

جادوی طبیعت

برگرفته از کتاب

THE MAGIC OF REALITY

نوشته:

ریچارد داوکینز

ترجمه و تدوین:

محمدحسین حدادمنش و پدram رحیمی

درباره این کتاب « جادوی طبیعت »

کتابی که در دست دارید، مجموعه ای از اندیشه های هوشمندانه و پرتوهای شگفت انگیز از راستی و حقیقت است که بزرگترین پدیده طبیعی یعنی پیدایش موجودات زنده را توضیح می دهد.

این کتاب فقط یک راهنمای عکسدار برای توضیح مطالب پیچیده علمی، به شکلی ساده نیست بلکه مُحرکی هم برای اندیشیدن مانند دانشمندان است.

این کتاب گنجینه ای است برای هر کس که می خواهد از کار جهان سر در بیاورد. راهنمایی تصویری برای پرده برداری از رازی بزرگ در جهان پیرامون ما.

ناشر خارجی

انتشارات:

Free press - NY 10020

حق نشر متن:

Richard Dawkins ©2011

حق نشر طراحی:

Dave McKean ©2011

چاپ اول:

اکتبر ۲۰۱۱

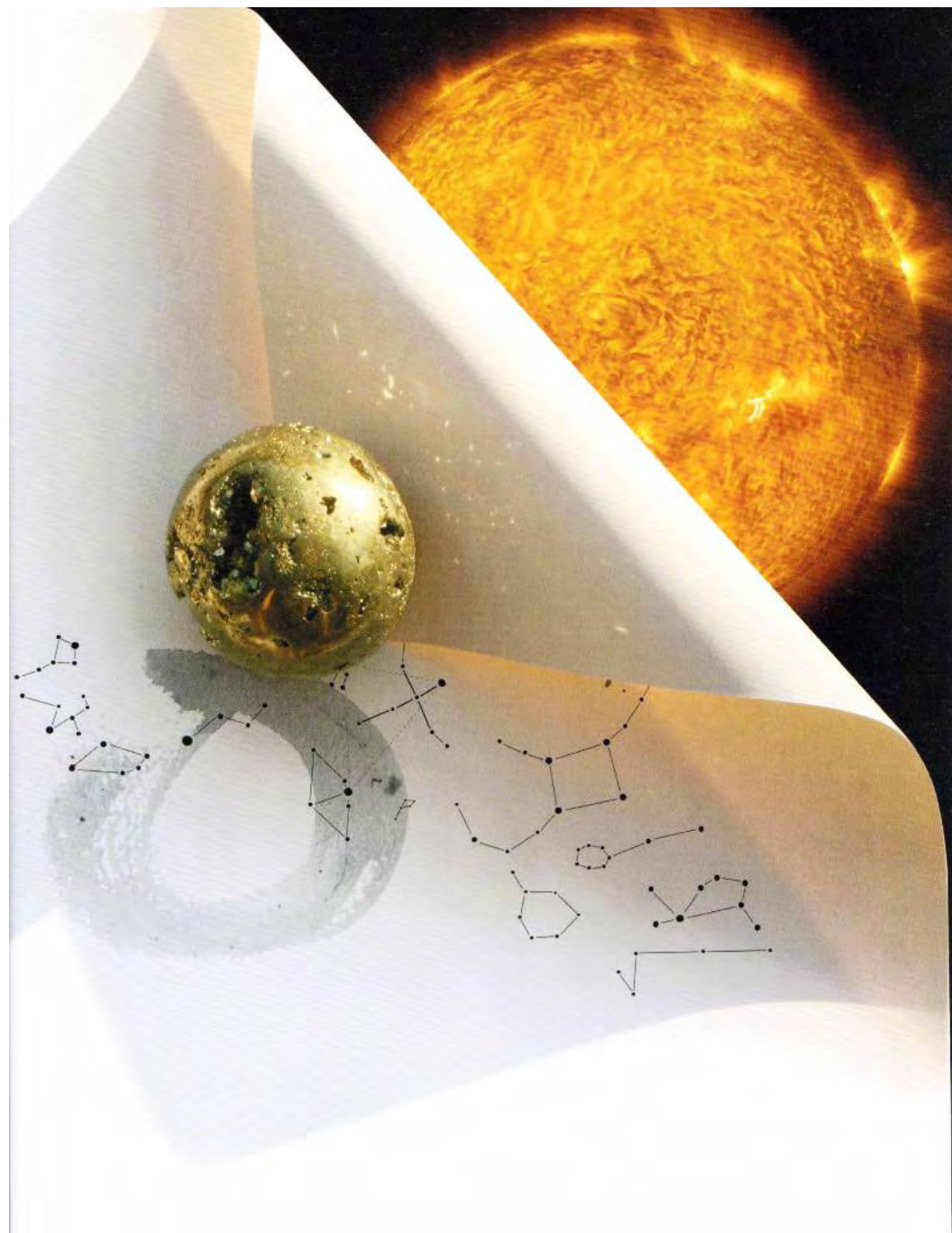
شابک نسخه انگلیسی: ISBN

978-1-4391-9281-8

ترجمه آزاد و تدوین:

محمدحسین حدادمنش و پدram رحیمی

بهار ۱۳۹۲ خورشیدی

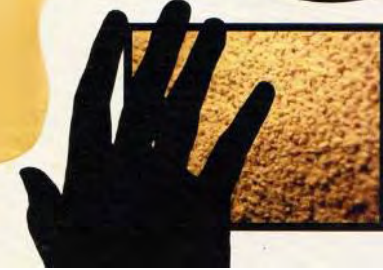


در شروع این کتاب به دلیل تمایل مترجمان به انتقال بهتر مطالب و برقراری ارتباط با مخاطب از ادبیات نگارشی معمول استفاده نشده است.



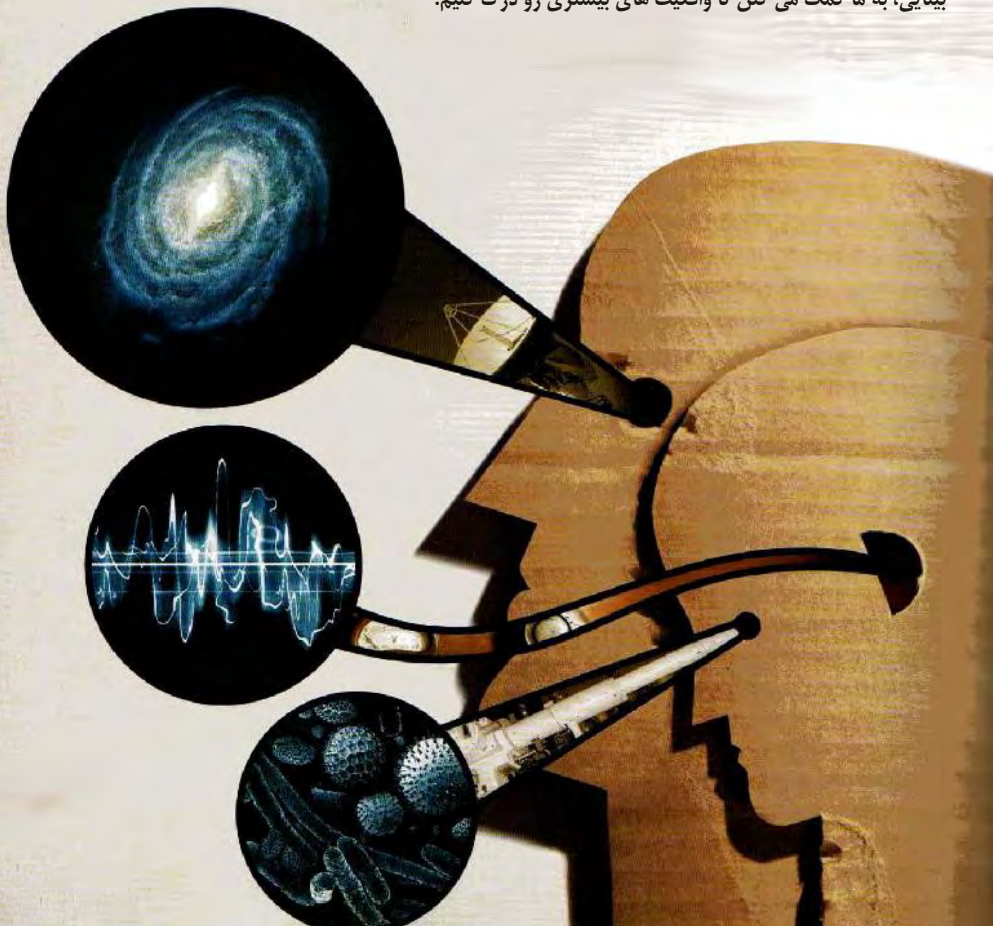
جادو چیه؟ واقعیت کدومه؟

هرچی که حس بشه، واقعیته. یعنی اگه چیزی الان حس نشه، واقعیت نیست؟ خوب، همیشه گفت. چون فهم ما، زیاد هم نامحدود نیست. مثلاً دایناسورها. در موردشون چی میدونید؟ موجودات زنده ای که دیگه زنده نیستن. در مورد ستاره ها چطور؟ آیا ستاره ها فقط نورهای چشمک زن هستن؟ بالأخره چطور میشه فهمید که حتا همین لحظه، یه چیزی وجود داره؟ ابزار اصلی ما برای اینکه بفهمیم چه چیزی وجود داره، یا واقعیه، حواس پنجگانه ما شامل بینایی، بویایی، لامسه، شنوایی و چشایی هستن. شکل کوهها یا شترها، بوی چمن یا شیر کاکائو، حسی که از لمس کاغذ سمباده



