

همزیستی
یارقابت؟

ترجمه: محمدرضا خوش بین خوش نظر

اشاره

بسیاری از صفحه‌های کتاب درسی زیست‌شناسی سال چهارم علوم تجربی سرشارند از واژگان و مفاهیم مرتبط با تغییر و تحول گونه‌ها و موجودات زنده. مثلاً، در فصل چهارم که با تغییر و تحول گونه‌ها آغاز می‌شود، به تئوری‌های تکاملی و فعالیت‌های علمی داروین، انتخاب طبیعی و نیز نظریه ترکیبی پرداخته شده است و مثال‌هایی از تغییر گونه‌ها آورده شده است و در فصل پنجم ژنتیک جمعیت و استمرار گوناگونی‌ها در جمعیت‌ها و گونه‌زایی آمده است.

در این دو گفت‌وگو که با دو تن از دانشمندان و پژوهشگران معاصر انجام شده موضوع‌ها و مفاهیم اصلی این صفحه‌ها مورد بحث و گفت‌وگو قرار گرفته‌اند و از دو دیدگاه کاملاً متضاد، موافق و مخالف مطرح شده‌اند. مطالعه این گفت‌وگوها را به معلمان به ویژه معلمان زیست‌شناسی سال چهارم متوسطه توصیه می‌کنیم.

کلیدواژه‌ها: شان کارول، لین مار گولیس، خاستگاه گونه‌ها، انتخاب طبیعی، evodevo، نظریه ترکیبی، نئوداروینیسم، همزیستی‌گری.

ژن موش در چشم مگس



گفت‌وگو با شان کارول

درباره شان کارول

شان کارول^۱ در ۱۷ سپتامبر ۱۹۶۰ متولد شد. کارشناسی خود را از دانشگاه واشنگتن در سنت‌لوئیس و دکتری خود را در زمینه ایمنی‌شناسی از دانشکده پزشکی توفتس^۲ گرفت و دورهٔ پس‌دکتری خود را در دانشگاه کلرادو گذراند. او همچنین دارای دکتری افتخاری علوم از دانشگاه مینوستا ست. کارول در دانشکدهٔ پزشکی توفتس در بوستون بود که فریفتهٔ مطالعاتی جدید در مورد مگس سرکه شد که جایزهٔ نوبل را برده بود. این مطالعات نشان می‌داد که تغییر یک ژن در دورهٔ رشد و نمو جنینی مگس سرکه می‌تواند شکل بدن حشره را تغییر دهد. مثلاً باعث شود پاها در محل شاخک‌ها ایجاد شوند. کارول این مطالعات را ادامه داد و به همراه همکارانش توانست نحوهٔ ایجاد صفات‌های جدید در جانوران را دریابد و نخستین گام‌ها را به سمت تولید گونه‌های جدید جانوری بردارد و بدین ترتیب شاخه‌ای جدید در علم ایجاد شد که کارول در این مصاحبه به تشریح دقیق آن می‌پردازد. به اعتقاد او، این نظریه به بسیاری از پرسش‌های کلیدی که از زمان چاپ کتاب خاستگاه گونه‌ها در سال ۱۸۵۹ بی پاسخ مانده بودند، پاسخ می‌گوید. کارول هم‌اکنون استاد زیست‌شناسی مولکولی و ژنتیک در دانشگاه ویسکانسین است و در پی آن است که دریابد چگونه جهش در ژن‌های سازندهٔ اندام‌ها می‌تواند منشأ تغییرات تکاملی باشد. کارول همچنین مدتی است که انرژی خود را صرف بیان دستاوردهای علمی خود به عموم کرده است که آن‌ها را در سه مجموعهٔ کتاب که در این مصاحبه به آن‌ها نیز اشاره شده است به چاپ رسانده است. سوای این سه کتاب او همچنین نویسندهٔ چند کتاب درسی نیز است.^۳ از او ۱۰۰ مقالهٔ علمی نیز به چاپ رسیده است.



