نرها به کار می‌برند. بیماری چنان مصیبت فاجعه‌آمیزی است که ماده از هر توانایی ممکن کمک می‌گیرد تا وجود بالقوه‌ی بیماری را در نر شناسایی کند. ماده‌ای که مثل یک پزشک با تشخیص درست عمل کند و فقط سالم‌ترین نرها را برای جفت‌گیری

1. Counteradaptations

انتخاب کند، به ژن سالم در بچه هایش دست یافته است. ولی چون مدام تعریف «بهترین» خرگوش عوض می‌شود، همیشه یک چیز با اهمیت برای ماده‌ها در کار انتخاب‌شان وجود خواهد داشت، وقتی نرها را برانداز می‌کنند. همیشه بعضی نرها خوب و بعضی بد هستند. بعد از نسل‌ها انتخاب همه «خوب» نخواهند شد زیرا تا آن وقت انگل‌ها هم تغییر کرده‌اند و به این ترتیب تعریف خرگوش «خوب» عوض شده است.

ژنی که مقاومت خوبی در مقابل یک نوع ویروس خرگوشی دارد، در مقابل نوع دیگری از آن ویروس، که جهش یافته و وارد صحنه شده است، چندان مقاومتی ندارد. و به این صورت، چرخه‌های نامشخص از تکامل بیماری‌ها در گردش است. انگل‌ها هرگز کوتاه نمی‌آیند و بنابراین ماده‌ها هرگز از جست‌وجوی مدام خود برای یافتن نرهای سالم دست برنمی‌دارند.

نرها به این سختگیری ماده‌ها، که مثل رفتار دکترهاست، چگونه واکنش نشان می‌دهند؟ آیا آن ژن‌ها که ظاهر را سالم نشان می‌دهند، برگزیده می‌شوند؟ شاید در ابتدای کار چنین باشد، اما بعد از آن انتخاب دقت تشخیص ماده‌ها را بیشتر می‌کند و آنها نرهای واقعاً سالم را از نرهای به ظاهر سالم تشخیص می‌دهند. همیلتون در نهایت بر این باور است که ماده‌ها چنان طبیبان حاذقی خواهند شد که اگر نرها خودی نشان بدهند، آن خودنمایی بر اساس صداقت و درستی است. اگر هر آرایه‌ی مردانه‌ای چشمگیر و اغراق شده باشد، یقیناً نشانه‌ای از تندرستی است. نرها به شکلی تکامل یافته‌اند که ماده‌ها به راحتی شاخص‌های سلامت را در آنها ــ اگر سالم باشند ــ ببینند. نرهای واقعاً سالم از اینکه چنین نشانه‌هایی را به نمایش بگذارند، لذت می‌برند. آنها که سالم نیستند، معلوم است که طور دیگری‌اند ولی چه می‌توان کرد؟ اگر حتی تلاشی هم برای ارائه‌ی گواهی سلامت نکنند، آن وقت ماده‌ها درباره‌ی‌شان بدجوری قضاوت می‌کنند. به هر حال، اگر برداشت ما این باشد که ماده‌ها قصد درمان کردن نرها را دارند، همه‌ی این بحث‌ها بیهوده است. علاقه‌ی ماده‌ها تنها به تشخیص است و این علاقه از روی لطف نیست. من حالا فکر می‌کنم دیگر لزومی ندارد در مورد استفاده از استعاره‌هایی مانند «صداقت» و «نتیجه‌گیری» عذرخواهی کنم.

به موضوع خودنمایی بر می‌گردیم، قضیه طوری است که انگار ماده‌ها نرها را مجبور کرده‌اند یک دماسنج طبی از دم دهانشان داشته باشند، تا سلامتی‌شان به

وضوح از روی آن خوانده شود. این دماسنج چه ممکن است باشد؟ خوب، دُم دراز و چشمگیر پرنده‌ی بهشتی را مجسم کنید. قبلاً تعریف دقیق این آرایه‌ی چشمگیر را توسط فیشر دیده‌ایم. تعریف همیلتون کمی واقع بینانه‌تر از آن است. اسهال یک نشانه‌ی رایج بیماری در پرنده‌هاست. اگر دم‌تان بلند باشد، اسهال آن را نامرتب می‌کند. اگر بخواهید نشان ندهید که اسهال دارید، بهترین راه این است که دم‌تان کوتاه باشد. بر همین اساس، اگر می‌خواهید نشان دهید که اسهال ندارید، بهترین راه داشتن یک دم خیلی بلند است. در این صورت، تمیز بودن دم خیلی بیشتر به چشم می‌آید. اگر اصلاً دم چندانی نداشته باشید، ماده‌ها اصلاً متوجه نمی‌شوند که تمیز است یا نه و آن را که بدتر است به حسابتان می‌گذارند. قصد همیلتون شرح این وضع خاص درباره‌ی دم پرنده‌ی بهشتی نبود، اما این یک نمونه‌ی خوب بود از آن نوع توضیح‌هایی که او می‌پسندد.

من همه جا از تشبیه رفتار ماده‌ها به دکتر در تشخیص و تشبیه رفتار نرها در آسان کردن کار ماده‌ها با حمل و نشان دادن «دماسنج» استفاده کرده‌ام. توجه به دیگر لوازم پزشک‌ها از جمله فشارسنج و گوشی پزشکی، مرا به فکر پیشنهادهای دیگری در مورد انتخاب جنسی در انسان انداخت. به‌طور خلاصه آنها را بیان می‌کنم، گرچه به نظرم بیشتر جالب‌اند تا معقول. اول این نظر که چرا در انسان‌ها استخوان آلت تناسلی از بین رفته است. آلت مردانه در حالت نعوظ به حدی محکم و سخت است که به کنایه می‌گویند، شاخ گرازه. در واقع بسیاری از حیوانات پستاندار، یک استخوان راست شونده، میله آلت یا Os penis دارند که به نعوظ کمک می‌کند. مهم‌تر اینکه در نخستی‌های نزدیک به ما نیز چنین چیزی وجود دارد، مثلاً در نزدیک‌تر از همه به ما، شمپانزه. گرچه این استخوان در او بسیار کوچک و احتمالاً از نظر تکاملی در مسیر از بین رفتن است. ظاهراً گرایش به کوچک شدن این میله در نخستی‌ها وجود دارد، در گونه‌های ما و چند گونه‌ی دیگر از میمون‌ها کاملاً از بین رفته است. بنابراین، ما آن استخوانی را که شاید به اجدادمان در داشتن یک نعوظ خوب کمک می‌کرد نداریم. در عوض، تکیه‌ی ما به یک روش هیدرولیکی تلمبه‌مانند است که نمی‌توان آن را جز راه‌حلی بزرحمت و از روی ناجاری دانست. به طرز بارزی، نعوظ، دست کم برای موفقیت ژنی نرها در دنیای وحش، ناکارآمد است. چاره چیست؟ حتماً یک میله در آلت. پس چرا چنین چیزی دو بار به وجود نمی‌آید؟ برای یک بار هم که شده، زیست‌شناسان اهل «موانع ژنتیکی» نمی‌توانند

بگویند «نه، تنوع لازم نمی‌تواند پیدا شود.» تا این اواخر اجداد ما دقیقاً همین استخوان را داشتند و ما در واقع با تغییر مسیرمان آن را از دست داده‌ایم! چرا؟

در انسان نعوظ فقط با فشار خون ایجاد می‌شود. متأسفانه پذیرفتنی نیست که سختی نعوظ معادل آن فشارسنج پزشکان باشد و ماده از آن برای سنجش سلامت نر استفاده کند. ولی لازم نیست حتماً از استعاره فشارسنج استفاده کنیم. اگر به هر دلیلی عدم توانایی در نعوظ، نشانه‌ی دقیق و یک هشدار اولیه در مورد نوعی عدم تندرستی، جسمی یا روانی، باشد، آنگاه روایتی از این نظریه به دردمان می‌خورد. تنها چیزی که ماده لازم دارد، وسیله‌ی معتبری برای تشخیص سلامت است. در کنترل‌هایی که پزشکان برای سنجش سلامت انجام می‌دهند، معمولاً آزمایش نعوظ وجود ندارد. اغلب می‌گویند، زبان‌تان را بیرون بیاورید. اما عدم نعوظ نشانه‌ی اولیه‌ی بیماری قندخون و بعضی بیماری‌های عصبی است. در اکثر موارد، ناشی از عوامل روانی، افسردگی، اضطراب، تنش، کار بیش از حد، عدم اعتماد به نفس و مانند اینهاست. (در طبیعت، نرهایی را می‌توان دید که در دسته‌بندی منقاری در رده‌ی پایین قرار دارند، آنها به این مشکل مبتلایند. بعضی میمون‌ها از آلت سفت شده‌ی خود برای تهدید استفاده می‌کنند.) قابل قبول است که ماده بتواند از روی کیفیت و توان آلت نر، به هر نوع سرنخی درباره‌ی سلامت و توان او در مقابله با تنش‌ها دست یابد. اما وجود استخوان این راه را می‌بندد! استخوان را همه دارند، لازم نیست که حتماً سالم یا قوی باشند. بنابراین فشار از سوی ماده‌ها نرها را به سمت از دست دادن میله‌ی آلت پیش برده است، زیرا فقط در این صورت است که نرهای واقعاً سالم و قوی می‌توانند نعوظ محکمی داشته باشند تا ماده‌ها به تشخیص روشنی برسند.

در اینجا، زمینه برای بحث‌های احتمالی فراهم است. می‌توان پرسید ماده‌های انتخاب‌کننده از کجا بدانند که آن سختی مربوط به استخوان بوده یا فشار هیدرولیکی؟ چون ما بحث را از آنجا شروع کردیم که حالت نعوظ این تصور را ایجاد می‌کند که استخوانی وجود دارد. اما بعید می‌دانم که بتوان ماده‌ها را فریب داد. آنها هم مورد انتخاب قرار گرفته‌اند، در مورد آنها، موضوع از دست دادن استخوان نبوده، بلکه داوری در موردشان بوده است. و فراموش نکنید در ماده هم چنین آلتی، البته در حالتی بی‌نعوظ، وجود دارد و این تقابل قابل ملاحظه است. استخوان نمی‌تواند جمع و کوچک شود (گرچه می‌تواند بسته شود). شاید این وضعیت

عجیب و دوگانه‌ی آلت تناسلی است که تضمین درست از آب درآمدن تبلیغات دستگاه هیدورلیک می‌شود.

حالا می‌رسیم به «گوشی پزشکی». یک مسئله‌ی آزاردهنده در اتاق خواب، خُرخُر است. شاید امروز به صورت یک گرفتاری اجتماعی جلوه کند، ولی زمانی مسئله‌ی مرگ و زندگی بود. در دل یک شب آرام، خُرخُر صدای بلندی است. می‌تواند شکارگران دور دست را به سوی خرخرکننده و گروهی که او در میانشان است جلب کند. پس چرا آدم‌ها این همه خرخر می‌کنند؟ تصور کنید یک دسته از اجداد ما در یک غار پلئیستوسن خوابیده‌اند و نرها هر کدام با آهنگ خاصی خرخر می‌کنند؟ از ماده‌ها کاری برنمی‌آید، جز اینکه بیدار بمانند و گوش کنند (می‌پذیرم که نرها بیشتر خرخر می‌کنند). آیا نرها اطلاعات مربوط به گوشی پزشکی را نیز به‌صورت آشکار و اغراق‌شده در اختیار ماده‌ها می‌گذارند؟ آیا کیفیت و طنین صدای خرخر آدم حاکی از سلامت مسیر تنفس اوست؟ منظورم این نیست که آدم‌ها فقط وقتی که بیمارند، خرخر می‌کنند. برعکس، خرخر مثل فرکانس موج رادیوست که در هر حال، به‌صورت یکنواخت ادامه دارد، و نشانه‌ای است که به‌صورت یک شاخص دقیق با وضعیت‌بینی و حلق **تنظیم** می‌شود. این حقیقت که ماده‌ها آهنگ ترومپت‌مانند و روشن برش‌های بدون مانع را به خرخرهای ویروس‌زده ترجیح می‌دهند جای حرف ندارد، ولی اعتراف می‌کنم تصور اینکه ماده‌ای خودش دنبال یک خُرخُرو باشد برایم ممکن نیست. با این حال، نظرهای شخصی افراد بدجوری بی‌اعتبار است. شاید خود این قضیه طرح تحقیقی برای یک پزشک خواب‌زده بشود. با چنین فکری، ممکن است در شرایط مناسب به فکر امتحان آن نظریه‌ی دیگر نیز بیفتد.

این دو نظریه را نباید زیاد جدی گرفت. در صورتی نظریه‌های کارآمدی‌اند که بتوانند نظریه‌ی همیلتون را درباره‌ی انتخاب نر از سوی ماده به سرانجام برسانند. شاید جالب‌ترین نکته‌ی آنها این است که ارتباط بین نظریه‌ی انگل همیلتون و نظریه‌ی «بار» هاموس صحاوی را آشکار می‌کنند. اگر منطق مرا در فرضیه‌ی آلت دنبال کنید، نرها با از دست دادن آن استخوان معلول شده‌اند و این معلولیت اتفاقی نیست. علت موفقیت تبلیغات دستگاه هیدرولیکی دقیقاً همین عدم موفقیت گاه‌گاه نعوظ است. بی‌شک خوانندگان متون داروینی از تبعات این «معلولیت» باخبرند و همین در آنها ممکن است سبب ایجاد سوءظن‌های شدیدی شده باشد. من از آنها

می‌خواهم قبل از خواندن یادداشت بعدی که نگاه جدیدی به اصل بار است، از قضاوت خودداری کنند.

ص ۱۵۹... **(صحاوی) نظریه‌ی کاملاً مخالفی به نام «اصل بار» را... مطرح کرد.**

من در چاپ اول نوشتم: «من این نظریه را باور ندارم، گرچه چندان هم به این شک خود، مانند روزهای اولی که از آن باخبر شدم، پایبند نیستم.» و حالا خوشحالم که آن «گرچه» را آورده بودم. چون حالا نظریه‌ی صحاوی برایم خیلی بیشتر از آن زمانی که این قسمت را می‌نوشتم، پذیرفتنی است. اخیراً چند نظریه‌پرداز معتبر هم آن را مورد توجه قرار داده‌اند. بدتر از همه اینکه، همکارم، آلن گرافن، هم یکی از آنهاست. همان‌طور که در چاپ قبلی هم گفته شد، او این عادت آزاردهنده را دارد که همیشه درست می‌گوید. گرافن نظریه‌ی کلامی صحاوی را به صورت مدل‌های ریاضی درآورده است و مدعی است که کارآیی دارد. مثل دیگران نیست که با نظر صحاوی بازی کرده و یک نسخه‌ی رنگ و رو باخته از آن به دست داده باشند، بلکه او خود نظر صحاوی را به زبان ریاضی ترجمه کرده است. گرچه حالا گرافن روی یک روایت کاملاً ژنی کار می‌کند که از بعضی جهات بر این مدل ESS او پیشی خواهد گرفت، من روایت اصلی ESS را از این مدل او مورد بحث قرار خواهم داد. البته منظورم این نیست که این مدل ESS در عمل نادرست است. یک شکل تقریبی خوب است. در واقع همه‌ی مدل‌های ESS، از جمله آنها که در این کتاب آمده‌اند، به همین شکل تقریبی‌اند.

اصل بار بالقوه به همه‌ی وضعیت‌هایی که در آن افراد سعی در پی بردن به کیفیات دیگران دارند، مربوط می‌شود، اما صحبت ما از نرهایی است که خود را پیش ماده‌ها به نمایش می‌گذارند. این به خاطر روشن کردن مطلب است؛ یکی از آن مواردی است که داشتن ضمیر مؤنث و مذکر واقعاً به درد می‌خورد. گرافن خاطر نشان می‌کند چهار رویکرد به اصل بار ممکن است وجود داشته باشد که عبارتند از بار کیفی (نری که با داشتن آن بار به زندگی ادامه داده است باید در موارد دیگر هم عملکردش خوب باشد، بنابراین مورد انتخاب ماده قرار می‌گیرد)؛ بار روشنگر (نر کار دشوار را انجام می‌دهد تا توانایی‌های پنهان خود را به رخ بکشد)؛ بار مشروط (اصلاً فقط نر بسیار باکیفیت می‌تواند بار داشته باشد)؛ و سرانجام قطعه‌ی مورد علاقه‌ی گرافن، که آن را بار انتخاب راهبرد می‌نامد (نرها اطلاعاتی درباره‌ی ویژگی‌های خود دارند که آن را در مقابل ماده‌ها بروز نمی‌دهند و از آن اطلاعات در

تصمیم‌گیری برای پذیرش بار اضافی یا میزان آن استفاده می‌کنند). قطعه‌ی بار انتخاب راهبرد گرافن این قابلیت را دارد که به صورت ESS تحلیل شود.

این فرض پیشین وجود ندارد که خودنمایی نرها پرهزینه یا بار اضافی است. بر عکس، آنها در ایجاد هر نوع جلوه فروشی صادقانه باشد یا ظاهری، گران باشد یا کم هزینه، مختار هستند. اما گرافن نشان می‌دهد، با قبول این آزادی در ابتدای کار، یک نظام باری احتمالاً از نظر تکاملی باید پایدار باشد.

