

# ریاضیات تفریحی

## از منظر تکامل



### تابع شایستگی

تابع شایستگی از فشار دادن دکمه نظیر واقع بر واحد کنترل به دست می‌آید. این تابع مقدار شایستگی هر موجود معلوم را در «صورت فضا» نمایش می‌دهد؛ در حالی که طبق نمونه کلی، به کمیتی یک بعدی فشرده شده، با ارتفاع به نمایش درمی‌آید. به این ترتیب، شایستگی به صورت نمودار این کمیت، در مقابل نقاطی از صورت فضا ارائه می‌شود. این کار دارای تأثیر جابه‌جا کردن صورت فضا در سوی قائم، به اندازه مقداری متناسب با تابع شایستگی، است: عمل مزبور، از لحاظ ریاضی، متناظر با نمایش نمودار تابع شایستگی است. صفحه‌غیابی مربوط به صورت فضا خمیده می‌شود، و در این حال، چشم انداز تنازع را نمایش می‌دهد. انواعی که برای باقی ماندن شایسته‌ترند، سطوح بالاتر این چشم انداز را اشغال می‌کنند.

### وسیله متمرکز شدن اختیاری

با پیچاندن عقربه واقع بر پل تکه روی بینی ماشین زمان می‌توان مقیاس یا اندازه محل‌ها یا موضع‌ها را برای به رویت درآوردن صورت‌های میکروسکوپی تغییر داد. حالا مشخص شد که چرا بعضی از پشته‌ها خالی بودند! روی چند عددی از آن‌ها متمرکز شدم و چند باکتری پیدا کردم.

تازه متوجه شدم که ماشین تکامل "evolvoscope" چیست. این ماشین وسیله‌ای بود که عوامل ریاضی گوناگون تکامل داروین را قابل رویت می‌ساخت. گرچه داروین نظریه‌های خود را به طور شفاهی بیان کرد، ولی می‌توان آن‌ها را به «مفاهیم ریاضی»<sup>۱</sup> ترجمه، و به این ترتیب، تحلیل نامبهم نتایج آن‌ها را آسان‌تر کرد. البته، هر «الگوی ریاضی»<sup>۲</sup> از تکامل داروین، تنها تقریبی

از شیء حقیقی است؛ با این فرض که شیء حقیقی موجود باشد، که باز هم البته، به اندازه فرض هر چیز دیگر در این موضوع بحث انگیز است. اما تدوین های دقیق ریاضی کمک می کند که بین تفسیر های گوناگون تمیز قائل شویم. تدوین های مزبور می توانند ناسازگاری های موجود در تحلیل منطقی را نیز نشان دهند و این کار را با اعمال مثال های نقض<sup>۲</sup> در مورد انواع خاصی از استدلال شفاهی به انجام می رسانند.

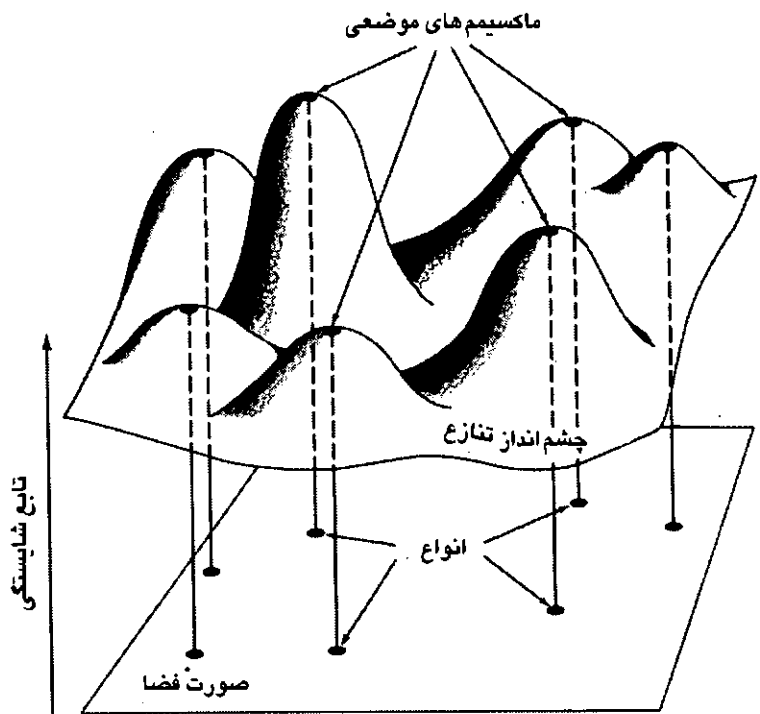
اشکال کلمات در این است که آن ها با پیشرفت استدلال منطقی معانی خود را زیر کانه تغییر می دهند، و به این ترتیب ممکن است نتایج به دست آمده نامعتبر شوند. ریاضیات، دقیق تر است و این امکان را فراهم می کند که همواره به مفروضات دقیق در نظر گرفته شده، توجه داشته باشیم. در الگوی خاص تکاملی که در ماشین تکامل بنا شده بود، صورت های حیوان ها توسط نقطه ای در صورت فضا