● از زمانی که چارلز داروین نظریهٔ تکامل خود را در کتاب خاستگاه گونه‌ها معرفی کرد، بیش از ۱۵۰ سال گذشته است. با این حال، به نظر می‌رسد هنوز هم مفهوم تکامل بیش از هر زمانی، موردِ منازعه است. فکر می‌کنید چرا این گونه است؟

- این بیشتر موضوعی فرهنگی است تا علمی. از دیدگاه علمی اطمینان ما به این نظریه سال به سال افزایش یافته است، زیرا شواهد مستقلى را مشاهده می‌کنیم که همگی به یک چیز اشاره دارند. آنچه ما از نهشته‌های فسیلی آموخته‌ایم با نقشهٔ DNA و نیز با علمِ رویان‌شناسی تأیید شده است. اما برخی عَلم مخالفت را برداشته‌اند و به نظریه‌هایی غیر از آن دل خوش کرده‌اند. در عین حال، امروزه تکیه بر DNA برای محکوم یا تبرئه کردن متهمان جنایی، به امری عادى بدل شده است. ما به علوم DNA برای چیزهایی مثل نسب‌شناسی اعتماد می‌کنیم؛ به علوم DNA در طب بالینی برای بررسی احتمال وقوع یک بیماری و یا حتی تشخیص بیماری‌هایی چون سرطان اعتماد می‌کنیم؛ ما در احاطهٔ علوم DNA هستیم و با این حال ظاهراً نمی‌خواهیم این واقعیت‌ها را بپذیریم. اعضای هیئت منصفهٔ دادگاه‌ها، محکومان را بر اساس تفاوت‌های فردی در DNA به مرگ محکوم می‌کنند، ولی نمی‌خواهند با سازوکاری که آن تفاوت‌های فردی را ایجاد کرده است و ابنای بشر را از سایر چیزها متفاوت می‌کند، آشنا شوند. این نوعی بی‌بصیرتی و چشم بستن بر واقعیات است. به گمان من، سرانجام از این مرحله عبور خواهیم کرد. سایر کشورها با DNA به مصالحه رسیده‌اند. من نمی‌دانم ما [منظور کشور ایالات متحده است] چند دهه یا چند قرن بعد به این مرحله خواهیم رسید!

● شما در کتاب تازهٔ خود، جانوران

مثال‌زدنی^۲، به این موضوع پرداخته‌اید که داروین چگونه به نظریهٔ انتخاب طبیعی خود رسید. آیا می‌توانید مختصری از آن را شرح دهید؟

- وقتی داروین دانشجوی کالج بود به جمع‌آوری سوسک‌ها می‌پرداخت. او در پی فرصت‌هایی بیشتر برای جمع‌آوری گونه‌های بیشتر بود، تا اینکه این مجال برای او پیش آمد تا عازم سفری دریایی شود. واقعاً برای او اغوا کننده بود. او می‌توانست به جاهای خیلی دور سفر کند و مناطق استوایی را ببیند، جاهایی که نسبت به انگلستان سرد و مرطوب و دلمرده، طبیعتی بسیار غنی‌تر داشت. البته برای او سخت بود که پدرش را متقاعد کند که به او اجازهٔ چنین سفری را بدهد- او فقط ۲۲ سال داشت- ولی سرانجام توانست. دو منزل‌لگاه در این سفر پنج ساله نقشی اساسی داشتند. نخستین آن، در همان اوایل سفر بود، وقتی که به ساحل آرژانتین رسید و فسیل‌های گونه‌های جانوری مختلفی را از زیر خاک درآورد که برخی از آن‌ها برای علم ناشناخته بودند- مثل فسیل تنبل‌های منقرض شدهٔ بزرگی که در مقایسه با تنبل‌هایی که او در بیشه‌های

در جزایر مشابهی زندگی می‌کنند ولی تفاوت اندکی با هم دارند، پس تنها یک توضیح برای این تفاوت‌ها وجود دارد: آن‌ها در ابتدا یک گونه بوده‌اند که با گذشت زمان و با جدایی از همدیگر، رو به تغییر گذاشتند.

● این دیدگاه شدیداً بدعت‌آمیز و سنت‌شکن تلقی شد، چرا؟

- در آن زمان فکر غالب، خلق اختصاصی^۴ نام داشت: «هر گونه‌ای به‌طور مجزا خلق شده و برای ایفای نقشی خاص، در زمانی خاص روی زمین قرار گرفته است». این فکر راهی به علوم طبیعی نداشت. داروین گفت: خیر، گونه‌ها تغییر پذیرند و گونه‌های جدید، حاصل فرایندی کاملاً طبیعی‌اند که از قوانین طبیعی پیروی می‌کند، به همان ترتیبی که قوانین فیزیک عمل می‌کنند. تکامل، پاسخی بزرگ به این پرسش بزرگ انسانی است که چگونه به اینجا رسیده‌ایم.