چهار فرض اولیه‌ی گرافن اینها هستند:

۱. کیفیات واقعی نرها متفاوت است. کیفیت یک تصور مبهم و از روی غرور، مثل احساس آدم نسبت به یک دانشکده‌ی قدیمی یا برادر خود نیست (یک بارنامه‌ای از یک خواننده دریافت کردم که نتیجه گرفته بود: امیدوارم فکر نکنید این نامه از روی تفرعن است، آخر من یک... هستم). از نظر گرافن، کیفیت یعنی نرهای خوب و نرهای بد وجود دارند به این مفهوم که اگر ماده‌ها با نرهای خوب جفت شوند و از نرهای بد دوری کنند، از نظر ژنی به نفع‌شان است. کیفیت به معنی چیزی مانند توانایی مردانه، دو سریع، توانایی یافتن طعمه، و توانایی ساختن لانه‌ی خوب است. صحبت از موفقیت نهایی در تولیدمثل نیست، زیرا این قضیه به این بستگی دارد که ماده‌ها آنها را انتخاب بکنند یا نه. صحبت از آن در اینجا به معنی مسلم پنداشتن آن است؛ ولی چیزی است که ممکن است از این مدل بیرون بیاید یا نیاید.

۲. ماده‌ها نمی‌توانند به‌طور مستقیم متوجه‌ی کیفیت نر شوند مگر اینکه از روی تظاهرات او قضاوت کنند. در این مرحله درباره‌ی اینکه این خودنمایی‌ها حقیقی‌اند یا نه بحث نمی‌کنیم. صداقت چیز دیگری است که باز ممکن است از آن مدل بیرون بیاید یا نیاید، آن را هم مدل باید نشان دهد. مثلاً ممکن است نر شانه‌های پری داشته باشد که به اشتباه نشان‌دهنده‌ی هیکل و قدرت باشد. کار این مدل این است که بگوید آیا چنین نشانه‌ی دروغینی از نظر تکاملی پایدار است یا انتخاب طبیعی معیارهای شرافتمندانه، صادقانه و قابل اعتماد را از خودنمایی‌ها برمی‌گزینند.

۳. برخلاف ماده‌ها که چگونگی نرها را با «چشم» می‌سنجند، نرها خودشان به مفهومی از «کیفیت» خود باخبرند و از «راهبردی» برای به جلوه درآوردن آن استفاده می‌کنند که روش خودنمایی‌شان بر اساس آن کیفیت باشد. طبق معمول منظور از «باخبرند» این نیست که آگاهانه از آن مطلع‌اند، ولی فرض بر این است که نرها

ژن‌هایی دارند که بسته به وضعیت کیفیات‌شان فعال می‌شود (و امکان دستیابی به این اطلاعات، یک فرض غیرمعقول نیست، زیرا ژن‌های یک نر در بیوشیمی درون او غوطه‌ور است و خیلی بهتر از ژن‌های یک ماده نسبت به کیفیات او پاسخ می‌دهد) نرها قاعده‌های مختلفی دارند. مثلاً یک نر ممکن است از قاعده‌ی «دمی را نشان بده که اندازه‌اش با میزان سلامت متناسب باشد» پیروی کند؛ و یک نر دیگر از قاعده‌ای عکس آن پیروی کند. این به انتخاب طبیعی این امکان را می‌دهد که با انتخاب از میان نرهایی که به‌طور ژنی برای استفاده از قاعده‌های متفاوت برنامه‌ریزی شده‌اند، قواعد مربوطه را تنظیم کند. لازم نیست سطح خودنمایی مستقیماً متناسب با کیفیات واقعی باشد؛ در واقع هر نری ممکن است عکس یک قاعده را برگزیند. تنها چیز لازم این است که نرها طوری برنامه‌ریزی شوند که نوعی قاعده برای «نگریستن» به کیفیات خود داشته باشند و بر اساس آن سطحی از خودنمایی اندازه‌ی دم یا شاخ را انتخاب کنند. اینکه کدام یک از این قاعده‌های احتمالی سرانجام از نظر تکاملی باثبات خواهد بود، باز چیزی است که آن مدل در پی یافتنش است.

۴. ماده‌ها هم به موازات این، قاعده‌هایی برای خودشان دارند. در آنها قاعده‌های انتخاب نر بر اساس توان خودنمایی نرهاست (یادتان باشد آنها، یا در واقع ژن‌هاشان، امتیاز آگاه بودن از کیفیات نر را ندارند). برای مثال، یک ماده ممکن است از این قاعده پیروی کند: «کلاً نرها را قبول کن.» ماده‌ی دیگری ممکن است این قاعده را به کار ببرد: «خودنمایی نرها را کُلاً ندیده بگیر» و باز یکی دیگر، این قاعده را که: «عکس آنچه را خودنمایی نشان می‌دهد، در نظر بگیر.»

بنابراین، تصور این است که نرها برای ربط کیفیاتشان به سطح خودنمایی، از قاعده‌های متفاوتی استفاده می‌کنند؛ و ماده هم در قواعدی که برای ربط انتخاب جفت با سطح خودنمایی آنها دارند، با آنها متفاوت است. در هردو مورد، این قواعد مدام در تغییر و تحت تأثیر ژن‌ها هستند. تا اینجا در بحث ما، نر می‌تواند برای ربط دادن کیفیاتش به خودنمایی هر قاعده‌ای را انتخاب کند، ماده هم می‌تواند هر قاعده‌ای را برای ربط خودنمایی نرها به انتخاب خود برگزیند. جدا از طیف این قواعد احتمالیِ نرها و ماده‌ها، ما در پی یافتن یک جفت قاعده‌ایم که از نظر تکاملی پایدار باشند. این کمی شبیه مُدل «وفادار/هوسباز» و «کمرو/هرزه» است. از این نظر که می‌خواهیم یک جفت قاعده‌ای پیدا کنیم که از نظر تکاملی برای نر و برای ماده

پایدار باشد ــ منظور از پایداری، پایداری دوسویه است ــ این دو قاعده باید هم به تنهایی و هم در حضور یکدیگر پایدار باشند. اگر بتوانیم چنین قاعده‌های از نظر تکاملی پایداری پیدا کنیم، آنگاه باید ببینیم در جامعه‌ای که نرها و ماده‌ها از چنین قواعدی پیروی می‌کنند اوضاع چگونه است. مخصوصاً، ببینیم آیا همان جهانِ باری است که صحاوی پیش‌بینی کرده است؟

خود گرافن دست به کار یافتن این جفت قاعده‌های دوجانبه‌ی پایدار شد. اگر من به‌جای او این کار را به عهده می‌گرفتم، احتمالاً با شبیه‌سازی‌های کامپیوتری طاقت‌فرسای بسیار، خودم را خسته می‌کردم. یک رشته نر در کامپیوتر ردیف می‌کردم که در ربط کیفیاتشان با خودنمایی‌ها از قاعده‌های مختلف پیروی می‌کردند. و همچنین یک تعداد ماده که راه‌های مختلفی را برای انتخاب نر بر مبنای سطح خودنمایی آنها پیش می‌گرفتند. آنگاه می‌گذاشتم نرها و ماده‌ها درون کامپیوتر به سر و کول هم بپرند. و در صورت رضایت ماده جفت‌گیری کنند، و قواعدشان را، چه نر باشند چه ماده، به پسران و دختران‌شان منتقل کنند. البته ممکن بود افراد بسته به «کیفیات» ذاتی خود، به زندگی ادامه دهند، یا از بین بروند. با گذشت نسل‌ها، هم تغییر در هر قاعده‌ی مربوط به نر یا ماده، خود را به صورت تغییر در بسامد آن جمعیت نشان می‌داد، هرازگاهی نگاهی به درون کامپیوتر می‌انداختم تا ببینم، آیا یک مخلوط پایدار تشکیل شده است یا نه.

به‌صورت نظری این روش خوب است ولی در عمل با مشکلاتی روبه‌روست. خوشبختانه، ریاضی‌دان‌ها می‌توانند با استفاده از چند معادله و حل آنها به نتیجه‌ی همان شبیه‌سازی برسند. گرافن این کار را کرد. من در اینجا نه استدلال ریاضی و نه فرض‌های پرطول و تفصیل او را می‌آورم. در عوض، مستقیماً به نتیجه‌ی کار می‌پردازم. او واقعاً به یک جفت قاعده‌ی از نظر تکاملی پایدار دست یافت.

حالا سئوال عمده این است، آیا می‌توان با ESS گرافن به همان دنیایی رسید که صحاوی به عنوان دنیای بارها و صداقت مشخص کرده بود؟ پاسخ مثبت است. گرافن پی برد که به واقع ممکن است یک دنیای از نظر تکاملی پایدار با ویژگی‌های صحاویایی زیر وجود داشته باشد.

۱. نرها به‌رغم آزادی در انتخاب قاعده‌ای برای سطح خودنمایی، سطحی را برمی‌گزینند که به درستی کیفیات واقعی‌شان را نشان دهد، حتی اگر به خاطر پایین بودن سطح کیفیات واقعی‌شان مورد نکوهش قرار گیرند.

۲. ماده‌ها علی‌رغم آزادی در انتخاب راهبرد جهت واکنش به خودنمایی نرها، نهایتاً راهبرد «به نرها اعتماد کن» را برمی‌گزینند. در ESS، ماده‌ها به‌طور موجهی «اعتماد» می‌کنند.

۳. خودنمایی پرهزینه است. به عبارت دیگر، اگر به نحوی می‌توانستیم اثر کیفیات و جذابیت را ندیده بگیریم، برای نر بهتر این بود که خودنمایی نکند (به این ترتیب در صرف انرژی صرفه‌جویی می‌کرد و کمتر در معرض دید شکارگر قرار می‌گرفت). خودنمایی نه‌تنها پرهزینه است، بلکه به خاطر پرهزینه بودن است که صورت‌های مختلفی به خود می‌گیرد. هر روش خودنمایی با دقت تمام برگزیده می‌شود، زیرا این کار ــ با این فرض که شرایط دیگر یکسان باشد ــ عملاً عملکرد فرد خودنمایی‌کننده را پایین می‌آورد.

۴. خودنمایی برای نرهای کم‌توان پرهزینه‌تر است. یک سطح خاص از خودنمایی، یک نر ضعیف را در معرض خطر بیشتری قرار می‌دهد تا یک نر قوی را. از خودنمایی‌های پرهزینه، نرهای کم‌کیفیت بیش از نرهای با کیفیت ضرر می‌کنند.

این ویژگی‌ها، به خصوص شماره‌ی ۳، همه تمام و کمال زهاویایی‌اند. این ارائه‌ی آنها توسط گرافن که نشان می‌دهد در شرایط مناسب از نظر تکاملی پایدارند، پذیرفتنی است. اما استدلال منتقدان صحاوی هم بر چاپ اول این کتاب تأثیر گذاشته است. آنها به این نتیجه رسیده بودند که نظر صحاوی در مورد تکامل کارآیی ندارد. به نظر می‌رسد، نباید نتایج گرافن را کاملاً بپذیریم، مگر اطمینان پیدا کنیم در جایی ــ اگر چنین جایی یافت شود ــ از اظهارنظرهای قبلی اشکالی وجود دارد. فرض آنها چه بوده که به نتیجه‌ی متفاوتی رسیدند؟ ظاهراً بخشی از پاسخ به این سوآل ممکن است این باشد که نگذاشتند حیوان‌های فرضی‌شان از میان یک رشته‌ی پیوسته از راهبردها گزینش کنند. یعنی آنها نظرهای کلامی صحاوی را به یکی از سه نوع تعبیری که گرافن پشت‌سرهم آورده، بار کیفیتی، بار روشنگر و بار مشروط برگرداندند. آنها هیچ روایتی از مورد چهارم، بار انتخاب راهبردی، در نظر نگرفتند. نتیجه این شد که یا اصلاً نتوانستند اصل بار را عملاً پیاده کنند یا فقط در شرایط انتزاعی ریاضی قابل اجرا بود که آن حالت دوگانه‌ی زهاویایی را نداشت. به علاوه، یک مشخصه‌ی ضروری تفسیر انتخاب راهبرد اصل بار این است که در ESS افراد با کیفیت بالا و افراد با کیفیت پایین همه از یک راهبرد استفاده می‌کنند: «خود را

آن‌طور که هستی نشان بده.» در مُدل‌های قبلی تصور بر این بود که افراد با کیفیت بالا راهبردی متفاوت از نرهای باکیفیت پایین دارند، و بنابراین خودنمایی‌های‌شان تفاوت دارد. گرافن، برعکس، فرض را بر این می‌گذارد که در ESS تفاوت بین خودنمایی‌های باکیفیت بالا و خودنمایی‌های باکیفیت پایین، ناشی از این است که همه راهبرد یکسانی را در پیش گرفته‌اند، و تفاوت در خودنمایی‌هاشان به خاطر تفاوت در کیفیات‌شان است که بنا به قاعده‌ی علامت‌دهی صادقانه ارائه می‌شود.

همواره پذیرفته‌ایم که این آرایه‌ها در واقع بار محسوب می‌شوند و دانسته‌ایم علی‌رغم اینکه دردسر هستند به صورتی اغراق شده تکامل می‌یابند، مخصوصاً در نتیجه‌ی انتخاب جنسی. آن بخش از نظریه‌ی صحاوی که همه‌ی ما با آن مخالف بودیم، این بود که انتخاب به این دلیل آن آرایه‌ها را برمی‌گزیند که برای فرد علامت‌دهنده بار محسوب می‌شوند. در اینجاست که از آلن گرافن آشکارا رفع شبهه می‌شود.

اگر بحث گرافن درست باشد ــ که به نظر من هست ــ حاصل اهمیت زیادی است که بررسی کلی این نشانه‌ها در حیوانات داشته است. شاید حتی لازم باشد در کل دیدگاهمان نسبت به تکامل رفتار، در نگرش‌مان نسبت به بسیاری از موضوع‌های موردبحث در این کتاب یک تغییر اساسی ایجاد شود. خودنمایی جنسی فقط یکی از انواع خودنمایی‌هاست. اگر نظریه‌ی صحاوی ـ گرافن درست باشد، نظر زیست‌شناسان را در مورد رابطه‌ی بین رقیبان هم‌جنس، بین والدین و فرزندان و بین دشمنان از گونه‌های مختلف تغییر خواهد داد. من این دورنما را تا حدی نگران‌کننده می‌بینم، زیرا به این معنی است که دیگر نمی‌توان نظریه‌های مبتنی بر بی‌خردی‌های بی‌حدومرز را با تکیه به معرفت عمومی از میدان به‌در کرد. اگر ببینیم جانوری کار واقعاً مسخره‌ای می‌کند، مثلاً به جای فرار از مقابل شیر، روی سر خود می‌ایستد، بگوییم شاید این کار را برای جلب توجه یک ماده می‌کند. شاید هم برای جلب توجه شیر: «من چنان حیوان چابکی‌ام که اگر بخواهی مرا بگیری، وقتت را هدر داده‌ای.» (صفحه ۱۷۱ را ببینید).

اما، مهم نیست چیزی از نظر من چه اندازه احمقانه باشد، نظر انتخاب طبیعی ممکن است چیز دیگری باشد. در صورتی یک جانور در جلو یک دسته شکارگر کله‌معلق می‌زند، که این کار بیش از آنکه او را در معرض خطر قرار دهد، قدرت او را به رخ آنها بکشد. همین پُرخطر بودن است که کار را به جلوه می‌آورد. البته انتخاب

طبیعی خطرپذیری نامحدود را ترجیح نمی‌دهد. در آنجا که این تظاهرات جنبه‌ی کله‌خری پیدا کند، خوش‌عاقبت نخواهد بود. در نظر ما خودنمایی پرهزینه یا پرخطر ممکن است احمقانه باشد، ولی در واقع ما کاره‌ای نیستیم. این خود انتخاب طبیعی است که تصمیم می‌گیرد.

فصل دهم
تو پشتم را می‌خارانی، من پشتت سوار می‌شوم

ص ۱۷۳... به نظر می‌رسد فقط در حشرات اجتماعی این پدیده [تکامل کارگران سترون] عملاً رخ داده است.

همه این‌طور فکر می‌کردیم. ما موش کورهای بی‌مو را در نظر نمی‌گرفتیم. این موش‌های کور گونه‌ای جونده‌ی کوچک بدون مو و تقریباً کورند که در پرگنه‌های بزرگ در مناطق خشک کنیا، سومالی و اتیوپی در زیرزمین زندگی می‌کنند. به نظر می‌رسد واقعاً معادل حشرات اجتماعی در دنیای پستانداران باشند. مطالعات پیشگام جنیفر جارویس در مورد پرگنه‌های محبوس، در دانشگاه کیپ تاون، اکنون با مشاهده‌های میدانی رابرت برت در کنیا ادامه پیدا کرده؛ و مطالعات دیگری در آمریکا توسط ریچارد الکساندر و پل شرمن صورت گرفته است. این چهار پژوهشگر قول یک کتاب مشترک را داده‌اند که من یکی بسیار مشتاق دیدنش هستم. در ضمن، نظر من بر مبنای چند مقاله‌ی منتشر شده و گوش دادن به سخنرانی‌های پژوهشی پل شرمن و رابرت برت است. همچنین این امکان را داشته‌ام که از طریق برایان، آن زمان که مدیر بخش پستانداران باغ‌وحش لندن بود، از پرگنه‌ی این جانوران بی‌مو دیدن کنم.