به نمایش در آمده بودند. این فضا نه تنها شامل تمام صورت های عملی و ماندنی، بلکه شامل جمیع صورت های تصویری<sup>۱</sup> نیز بود. همچنین در آن، اندازه شایستگی برای بقا، یعنی، تابع شایستگی، وجود داشت، و صورت هایی که می توانستند در تنازع بقا موفق باشند، آن هایی بودند که سطح شایستگی شان در حد امکان وسیع تر بود. انواع، متناظر با ماکسیمم های موضعی تابع شایستگی بودند؛ پشته های واقع در چشم انداز تنازع، یا ناچه های محیط زیستی (شکل ۱)

این عمل به توضیح این مطلب کمک می کند که چرا انواع، با مفروض بودن بردی پیوسته از صورت های ممکن، به این موضوع تمایل دارند که به گونه ای واضح، جدا از یکدیگر باشند. به عنوان نمونه، تمام موش ها نسبتاً کوچکند؛ یعنی نمی توان برد عریض و پیوسته ای از اندازه های موجودات موش مانند به دست آورد.

صورت فضا پیوسته است، اما هر ماکسیمم موضعی توسط پشته خودش در بر گرفته شده، و پشته ها جدا از یکدیگرند؛ هم طاقچه ها هم نوع هایی که آن ها را اشغال کرده اند، گسسته اند.

پدیده دیگری که به خوبی جامی افتند، «تکامل همگرا»<sup>۵</sup> است؛ یعنی، ظهور صورت هایی که مشابه اند، اما ژن هایی کاملاً متفاوت دارند. به عنوان مثال، مشابهت های تنگاتنگ حیرت انگیزی بین کیسه داران استرالیایی و پستانداران جفت جنینی قاره های دیگر وجود دارد.



شکل ۱. صورت فضا و چشم انداز تنازع پیوسته اند، اما انواع متناظر با ماکسیمم های موضعی چشم انداز، و از این رو گسسته اند

پستانداران جفت جنینی	کیسه داران
گرگ	گرگ تاسمانیایی
سنجاب پرنده	موش خرمای پرنده
موش	موش کیسه دار
موش کور	موش کور کیسه دار
مورچه خوار	مورچه خوار کیسه دار
موش خرمای کوهی	کیسه دار استرالیایی

**مسئله ۱**

دو مثال دیگر از تکامل همگرا به دست دهید.