● آیا به همین دلیل داروین بیش از ۲۰ سال صبر کرد تا نظریهٔ خود را انتشار دهد؟

- داروین وقتی سوار کشتی شد یک جوان خام ۲۲ ساله بود. وقتی این اندیشه‌ها به ذهن او خطور کرد، تازه به انگلستان رسیده

ما به علوم DNA برای چیزهایی مثل نسب‌شناسی اعتماد می‌کنیم؛ به علوم DNA در طب بالینی برای بررسی احتمال وقوع یک بیماری و یا حتی تشخیص بیماری‌هایی چون سرطان اعتماد می‌کنیم؛ در احاطهٔ علوم DNA هستیم و با این حال ظاهراً نمی‌خواهیم این واقعیت‌ها را بپذیریم

بود و حدوداً ۲۷ سال داشت. او به معنای اندیشه‌هایش پی برده بود، ولی از طرفی تازه داشت در محافل علمی پذیرفته می‌شد. چرا باید خطر می‌کرد؟ هنوز زمان به چالش کشیدن نظریه‌های رایج فرا نرسیده بود. شما باید جای داروین بودید تا می‌فهمیدید چرا او اسرارش را فاش نکرد.

● علاقهٔ خود شما به تکامل از کجا آب می‌خورد؟

- وقتی بچه بودم علاقهٔ عجیبی به

آمریکای جنوبی دیده بود، بسیار بزرگ‌تر بودند. بنابراین، این فکر به ذهن او رسید که موجودات زنده تغییر می‌کنند. داروین سپس به جزایر گالاپاگوس رسید. او برای جمع‌آوری پرندگان- مرغ‌های مقلد و سپس سهره‌ها- از جزیره‌ای به جزیرهٔ دیگر می‌رفت که دریافت در هر جزیره، حتی اگر پرندگان شبیه به هم به نظر می‌رسند، تفاوت اندکی با هم دارند. پس از ترک گالاپاگوس، در مسیر برگشت خود به انگلستان، همچنان به این موضوع فکر می‌کرد. او دریافت که اگر این پرندگان

گورخرها، زرافه‌ها و پلنگ‌ها داشتیم؛ در خانه مار نگهداری می‌کردم و عاشق نقش‌های رنگی‌شان بودم. وقتی بزرگ‌تر شدم، پرسش‌های مهم‌تری به ذهنم رسید- مثلاً اینکه آن نقش‌ها چگونه شکل گرفته‌اند؟ یکی از تماشایی‌ترین صحنه‌های روی زمین، رشد جانوری پیچیده از یک تخمک بارور شده است. هر پدر و مادری همچنان از آن در شگفت‌اند. وقتی من دانشجوی تحصیلات تکمیلی بودم، ما می‌توانستیم آنچه را که رخ می‌دهد مشاهده کنیم، ولی سازو کار آن را درک نمی‌کردیم. چه چیزی باعث می‌شد لب‌ها در جای مناسب قرار گیرند، چشم‌ها در جای خود جای گیرند، دستگاه گردش خون به کار بیفتد و ستون فقرات شکل گیرد؟ این رازی ناگشودنی بود که با درک اینکه تغییرات در حین رشد باعث تفاوت مار از مارمولک و یا گورخر از زرافه می‌شود، حتی دشوارتر می‌شد. درک فرایند رشد سرنخ حل دو مسئله اساسی بود: چگونه یک جانور پیچیده از یک تخمک ایجاد می‌شود و چگونه انواع مختلف موجودات ایجاد می‌شوند؟

● این‌ها دو اندیشه نامتجانس به نظر می‌رسند: رشد جنینی یک نمونه تنها، و تکامل یک گونه کامل؛ این‌ها چه ارتباطی با هم دارند؟

- ابتدا، این دیرین‌شناسان بودند که تکامل را در مقیاس وسیع زمانی فسیل‌ها بررسی کردند. سپس متخصصان ژنتیک وارد صحنه شدند و به مطالعه تفاوت‌های کوچک داخل گونه‌ها بر اساس جهش‌های ژنی پرداختند. آنچه نظریه ترکیبی جدید خوانده می‌شود، ترکیب این دو زمینه بود. نظریه ترکیبی در دهه ۴۰ با این اندیشه سر برآورد که انواع تفاوت‌های ژنتیکی که در جمعیت‌ها مشاهده می‌شوند، وقتی در بازه‌های زمانی طولانی ترکیب و برون‌یابی شوند، می‌توانند تغییرات بزرگی را که در نگاشت‌های فسیلی دیده می‌شود، توضیح دهند. بنابراین، این نظریه ترکیبی جدید در واقع هماهنگ‌سازی این دو زمینه بود. اما این نظریه ترکیبی جدید تکامل