این موش‌های حفار در شبکه‌ی بزرگی از راهروهای زیرزمینی زندگی می‌کنند. هر پرگنه‌ی معمولاً شامل ۷۰ یا ۸۰ حیوان است، اما گاهی تعداد آنها به چندصد هم می‌رسد. طول شبکه‌ی راهروهای زیرزمینی یک پرگنه ممکن است در مجموع به ۴ تا ۵ کیلومتر هم برسد و پرگنه ممکن است در سال سه تا ۴ تن خاک بیرون بریزد.

کندن نقب یک فعالیت گروهی است. یک کارگر جلودار خاک را با دندان می‌کند و آن را تسمه نقاله‌ای از موجودات زنده، صف شلوغی از آن جانوران کوچک صورتی‌رنگ، به عقب می‌رانند و بیرون می‌ریزند. بعد از مدتی کار یکی از آن کار گروه‌های پشتی در جای آن کارگر جلودار قرار می‌گیرد.

در آن پرگنه، طی یک دوره‌ی چندساله، فقط یک ماده زاد و ولد می‌کند. واقعاً جارویس به جا عبارت «حشرات اجتماعی» را در موردشان به کار برده و آن ماده را ملکه نامیده است. آن ملکه فقط با دو یا سه نفر جفت می‌شود. هیچ‌کدام از آن نر و ماده‌های دیگر زاد و ولد نمی‌کنند. و مثل بسیاری از گونه‌های حشرات اجتماعی، اگر ملکه از آنجا برود، چند ماده که قبلاً عقیم بودند، وارد شرایط زادآوری می‌شوند و سپس بر سر تصاحب جایگاه ملکه با هم می‌جنگند.

موش‌های سترون «کارگر» نام گرفته‌اند که این هم به‌جاست. کارگرها از هردو جنس هستند، مثل موریانه‌ها (ولی نه مثل مورچه، زنبور عسل و زنبور معمولی که کارگرها فقط ماده‌اند). کار هر موش کارگر به جثه‌اش بستگی دارد. کوچک‌ترین‌ها، که جارویس «همیشه کارگر» می‌نامدشان، خاک را می‌کنند و بیرون می‌دهند، به نوزادها غذا می‌دهند و احتمالاً شرایطی فراهم می‌آورند که ملکه آسوده به کار زادآوری خود بپردازد. او بچه‌های نسبتاً درشت‌تری هم دارد، که باز ما را به یاد حشرات اجتماعی می‌اندازد. سترون‌هایی که از بقیه درشت‌ترند کاری جز خوردن و خوابیدن ندارند، ولی سترون‌های دارای اندازه‌ی متوسط رفتارشان بینابین است: اینها مانند زنبور به صورت یک، پیوستارند، مثل بسیاری از مورچه‌ها نیستند که به طبقات مجزا تقسیم شوند.

جارویس عقیم‌های درشت را ناکارگر[1] نامید. آیا واقعاً هیچ کاری نمی‌کنند؟ در این‌باره بر اساس کارهای آزمایشگاهی و مشاهدات میدانی اظهارنظر کرده‌اند که آنها سربازند و وقتی پرگنه در خطر باشد از آن دفاع می‌کنند. بیشتر طعمه‌ی مارها واقع می‌شوند. این امکان هم هست که مثل «مورچه‌های ظرف عسل» نقش «منبع غذا» را داشته باشند (صفحه ۱۷۱ را ببینید). این موش‌ها هوموکوپرا فاگوس[2]اند که عبارت مؤدبانه‌ای است برای گفتن اینکه مدفوع همدیگر را می‌خورند (البته این تنها خوراک‌شان نیست؛ وگرنه قوانین طبیعت را به گند می‌کشیدند). شاید نقش مهم آن موش‌های درشت‌جثه این است که، وقت فراوانی غذا، مدفوعشان را در بدن ذخیره

1. non workors 2. homocoprophagous

کنند، طوری که هنگام کمیابی، نقش گنجه‌ی اضطراری ــ نوعی کمیساریای یبوستی ــ را داشته باشند.

از نظر من، حیرت‌آورترین ویژگی موش‌کورهای بی‌مو این است که گرچه از خیلی جهات شبیه حشرات اجتماعی‌اند، ظاهراً در آنها چیزی که معادل طبقه‌ی زادآور بالدار در مورچه و موریانه باشد، وجود ندارد. البته افراد زادآور دارند. اما این‌طور نیست که اینها کارشان را با پرواز کردن و پخش کردن ژن‌هاشان در سرزمین‌های جدید شروع کنند. همه می‌دانیم که شبکه‌ی پرگنه‌ی موش کورهای بی‌مو با کندن راهروهای جنبی زیرزمینی گسترش پیدا می‌کند. ظاهراً آنها مثل تولیدمثل‌کننده‌های بالدار نیستند که افراد خود را در فاصله‌های دور پراکنده کنند. این با شم داروینی من اصلاً سازگاری ندارد، طوری که لازم است به حدس و گمان متوسل شوم. احساس من این است که روزی مرحله‌ی انتشار آنها را که تاکنون به دلیلی از نظر دور مانده، پیدا می‌کنیم. نمی‌توانیم بگوییم اعضای پراکنده شده واقعاً بال درمی‌آورند! ولی ممکن است به چیز دیگری مجهز باشند به چیزی که بتوانند با آن روی زمین زندگی کنند نه زیر آن. مثلاً ممکن است، مو داشته باشند و لخت نباشند. موش کورهای حفار به روش معمول در پستانداران دیگر دمای بدن خود را تنظیم نمی‌کنند. بیشتر شبیه خزندگان «خون ـ سرد» هستند. شاید دما را دسته‌جمعی کنترل می‌کنند ــ یک شباهت دیگر به مورچه و موریانه. یا شاید از آن دمای ثابتی که در هر زیرزمین خوب وجود دارد، استفاده می‌کنند؟ در هر حال آن افراد پراکنده شده‌ی فرضی من ممکن است اصلاً، برخلاف کارگران زیرزمینی، «خون‌گرم» باشند. آیا ممکن است یک جونده‌ی پرمو را که از قبل می‌شناختیم از این به بعد گونه‌ی جداگانه‌ای به حساب آوریم و معلوم شود که همان طبقه‌ی گم‌شده‌ی موش‌های کور حفار هستند؟

بالأخره، این چیزها بی‌سابقه نیست. مثلاً ملخ را معمولاً زندگی تنها، مرموز و گوشه‌گیری مانند دارد. اما ملخ‌ها تحت شرایط خاصی، به شدت و به‌طور وحشتناکی تغییر می‌کنند. وضعیت استتاری خود را از دست می‌دهند و راه راه می‌شوند. شاید این حالت نوعی هشدار است. اگر چنین باشد، بدون حکمت نیست، زیرا هم‌زمان رفتارشان هم تغییر می‌کند. از انزوا بیرون می‌آیند و دارودسته تشکیل می‌دهند، با عواقبی خطرناک. از بلاهایی که داستان‌شان در انجیل آمده تا به امروز، انسان از هیچ جانوری تا این حد نترسیده است. در دسته‌های میلیونی

مسیری با پهنای ده‌ها کیلومتر را با هم درو می‌کنند و گاه روزانه تا صدها کیلومتر پیش می‌روند. روزی ۲۰۰۰ تن غله را می‌بلعند و گرسنگی و قحطی پشت‌سر خود باقی می‌گذارند. حالا به احتمال مقایسه‌ی اینها با موش‌های حفار می‌رسیم. تفاوت بین یک عضو منفرد و تجمع او درگروه آن‌قدر زیاد است که تفاوت بین دو طبقه از مورچه‌ها، به علاوه، درست همان‌طور که ما طبقه‌ی گم‌شده»ای را برای این موش‌های کور فرض می‌کنیم، تا سال ۱۹۲۱، ملخ جکی‌لیس[1] و ملخ هاید[2] آن به عنوان دوگونه‌ی مختلف طبقه‌بندی می‌شد.

اما، متأسفانه احتمال اینکه افراد متخصص در جانوران پستاندار تا امروز تا این حد اشتباه کرده باشند. وجود ندارد، از قضا باید بگویم، موش کورهای معمولی تغییر نیافته گاهی روی زمین دیده می‌شوند و شاید بیشتر از آنچه عموماً تصور می‌شود از مقر خود دور می‌شوند. اما پیش از اینکه موضوع حدس این «زادآورد تغییریافته» را ترک کنیم، قیاس آنها با ملخ، احتمال دیگری را نیز به ذهن آورده است. شاید این موش‌های لخت موجودات تولیدمثل کن تغییریافته‌ای تولید می‌کنند، اما فقط در شرایطی خاص ـ شرایطی که در دهه‌های اخیر پیدا نشده است. هنوز هجوم ملخ، در آفریقا و خاورمیانه، یک تهدید است، درست مثل زمان انجیل. اما در آمریکای شمالی، اوضاع طور دیگری است. در آنجا بعضی گونه‌های ملخ این قابلیت را دارند که به صورت مجتمع باشند، اما ظاهراً چون شرایط مناسب دست نداده است، در این قرن هیچ هجوم ملخی در آمریکای شمالی رخ نداده است، (هرچند یک بلای کاملاً متفاوت، جیرجیرک‌ها، هنوز با فاصله‌های زمانی منظم پیدا می‌شوند، و عجیب اینکه مردم عادی در آمریکا به آنها می‌گویند ملخ). با وجود این، اگر هجوم ملخ‌های واقعی در آمریکا پیش بیاید، نباید زیاد تعجب کرد: آتش‌فشان خاموش نشده، خیر فعال است. اما اگر ما گزارش‌های اطلاعات تاریخی را از جاهای دیگر دنیا ثبت نکرده بودیم، خیلی برایمان تعجب‌آور می‌شد زیرا تا جایی که ما می‌دانیم این حیوان یک جانور منزوی و بی‌آزار است. شاید موش بی‌مو، مثل ملخ آمریکایی، تحت شرایط خاص ــ شرایطی که به دلایلی در این قرن پیدا نشده ــ طبقه‌ی جداگانه‌ای را برای انتشار خود تولید می‌کند؟ ممکن است در قرن نوزده شرق آفریقا هجوم موش‌های پرمویی راکه مانند موش قطبی روی زمین بودند، پشت‌سر گذاشته باشد بدون اینکه نشانه‌ای از آن برای ما به جا مانده باشد.

---

1. Jekylls grasshopper 2. Locust Hydes

شاید در قصه‌ها و افسانه‌های دور و دراز قبایل بومی بتوان ردپایی از آن یافت.
ص ۱۷۵... **یک نازک‌بال ماده به خواهران تنی خود نزدیکی بیشتری دارد تا به بچه‌های خود.**

دقت بی‌نظیر و به‌یادماندنی فرضیه‌ی «نسبت $\frac{3}{4}$» همیلتون درباره‌ی نازک‌بالان، شهرت نظریه‌ی کلی‌تر و اساسی‌تر او را تحت شعاع قرار داده است. موضوع نسبت $\frac{3}{4}$ تک‌لاد ـ دولاد[1] آسان است و همه با کمی دقت آن را متوجه می‌شوند، ولی به اندازه‌ی کافی هم مشکل است که آدم از درک آن احساس رضایت نکند و نگران باشد که چطور آن را برای دیگران بازگو کند. اگر کسی نه با خواندن کتاب همیلتون، بلکه ضمن یک گفت‌وگو در کافه‌ای از این موضوع باخبر شود، به احتمال زیاد چیزی جز تک لاد-دولاد در گوشش باقی نخواهد ماند. این روزها مهم نیست یک کتاب زیست‌شناسی چقدر به اختصار به موضوع انتخاب خویشاوند پرداخته باشد، در هر صورت پاراگرافی را به نسبت $\frac{3}{4}$ همیلتون اختصاص داده است. یکی از همکارانم، که حالا یکی از کارشناسان خبره‌ی جهان در رفتار پستانداران بزرگ به شمار می‌آید، پیش من اعتراف کرد که سال‌ها فکر می‌کرد نظریه‌ی انتخاب خویشاوند فقط همان نسبت $\frac{3}{4}$ است و بس! ماحصل همه‌ی این بحث‌ها این است که اگر واقعیت‌های جدید در نظر ما نسبت به اهمیت فرضیه‌ی نسبت $\frac{3}{4}$ تردید ایجاد کند، ممکن است عده‌ای آن را دلیلی علیه کل نظریه‌ی انتخاب خویشاوند به شمار آورند. مثل این است که آهنگساز بزرگی یک سمفونی بلند و کاملاً اصیل بنویسد که یک نت وسط آنکه کمی بالا پریده، آن‌قدر چشمگیر شود که هر دست‌فروشی در خیابان آن را سوت بزند و سمفونی را با آن نت بشناسند. آن وقت اگر این نُت جذابیتش را برای مردم از دست دهد، مردم فکر می‌کنند از کل آن سمفونی بدشان می‌آید.

مثلاً، اگر به مقاله‌ی جالبی که اخیراً در مجله‌ی نیوساینتیست از لیندا گالمین درباره‌ی موش‌کورهای بی‌مو منتشر شده توجه کنید، می‌بینید از این نظر که موش‌های بی‌مو و موریانه را، فقط به این دلیل که تک‌لاد ـ دولاد نیستند، مواردی برای رد فرضیه‌ی همیلتون دانسته، از ارزش مقاله کاسته است! بعید است نگارنده‌ی آن حتی آن دو تا مقاله‌ی کلاسیک همیلتون را دیده باشد، زیرا تک‌لاد-دولاد بودن فقط در چهار صفحه از پنجاه صفحه‌ی آنها آمده است. احتمالاً بر اساس منابع

1. haplodiploidy

دست‌دوم نوشته است که امیدوارم **ژن خودخواه** جزء آنها نباشد.

یک نمونه‌ی روشن دیگر به شته‌های سرباز مربوط می‌شود که من در یادداشت‌های فصل ۶ ذکر کردم. چنان که آنجا شرح دادم. چون شته‌ها شبیه‌های دوقلوی یکسان تشکیل می‌دهند، انتظار از خودگذشتگی ایثارگرانه در آنها زیاد است. همیلتون در ۱۹۶۴ به این نکته پی برد و به زحمت بسیار این واقعیت غیرمعمول ــ را توضیح داد ــ که حیوانات مشابه‌ساز هیچ گرایش خاصی نسبت به رفتار ایثارگرانه ندارند. وقتی نوبت به کشف شته‌های سرباز رسید، چیزی بیش از آن نمی‌توانست با نظریه‌ی همیلتون سازگار باشد. با این حال، در مقاله‌ی اولیه‌ای که این کشف مطرح شد، شته‌های سرباز را طوری در نظر گرفته بودند که انگار اشکالی برای نظریه‌ی همیلتون محسوب می‌شدند، چون تک‌لاد-دولاد نبودند! طنز جالبی است.

وقتی موریانه‌ها را در نظر می‌آوریم ــ اغلب آنها را هم دردسری برای نظریه‌ی همیلتون دانسته‌اند ــ طنز ادامه می‌یابد. خود همیلتون کسی بود که در ۱۹۷۲ یکی از جالب‌ترین نظریه‌ها را در مورد علت اجتماعی شدن آنها مطرح کرده بود که می‌توان آن را قیاس هوشمندانه‌ای با فرضیه‌ی تک‌لاد-دولاد دانست. این نظریه‌ی درون‌زایی چرخه‌ای[1]، را که هفت سال بعد از انتشار مقاله‌های اولیه‌ی همیلتون، شکل گرفت، اغلب به س. بارتز نسبت می‌دهند. خود همیلتون، طبق معمول، فراموش کرده بود که «نظریه‌ی بارتز» اول به فکر خودش رسیده بود و من مجبور شدم مقاله‌ی خودش را جلوی چشمش بگذارم تا باور کند! صرف‌نظر از مسئله‌ی پیشگام بودن، این نظریه به قدری جالب است که من افسوس می‌خورم چرا در چاپ اول کتاب از آن صحبت نکردم. حالا این کوتاهی را جبران می‌کنم.

گفتم این نظریه قیاس هوشمندانه‌ای است با فرضیه‌ی تک‌لاد-دولادی. منظورم این است که از نقطه‌نظر تکامل اجتماعی ویژگی بارز جانوران تک‌لاد-دولاد این است که هر فرد ممکن است از نظر ژنی به خواهر/برادرش نزدیک‌تر باشد تا به بچه‌هایش. این او را وامی‌دارد که در لانه‌ی پدری بماند و از خواهر برادرهایش مراقبت کند به جای اینکه برود و بچه‌های خودش را بزرگ کند. همیلتون به دلیلی برای اینکه چرا در موریانه‌ها هم، ممکن است خواهر برادر بیش از والدین و فرزند از نظر ژنی به هم نزدیک باشند، اندیشیده بود. کلید مسئله درون‌زایی است. وقتی

1. The Cyclic inbreeding theory

حیوانات با خواهر/برادر خود جفت‌گیری می‌کنند، بچه‌هایی که تولید می‌شوند، از نظر ژنی، هم‌شکلی بیشتری دارند. در یک نسل آزمایشگاهی، موش‌های سفید، از نظر ژنی تقریباً معادل دوقلوهای یکسان‌اند. به این دلیل که حاصل رشته‌ای طولانی از آمیزش خواهر ـ برادرهایند. ژنوم آنها بسیار خالص[1] است، یا به زبان فنی: تقریباً در هریک از جفت جایگاه‌های ژنی دوژن یکسان‌اند، و همچنین یکسان‌اند با ژن‌هایی که در همه‌ی دیگر افراد آن رگه در همان جایگاه قرار دارند. اغلب در طبیعت یک رشته‌ی ادامه‌دار از آمیزش با خویشان نزدیک را نمی‌بینیم، اما یک استثنای چشمگیر وجود دارد ـ موریانه‌ها!