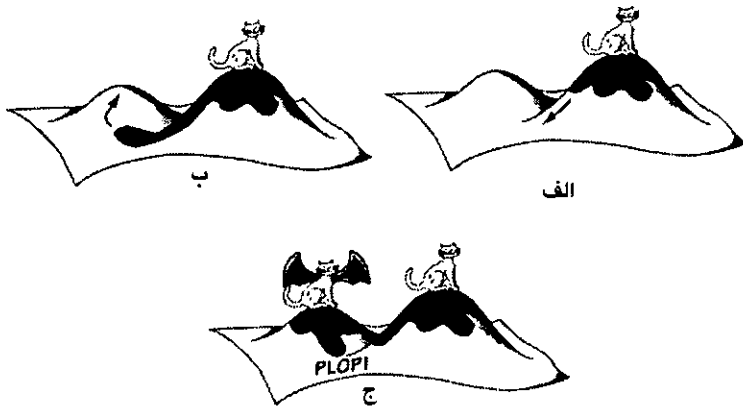
در این مرحله ور رفتن با ماشین تکامل را کنار گذاشتم هیچ ایده‌ای در این مورد که چه خصیصه‌ها (یا مخلوقاتی) را می‌توان پرورش داد نداشتم، و هیچ دلم نمی‌خواست در سیاره‌مان تخم خیارهای خوراکی جهش یافته، یا مواردی از این قبیل بکارم. اما پیش از این که پیش تر بروم، از ابتدا تا انتهای دست نوشته را خواندم. سپس، درحالی که از این مطلب راضی بودم که دستگاه مورد بحث صرفاً شبیه سازی می‌کند، و هیچ گونه تأثیری بر محیط دنیای خاکی مان نمی‌گذارد، شروع به آزمایش کردم. بخش بعدی دست نوشته درباره اصل استدلال داروین بود:

«برای نمایش دقیق وضعیت دقیق، دکمه با علامت جهش تصادفی را بچرخانید. اخطار! اگر سطح جهش تصادفی را بیش از حد بالا ببرید، هرج و مرج ایجاد می‌شود. آزمایش را با چرخش تدریجی دکمه انجام دهید.»  
 با احتیاط دکمه را چرخاندم؛ گربه‌ام حنایی رنگ شد. بعد خط دار، بعد سیاه، بعد دم کوتاه، دکمه را کمی بیش تر چرخاندم، و گربه پشمالو شد، و می‌لرزید.

برای واضح تر دیدن صحنه، دکمه حرکت آهسته را فشار دادم. شکل گربه‌ام هر چند ثانیه کمی تغییر می‌یافت، و همین طور که تغییر می‌کرد، از چشم انداز تنازع بالاتر می‌رفت.

در پشته مربوطه، انواع گربه‌ها تجمع کرده بودند، و شکلشان را تغییر می‌دادند و با حرکاتی گیج کننده می‌گردیدند. گاه و بیگاه، تبدیلی بزرگ تر، گربه‌ام را بیش از حد متعارف تغییر می‌داد؛ اما معمولاً به طرف نوک پشته مربوط به خودش کشیده می‌شد. مثلاً، موقتاً گوش هایی مانند گوش فیل پیدا می‌کرد؛ اما توجه داشتم که در این صورت، کمی پائین تر از نوک پشته قرار می‌گرفت. احتمالاً «گوش فیلی» جهشی نامطلوب برای گربه بود، و موقعیت او را در تنازع تضعیف می‌کرد؛ زیرا تلاش برای همراه کشیدن گوش‌ها به این طرف و آن طرف، حرکتش را به مقدار قابل توجهی باکندی مواجه می‌کرد، و موش‌ها صدای به هم خوردن گوش‌ها را، زمانی که گربه با سروصدا به طرفشان هجوم می‌آورد، می‌شنیدند.

جهش هایی که گربه‌ها را به طرف پائین پشته می‌کشیدند، دیری نپاییدند. بار دیگر گربه‌ها، درحالی که انتخاب طبیعی شکل های ناپذیرفته تر را و جین می‌کرد و به صورت طبیعی تر گربه‌وار تغییر می‌داد، به طرف بالای پشته کشانده شدند. دکمه جهش را بیش تر چرخاندم. پشته با جدیت در تلاطم بود، گربه‌های مرتعش مانند امواج دریایی توفانی در جوش و خروش بودند. ناگهان، حبابی پر از گربه، با صدای تالایی



شکل ۲. تاثیر جهش تصادفی بر موجودات اشغال کننده یکی از تاقواره‌های محیط زیست.  
 الف) مجموعه‌ای از صورت‌های ممکن (حباب تاریک) محصور در تاقواره مربوطه.  
 ب) تغییرات تصادفی موجب می‌شود، مجموعه مورد بحث به طرف یکی از تاقواره‌های اشغال نشده نزدیک، کشیده شود.  
 ج) قسمتی از مجموعه برای تشکیل نوع جدید شکسته می‌شود.