را به طور کامل توضیح نمی‌داد. صرفاً یک نظریه بود. شواهد تجربی کجا بودند؟ نظریه زاده‌های تغییر یافته داروین یک جعبه سیاه بود. شما نمی‌توانستید دقیقاً دریابید که چه نوع تغییراتی به این تفاوت شکل‌ها انجامیده است. اما مطالعه رشد جنینی این امکان را فراهم کرد که سازوکار ایجاد این مخلوقات را به دقت و ارسایی کنیم. ما می‌توانیم آزمون DNA و رشد جنینی آن‌ها را بررسی کنیم و بهر سیم که این تفاوت‌ها از کجا ناشی می‌شوند؟ این به ما داده‌های تجربی مورد نیاز نظریه را می‌دهد. شما لزوماً نمی‌توانید تغییر رخ داده در موجود بالغ را مشاهده

(رقابتی در طبیعت که بین موجودات مختلف رخ می‌دهد) به حد کافی برای شکل دادن به تغییراتی که روی سطح زمین مشاهده کرده‌ایم، توانمند بوده است.

● برای اغلب مردم تصور چنین دوره‌های زمانی عظیمی دشوار است.

- یک قرن پیش، تئوری روزولت رئیس جمهور ایالات متحده بود و مردم به ندرت از خودرو استفاده می‌کردند. این به نظر، زمانی بسیار دور می‌رسد، اما از لحاظ زیست‌شناسی و زمین‌شناسی، لحظه‌ای بسیار کوتاه است. یک میلیون سال، صرفاً بخشی از زمانی

تنها یک توضیح برای این تفاوت‌ها وجود دارد: آن‌ها در ابتدا یک گونه بوده‌اند که با گذشت زمان و با جدایی از همدیگر از همدیگر، رو به تغییر گذاشتند

است که انسان دوبا در طی تحول خود طی کرده است. این معادل زمانی است که طول می‌کشد تا دریاها برآیند و رودخانه‌ها جاری شوند. با تغییر دما، و گسترش جنگل‌ها یا ایجاد بیابان‌ها، جانورانی که در این نواحی زندگی می‌کنند نیز تغییر می‌کنند و خود را با شرایط وفق می‌دهند.

● شما ترکیب دو واژه تکامل و رشد و نمو جنینی را evo devo نامیده‌اید. این واژه دقیقاً به چه معنی است؟

- این عبارت مخفف «evolutionary developmental biology» (زیست‌شناسی تکاملی رشد و نمو) است. شاید منشأ آن گروه موسیقی موج نوی Devo در اوایل دهه ۸۰ نیز باشد. تا پیش از دهه ۸۰ تکامل را به صورت تغییر در طول زمان توصیف می‌کردیم، ولی هیچ درکی از فرایند آن نداشتیم.

● و این همان زمانی است که شما وارد معرکه شدید.

- درست است. من در دانشکده

کنید، ولی می‌توانید دریابید که اگر در نقطه معینی از رشد جنینی، یک نوکلئوتید را در یک ژن تغییر دهید، رنگ جانور تیره‌تر می‌شود. اگر سه باز آلی را در آن تغییر دهید، دست و پاهایش بلندتر می‌شود. این مبنای اساسی تکامل است: تغییرات DNA. با انجام آزمایش با DNA و تصور آن در همه مسیر نردبان، اکنون می‌دانیم که این ترکیب جدید صحیح است.

● شما در جایی گفته‌اید تکامل مانند ربح مرکب^۵ است. منظور تان چیست؟

- تکامل درست مثل یک بازار مالی پررونق، با تغییرات تدریجی افزایش می‌یابد. اگر تغییرات داخل یک گونه سودی در برداشته باشند (حالا هر چقدر آهسته) آنگاه آن شکل، آن صفت، تقویت می‌شود. اگر ایجاد خال روی بال باعث جذابیت بیشتر برای جفت یا فرار حیوان شکارچی شود، آن طرح برتری می‌یابد و آن تغییرات توسعه بیشتر می‌یابند. در طی قرن‌ها، هزارها، و دوره‌های زمانی طولانی‌تر، انتخاب طبیعی