یک لانه‌ی نوعی موریانه را یک زوج سلطنتی بنا نهاده‌اند، شاه و ملکه‌ای که فقط با همدیگر می‌آمیزند، تا وقتی یکی از آنها بمیرد. آن‌وقت یکی از بچه‌های‌شان، جای آن نر یا ماده‌ی فوت شده را پُر و با یکی از والدین خود جفت‌گیری می‌کند. اگر هردو عضو زوج سلطنتی بمیرند، جایشان را یک زوج خواهر ـ برادر می‌گیرد. و همین‌طور الی آخر. یک پرگنه‌ی بالغ احتمالاً چندین شاه و ملکه از دست داده است. و نتایج بعد از چندسال در واقع بسیار درون‌زایند، مثل موش‌های آزمایشگاهی‌اند که متوسط خلوص و متوسط ضریب نسبت، درون هر لانه‌ی موریانه سال به سال بیشتر می‌شود و تولیدمثل‌کننده‌های سلطنتی پشت‌سرهم جای خود را به فرزندان یا خواهر / برادران‌شان می‌دهند. اما این فقط گام نخست استدلال همیلتون است. بخش جالب آن بعد می‌آید.

محصول نهایی یک پرگنه‌ی حشرات اجتماعی موجودات بالدار جدیدی‌اند که از پرگنه به پرواز درمی‌آیند، جفت‌گیری می‌کنند و پرگنه‌ی تازه‌ای می‌سازند. وقتی این شاه و ملکه‌های جدید جفت می‌شوند، این احتمال هست که این جفت‌گیری خویش‌آمیزی[2] نباشد. در واقع به نظر می‌رسد این مراسم طوری هم‌زمان طراحی می‌شود که لانه‌های مختلف موریانه‌های یک منطقه، همه در یک روز، تولیدمثل‌کننده‌های بالدار تولید کنند، شاید به این خاطر که امکان برون‌زادآوری[3] فراهم باشد. به این ترتیب، نتیجه‌ی ژنی آمیزش شاه جوان پرگنه‌ی A و ملکه‌ی جوان پرگنه‌ی B را ملاحظه می‌کنیم. هردوی آنها خودشان حاصل درون‌آمیزی‌های بسیاری‌اند. هردو معادل موش‌های درون‌زادآوری‌شده‌ی آزمایشگاهی‌اند. اما، از آنجا که محصول برنامه‌های متفاوت و جداگانه‌ی زادآوری با خویشان‌اند، از نظر

---

1. Homozygous جورتخم 2. incestuous 3. outbreeding

ژنی با هم فرق دارند. مانند موش‌های درون‌زادآوری شده‌ی متعلق به دورگه‌ی متفاوت آزمایشگاهی‌اند. وقتی اینها با هم می‌آمیزند، بچه‌های‌شان به شدت ناخالص[1] ولی همانند خواهند بود. ناخالص‌اند یعنی در بسیاری از جایگاه‌های ژنی، دوژن‌شان با هم فرق دارد. همانندند، یعنی هریک از بچه‌ها درست مثل بقیه ناخالص است. آنها از نظر ژنی تقریباً با خواهر/برادرهایشان یکسان‌اند، اما در عین حال بسیار ناخالص‌اند.

حالا در زمان به جلو می‌پریم. آن پرگنه‌ی جدید و بنیان‌گذاران سلطنتی‌اش بزرگ شده‌اند. پرگنه پر است از تعداد زیادی موریانه‌ی کوچک ناخالص همانند. فکر کنید وقتی یکی یا هردو عضو آن زوج سلطنتی بمیرد، چه اتفاق می‌افتد. آن چرخه‌ی قدیمی خویش‌آمیزی دوباره با پیامدهای چشمگیرش راه می‌افتد. اولین نسل حاصل از آمیزش با نزدیکان بسیار پرتنوع‌تر از نسل قبل است. مهم نیست که آمیزش برادرخواهر را در نظر بگیریم، آمیزش پدر دختر، یا مادر پسر را. اصل قضیه در مورد همه یکی است، اما راحت‌تر این است که آمیزش خواهر برادر را در نظر آوریم. اگر خواهربرادر ناخالص همانند باشند، بچه‌های‌شان درهمی از ترکیب‌های ژنی مختلف خواهند بود. این بر اساس ژنتیک اولیه مندلی است و اصولاً در مورد همه‌ی حیوانات و گیاهان، نه فقط موریانه‌ها، چنین است. اگر شما افراد ناخالص همانند را با هم، یا با یکی از ناخالص‌های نسل والدین‌شان آمیزش دهید، از نظر ژنی واویلا می‌شود. دلیلش را در هر کتاب درسی ابتدایی ژنتیک می‌توانید پیدا کنید و من شرح نمی‌دهم. از دیدگاه فعلی ما، نتیجه‌ی مهم این است که در این مرحله از توسعه‌ی پرگنه‌ی موریانه، هر فرد نوعی از نظر ژنی به خواهر یا برادر خود نزدیک‌تر است تا به بچه‌های احتمالی‌اش. و چنان که در نازک بالان تک‌لاد-دولاد دیدیم، این می‌تواند شرط اولیه‌ی تکامل طبقه‌ی کارگری باشد که از روی ایثار سترون است.

اما حتی در آنجا که برای بیشتر نزدیک بودن افراد به خواهر برادر خود تا به بچه‌هایشان دلیل خاصی در دست نیست، باز اغلب دلیلی وجود دارد برای اینکه نزدیکی نسبت افراد به خواهر برادرشان به اندازه‌ی بچه‌هایشان باشد. تنها شرط لازم برای وجود چنین حالتی، درجاتی از تک‌همسری است. تا حدی از نقطه‌نظر همیلتون این نکته عجیب است که گونه‌های دیگری، وجود ندارد که در آنها کارگران سترون از خواهر و برادر خود مراقبت کنند. ما اکنون هرچه بیشتر پی می‌بریم به

1. hetero zygous

اینکه حالت‌های معمول، نوعی روایت کمرنگ شده از پدیده‌ی کارگران سترون‌اند، و «کمک کار لانه» نام دارند. در بسیاری از گونه‌های پرنده و پستاندار، جوان‌های بالغ، قبل از اینکه جداشونده و برای خود خانواده تشکیل دهند، یکی دوفصل با والدین خود می‌مانند و در بزرگ کردن خواهر برادرهای کوچک خود به والدین کمک می‌کنند. نسخه‌هایی از ژن انجام این کار به بدن آن خواهرها و برادرها انتقال می‌یابد. با فرض اینکه آن افراد بهره‌ور خواهر برادران تنی‌اند (نه تاتنی) از نظر ژنی، هر مقدار غذایی که صرف نگه‌داری یک خواهر یا برادر شود، درست همان‌قدر سرمایه را برمی‌گرداند، درست مثل اینکه برای بچه سرمایه‌گذاری شده باشد. البته این در صورتی است که همه‌ی شرایط دیگر یکسان باشد. اگر بخواهیم توضیح دهیم، چرا در بعضی گونه‌ها این کمک کار لانه وجود دارد و در بعضی ندارد، باید به غیریکسان بودن شرایط توجه کنیم.

برای مثال، پرنده‌ای را در نظر بگیرید که در تنه‌ی خالی درخت لانه می‌سازد. چنین درخت‌هایی باارزش‌اند چون فقط تعداد محدودی از آنها وجود دارد. اگر شما جوان بالغی هستید که هنوز پدر و مادرتان در قید حیات‌اند، احتمالاً آنها صاحب یکی از آن درخت‌های توخالی‌اند (یا حتماً باید تا این اواخر صاحب یکی از آنها می‌بودند، زیرا در غیر این صورت شما وجود نمی‌داشتید).

بنابراین احتمالاً شما در تنه‌ی درختی زندگی می‌کنید که کار و بارش دایر است و نوزادهایی که در آن‌اند برادرخواهرهای تنی شمایند، و از نظر ژنی آن‌قدر به شما نزدیک‌اند که بچه‌های آینده‌ی خودتان. اگر شما بگذارید و بروید، احتمال اینکه درختی برای خودتان پیدا کنید، کم است. حتی اگر موفق شوید، بچه‌هایی که بارمی‌آورید از نظر ژنی به شما نزدیک‌تر از خواهر برادرهای خودتان نخواهند بود. اگر یک مقدار معین از تلاش را در تنه‌ی درخت پدر سرمایه‌گذاری کنید، به‌صرفه‌تر از این است که همان مقدار را صرف جایی برای خودتان بکنید. بنابراین در این شرایط احتمالاً مراقبت از خواهر برادر یا «کمک کار لانه» بودن به صرفه‌تر است.

با وجود اینها، درست است که بعضی افراد ــ یا همه‌ی افراد بعضی اوقات ــ باید بگردند و دنبال تنه‌ی درختی، یا چیزی معادل آن درگونه‌ی خود، باشند. اگر از اصطلاح «بچه آوردن بزرگ کردن» فصل ۷ استفاده کنیم، **یک‌نفر** باید کار زاییدن را انجام دهد، در غیر این صورت بچه‌ای وجود نخواهد داشت تا کسی از آن مراقبت کند! البته این نکته موردنظر نیست که «در غیر آن صورت آن‌گونه منقرض می‌شود»

بلکه در هر جمعیتی که ژن مراقبت محض در آن زیاد باشد، ژن بچه‌آوری امتیازاتی خواهد داشت. در حشرات اجتماعی ملکه و نرها نقش زایندگی را برعهده دارند. آنها کسانی‌اند که لانه‌ی پدری را ترک می‌کنند و در پی یافتن «تنه‌ی درختی» برای خود راهی می‌شوند، و به این دلیل است که حتی در مورچه‌ها که کارگران بدون بال‌اند، آنها بال‌دار هستند. این طبقه‌ی تولیدمثل‌کننده تمام عمر خود را به این کار اختصاص می‌دهد. پرنده‌ها و پستاندارانی که «کمک کار لانه»اند، کارشان چیز دیگر است. هرکدام بخشی از عمر خود (معمولاً اولین فصل بلوغ) را به عنوان «کارگر» صرف کمک به بزرگ کردن خواهر و برادرهای کوچک خود می‌کنند، ولی در بقیه‌ی عمر به فکر این‌اند که خود تولیدمثل‌کننده باشند.

موش کورهای بی‌مویی که در فصل قبل توصیف شدند، چگونه‌اند؟ آنها نمونه‌ی بارز کار و بار دایر یا اصل «درخت درون‌تهی»اند، گرچه در کار و بار آنها از درخت درون تهی خبری نیست. در مورد آنها قضیه به توزیع تکه تکه و نامنظم ذخیره‌ی مواد غذایی در زیرزمین علفزارهای بی‌درخت مربوط می‌شود. غذای اصلی آنها شاخه‌های زیرزمینی است، شاخه‌هایی که ممکن است بسیار گسترده و تا اعماق نفوذ کرده باشند. تنها یک شاخه‌ی زیرزمینی این چنینی می‌تواند جوابگوی هزار موش کور شود و وقتی پیدا شد، می‌تواند غذای چندماه یا حتی چندسال پرگنه را تأمین کند. اما مشکل یافتن آن شاخه‌هاست زیرا به صورت نامنظم و جسته گریخته در سراسر علفزار پخش شده‌اند. برای موش‌های کور یافتن منبع غذایی کار مشکلی است و وقتی آن را پیدا کنند برایشان بسیار باارزش است. رابرت برت به این نتیجه رسید که یک موش کور تنها برای یافتن تنها یک شاخه‌ی زیرزمینی باید آن‌قدر کار کند که دندان‌هایش از جویدن ساییده شود. یک پرگنه‌ی بزرگ جمعی با به‌طورهای کیلومتری‌اش که در زیرزمین کنده شده، معدن غنی شاخه‌های زیرزمینی است. برای هر فرد از نظر اقتصادی به صرفه این است که عضو اتحادیه‌ی معدنچیان باشد.

بنابراین، یک تشکیلات بزرگ زیرزمینی که با همکاری تعداد زیادی کارگر اداره می‌شود، یک کارگاه پررونق است، درست مثل «درخت درون‌تهی» فرضی ما، با این تفاوت که از آن پررونق‌تر است! با فرض اینکه شما در یک راهرو جمعی پیچ در پیچ زندگی می‌کنید و با این فرض که مادرتان هنوز برای‌تان برادر و خواهرتنی درست می‌کند، دیگر انگیزه‌ای برای گذاشتن و رفتن و خانواده‌ی مستقل تشکیل

دادن ندارید. حتی اگر بعضی از آن خواهر برادرها ناتنی باشند، باز بحث «کاروبار دایر» می‌تواند جوانان بالغ را در خانه‌ی پدری ماندگار کند.

ص ۱۷۷... **تقریباً به نسبتی رسیدند که به‌طور قانع‌کننده‌ای نزدیک بود به ۳: ۱، همان نسبت ماده به نری که این نظریه‌پیش‌بینی کرده بود...** .

ریچاردالکساندر و پل شرمن در مقاله‌ای از روش کار و نتیجه‌ی تریورز و هیر انتقاد کردند.

آنها قبول داشتند که این نسبت که در آن تعداد ماده بیشتر است، در میان حشرات اجتماعی برقرار است، اما بحث‌شان این بود که نسبت ۳:۱ خیلی شسته‌رفته و قالبی است. آنها ترجیح می‌دادند با توضیح دیگری بیشتر بودن نسبت ماده‌ها را بیان کنند، توضیحی که، مانند توضیح تریورز و هیر، ابتدا توسط همیلتون مطرح شده بود. از نظر من، منطق الکساندر و شرمن کاملاً پذیرفتنی است، اما یک احساس درونی به من می‌گوید کاری به شیوایی اثر تریورز وهیر نمی‌تواند کاملاً نادرست باشد.

آلن گرافن توجه‌ام را به مسئله‌ی نگران‌کننده‌ی دیگری در مورد نسبت جنسی نازک بالان، در ویرایش نخست این کتاب جلب کرد. من آن نکته را در ***رخنمون گسترش‌یافته*** (ص ۶ـ۷۵) شرح داده‌ام. در زیر خلاصه‌ای از آن می‌آید.

آن کارگر بالقوه هنوز بین بزرگ کردن خواهر برادرها یا پرورش دادن بچه‌های خودش، در هر جمعیت و با هر نسبت جنسی، فرقی نمی‌گذارد. بنابراین فرض کنید در آن جمعیت نسبت ماده‌ها بیشتر باشد، حتی همان نسبت ۳:۱ باشد که تریورز و هیر پیش‌بینی کرده‌اند. از، آنجا که نسبتی که آن کارگر با خواهرانش دارد نزدیک‌تر از نسبتی است که با برادران یا بچه‌های خودش، از هر جنس که باشند، دارد، شاید پرورش خواهر/برادر را به بچه «ترجیح» دهد، وقتی نسبت جنسی طوری است که در آن ماده‌ها بیشترند. آیا وقتی خواهر برادرها را ترجیح می‌دهد، از این طریق به خواهرهای باارزش (به اضافه‌ی چندتا برادر کم‌ارزش) نمی‌رسد؟ اما در این استدلال، ارزش بالای زادآوری نرها در جمعیت با توجه به کمیابی‌شان، ندیده گرفته شده است. آن کارگر ممکن است با هیچ یک از برادرهایش نسبت نزدیکی نداشته باشد، اما اگر در کل در جمعیت تعداد نرها کم باشد، این احتمال هست که هریک از آن برادرها نیای نسل‌های آینده باشند.

ص ۱۶۸... **در صورتی که یک جمعیت به وضعیتی دچار شود که آن را در جهت نابودی براند، نابود می‌شود که بسیار هم بد است.**

فیلسوف برجسته، جی.ال. مکی فقید از این واقعیت که جمعیت «متقلب» و «تلافی‌جو»های من می‌توانند هم‌زمان پایدار باشند، نتیجه‌ی جالبی برداشت کرده است. گفتیم «بسیار هم بد است» که یک جمعیت به ESS ای برسد که آن را به سمت انقراض ببرد، مکی این نکته را اضافه می‌کند که بعضی از، انواع ESS بیشتر از انواع دیگر ممکن است جمعیت را به سمت نابودی برانند. در این مثال خاص، متقلب و تلافی‌جو، هردو، از نظر تکاملی پایدارند. جمعیت ممکن است در حالت تعادل متقلبی یا تعادل تلافی‌جویی قرار گیرد. نظر مکی این است که جمعیت‌هایی که در تعادل تقلبی ثبات می‌یابند، احتمال اینکه پس از آن منقرض شوند بیشتر است. بنابراین باید نوعی انتخاب سطح بالاتر به نفع ایثارگری دوجانبه در Ess ها وجود داشته باشد. این را می‌توان به شکل بحثی در جانبداری از نوعی انتخاب گروه بسط داد، که برخلاف بیشتر نظریه‌های انتخاب گروه کارآمد باشد. من آن را در مقاله‌ی «در دفاع از ژن خودخواه» مطرح کرده‌ام.