شنیدنی، به باین پشته لغزید، در دره مکث کرد و از تپه نزدیک که تاکنون خالی مانده بود، بالا رفت (شکل ۲). بار دیگر صحنه را آهسته کردم و به بررسی تازه آمدگان پرداختم. مسحورکننده. اولین گربه های پرنده دنیا.

## مسئله ۲

در اولین وهله، برای بقا، گربه پرنده مناسب تر از گربه بدون بال به نظر می رسد. توضیح دهید، چرا عدم وجود گربه های پرنده در دنیای واقعی، با تکامل داروین ناسازگار نیست.

متوجه آنچه که می دیدم شدم: تکامل یک نوع جدید جهش های تصادفی، با نرخ بسیار بالا و متراکم در چند جهش، شکل جدیدی از موجودی زنده به وجود آورده بودند؛ نوعی که برخلاف اغلب جهش ها - برای بقا مناسب بود.

مجموعه گربه - شکل های ممکن، در تاقواره محیط زیستی تازه ای، یعنی، پشته جدیدی در چشم انداز تنازع، ریخته و آن را اشغال کرده بودند. جهش های تصادفی که به صورت «پارازیت» عمل می کردند، بخشی از نوع گربه را با فشار به خارج از ماکسی موم موضعی و به منطقه ای دیگر وارد کرده بودند! آیا این وضع تغییرات ناگهانی موجود در آثار فسیلی را توضیح می داد؟

درواقع نه. جهش هایی از نوعی که شاهدشان بودم، بسیار نامعمولند؛ و این درواقع یکی از اعتراضات متعارف به نظریه های داروین است. مجموعه کامل تغییرات شکلی که برای ایجاد نوعی واقعاً جدید در یک نوبت ضروری باشد، بسیار نادر است. سن یا خیلی خوش شانس بودم یا دکمه نرخ جهش را خیلی پچانده بودم.

از این گذشته، به نظر می رسد زمانی که در آثار فسیلی تغییر ناگهانی نوع ایجاد می شود - آنچه که اغلب اتفاق می افتد - چندین نوع جدید در یک مرحله پدید می آیند، و به جای دو شاخه شدن شاخه های درخت تکامل، چند شاخه شدن یک

زمان آن را ملاحظه می کنیم.

داروین به این نکته توجه داشت: درواقع، تنها یک نمودار در مبدأ نوع وجود دارد، و همین نمودار این نکته دقیق را توضیح می دهد. اگر تکامل نوعی جدید با موجودات نماینده ای رخ دهد که به تصادف از یک تاقواره به دیگری ریخته شده اند، آن گاه باید در هر موقعیت تنها یک نوع جدید ایجاد کرده باشد.

سرانجام، نوع اصلی، با این مکانیسم، باقی می ماند: هیچ نوعی از بین نمی رود، چندان موجه نیست. البته، ممکن است کل حباب گربه ها در تاقواره گربه های بالدار ریخته شوند، اما احتمال این موضوع حتی کم تر از احتمال رخ دادن قسمتی از آن است؛ باز هم نه خیلی موجه. آنچه که من مایل به یافتنش در مدل ریاضی مورد نظر بودم، روشی نیرومندتر برای تکامل نوع جدید بود. به زودی با خواندن دست نوشته، در مسیری اطمینان بخش از تحقیق افتادم.

## تغییر محیط زیست

در دنیای واقعی، سطح شایستگی یک موجود وابسته به محیط زیست است. برای مثال، موجودی که برای خوردن برگ های درختان بلند، گردنی دراز تکامل داده است، در صورتی که خشکسالی ارتفاع درختان را کاهش دهد، امتیاز تنازع خود را از دست می دهد و به این ترتیب، شایستگی اش نیز کم تر می شود. اهرم تغییر محیط به کاربر این امکان را می دهد که انواع متفاوت تغییرات را، چه زمانی چه فضایی، آزمایش کند.

پیشنهاد می شود در کوشش های اولیه برای تغییر محیط، نرخ جهش تصادفی، برابر صفر یا مقداری بسیار کوچک قرار داده شود.

زیرنویس

1. mathematical concepts
2. mathematical model
3. counterexamples
4. imaginable forms
5. convergent evolution