تحصیلات تکمیلی دانشگاه توفتس در بوستون درس می‌خواندم و زمینه تحقیقاتی‌ام ایمنی‌شناسی بود. سوار مترو می‌شدم و به سمینارهایی در سه یا چهار دانشکده مختلف می‌رفتم. انگیزش من از همین جا شروع شد. مدام می‌شنیدم که تکامل به خوبی درک نشده است و شروع به اندیشیدن کردم که: چطور می‌توانم به کنه آن پی ببرم؟ برای آنکه به بینشی از تکامل برسیم، سراغ نوشته‌های بسیار معدودی دربارهٔ ژن‌هایی رفتم که اجزای بدن مگس سرکه را می‌سازند، و از جمله به مطالعه گونه‌های جهش یافته جالبی پرداختم. در این گونه‌ها، جهش یک ژن تنها می‌توانست پاهای در سر و در محل شاخک‌ها قرار دهد. جهش‌های تک‌ژنی دیگر به بال‌های بیشتری می‌انجامید و یا چشم‌ها یا بال‌ها را کاملاً حذف می‌کرد. آن واقعیت که جهش‌های تک‌ژنی می‌توانند به چنین اثرهای چشمگیری بیانجامند، این پرسش را مطرح کرد: آن ژن‌ها چیستند و برای انجام چه منظوری هستند؟ این پرسش، سرخ حل آن موضوع است که این ژن‌ها چگونه اعضای بدن مگس سرکه را تشکیل داده‌اند؟

● شما مگس سرکه را به عنوان دریچه‌ای بر رشد و تکامل یافتید. چگونه به این ارتباط پی بردید؟

- این چیز واضحی نبود، زیرا انتظار نمی‌رفت که مگس‌های سرکه ارتباطی به تکوین جانوران مودار داشته باشند. اما من در سال ۱۹۸۳ آزمایشگاهی را یافتم که در آنجا توانستم این کار را با مت/سکات^۶ از دانشکده کلرادو در بولدر^۷ انجام دهم. همین که ما شروع کردیم، از تحقیق ما و دیگران روشن شد که این ژن‌های سازنده بدن^۸ صرفاً مربوط به مگس‌های سرکه نیستند و در همهٔ جانوران وجود دارند. این واقعاً حیرت‌انگیز بود. فوراً توانستیم آزمایش‌های اساسی‌تری برای درک اینکه تکامل واقعاً چگونه شکل می‌گیرد، ترتیب دهیم.

● بنابراین دانشمندان ژن‌های اصلی یکسانی را در گونه‌های بسیار مختلف دیدند.

- بله. یک کشف تکان دهنده رابطه بین چشم‌های ما و چشم‌های حشرهٔ ساس بود. شما اصلاً به ذهن‌تان خطور نمی‌کند که آن‌ها هیچ چیز مشترکی با ما داشته باشند، درست؟

چشم‌های ساس با ۸۰۰ چشم ساده بر اساس اصول اپتیکی متفاوتی با چشم انسان کار می‌کنند. تقریباً به مدت یک و نیم قرن زیست‌شناسان گمان می‌کردند که چشم‌های ساس از ابتدا به طور مجزایی تکامل یافته‌اند و به گونه‌ای کاملاً متفاوت و در راستهٔ متفاوتی از جانوران ساخته شده‌اند. اکنون کشف کرده‌ایم که چشم‌های ساس از همان

- ما به گونه‌های فراوانی نظر دوخته‌ایم تا شکل نیایی یک مولکول خاص را تعیین کنیم. ما می‌توانیم آن مولکول نیایی را بازسازی کنیم و سپس در پی مراحل بگردیم که باید طی شده باشند تا به شکل‌ها و کارکردهای جدیدی برسند که امروزه می‌بینیم. اگر شما بر این گمان‌اید که تفاوت بین دو گونه ناشی از تغییر ژن‌های خاصی است، می‌توانید آن ژن‌ها را در بین گونه‌ها جابه‌جا کنید. ما صفت به صفت این آزمایش‌ها را انجام می‌دهیم. یک مجموعهٔ آزمایش بسیار مهم در مورد بینایی صورت گرفته است. برای بسیاری از جانوران محدودهٔ طیف رنگی‌ای که در آن

نظریهٔ ترکیبی در دههٔ ۴۰ با این اندیشه سر بر آورد که انواع تفاوت‌های ژنتیکی که در جمعیت‌ها مشاهده می‌شوند، وقتی در بازه‌های زمانی طولانی ترکیب و برون‌یابی شوند، می‌توانند تغییرات بزرگی را که در نگاشت‌های فسیلی دیده می‌شود، توضیح دهند

بهترین دید را دارند متفاوت است، زیرا این به چگونگی سازگار شدن آن‌ها با محیط اطرافشان بستگی دارد- اینکه آیا آن‌ها در آب‌های عمیق زندگی می‌کنند یا در غارها، اینکه آیا آن‌ها عمدتاً در شب بیرون می‌روند یا در روز، یا اینکه آن‌ها سعی می‌کنند طرح‌های فرابنفش را از گل‌ها به دست می‌آورند یا از شکار. بینایی نقش بسیار مهمی در کمک به زندگی جانوران بازی می‌کند، و چون جانوران در زیستگاه‌های بسیار متفاوتی زندگی می‌کنند، دیدن نقش بسیار زیادی در زندگی آن‌ها دارد.