فصل یازدهم

مم: همتاساز جدید

ص ۱۹۲... اگر مجبور بودم شرط ببندم، آن‌وقت روی یک اصل بنیادی سرمایه‌گذاری می‌کردم. و آن این قانون بود که تفاوت میزان بقای هیئت‌های همتاساز کل حیات را پدید می‌آورد.

شرط درباره‌ی اینکه حیات، هرجای جهان که باشد، از طریق ابزارهای داروینی پیدا شده است، در مقاله‌ام «داروینیسم جهانی»[1] و در فصل آخر ساعت‌ساز نابینا مفصل شرح داده و توجیه کرده‌ام. نشان داده‌ام که همه‌ی چیزهایی که ممکن است جایگزین داروینیسم معرفی شده باشند، در اصل نمی‌توانند پیچیدگی سامان‌یافته‌ی حیات را به خوبی داروینیسم توضیح دهند. این یک نظر کلی است و این‌طور نیست که بر اساس واقعیت‌های به‌خصوصی باشد که در حیات آشنای ما وجود دارد. و به همین دلیل است که از طرف دانشمندان بی‌انعطافی که خود را محدود به لوله‌های آزمایش داغ (یا چکمه‌های گل‌آلود سرد) کرده‌اند، مورد انتقاد واقع می‌شود. منتقدی چنین ایراد می‌گرفت که این «بحث فلسفی» است، و فکر

1. Universal Darvinis

می‌کرد فلسفی بودن تهمت جانانه‌ای است. فلسفی باشد یا نباشد، واقعیت این است که نه او و نه هیچ‌کس دیگر اشکالی در گفته‌های من نیافته است. و اصولاً استدلال‌های من، گرچه به دنیای واقعی ربطی ندارند، ولی می‌توانند پرتوان‌تر از بحث‌هایی باشند که بر پایه‌ی بررسی‌های واقعی در موارد خاصی‌اند. اگر استدلال من درست باشد، نکته‌ی مهمی را درباره‌ی زندگی، در هر جای دنیا که باشد، به دست می‌دهد. درحالی که پژوهش‌های میدانی و آزمایشگاهی فقط درباره‌ی یک نمونه‌ی بررسی شده، اطلاعاتی به دست می‌دهند.

ص ۱۹۲... مم.

از قرار معلوم واژه‌ی مم دارد به یک مم خوب تبدیل می‌شود. حالا نسبتاً زیاد به کار می‌رود و در سال ۱۹۸۸ در ردیف واژه‌هایی قرار گرفت که در ویرایش‌های آینده‌ی فرهنگ‌های انگلیسی آکسفورد بایدآورده شود. این بیشتر مشتاقم می‌کند که تکرار کنم طرح‌های من درباره‌ی فرهنگ بشری بسیار ناچیز و تقریباً نزدیک به صفر بوده است. آرزوهای واقعی‌ام ــ که بزرگی‌شان را قبول دارم ــ کُلاً در جهت دیگری هستند. من می‌خواهم برای موجوداتِ همتاسازِ کمی نادقیق، در هر جای دنیا که یافت شوند، نیروی بی‌پایانی را ادعا کنم. به این دلیل که پایه‌ای هستند برای انتخاب داروینی، و اگر در نسل‌های متوالی ادامه پیدا کنند، با انباشتن تغییرات، سامانه‌هایی با پیچیدگی‌های حیرت‌آوری ایجاد می‌کنند. من بر این باورم که در شرایط مناسب، همتاسازها خود به خود به هم ملحق می‌شوند و سامانه را می‌سازند که آنها را جابه‌جا کرده و در جهت ادامه‌ی کار همتاسازی آنها عمل می‌کنند. ده فصل اول **ژن خودخواه** منحصر به یک نوع همتاساز، یعنی ژن، بود. در فصل آخر که در مورد مم بحث شد، من سعی کردم کلی‌تر از همتاسازها صحبت کنم و نشان دهم که ژن تنها عضو این طبقه نیست. مطمئن نیستم آیا در محیط فرهنگی اجتماعی بشر واقعاً چیزی وجود داشته باشد که در آن شکلی از داروینیسم برقرار باشد. ولی در هر صورت این سوآل در حاشیه‌ی دل‌مشغولی‌های من قرار دارد. اگر خواننده بعد از خواندن فصل ۱۱ کتاب را ببندد و این احساس را داشته باشد که مولکول‌های DNA تنها چیزهایی نیستند که می‌توانند پایه‌ی تکامل داروینی قرار گیرند، آنگاه می‌توان گفت که آن فصل به مقصود رسیده است. هدف من این بود که نوک ژن را قیچی کنم و آن را سر جای خودش بنشانم، نه اینکه درباره‌ی فرهنگ بشری یک نظریه‌ی آن‌چنانی ارائه کنم.

ص ۱۹۲... مم را نه فقط از نظر استعاری بلکه به لحاظ فنی باید مثل یک موجود در نظر گرفت.

DNA یک قطعه‌ی سخت‌افزاری همتاسازی است. هر قطعه‌ی DNA ساختار ویژه‌ای دارد که با قطعات رقیب آن تفاوت دارد. اگر مم‌های مغز با ژن قابل مقایسه‌اند، پس باید ساختارهای ذهنی خود تکثیری باشند، یعنی الگوهایی واقعی از سیم‌پیچ‌های عصبی‌ای باشد که مدام خود را درون مغزها، یکی بعد از دیگری، دوباره می‌سازند. همیشه بیان این موضوع برایم مشکل بوده، زیرا اطلاعات ما در مورد مغز بسیار کمتر از اطلاعات‌مان در مورد ژن است و بنابراین تصور مبهمی از ساختار آن داریم. به همین دلیل نوشته‌ی بسیار جالبی که اخیراً از جوآن دلیوس از دانشگاه کنستانز آلمان دریافت کردم، برایم آرامش‌بخش بود. بر خلاف من که متخصص مغز نیستم، دلیوس لازم نیست عذرخواهی کند، زیرا او دانشمند برجسته‌ای در علوم مربوط به مغز است. این بود که وقتی دیدم او این شجاعت را دارد که با ارائه‌ی تصاویر دقیقی از سخت‌افزار عصبی مم شکل آن را نشان دهد، بسیار آسوده‌خاطر شدم. یکی دیگر از کارهای جالب او، بررسی قیاس مم با انگل، یا دقیق‌تر بگویم با پیوستاری است که یک سرش انگل بدخیم و سر دیگرش «هم‌زیستان» خوش‌خیم، است، و در این کار بسیار بیشتر از من تحقیق کرده است. من به این رویکرد به‌خاطر اثر «رخنمون گسترش‌یافته»ی ژن انگل بر رفتار میزبان که موضوع مورد علاقه‌ی من است، ارادت خاصی دارم (فصل ۱۳ این کتاب و فصل ۱۲ ***رخنمون گسترش‌یافته*** را ببینید). در ضمن، دلیوس روی جدایی آشکار مم‌ها از اثر (فنوتیپی)شان تأکید می‌کند. و مکرراً اهمیت مجموعه‌های ممی همسازگار را که در آن مم‌ها به خاطر سازگاری متقابل‌شان برگزیده می‌شوند، یادآور می‌شود.

ص ۱۹۴... «آلدلنگ سین».[1]

این سرود را انتخاب کردم، چون برایم نمونه‌ی خوب و روشنگری بود. به این دلیل که تقریباً در همه‌ی دنیا، آن را یک اشتباه، یک تصحیف خوانده‌اند. ترجیع‌بند آن، امروز به ناچار این است "For the sake of auld lang syne"[2] در حالی که نوشته‌ی واقعی برنز "For auld lang syne"[3] بود. یک ذهن دارویی فوراً به این فکر می‌افتد که

---

1. Auld Lang Syne نام سرودی که برنز نوشته و در شب سال نو خوانده می‌شود

۲. به خاطر ایام خوش گذشته. ۳. برای ایام خوش گذشته.

ارزش بقای آن عبارت اضافه‌شده‌ی، "The sake of"[1]، در چیست؟ البته منظور این نیست که ببینیم آدم‌هایی که این آهنگ تغییر یافته را می‌خوانند، چگونه بهتر زنده می‌مانند، می‌خواهیم بدانیم چگونه خود این تغییر توانسته بقای خوبی در خزانه‌ی ممی داشته باشد. همه این سرود را در کودکی یاد می‌گیرند، ولی نه از روی خواندن نوشته‌های برنز، بلکه با شنیدن آن در شب سال نو. شاید زمانی همه آن را درست می‌خواندند. "For the sake of" باید بر اثر یک جهش نادر پیدا شده باشد. حالا سوآل ما این است که چرا جهشی که در ابتدا نادر بوده، بی‌سروصدا به قدری زیاد شده که حالا در خزانه‌ی ممی عادی به حساب می‌آید؟

فکر نمی‌کنم پاسخ چندان دور از دسترس باشد. صدای سوت مانند "S" بسیار تیز است. گروه هم‌خوانان کلیسا تمرین می‌کنند که صدای "S" را حتی‌الامکان آرام تلفظ کنند، چون در غیر این صورت کل کلیسا صدا را برمی‌گرداند. گاهی صدای زمزمه‌ی کشیسی در محراب یک کلیسای بزرگ از دور به صورت صدای "S"های جسته گریخته به گوش می‌رسد. صدای صامت دیگر، در واژه Sake، صدای "K" است که تقریباً همان تیزی را دارد. مجسم کنید ۱۹ نفر دارند صورت درست آن "For auld lang synè" را می‌خوانند و یک نفر، در آنجا، آن را به صورت اشتباه "For the sake of auld lang synè" زمزمه می‌کند. بچه‌ای که برای بار اول این آهنگ را می‌شنود، دوست دارد با آنها بخواند ولی واژه‌ها را درست تشخیص نمی‌دهد. گرچه همه می‌گویند Auld Lang Syhe، ولی صدای صفیرمانند "S" و صدای انسدادی "K" به گوش آن بچه راه می‌یابند. مم جهش یافته از یک وسیله‌ی نقلیه‌ی دیگر سبقت می‌گیرد. اگر بچه‌های دیگری آنجا باشند، یا بزرگ‌ترهایی که به‌طور دقیق متوجه نمی‌شوند چه واژه‌هایی گفته می‌شود، زمان خواندن ترجیع‌بند بعدی، بیشتر صورت تغییر یافته را می‌گیرند، البته به این معنی نیست که صورت جهش یافته را «ترجیح» می‌دهند. آنها واقعاً کلمات آن سرود را نمی‌دانند و می‌خواهند آن را یاد بگیرند. گرچه آنهایی که (مثل من) شکل درست را می‌دانند، از ته گلو "For Auld Lang Syne" را تکرار می‌کنند، ولی این عبارت هیچ صامت چشمگیری ندارد، و صورت تغییریافته‌ی آن، حتی اگر آهسته و با تردید خوانده شود، بهتر به گوش می‌رسد.

یک مورد مشابه "Rule Britannia" است. صورت صحیح سطر دوم این سرود کُر

---

۱. به خاطر.

"Britannia, rule the wave" است. این تکه اغلب، ولی نه در همه جای دنیا، به صورت "Britannia rules the waves" خوانده می‌شود. در اینجا یک عامل اضافی صدای صفیری"S" این مم را تقویت می‌کند. شاید معنای موردنظر شاعر آن، جیمز تامسون، فعل امر بوده است (بریتانیا، بیرون آی و بر امواج حکم بران!) یا شاید التزامی بوده (بگذارید بریتانیا بر امواج حکم براند). اما، ظاهراً راحت‌تر این است که جمله را به اشتباه اخباری در نظر بگیریم (بریتانیا بر امواج حکم می‌راند). در این مم جهش یافته دو ارزش بقای جداگانه می‌بینیم. نسبت به آن صورت اصلی: آوای آن بهتر به گوش می‌رسد و فهمیدنش راحت‌تر است.

آخرین آزمون یک فرضیه باید به صورت تجربی باشد. باید این امکان وجود داشته باشد که عمداً آن مم صفیری را با بسامد پایین درون یک خزانه‌ی ممی تزریق کرد و سپس به خاطر ارزش بقایی که دارد، شاهد انتشارش بود. اگر چندنفر از ما شروع کنیم به خواندن "God saves our Gueen gracious"[1] چه می‌شود.

ص ۱۹۴... اگر آن مم یک نظر علمی باشد، (انتشار) آن بسته به این است که تا چه حد برای تک تک دانشمندان قابل پذیرش باشد؛ یک‌سنجش تقریبی از میزان بقای آن را شاید بتوان با شمارش تعداد دفعاتی که در شماره‌های متوالی مجله‌های علمی به آن مراجعه شده به دست آورد.

امیدوارم از این عبارت این‌طور برداشت نشود که «جالب بودن» تنها معیار پذیرش یک نظر علمی است. در واقع بعضی نظرهای علمی درست و بعضی نادرست‌اند. درستی آنها را می‌توان آزمود، منطق آنها را می‌توان به دقت مورد بررسی قرار داد. مثل آهنگ‌های پاپ، آیین‌ها یا مُدل‌های موی پانکی نیستند. با وجود این، در علم علاوه بر منطق نوعی جامعه‌شناسی هم وجود دارد. بعضی نظرهای علمی بد ممکن است، دست‌کم تا مدتی رواج پیدا کنند، و بعضی نظرهای خوب علمی ممکن است سال‌ها به صورت غیرفعال وجود داشته باشد تا بألاخره زمانی مورد توجه قرار گیرند و ذهن‌ها را اشغال کنند.

یک نمونه‌ی بارز از آنها را که مدتی نهفته بودند و بعد وارد دوران شکوفایی شده‌اند در یکی از نظرهای مهم این کتاب می‌بینیم، در نظریه‌ی انتخاب خویشاوند همیلتون تصور من این بود که این نظریه برای اندازه‌گیری انتشار مم از روی تعداد ارجاع به آن در مجله‌ها مورد مناسبی است. در ویرایش اول (ص ۹۰) اشاره کردم به

---

۱. صورت صحیح آن "God save our gracious Queen" است.

اینکه «دو مقاله‌ی ۱۹۶۴ او در ردیف باارزش‌ترین نوشته‌ها درباره‌ی رفتارشناسی اجتماعی است؛ و من نمی‌دانم چرا این مقاله‌ها تا این حد مورد بی‌مهری رفتارشناسان قرارگرفته‌اند (حتی در نمایه‌ی دو کتاب درسی اصلی رفتارشناسی که هردو در ۱۹۷۰ چاپ شده از اسم او خبری نیست). خوشبختانه اخیراً نشانه‌هایی از توجه به نظرهای او ملاحظه می‌شود.» من این را در ۱۹۷۰ نوشته بودم. بیایید رد توجه به این مم را در سال‌های بعد پی بگیریم.

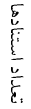
نمایه‌ی استنادهای علمی[1]، نشریه‌ی نسبتاً غیرمعمولی است که در آن آدم می‌تواند دنبال هر مقاله‌ی منتشر شده بگردد و فهرست نوشته‌های بعدی را که در فلان سال به آن استناد کرده‌اند، ببیند. هدف این نشریه این است که در مورد هر موضوع لیستی از کارهای قبلی به دست دهد. گروه‌های کارگزینی دانشگاه اغلب از آن به عنوان یک وسیله‌ی تقریبی و سردستی (بیش از اندازه تقریبی و سردستی است) برای مقایسه‌ی دستاوردهای علمی متقاضیان کار استفاده می‌کنند. با شمردن تعداد استنادهایی که بعد از ۱۹۶۴ به مقاله‌های همیلتون شده می‌توانیم پیشروی نظر او را در آگاهی زیست‌شناسان به صورت تقریبی ردگیری کنیم (شکل ۱). غیرفعال بودن اولیه‌ی آن کاملاً معلوم است. بعدطوری است که گویی در سال‌های هفتاد خیزش چشمگیری در توجه به انتخاب خویشاوند دیده می‌شود. اگر بخواهیم نقطه‌ای را مبدأ این حرکت رو به بالا در نظر بگیریم، باید جایی بین سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۷۴ باشد. این حرکت رو به بالا در ۱۹۸۱ به اوج می‌رسد و بعد از آن میزان استناد سالانه به‌طور نامنظمی در یک سطح کم و زیاد می‌شود.

یک افسانه‌ی ممی شایع شده بود که افزایش ناگهانی علاقه به موضوع انتخاب خویشاوند را کتاب‌های منتشر شده در ۱۹۷۵ و ۱۹۷۶ ایجاد کرده‌اند. این نمودار، با نقطه‌ی خیزشی که در ۱۹۷۴ دارد، واقعیتی را رو می‌کند که عکس این نظر است. برعکس از این شواهد می‌توان برای تأیید یک فرضیه‌ی بسیار متفاوت است، استفاده کرد، مثلاً اینکه ما با یکی از آن نظرهایی سروکار داریم که «وقتی زمانش رسیده بود پا در هوا» بود. بر این اساس، آن کتاب‌های اواسط دهه‌ی هفتاد حاکی از جاروجنجال درباره‌ی آن نظر هستند، نه اینکه مسبب اصلی پیدا شدن آن باشند.

شاید ما در واقع با یک هیاهوی درازمدت‌تری که در ابتدا پیشرفت کندی داشته و سپس افزایش تصاعدی پیدا کرده سروکار داریم، ماجرایی که از خیلی قبل شروع

1. Science Citation Index

شده است. یک راه برای امتحان این فرضیه‌ی ساده‌ی تصاعدی این است که این استنادها را به صورت انباشتی در درجه‌بندی لگاریتمی قرار دهیم. هر فرایند رشدی که در آن سرعت رشد متناسب باشد با میزانی که قبل از آن بوده، رشد تصاعدی نامیده می‌شود. یک فرایند تصاعدی نوعی فرایند همه‌گیر است: هرکس ویروس را به چندنفر دیگر منتقل می‌کند و هرکدام آنها باز آن را به همان تعداد از افراد منتقل می‌کنند، به این ترتیب تعداد افراد مبتلا به سرعت زیاد می‌شود. نشانه‌ی تشخیص یک منحنی تصاعدی این است که وقتی در مقیاس لگاریتمی قرار گیرد به صورت یک خط راست درمی‌آید. گرچه ضروری نیست ولی راحت‌تر و معمول این است که این نمودارها را انباشتی ترسیم کرد. اگر انتشار مم همیلتون واقعاً مثل یک چیز مسری همه‌گیر باشد، همه‌ی نقاط روی یک نمودار لگاریتمی انباشتی باید روی یک خط راست قرار گیرند. آیا چنین است؟



شکل ۱ـ استناد سالانه به همیلتن (۱۹۶۴) در نمایه‌ی استنادهای علمی

آن خطی که در شکل ۲ کشیده شده، خط مستقیمی است که، از نظر آماری، همه‌ی نقاط را دربر می‌گیرد.

خیزش تند بین سال‌های ۱۹۶۶ و ۱۹۶۷ را احتمالاً باید اثر بی‌اهمیت اعداد کوچک دانست که در ترسیم لگاریتمی خود را بیشتر نشان می‌دهد. از آن به بعد دیگر نمودار یک خط تقریباً مستقیم است، گرچه الگوهای روی هم قرارگرفته در آن قابل تشخیص است. اگر تفسیر تصاعدی من مورد قبول باشد، ما با تنها یک توجه

انفجاری کُندسوز روبه‌روییم که از ۱۹۶۷ تا اواخر دهه‌ی هشتاد در جریان بوده است. هر کتاب یا مقاله را می‌توان هم نشانه و هم سبب این روند درازمدت در نظر گرفت.

ضمناً این الگوی افزایش را، از این نظر که اجتناب‌ناپذیر است، نباید کم‌اهمیت بدانیم. البته هر الگوی انباشتی صعودی است، حتی اگر میزان استنادها در سال ثابت باشد. اما در درجه‌بندی لگاریتمی سرعت بالا رفتن آن همواره کمتر می‌شود: به تدریج اُفت می‌کند. خط پررنگ در بالای شکل ۳، نموداری فرضی را نشان می‌دهد که اگر میزان سالانه‌ی استنادها ثابت بود، پیدا می‌شد (که برابر است با میانگین میزان واقعی استنادهای به همیلتون، حدود ۳۷ تا در سال). این منحنیِ به تدریج محوشونده را می‌توان با خط راستی که در شکل ۲ دیده می‌شود مقایسه کرد، آن خط میزان تصاعدی افزایش را نشان می‌دهد. در واقع موردی است از افزایش روی افزایش، نه میزان یکنواختی از استنادها.

ثانیاً ممکن است به این فکر بیفتیم که چیزی، نه حتماً اجتناب‌ناپذیر، ولی دست‌کم تا حدی قابل پیش‌بینی در افزایش تصاعدی وجود داشته باشد. آیا کل میزان انتشار مقاله‌های علمی، و به تبع آن فرصت استناد به مقاله‌های دیگر، خودش به صورت تصاعدی رو به افزایش نیست؟ راحت‌ترین راه برای نشان دادن وضعیت خاص همیلتون این است که همان نمودار را برای مقاله‌های دیگر هم رسم کنیم. در شکل ۳ بسامد استنادها انباشتی لگاریتمی ۳ نوشته‌ی دیگر را (که از قضا روی

استناد انباشتی لگاریتمی

شکل ۲ـ استناد انباشتی لگاریتمی همیلتون (۱۹۶۴)

ویرایش نخست این کتاب اثرگذار بودند) می‌بینیم، آن سه عبارتند از کتاب

۱۹۶۶ ویلیامز، **سازگاری و انتخاب طبیعی**، مقاله‌ی ۱۹۷۱ تریورز درباره‌ی ایثارگری دوجانبه و مقاله‌ی ۱۹۷۳ مینارد اسمیت و پرایس که مفهوم ESS را مطرح کردند. این هر سه منحنی نشان می‌دهند که در کل طول زمان تصاعدی نیستند. اما در این کارها هم میزان استناد سالانه ثابت نیست و ممکن است در بخشی از طیف خود تصاعدی باشد. برای مثال، منحنی ویلیامز از

اسناد انباشتی لگاریتمی

ـ منحنی فرضی اگر سرعت همیلتون یکنواخت می‌بود

● ویلیامز (۱۹۶۶) ○ تریورز (۱۹۷۱) ■ مینارد اسمیت وپرایس

شکل ۳ـ نمودار انباشتی لگاریتمی سه نوشته‌ی دیگر در مقایسه با منحنی فرضی همیلتون (توضیح جزئیات در متن آمده است).

۱۹۷۰ به بعد یا درجه‌بندی لگاریتمی تقریباً خط راست است، و حاکی از این است که آن هم یک مرحله‌ی تأثیرگذاری شدید را داشته است.

من تأثیر بعضی کتاب‌ها در انتشار مم همیلتون را ندیده گرفته‌ام. با وجود این

می‌خواهم به این تحلیل ممی پانوشتی اضافه کنم.

.....

مثل مورد "Auld lang syne" و "Rule Britannia"، یک جهش اشتباهی داریم که قضیه را روشن می‌کند. عنوان اصلی جفت مقاله‌های ۱۹۶۴ همیلتون «تکامل ژنی رفتار اجتماعی»[1] است. از اواسط تا اواخر دهه‌ی هفتاد، در سیل انتشاراتی که **زیست‌شناسی اجتماعی** و **ژن خودخواه** هم میان آنها بود به اشتباه با عنوان «**نظریه‌ی** ژنی رفتار اجتماعی»[2] مورد استناد قرار گرفت. چون سگر و پل هاروی سعی کردند پیدا کنند، در کجا اولین‌بار این مم جهش یافت. با این تصور که مثل یک برچسب فسفری نشانه‌ی خوبی می‌شود برای ردگیری تأثیر علمی‌اش. رد آن را تا کتاب پرنفوذ آ.اُ. ویلسون **زیست‌شناسی اجتماعی** دنبال کردند و حتی به تعدادی شواهد ضمنی هم برای این شجره‌نامه دست یافتند.

من **شاهکار** ویلسون را تحسین می‌کنم ــ دلم می‌خواهد مردم بیشتر خود آن کتاب و کمتر نوشته‌های درباره‌ی آن را بخوانند ــ ولی همیشه از اینکه کتابم تحت تأثیر نظر نادرست این کتاب قرار گرفته ناراحت می‌شوم. اما، از آنجا که کتاب من هم آن استناد جهش یافته ــ آن «برچسب فسفری» ــ را داشت، به نظر می‌رسید حداقل یک مم از ویلسون به من سرایت کرده است! نباید زیاد تعجب کرد زیرا وقتی، **زیست‌شناسی اجتماعی** به بریتانیا رسید که من **ژن خودخواه** را به پایان می‌رساندم، درست زمانی بود که روی کتاب‌شناسی آن کار می‌کردم. کتاب‌شناسی مفصل ویلسون برایم موهبتی بود که ساعت‌ها از کارم در کتابخانه می‌کاست. به این ترتیب، تأسف من به خوشحالی بدل شد وقتی برحسب تصادف همان کتاب‌شناسی را دیدم که ضمن یک سخنرانی در آکسفورد ۱۹۷۷ تکثیر کرده و به دانشجویان داده بودم. خودش بود «**نظریه‌ی** ژنی رفتار اجتماعی، ۵ سال تمام قبل از انتشار در کار ویلسون. احتمالاً ویلسون کتاب‌شناسی ۱۹۷۰ مرا ندیده بود. شکی در این نیست: من و ویلسن جدا از هم، هردو مم جهش‌یافته‌ی یکسانی را مطرح کرده بودیم!

چطور ممکن بود چنین اتفاقی رخ دهد؟ مثل مورد "Auld lang syne" یک بار دیگر می‌توان توضیح قابل قبولی برای آن پیدا کرد. نام معروف‌ترین کتاب ر.آ. فیشر

---

1. The Genetical Evolution of Social Behavior
2. The Gentical Theory of Social Behavior

نظریه‌ی ژنی انتخاب طبیعی[1] است. این اسم آن‌قدر در دنیای زیست‌شناسان تکاملی پرکاربرد است که بعید است دو کلمه‌ی اول آن را بشنویم و خود به خود سومی را به آن اضافه نکنیم. شک ندارم من و ویلسون هردو چنین کرده‌ایم. این پایان خوش است برای همه‌ی آنها که درگیر این قضیه‌اند، زیرا هیچ‌کس از اعتراف به اینکه از فیشر تأثیر پذیرفته ابایی ندارد!

ص ۱۹۷...**کامپیوتری که مم‌ها در آن زندگی می‌کنند، مغز بشر است.**

کاملاً قابل پیش‌بینی بود که سرانجام کامپیوترهای الکترونیکی هم میزبان الگوهای مم‌های اطلاعی خود تکثیر خواهند شد. کامپیوترها در شبکه‌ی پیچیده‌ای از اطلاعات مشترک به هم مرتبطند. بسیاری از آنها در بده‌بستان پیام‌های الکترونیکی واقعاً به یکدیگر وصل می‌شوند. و بعضی دیگر وقتی صاحبان‌شان فلاپی دیسک‌های‌شان را رد و بدل می‌کنند اطلاعات‌شان را با هم به شراکت می‌گذارند. این وضع شرایط فرهنگی اجتماعی تمام و کمالی است برای شکوفا شدن و انتشار برنامه‌های خود تکثیر. وقتی من چاپ اول این کتاب را می‌نوشتم از روی ناپختگی فرض می‌کردم یک اشتباه بی‌اختیار در نسخه‌برداری از یک برنامه‌ی درست باعث پیدا شدن یک مم کامپیوتری ناخواسته می‌شود و فکر می‌کردم چنین رویدادی نامحتمل باشد. متأسفانه آن زمان، ما ساده‌دل‌تر بودیم. حالا همه‌ی آنهایی که با کامپیوتر سروکار دارند با دردسرها سرایت «ویروس‌ها» و «کرم‌ها»یی که بعضی برنامه‌نویس‌های بددل راه می‌اندازند آشنا هستند. سال گذشته هارددیسک خودم باعث آلوده شدن اطلاعاتم به دو ویروس مختلف شد که برای کاربران کامپیوتر اتفاق نسبتاً رایجی است. ویروس‌ها را نام نمی‌برم زیرا ممکن است برای افراد پست و حقیری که در به راه انداختن آنها دست داشته‌اند، رضایت‌خاطری حقیر و پست به همراه داشته باشد. می‌گویم «پست» زیرا از نظر اخلاقی رفتار چنین افرادی تفاوت ندارد با رفتار آن تکنیسین که در یک آزمایشگاه میکرو بیولوژی عمداً آب نوشیدنی را به یک بیماری مسری آلوده می‌کند و به ریش همه‌ی مبتلایان می‌خندد. می‌گویم «حقیر» زیرا این افراد از نظر ذهنی «کوچک»اند. طراحی یک ویروس کامپیوتری به هوش خاصی نیاز ندارد. هر برنامه‌نویس متوسطی می‌تواند آن را انجام دهد و در دنیای امروز چه فراوانند برنامه‌نویسان متوسط، خود من یکی از آنها هستم. حتی لازم نیست چگونگی کار ویروس کامپیوتر را توضیح دهم، همه آن را می‌دانند.

---

1. The Genetical Theory of Natural Selection

آسان‌تر از نوشتن برنامه‌ی ویروس، مبارزه با آن است. متأسفانه برنامه‌نویسان ماهر وقت گرانبهای خود را صرف نوشتن برنامه‌های ویروس‌یاب ـ ضدویروس و مانند اینها می‌کنند (بی‌شباهت بـه واکسـن زدن مـا نـیست، گـاهی یک ویـروس «ضعیف» شده تزریق می‌شود). خطر در این است که ممکن است جنگ تسلیحاتی شروع شود، با هر پـیشروی در مـقابل ویـروس‌ها، یک پـیش‌روی در بـرنامه‌های ضدویروسی پیدا می‌شود. تاکنون، بیشتر برنامه‌های ضدویروس را افراد نوع‌دوست نوشته و به رایگان در اختیار دیگران گذاشته‌اند. اما پیش‌بینی من این است که این کـار بـرای خـیلی‌ها راه پـول درآوردن شـود ــ درست مـثل حـرفه‌های دیگـر بـه تخصص‌های منفعت‌زایی تقسیم شود ــ مثلاً «دکتر نرم‌افزار» با کیف سیاهی پـر از دیسک و فلاپی‌های درمانگر، منتظر تلفن ما باشد. گرچه من لفظ «دکتر» را به کار بردم ولی پزشک‌های واقعی مشکلاتی را حل می‌کنند کـه بـه‌طور طـبیعی پـیش می‌آید، نه مشکلاتی که به عمد و از روی بدطینتی ایجاد شده بـاشند. دکـترهای نرم‌افزاری من مثل وکیل‌ها هستند، مشکلاتی را حل می‌کنند که خود انسـان‌ها بـه وجود آورده‌اند، مشکلاتی که اصلاً نباید وجود داشته باشند. تا آنجا که مـی‌شود انگیزه‌ی ویروس‌سازان را حدس زد، آنها کم و بیش آشوب‌طلب‌اند. درخواست من از آنها این است، آیا واقعاً می‌خواهید برای یک کار پول‌ساز راه باز کنید؟ اگر نـه، دست از بازی با مم‌های احمقانه بردارید، و استعداد برنامه‌ریزی‌تان را در راه بهتری خرج کنید.

ص ۱۹۸... **اعتماد کورکورانه همه چیز را توجیه می‌کند.**

نامه‌های زیادی که از قربانیان اعتماد به دستم رسید دور از انتظار نبود، در آنها به انتقاد من از آن اعتراض شده بود. پای‌بندی چنان مـی‌توانـد بـه نـفع خـود مـغز، خصوصاً مغز بچه‌ها را شست و شو دهد که از بین بردن اثر آن راحت نیست. ولی اصلاً پای‌بندی چیست؟ حالتی است در ذهن که سبب می‌شود مردم چـیزی را ــ مهم نیست آن چیز چه باشد ــ علی‌رغم عدم گواهی برای آن باور داشته باشند. اگر شواهدی دال بر تأیید وجود داشته باشد، دیگر آن اعتماد ظاهری است، زیرا ما به خاطر وجود آن شواهد پایبند شده‌ایم. به همین دلیل این عبارت طـوطی‌وار کـه «خود تکامل نوعی اعتماد است» بسیار بی‌معنا می‌نماید. کسانی که تکامل را باور دارند به خاطر وجود شواهد زیادی است که آن را تأیید می‌کنند نه به این خاطر که به عمد خواسته‌اند چنین باوری داشته باشند.

گفتم ــ «مهم نسیت آن چیز ـ آن باور ـ چه باشد» یعنی مردم ممکن است به چیزهایی کاملاً دلبخواه و بی‌ربط مثلاً به راهب الکتریکی در کتاب جالب داگلاس آدامس به نام مؤسسه‌ی کارآگاهی همه‌جانبه‌ی دیک جنتلی [1] اعتماد داشته باشند. او را به عمد برای امور اعتقادی ساخته‌اند و او در کارش موفق است. روزی کـه بـه دیدنش می‌رویم، او با اطمینان کامل و علی‌رغم همه‌ی شواهد بر این باور است که همه‌ی جهان شاد و سالم است. منظورم این نیست که همه‌ی چیزهایی که مـورد اعتماد مردم‌اند حتماً بی‌ربط‌اند. ممکن است این‌طور باشد یا نباشد. مسئله ایـن است که میزانی برای سنجش برتری یکی بر دیگـری در دسـترس نـیست، چـون آشکارا از شواهد اجتناب می‌شود. درواقع، اینکه باور واقـعی دلیـل لازم نـدارد را پارسایی دانسته‌اند: منظور من از اشاره به داستان توماس شکاک، تنها فرد پسندیده در آن دوازده پیرو همین بود.

ایمان نمی‌تواند کوه‌ها را به حرکت درآورد (گرچه به نسل‌ها از کودکان عکس این را گـفته‌انـد و آنـها بـاور کـرده‌انـد) ولی مـی‌توانـد مـردم را چـنان بـه سـمت بی‌خردی‌های خطرناک سوق دهد که می‌توان آن را نوعی بیماری ذهـنی دانست. باور چنان افراد را به خود پایبند می‌کند که در موارد افراطی حـاضرند، بـمیرند و بکشند، بدون اینکه نیازی به توجیه کارشان حس کنند. کیت هنسن برای «کسانی که چنان جوگیر یک مم شده‌اند که بقای خود برایشان بی‌اهمیت شـده...» از عـبارت «ممی‌زدگان» [2] استفاده می‌کند.