آزمایش‌هایی که این تغییرات را بررسی می‌کنند در آزمایشگاه قابل انجام‌اند. می‌توان ژن‌ها را معاوضه کرد و آن گروه از پروتئین‌های شبکه‌ای را که نور را آشکار می‌کنند، تغییر داد. آنگاه می‌توان پیش‌بینی‌های واضحی در این باره کرد که هر تغییر معینی به چه معنی است و سپس این چیزها را می‌توان به طور آزمایشگاهی واری‌کرد. مثلاً در آزمایشگاه ژن‌دیرنگی به موش‌ها اضافی داده شد و

ژنی که چشم‌های انسان را می‌سازد ساخته می‌شوند، گر چه آن‌ها در طی ۵۰۰ میلیون سال به گونه‌ای مجزا تکامل یافته‌اند. وقتی این ژن را از موش جدا کردیم، که همان ژنی است که در انسان هم می‌یابیم، کمی آن را دستکاری کردیم و آن را در مگس قرار دادیم، و توانستیم بافت چشمی مگس را ایجاد کنیم. گروه ما نشان داد که ژن مشترک یکسانی برای ساختن لب‌ها در انسان و مگس‌های سرکه نقش اساسی بازی می‌کنند. نتیجه اینکه این ژن برای ساختن هر چیز غیر واقعی‌ای روی بدن نقش اساسی دارد؛ شاخک، پاها، شاخ و هر چیز دیگر. این نوع آزمایش‌ها پیش فرض‌های ما را در هم ریختند و باعث شدند به شیوه‌ای دیگر ببانددیشیم. در زیر این تنوع بی حد و حصر گونه‌ها، مجموعهٔ ژن‌های اصلی مشترک و یکسانی وجود دارند.

● به وضوح ما وارد عصر داروینیسیم تجربی شده‌ایم. این تجربه‌ها مشخصاً به چه می‌مانند؟

نشان داده شد که پروتئینی که توسط آن ژن ساخته می‌شود با افزایش توانایی دید نور با طول موج بلندتر بر دامنه دید می‌افزاید، بی‌آنکه هیچ تغییر دیگری در مغز ایجاد شده باشد.

● آیا می‌توانیم این کشف‌ها را برای انسان‌ها نیز به کار بندیم؟

- اکنون می‌دانیم تفاوت ژنوم انسان با ژنوم شامپانزه فقط در حدود ۱ درصد است. با وجود این، جسم و مغز ما بسیار متفاوت است. چطور ممکن است ما این قدر متفاوت باشیم در حالی که بسیاری از ژن‌هایمان یکسان است؟ ما چگونه به چنین مهارت‌های ذهنی و عملی‌ای رسیده‌ایم؟ چطور می‌توانیم روی دو پا راه برویم؟ چطور می‌توانیم چنین مصاحبه‌ای را ترتیب دهیم؟ چگونه به اندیشه‌های بزرگ رسیدیم؟ evo devo ابزارهای لازم برای کشف این راز را در اختیارمان گذاشته است: ژن‌های یکسانی ساخته می‌شوند و سپس در مسیری متفاوت به کار می‌روند. چیزی کمی زودتر یا در مکانی دیگر یا کمی دیرتر ظاهر می‌شود. این‌ها ابعاد زمانی و فضایی تحول هستند. همچون رقص آرای می‌ماند. رقصنده‌ها یکی هستند، ولی نوع رقص بسته به راهنمایی‌های مختلفی که به رقصنده‌ها می‌شود، متفاوت است.