در اخبار شب، خیلی از این افراد را در جاهایی مثل بلفاست و بیروت می‌بینیم. باور این توان را دارد که مأمنی برای همه‌ی نیازهای بشـر بـه مـحبت، بـخشش و احساسات موجه باشد. حتی اگر واقعاً باور این باشد که مردن در راه هدف، فرد را به مکان آرمانی می‌رساند، از آن هم نمی‌هراسند. این چه سـلاحی است! لازم است فصلی به باورهای دینی و ابزارهای جنگی اختصاص یابد، به رویارویی بـاور بـا منجنیق، اسب جنگی، تانک و بمب هیدروژنی.

ص ۲۰۱... **در تمام زمین، تنها ماییم که می‌توانیم در مقابل خودکامگی این همتاسازان خودخواه بایستیم.**

این لحن خوشبینانه‌ی من در انتهای کتاب برای بعضی منتقدان این تصور را ایجاد کرده که نتیجه‌ی کتاب با بقیه‌ی آن هماهنگی ندارد. ایـن انـتقاد، در بـعضی

---

1. Dirk Gently's Holistic Detective Agency 2. memeoids

موارد، از سوی آن گروه از زیست‌شناسان اجتماعی است که به هیچ‌وجه نمی‌خواهند از اهمیت اثر ژن کوتاه بیایند. و در موارد دیگر، از طرف **عالِمان چپ عالی‌رتبه‌ای** است که به شدت حافظ یک نماد **شیطان‌پرستانه‌ی** محبوب‌اند! رُز، کامین و لووینتن در کتاب **نه در ژن‌هایمان** یک چیز ترس‌آوری برای خود دارند به نام «تقلیل‌گرایی»؛ و از قرار معلوم همه‌ی تقلیل‌گراهای خوب باید «حتمیت‌گرا» باشند، ترجیحاً «حتمیت‌گرای ژنی.»

> برای تقلیل‌گرایان، مغز یک چیز زیست‌شناختی ثابت است که کیفیات آن رفتارهای قابل مشاهده و حالت‌های فکری یا برداشت ما از آن رفتارها را به وجود می‌آورد. چنین دیدگاهی با اصول زیست‌شناسی اجتماعی مطرح شده از سوی ویلسون و داکینز کاملاً سازگار است، یا باید باشد. اما این نگرش آنها را بر سر این دوراهی قرار می‌دهد که ابتدا در مورد ذاتی بودن بیشتری رفتارهای بشر بحث کنند، و چون آزاداندیش‌اند، این برایشان ناخوشایند است (کینه‌ورزی، مغزشویی و مانند اینها) و سپس خود را درگیر موضوعات اخلاقی در مورد مسئولیت اعمال مجرمانه کنند، اگر اینها هم مثل اعمال دیگر ذاتی باشند. برای احتراز این مشکل، ویلسون و داکینز صحبت از اراده‌ی آزادی را به میان می‌کشند که به ما توان مقابله در برابر دستورات ژن‌های‌مان می‌دهد و اگر بخواهیم... این درواقع بازگشتی است به فلسفه‌ی دکارتی، ثنویت **خدا وماشین**.[1]

من فکر می‌کنم رُز و همکارانش ما را به این متهم می‌کنند که آش خورده‌ایم و دهان‌مان نسوخته است. یعنی ما یا باید «حتمیت‌گرای ژنی» باشیم یا «اراده‌ی آزاد» را باور داشته باشیم، نمی‌شود هم خر را داشت هم خرما. اما من در اینجا از طرف خودم ــ و پروفسور ویلسون ـ می‌گویم، فقط از نظر رُز و همکارانش ما «حتمیت‌گرای ژنی» به حساب می‌آییم. چیزی که از نظر آنها دور مانده (ظاهراً چنین است، گرچه قبولش آسان نیست) این است که گرچه ما کاملاً قبول داریم که ژن‌ها، از نظر آماری، روی رفتار بشر تأثیر دارند ولی در عین حال بر این باوریم که می‌توان این تأثیر را با اثرگذاری‌های دیگر تعدیل، برطرف یا برعکس نمود. ژن باید روی هر الگوی رفتاری که از طریق انتخاب طبیعی پیدا می‌شود یک تأثیر آماری داشته

---

1. deus ex machina

باشد. با فرض اینکه رُز و همکارانش قبول دارند که میل جنسی بشر را انتخاب طبیعی ایجاد کرده است، به همان مفهومی که همه‌ی چیزهای دیگر را انتخاب طبیعی ایجاد کرده است. پس باید قبول داشته باشند که بعضی ژن‌ها روی میل جنسی اثر می‌گذارند ــ به همان مفهومی که ژن‌ها همیشه روی چیزهای دیگر اثر می‌گذارند. اما احتمالاً آنها در اینکه گاهی از نظر اجتماعی لازم است میل جنسی مهار شود، مشکلی ندارند. آیا دوگانگی در این قضیه هست؟ معلوم است که نیست. من هم در اینکه بخواهم در مقابل «خودکامگی ژن بایستیم» هیچ دوگانگی‌ای نمی‌بینم. ما، یعنی مغز ما، آن‌قدر جدا و مستقل از ژن‌هامان است که بتواند با آنها مقابله کند. چنان که قبلاً هم گفتم، هربار که ما به طریقی مانع بارداری می‌شویم، در مقابل ژن‌هامان ایستاده‌ایم. دلیلی ندارد که نتوانیم در مقیاسی وسیع‌تر این کار را انجام دهیم.

گزیده‌ای از نقدها

برای استفاده‌ی همه
پیترمداوار در مجله‌ی *اسپکتاتور*، ۱۵ ژانویه‌ی ۱۹۷۷
زیست‌شناسان غیرحرفه‌ای، گروهی که تعداد رو به فزونشان جامعه‌شناس اند، وقتی با رفتار به‌ظاهر ایثارگرانه یا به‌نوعی غیرخودخواهانه در حیوانات مواجه می‌شوند، تمایل دارند تکامل آن رفتار را به حساب «منفعت آن گونه» بگذارند.

برای مثال، افسانه‌ی معروفی است که موش‌های قطبی ــ ظاهراً آگاه‌تر از ما به چنین نیازی ــ در دسته‌های هزارتایی با پریدن از روی صخره به داخل دریا، جمعیت خود را تنظیم می‌کنند. بی‌شک حتی بی‌خیال‌ترین زیست‌شناس از خود پرسیده است چگونه چنین کاری در مجموعه‌ی رفتارهای این گونه جا گرفته، در حالی که ساختار آن ژنی که منجر به چنین عملی می‌شود باید همراه با دارنده‌اش در این نمایش بزرگِ جمعیت‌شناختی به دیار عدم رهسپار شده باشد. رد این داستان به‌عنوان یک افسانه قابل انکار نیست، اما کارهای خودخواهانه‌ی ژنتیکی ممکن است گاهی شکل اعمال ایثارگرانه یا بی‌طرفانه را به خود بگیرد. ممکن است آن عوامل ژنی که سهل‌گیری‌های مادربزرگانه، در مقابل بی‌تفاوتی‌های سنگدلانه، را سبب می‌شوند در تکامل فراگیر باشند، زیرا به این ترتیب مادربزرگ مهربان خودخواهانه شانس بقا و انتشار آن بخش از ژن‌های خود را که درون نوه‌هایش هست، بیشتر می‌کند.

ریچارد داکینز یکی از درخشان‌ترین زیست‌شناسان نسل جدید، نادرستی بعضی از تصورهای جاافتاده‌ی زیست‌شناسی اجتماعی درباره‌ی ایثارگری را با

ملایمت و مهارت رو می‌کند، اما کتابش به هیچ‌وجه کتابی برای افشاگری نیست: برعکس، انگاره‌بندی ماهرانه‌ی جدیدی از مسائل زیست‌شناسی اجتماعی بر اساس نظریه‌ی ژنیِ انتخاب طبیعی است. به‌علاوه، متنی است معتبر، با نگارشی شادی‌بخش و شیوا. آنچه ریچارد داکینز را به شناخت جانوران راغب کرد «دوست‌داشتنی بودن» حیوانات بوده است، گرایشی که جلوه‌های آن را در همه‌ی زیست‌شناسان خوبی که در این کتاب آمده‌اند، می‌بینیم.

ژن خودخواه از نظر سبک، جدلی نیست، ولی بخشی از برنامه‌ی داکینز برملا کردن ادعاهای بی‌بنیاد کتاب‌هایی چون *در باب خشونت* لورنز، *قرارداد اجتماعی* آردری و *مهر وکین* ایبل ایبلسفلد بود: «اشکال این کتاب‌ها این است که مؤلفانشان کُلاً به راه اشتباه افتاده‌اند... زیرا اصلاً سازوکار تکامل را متوجه نشده و این فرض غلط را پی گرفته‌اند که مهم‌ترین چیز در تکامل، منفعتِ گونه (یا گروه) است نه مصلحت فرد (یا ژن).»

در بسیاری از پند و اندرزهایی که به بچه‌محصل‌ها می‌دهند که «تخم با مرغ یک تخم دیگر می‌سازد» درواقع تا حدی حقیقت وجود دارد. ریچارد داکینز آن را چنین بیان می‌کند:

> بحث ما این است که ما، و همه‌ی حیوانات دیگر، ماشین‌هایی هستیم که توسط ژن‌هامان ساخته شده‌ایم... . من استدلال خواهم کرد آن صفت غالبی که انتظار داریم در ژن باشد، سنگدلی بی‌رحمانه است. این خودخواهی ژن به‌طور عادی منجر به ظهور خودخواهی در رفتار فرد می‌شود. اما، همان‌طور که ملاحظه خواهیم کرد، شرایط و موقعیت‌های خاصی وجود دارد که در آنها ژن با اِعمال شکل قابل کنترل و محدودی از ایثارگری در سطح افراد به اهداف خودخواهانه‌اش دست می‌یابد. واژه‌های «خاصی» و «محدودی» که در جمله‌ی قبل آمده‌اند، بار معنایی ویژه‌ای دارند.
>
> برخلاف آنچه ما دوست داریم باور داشته باشیم، دوستی جهانی و سعادت گونه‌ها در کل مفاهیمی‌اند که در تکامل جایی ندارند.

داکینز می‌گوید، شاید بتوان این حقایق را محکوم کرد، ولی این کار از واقعی

بودن آنها کم نمی‌کند. هرچه درک بیشتری از فرایند خودخواهی ژن‌ها داشته باشیم، به نحو شایسته‌تری می‌توانیم محسنات مهربانی و همکاری و همه‌ی آنچه را که خیر جمع در آن است، آموزش دهیم و داکینز اهمیت ویژه‌ی این کار را در تکامل فرهنگی یا «غیرژنی» نوع بشر به روشنی و تفصیل بیان می‌کند.

داکینز در آخرین و مهم‌ترین فصل کتابش به انگاره‌بندی یک اصل اساسی می‌پردازد که بی‌شک در مورد همه‌ی نظام‌های تکاملی کاربرد دارد ــ حتی شاید در مورد موجوداتی که در آنها اتم‌های سیلیکون جانشین کربن ــ است، و موجوداتی چون انسان که بخش زیادی از تکاملش پرورده‌ی فرهنگ است. و این اصل، اصل ایجاد تکامل در هیئت‌های همتاساز از طریق برتری در تولیدمثل است. این هیئت‌ها، در موجودات عادی در شرایط معمول، تفردهایی در مولکول‌های DNA اند به نام «ژن». برای داکینز واحد انتقال فرهنگ چیزی است که او آن را «مم» می‌نامد و در فصل آخر ماحصل نظریه‌ی داروینی مم‌ها را به تفصیل شرح می‌دهد.

من به کتاب فوق‌العاده خوب داکینز پانوشتی اضافه می‌کنم: این فکر را که ویژگی همه‌ی چیزهای زنده داشتن نوعی حافظه است اول بار فیزیولوژیست اتریشی: اوالد هرنیگ، در ۱۹۷۰ مطرح کرد. او از این واحد با عنوان "mimeme" نام برد، واژه‌ای که ریشه‌ی لغوی مشخصی دارد. توضیح ریچارد سیمون درباره‌ی این موضوع (۱۹۲۱) طبعاً تمام و کمال غیرداروینی است و نمی‌توان آن را چیزی جز کار یک دوره به حساب آورد. یکی از نظرهای هرنیگ را که یک فیلسوف طبیعت‌گرای رقیب، پرفسور ج.س. هالدین، پیش کشید تا خنده‌دار بودنش را نشان دهد چنین بود: باید ترکیبی وجود داشته باشد که دقیقاً همان خواصی را داشته باشد که ما حالا در دی‌اُکسی ریبو نوکلیئک اسید، DNA، سراغ داریم.

***مجله‌ی اسپکتاتور*، ۱۹۷۷**

نمایش طبیعی

و. د. همیلتون در مجله‌ی *ساینس*، ۱۳ مه ۱۹۷۷ (خلاصه)

این کتاب را همه می‌توانند و باید بخوانند. نـمای جـدیدی از نـظریه‌ی تکـامل استادانه در آن توصیف شده است. با همان سبک ساده و روانی که اخیراً مطالب جدید و گاه نادرست زیست‌شناسی به مردم عرضه می‌شود. از نظر من دستاورد پـرارزشـی است، در ایـن کـار بـه‌ظاهر غـیرممکن کـه مـوضوعات پـیچیده‌ی ریاضی‌گونه‌ی مربوط به افکار جدید در تکامل را به زبان غیر فنی شرح می‌دهد، بسیار موفق بوده است. حتی برای آن زیست‌شناسانی که با این مطالب آشنایی دارند، وقتی در انتها با یک دید کلی به آن می‌نگرند، خالی از تازگی و شگـفتی نیست. لااقل برای نگارنده‌ی این سطور چنین بوده است. بـا ایـن حـال تکـرار می‌کنم، برای همه، حتی بدون داشتن اطلاعات قبلی در این زمینه، قابل استفاده است.

خواندن کتاب جالبی در زمینه‌ای نزدیک به علائق پژوهشی خود، هرکس را بدون قصد هیچ خودنمایی وامی‌دارد که اشـتباه‌ها را بـرشمارد: ایـن نکـته گـویا نیست، آن موضوع مبهم است، این نظر نادرست است و مـدت‌هاست کـه کـنار گذاشته شده. این کتاب از نظر من یک متن شسته‌رفته است. منظورم این نیست که در آن هیچ اشتباه احتمالی وجود ندارد ــ چنین چـیزی در کـتابی کـه در آن حدس‌ها مطرح می‌شوند تقریباً غیرممکن است ــ اما در کـل راه درست مسـیر شناخت موجودات زنده را پـیش گـرفته و در مـوارد مشکـوک راه را بـرای بـحث بازگذاشته است.

ارزیابی فروتنانه‌ی نویسنده از نظرهای خود، مـنتقد را خـلع‌سلاح مـی‌کند و خواننده هرازگاهی خود را با این پیشنهاد روبه‌رو می‌بیند که اگر از مُدل ارائه شده راضی نیست، خودش به مُدل بـهتری بـیندیشد. ارائـه‌ی چـنین پـیشنهادی بـه صورت جدی، در کتابی که با استقبال مواجه شده، آشکارا خبر از تازگی مـطالب آن می‌دهد. عجیب آنکه، چه بسـا نـظرهای سـاده‌ای کـه تـاکـنون مـحک زده نشده‌اند، بتوانند خیلی زود گره بعضی از معماهای قدیمی تکامل را بگشایند.

ولی خوب، این نمای جدید از تکامل کدام است؟ تا حدی مانند یک تفسیر

جدید از شکسپیر است: چیزی که در متن بوده ولی بی‌توجه از آن گذشته‌اند، اما، باید اضافه کنم، که این نمای جدید موردنظر بیش از آنکه در نوشته‌های درباره‌ی تکامل داروین پنهان مانده باشد، در خود طبیعت چنین بوده و فقدان توجه ما بیشتر مربوط به بیست سال، نه صدسال، گذشته است. برای مثال، داکینز از مولکول‌های مارپیچی ناپایداری که برای ما آشنایند شروع می‌کند؛ در حالی که داروین حتی از کروموزوم و رقص عجیب‌شان در فرایند جنسی چیزی نمی‌دانست. اما حتی بیست سال هم آن‌قدر هست که حیرت بیافرینند.