● شما در کتاب تان «شکل‌های بی‌پایان زیباترین‌اند»^۱ به انفجار کامبرین اشاره داشته‌اید، زمانی که در آن انواع بسیاری از موجودات زنده تقریباً همزمان ظاهر شدند. منتقدان اغلب به این نوع تغییر ناگهانی اشاره می‌کنند. آیا این تغییر سریع در تناقض با این مدعا نیست که تکامل به آرامی و در بستری طولانی از زمان رخ داده است؟

- تا پیش از حدود ۵۴۳ میلیون سال

یک کشف تکان دهنده رابطه بین چشم‌های ما و چشم‌های حشره ساس بود. شما اصلاً به ذهن تان خطور نمی‌کند که آن‌ها هیچ چیز مشترکی با ما داشته باشند

پیش، موجوداتی مثل ستاره دریایی یا جانوران اسفنجی وجود داشتند، اما جانوران دارای تقارن دو طرفی^{۱۰} مثل کرم‌ها یا تری‌لوبیت‌ها وجود نداشتند. سپس در انفجار کامبرین، جانوران بزرگ و پیچیده‌ای سر برآوردند. این جانوران بخش‌های بزرگی از دنیای جانورانی را تشکیل می‌دهند که امروزه وجود دارند. نگاشت‌های فسیلی نشان می‌دهند که انفجار کامبرین ناگهانی بوده است، ولی خبر جالب از evo devo این است - دایناسورها تا پایان دوران کرتاسه مهره‌داران غالب سطح زمین بودند. در آن زمان پستانداران وجود داشتند، اما کوچک‌تر بودند و بر خلاف دایناسورها زندگی زیر زمینی داشتند. پستانداران با انقراض دایناسورها و در طی ۱۰ یا ۱۵ میلیون سال، به انواع شکل‌های بزرگ‌تری درآمدند و بر اکوسیستم‌های زمینی غلبه یافتند. وقتی ظرفیت ژنتیک، شرایط محیطی مساعدی یافت، فیل، بیزون و زرافه به وجود آمدند.

ما به گونه‌های فراوانی نظر دوخته‌ایم تا شکل نیایی یک مولکول خاص را تعیین کنیم. ما می‌توانیم آن مولکول نیایی را بازسازی کنیم و سپس در پی مراحل بگردیم که باید طی شده باشند تا به شکل‌ها و کارکردهای جدیدی برسند که امروزه می‌بینیم

محیط مانند در پوش بطری نوشابه است. در پوش را که برداریم، می‌بینیم محتویات بطری فوران می‌کنند.

● شما در کتاب آفرینش شایسته‌ترین‌ها^{۱۱} بیان داشته‌اید که هر گونه دارای ژن‌هایی بلا استفاده است.

- آن‌ها ژن‌های باقی مانده‌ای هستند که دیگر استفاده نمی‌شوند، و اصالت ژنتیک آن‌ها رو به زوال نهاده است. یکی از موضوع‌های مورد علاقه من مربوط به ماهی‌های یخی جزیره بووت^{۱۲} است. این ماهی‌ها در آب‌های سرد قطب جنوب زندگی

که همه ژن‌ها برای ساختن کالبد جانوران بزرگ و پیچیده از قبل از پیدایش آن‌ها موجود بوده است. بسیاری از ژن‌های لازم برای خلق این پیچیدگی باورنکردنی از پیش موجود بوده‌اند. این ژن‌ها بیشتر در جانوران ساده‌تر ایجاد شده بودند، ولی وظایف کمتری داشتند. پیچیدگی حاصل، ناشی از استفاده بیشتر از این ژن‌ها بود، به جای اینکه بیشتر آن‌ها ابداع شوند.

● این باعث می‌شود حیرت کنیم که امروزه چه پتانسیلی برای انفجار وجود دارد.

می‌کنند. این ماهی تنها مهره‌دار بدون گویچه سرخ خون برای انتقال اکسیژن و تغذیه بافت‌هاست. اگر شما به ژن‌های مربوط به هموگلوبین - پروتئین‌های حامل انرژی در گویچه سرخ - آن‌ها نگاه کنید، در می‌یابید یکی از این ژن‌ها کاملاً از بین رفته و دیگری رو به زوال گذاشته است. از اینجا درمی‌یابیم که نیای این ماهی‌ها گویچه سرخ داشته است. توضیح این مطلب، اکولوژیک است. ماهی‌های یخی در آب‌های بسیار سرد زندگی می‌کنند و دور از ذهن نیست که گویچه‌های سرخ خون در چنین آب سردی واقعاً به سختی به درون مویرگ‌های اطراف پمپ شوند. این ماهی، به جای گویچه‌های سرخ، دستگاه تنفسی بزرگ‌تر و پوست تقریباً بدون پولک دارد. بنابراین، ماهی یخی اکسیژن مورد نیاز خود را مستقیماً از آب اطراف خود کسب می‌کند. این ماهی‌ها از نوع زندگی‌ای که مهره‌داران به مدت ۵۰۰ میلیون سال از آن طریق تغذیه می‌کرده‌اند، دست کشیده‌اند. انسان، در حدود ۸۰۰ ژن از کار افتاده دارد که از میلیون‌ها سال پیش به یادگار باقی مانده‌اند. چه کسی می‌داند، شاید این ژن‌های از کار افتاده ۱۰۰۰ سال بعد به کارمان آید، اما راهی برای محافظت از آن‌ها وجود ندارد.