فصل اول کُلاً پدیده‌ی موردبحث کتاب را مشخص می‌کند و اهمیت فلسفی و عملی آن را در زندگی بشر نشان می‌دهد. بعضی نمونه‌های غیرمعمول و ترس‌آور جانوران توجه ما را جلب می‌کند. فصل دوم درباره‌ی نخستین همتاساز در سوپ آغازین است. می‌بینیم شمارشان زیاد و طرح‌شان پیچیده می‌شود. شروع می‌کنند به رقابت بر سر محیط رشد؛ می‌جنگند، حتی یکدیگر را متلاشی می‌کنند و می‌بلعند؛ خود و آنچه را که به چنگ آورده‌اند و سلاح‌شان را در حصارهای تدافعی پنهان می‌کنند؛ و از این حصارها نه فقط به عنوان پناهگاه در مقابل حمله‌ی رقبا و شکارگران استفاده می‌کنند، که برای نجات از سختی‌های فیزیکی محیط‌زیستی که توان غلبه بر آن را یافته‌اند. چنین است که بسیج می‌شوند، استقرار می‌یابند، صورت‌های عجیب به خود می‌گیرند، مانند سیل روان می‌شوند، روی ساحل‌ها، در پهنه‌ی زمین؛ در دل کویرها و برف‌های دائمی. در این محدوده‌ها، که آن‌سوی‌شان دیگر زندگی نمی‌تواند تداوم داشته باشد، آن سوپ سرازیر می‌شود، بارها و بارها، و قالب‌هایی هرچه عجیب‌تر را میلیون‌ها بار پر می‌کند و سرانجام به شکل مورچه، فیل، بابون و آدم درمی‌آید. فصل دوم با ائتلاف چند زاده‌ی نهایی این همتاسازهای قدیمی به این نتیجه می‌رسد که: «پشتکار آنها علت نهایی وجودماست... این همتاسازها حالا به نام ژن پیش می‌روند و ما ماشین بقای آنها هستیم.»

گرچه ممکن است از نظر خواننده پرزور و آزارنده باشد، ولی آیا مگر چیز جدیدی است؟ خوب، تا اینجا شاید نه، ولی البته سیر تکامل با بدن ما پایان

نگـرفته است. و از آن مـهم‌تر، در یک دنـیای شـلوغ فـنون بـقا بـه صـورت غیرمنتظره‌ای زیرکانه می‌شوند، خیلی زیرکانه‌تر از آنکه زیست‌شناسان بتوانند آن را در چارچوب قدیمی و کهنه‌ی سازگاری برای صـلاح‌گونه در نـظر آورنـد. کُـلاً همین پیچیدگی‌هاست که موضوع اصلی بقیه‌ی کتاب را تشکـیل مـی‌دهد. یک مثال ساده، آواز پرنده را در نظر بیاورید. و به نـظر مـی‌رسد تـنظیم آن کـارایـی خاصی نداشته باشد، یک ماده‌گرای مبتدی که در پی یافتن آن راهی است که از طریق آن گونه‌ای از *توکا* زمستان‌های سخت، کمبود غـذا و دیگـر مشکـلات را پشت‌سر می‌گذارد، ممکن است آواز پرجلوه‌ی نرهای خـود را آن‌قـدر نـامحتمل بداند که رشحه‌ی جذبه‌ای را در جلسه‌ی احضار روح. (با تأمل بیشتر ممکن است به این واقعیت برسد که آن‌گونه نرهایی دارد که اصلاً همان‌قدر عجیب و دور از ذهن‌اند و این درواقع یکی دیگر از موضوع‌های اصلی کتاب است: مثل مورد آواز پرنده، نقش جنسیت در گذشته بسیار ساده و عادی توجیه شده است.) اما درون هرگونه، کل یک تیم از همتاسازها همّ خود را صرف پایه ریختن خطوط کلی این اجرا کرده‌اند. جایی داکینز از آواز عجیب‌تر نهنگ کوژپشت صحبت می‌کند، آوازی که ممکن است تا آن سوی اقـیانوس بـرسد؛ ولی مـا دربـاره‌اش کـمتر از *تـوکا* می‌دانیم که چیست و به چه کسی باید برسد. تا اینجا از قرار شواهد، شاید شعار اعلام همبستگی نهنگ‌ها در مقابل نوع بشر باشد ــ که اگر چنین باشد، خوش به حال نهنگ‌ها ــ البته اکنون تیمی دیگر از تیم‌های همتاسازهایند کـه کـنسرت سمفونی‌ها را تولید می‌کنند. و این آوازها بی‌شک گاهی اقیانوس را درمی‌نوردند، با منعکس شدن از اجرام آسمانی‌ای که خود آنها بر اساس نقشه‌های پیچیده‌تری ساخته و گردنده شده‌اند. اگر نظر داکینز درست باشد، کاری که تردست‌ها با آینه می‌کنند، در مقابل آنچه طبیعت فقط با ماده‌ی اولیه‌ی سوپ غلیظ شـده انـجام می‌دهد، چیزی نیست. به این درد می‌خورد که نگاه جدید زیست‌شناسی در این کتاب و بعضی کتاب‌های جدید دیگر (مثلاً زیست‌شناسی اجتماعی اُ. ویلسون) را مشخص کند در رساندن پرتو این امید که شاید به زودی این دورترین پهنه‌های حیات را بتوان به شکل قابل فهم‌تری سروسامان داد، و اگر ایـن امـر در مـورد

همه‌ی جزئیات مقدور نباشد، لااقل در مورد یک طرح کلی می‌تواند باشد که ساده‌ترین دیواره‌ی سلولی، ساده‌ترین چندسلولی، و آواز توکای سیاه را دربر گیرد (افراد مذهبی و نومارکسیست اگر صلاح بدانند می‌توانند، این عبارت را برعکس کنند).

تصوری که باید از آن بپرهیزیم این است که این کتاب یک **زیست‌شناسی اجتماع** برای خواننده‌ی معمولی یا مبتدی است. اولاً، نظرهای بنیادی زیادی در آن مطرح شده است و دوماً، عدم تعادلی که در کتاب قطور ویلسون با تأکید بر جنبه‌ی بازی ـ نظری رفتار اجتماعی وجود دارد و ویلسون به آن نپرداخته را برطرف و آن را متعادل می‌کند. «بازی ـ نظری» عبارت مناسبی نیست، مخصوصاً در بافت سطوح پایین‌تر تکامل اجتماعی، زیرا خود ژن‌ها روش کارشان را توجیه نمی‌کنند، با وجود این، معلوم شده است که در تمام سطوح بین ساختار مفهومی نظریه‌ی بازی‌ها و تکامل فرهنگی تشابه مناسبی وجود دارد. دگرکُشنی[1]، که در اینجا به‌طور ضمنی مطرح شد، هنوز جدید و در حال پیشرفت است: مثلاً من این اواخر دانستم که نظریه‌ی بازی‌ها با نام دیگری («تعادل ناش»[2]) برای مفهومی که کم و بیش معادل «از نظر تعاملی پایدار» بوده به کار می‌رفته است. داکینز، به درستی، نظر پایدار بودن از نظر تکاملی را در این بازنگری جدید از زیست‌شناسی اجتماع به عنوان مهم‌ترین چیز منظور می‌کند. در هر وضعیت اجتماعی، عناصر بازی‌گونه در رفتار اجتماعی و سازگاری اجتماعی ناشی از وابستگی موفقیت راهبرد یک فرد به راهبرد دیگر افرادی است که با او رابطه‌ی متقابل دارند. پیگیری سازگاری که بیشترین بهره را از یک موقعیت خاص، بدون در نظر گرفتن خیر کلی، به دست می‌آورد، می‌تواند به نتایج حیرت‌آوری منجر شود. مثلاً چه کسی چنین تصوری داشت که در ماهی‌ها، بر خلاف اکثر جانوران دیگر، این نر است که از تخم و نوزاد مراقبت می‌کند و اگر قرار باشد هریک از دو جنس این کار را به عهده گیرند، آن‌گاه جزئیات ظریفی، مثل اینکه کدام زودتر زامه‌ی خود را در آب رها کنند، تعیین‌کننده است. اما داکینز

---

1. Cross - Fertilization دگربارآوری
2. Nash equilibrium

و یک همکارش با پرداختن به یک نظر ر.ل. تریورز در مورد اینکه جزئیات زمان‌بندی، حتی در حد ثانیه، می‌تواند در مورد کل پدیده‌ای تعیین‌کننده باشد، موضوع را منطقی کرده‌اند. و همچنین، آیا انتظار نداشتیم در پرنده‌های تک‌همسر، ماده با کمک یک نر، تعداد بیشتری تخم بگذارد نسبت به ماده‌ی گونه‌های چندهمسر؟ در عمل عکس آن درست از آب درآمد. داکینز در فصل تقریباً هشداردهنده‌ی «نبرد جنس‌ها» یک بار دیگر مفهوم مقاومت در مقابل بهره‌برداری (این‌بار بهره‌برداری نرها) را به کار می‌گیرد و ناگهان این ارتباط عجیب را طبیعی جلوه می‌دهد. این نظر او مانند دیگر نظرهایش، اثبات نشده باقی می‌ماند، و همچنین ممکن است دلایل وزین‌تری وجود داشته باشد؛ امّا آنها را که او به دست می‌دهد و از دیدگاه جدیدش ساده به نظر می‌رسد، نیاز به توجه دارند.

در یک کتاب آموزشی مربوط به نظریه‌ی بازی‌ها، شما بازی‌ای را نمی‌بینید، هرچه هست دایره است و مثلث، همان‌هایی که در کتاب‌های جدید هندسه به کار می‌روند. در یک نگاه همه‌اش جبر است: نظریه‌ی بازی‌ها از ابتدا یک موضوع فنی است. بنابراین ارائه‌ی آن، به آن صورتی که بدون استفاده از فرمول در این کتاب آمده یک شاهکار کلامی است، این از نظر احساس بیرونی و کیفیات شرایط بازی ـ نظریه است، حال بگذریم از جزئیات درونی آن. ر.آ. فیشر در مقدمه‌ی کتاب ارزشمندش درباره‌ی تکامل نوشته است: «همه‌ی تلاشم برای ساده فهم کردن کتاب بی‌نتیجه ماند.» در آن کتاب خواننده خیلی زود زیر رگبار فرمول‌ها و جمله‌های پرمحتوای فشرده خرد و خمیر می‌شود. حالا بعد از خواندن *ژن خودخواه* فکر می‌کنم فیشر می‌توانست بهتر از آن بنویسد، گرچه آن‌وقت درواقع کتاب دیگری می‌شد. اکنون به نظر می‌رسد می‌توان نظرهای آموزشی ژنتیک جمعیت کلاسیک را، خیلی جالب‌تر از آن‌طور که همیشه بوده به سبک عادی درآورد. (در واقع هلدین در این کار تا حدی بهتر از فیشر عمل کرده است اما کارش کم‌محتواتر از اوست). ولی چیزی که واقعاً باید ذکر شود این است که در یک رویکرد جدید و اجتماعی‌تر به واقعیت‌های حیات، تا چه حد می‌توان از آن

ریاضیات واقعاً کسالت‌آور در دروس ژنتیک جمعیت که پیشکسوت‌اش رایت و فیشرند، کم کرد. از دیدن اینکه داکینز هم مانند من فیشر را «بزرگ‌ترین زیست‌شناس قرن بیستم» قلمداد می‌کند تعجب کردم، اما از اینکه چقدر کم کتاب فیشر را تکرار کرده است نیز متعجب شدم.

سرانجام در فصل آخر، داکینز به موضوع جالب تکامل فرهنگی می‌رسد. او اصطلاح مم (صورت کوتاه‌شده‌ی mimeme) را به عنوان معادل فرهنگی «ژن» راه می‌اندازد. گرچه تعیین حد و مرز مفهوم این واژه مشکل است ــ مسلماً سخت‌تر است از تعیین حدود ژن، که آن خود به اندازه‌ی کافی مشکل بود ــ احساس می‌کنم به زودی در میان همه‌ی زیست‌شناسان رایج می‌شود و همین‌طور نزد فیلسوفان، زبان‌شناسان و افراد دیگر؛ آن‌طور که ژن در گفتار روزمره جا افتاده است.

اقتباس با اجازه از و.د. همیلتون، مجله‌ی **ساینس** ۱۹۶:۵۹ـ۷۵۷ (۱۹۷۷).

ژن و مم

جان مینارد اسمیت در *نقد کتاب لندن* (The London Review of Books)، ۸ـ۴ فوریه ۱۹۸۲. (اقتباس از نقد رخنمون گسترش یافته)

ژن خودخواه از این نظر برجسته است که با وجود برخورداری از نگارشی مناسب همگان، در زیست‌شناسی مطالبی، برای گفتن دارد. به علاوه، خود این مطالب به نوعی خاص‌اند. برخلاف کتاب کلاسیک دیوید لاک، ***زندگی سینه سرخ***[1] ــ که نوشته‌ای برای همگان است ــ در ژن خودخواه مطلب جدیدی گزارش نمی‌شود و شامل مُدل ریاضی جدیدی نیست ــ درواقع اصلاً هیچ مُدل ریاضی در آن نیست ــ تنها چیزی که به دست می‌دهد یک دیدگاه جدید نسبت به جهان است.

گرچه این کتاب را بسیاری خوانده و لذت برده‌اند، اما دشمنی‌های زیادی را نیز برانگیخته است. از نظر من، بیشتر دشمنی‌ها ناشی از سوءتفاهم، یا بهتر

1. The life of the Robin

بگویم سوءتفاهم‌هاست. و عمده‌ترین آنها عدم درک موضوع کتاب است. این کتاب درباره‌ی فرایند تکامل است ــ نه کتابی درباره‌ی اخلاق، سیاست یا علوم‌انسانی اگر موضوع تکامل برایتان جالب نیست و نمی‌دانید چرا بعضی‌ها این‌قدر خود را درگیر چیزی غیر از روابط انسانی می‌کنند، آن را نخوانید. چون بی‌دلیل ناراحت می‌شوید.

اما با این فرض که به تکامل علاقمندید، با خواندن این کتاب متوجه می‌شوید در درگیری‌های بین زیست‌شناسان تکاملی در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰، داکینز کجای کار بود. بحث آنها به دو موضوع وابسته به هم «انتخاب گروه» و «انتخاب خویشاوند» مربوط می‌شد. وین ادواردز [با مطرح کردن اینکه تکامل سازگاری‌های رفتاری] از طریق انتخاب گروه ــ یعنی از طریق بقای بعضی گروه‌ها و نابودی بعضی دیگر... صورت می‌گیرد، بحث «انتخاب گروه» را به راه انداخت.

تقریباً در همان زمان همیلتون پرسش دیگری را در مورد عملکرد انتخاب طبیعی مطرح کرد. او گفت اگر ژنی سبب شود دارنده‌اش زندگی خود را برای نجات چندتن از بستگانش فدا کند، ممکن است بعد از آن نسخه‌های دیگری از آن ژن وجود داشته باشد، در مقابل، وقتی که چنین فداکاری‌ای صورت نگرفته باشد... همیلتون برای ساختن یک مدل کمّی از این فرایند، مفهوم «شایستگی فراگیر»[1] را مطرح کرد... که نه فقط فرزندان خود فرد بلکه هر فامیل‌زاده‌ای را شامل می‌شود که با کمک آن، فرد بزرگ شده باشد و متناسب است با درجه‌بندی میزان نسبت خویشاوندی...

داکینز، ضمن قدردانی از همیلتون به‌خاطر حقی که به گردن ما دارد، یادآور می‌شود که او در آخرین تلاشش برای به کرسی نشاندن مفهوم شایستگی به اشتباه رفته است. معقول‌تر این بود که از چشم خون گرفته‌ی ژن به تکامل می‌نگریست. داکینز وادارمان کرد تفاوت عمده بین «همتاساز» ــ چیزی را که ساختارش دقیقاً در فرایند تولیدمثل تکرار می‌شود ــ و «محمل»، چیزی را که

1. inclusive Fitness

میراست و همتاسازی نمی‌کند ولی ویـژگی‌هایش تـحت تـأثیر هـمتاسازهاست، تشخیص دهیم. مهم‌ترین همتاسازان آشنای ما مولکول‌های اسـید نـوکلیئک ـ مولکول‌های DNA نوعی اند که ژن‌ها و کروموزوم‌ها از آنها سـاخته مـی‌شوند. بدن سگ، مگس میوه، آدم، محمل‌های نوعی‌اند. سپس ما چشم را می‌بینیم که ظاهراً برای دیدن سازگاری یافته است و ممکن است این سوآل معقول برایمان پیش آید که به نفع چه کسی پیدا شده است. از نظر داکینز، تنها پاسخ معقول این است که چشم به نفع همتاسازانی که مسبب پـیدایشش هسـتند، تکـامل یـافته است. گرچه او نیز، مانند من، برای توضیح انتخاب فرد را به انتخاب گروه کاملاً ترجیح می‌دهد، ولی همواره به برتری همتاساز می‌اندیشد.

جان مینارد اسمیت، ۱۹۸۲

چاپ نخست *ژن خودخواه* در ۱۹۷۶، موجی از هیجان در میان زیست‌شناسان و عموم برانگیخت. نگاه شفافش از دیدگاه ژن به حیات، در نثری روشن و رسا، خطوط فکری درباره‌ی چیستی انتخاب طبیعی را چنان در یک چهارچوب مفهومی قرار داد که به منبع باارزشی برای درک جنبه‌های مختلف تکامل تبدیل شد. مهر تأیید زمان را بر آن می‌توان دید. *ژن خودخواه* را به‌خاطر قوت مطالب علمی و زبان غیرفنی‌اش، اغلب شاهکار نگارش علمی دانسته‌اند، مطالب آن امروز هم، همچون زمان انتشارش، تازه و معتبر است.

«این کتاب را همه می‌توانند و باید بخوانند. نمای جدیدی از نظریه‌ی تکامل استادانه در آن توصیف شده است.»

و.د. همیلتون، مجله‌ی ساینس

«متنی است معتبر، با نگارشی شادی‌بخش و شیوا... فوق‌العاده خوب...»

سر پیتر مداوار، مجله‌ی اسپکتاتور