● اما بر عکس، شما گفته‌اید که برخی از ژن‌ها فناپذیرند!

- تاریخ این ژن‌ها به مبدأ حیات روی زمین می‌رسد، و وجود آن‌ها چنان الزامی است که بیش از ۳ میلیارد سال است که حفظ شده‌اند. آن‌ها در رمزگشایی دستگاه ژنتیک که در همه موجودات زنده مشترک است، نقش بسیار بنیادی دارند. بدون این ژن‌ها نمی‌توانیم اطلاعات ژنتیک خود را بیان و پروتئین‌های لازم را برای حیات تولید کنیم.

● شما انبوهی از شواهد انکارناپذیر

خبر جالب از evo devo این است که همه ژن‌ها برای ساختن کالبد جانوران بزرگ و پیچیده از قبل از پیدایش آن‌ها موجود بوده است. بسیاری از ژن‌های لازم برای خلق این پیچیدگی باورنکردنی از پیش موجود بوده‌اند

را ارائه کرده‌اید، و با وجود این به نظر می‌رسد مخالفان آن‌ها را به کل رد می‌کنند. پاسخ شما چیست؟

- پاسخ من چه چیزی جز پوزخند می‌تواند باشد؟ زیرا نظر آن‌ها غیر مستدل، غیرعقلانی، و تا دنیا دنیاست بر خلاف قوانین طبیعی به شمار می‌رود؛ اما بعضی‌ها دوست دارند دست از آن‌ها برندارند.

● آیا هیچ راهی وجود دارد که بتوانیم مردم را به پذیرش اندیشه تغییر در موجودات زنده ترغیب کنیم؟

- مطمئناً، تغییر را به صورت یک مبحث اصلی در علوم از سال‌های اول آموزش دهیم؛ بگوییم که عالم تغییر می‌کند، زمین تغییر می‌کند، و حیات هم با تغییر زمین تغییر می‌کند.

● به نظر شما زیست‌شناسی تکاملی در آینده راه به کجا خواهد برد؟

- ما هم اکنون در دومین دوران زربین به سر می‌بریم. ما همچون داروین در حال جمع‌آوری گونه‌های مختلف جانوران یا انتقال آن‌ها به موزه نیستیم؛ بلکه در حال جمع‌آوری دستورالعمل‌های ژنتیک برای موجودات زنده روی زمین و در پی آن هستیم که دریابیم آن‌ها چگونه چنین شدند. ما در حال واریسی دقیق مفهوم تکامل و حتی بررسی موجودات منقرض شده‌ای مثل ماموت‌های پشمار و انسان‌های نئاندرتال هستیم و در پی آن‌یم که دریابیم چرا آن‌ها شبیه فیل‌ها یا انسان‌ها و یا متفاوت با آن‌ها هستند.

سومین دوران زربین هنگامی سر بر

خواهد آورد که حیات فرازمینی را درک کنیم. حیات چند بار به وجود آمده و چند خاستگاه برای آن وجود داشته است؟ آیا حیات از سیاره‌ای به سیاره دیگر منتقل شده است؟ آیا شیمی حیات فرازمینی با شیمی حیات زمینی متفاوت است؟ این کاری دشوار خواهد بود، ولی نگاه ما باید رو به جلو باشد. یافتن حیات در جایی دیگر از عالم به چنان انقلاب علمی عظیمی خواهد انجامید که تاکنون همتای آن را نداشته‌ایم.

پی‌نوشت‌ها

1. Seam Carroll
2. Tufts
3. Remarkable Creatures
4. Special Creation
5. Compounding interest
6. Matt Scott
7. Boulder
8. body - building
9. Endless forms Most Beantitul
10. bilateral
11. The Making of the Fittest
12. Bouvet

*

1. Into the Jungle: Great Adventures in search for Evolution (2008, Pearson, Bengamin)
2. From DNA to Diversity: Molecular Gentices and the Evolution of Animal Design (2nd ed, 2005, Blackwel Scientific)
3. Introduction to Gentetic Analysis (9ed, 2007, W.H. Freeman)

منبع

Discover, March 2009, Published on-line February 19, 2009.