یا پارچه مخمل به آدم دست میده، صدای آبشار یا زنگ تلفن، مزه شکر یا نمک. اما اگه چیزی با حواس پنجگانه حس نشه یعنی واقعی نیست؟ مثلاً یک کهکشان دور چطور؟ چیزی که خیلی دورتر از دید ماست و بدون تلسکوپ همیشه دیدش. میکروب چطور؟ آیا چون بدون میکروسکوپ دیده نمیشه یعنی وجود نداره؟ ما با مسلح کردن حواس پنجگانه خودمون به ابزارهای خاص می تونیم درک و فهم خودمون رو گسترش بدیم. در مثالهایی که زدیم با تقویت بینایی میشه مطمئن شد که میکروب و کهکشان وجود دارن.

امواج رادیویی چطور؟ وجود دارن؟ حواس ما قدرت شناسایی این رو هم ندارن. اما ابزارهایی مثل رادیو و تلویزیون هستن که با تبدیل این امواج به صدا و تصویر کمک می کنن که ما مطمئن بشیم امواج رادیویی هم واقعیت دارن. تلسکوپهای رادیویی و اشعه ایکس هم ستاره ها و کهکشانهای بسیار دور رو به ما نشون میدن و با تقویت حس بینایی، به ما کمک می کنن تا واقعیت های بیشتری رو درک کنیم.



بر گردیم سراغ همون دایناسورها. از کجا میشه مطمئن شد به زمانی دایناسورها روی زمین برای خودشون زندگی می کردن؟ نه تا حالا کسی از دستشون فرار کرده نه ماشین زمان وجود داشته که بشه برگشت عقب و اونها رو دید. اما راه حل هایی برای درک وجود اونها با حواس پنجگانه وجود دارن. می تونیم سنگواره یا فسیلی که از اونها باقی مونده رو با چشم ببینیم. معلومه که این سنگواره ها نه میتونن راه برن نه میتونن بیرن. اما چون می تونیم بفهمیم که این باقی مونده اونها چطور شکل گرفته، پس می تونیم بفهمیم که میلیونها سال پیش چه اتفاقی رخ داده. ما متوجه شده ایم که آب و املاح معدنی پس از نفوذ در لاشه هایی که در بین گل و لای، قبل از تشکیل سنگها قرار گرفتن، با جایگزینی کریستال مواد معدنی به جای اجزا و اتمهای بدن اصلی جانور، طرح اسکلت و بدن رو به صورت ردی بر روی سنگهای آینده شکل میدن.

پس ما با اینکه دایناسورها رو مستقیم با حواس پنجگانه نمی تونیم ببینیم، می فهمیم که اونها به زمانی وجود داشتن. در واقع شواهد و مدارک موجود و آثار ماقبل تاریخی هستن که ما رو به سمت درک وجود شون هدایت میکنن.

میشه فرض کرد یک تلسکوپ هم مثل یک ماشین زمان عمل میکنه:

وقتی ما به چیزی نگاه می کنیم در واقع شعاعی از نور

می بینیم و میدونید که نور خودش نیازمند

زمان برای حرکت. اینکه شما نور

رعد و برق رو زودتر از

شنیدن صدایش می بینید

یعنی سرعت نور بیشتر

از سرعت صوته.



نور خورشید هم تا رسیدن به ما حدود هشت دقیقه در راهه. یعنی اگه خورشید منفجر بشه، تصویر این فاجعه هشت دقیقه بعد توسط ما دیده میشه که لحظه پایان زندگی ماست! همینطور برای نزدیک ترین ستاره به ما یعنی قنطورس (Proxima) اگه همین الان با تلسکوپ بهش نگاه کنید چیزی که می بینید تصویر چهار سال پیش اونه (یعنی اگه با سرعت نور کسی حرکت کنه، چهار سال توی راهه تا بهش برسه). ولی ستاره ها باز هم توی کهکشان هستن. اگر همین الان از نزدیک ترین کهکشان به اسم امرأةالمسلسله (Andromeda) با تلسکوپ به کهکشان خودمون یعنی راه شیری نگاه کنیم، انگار سوار به ماشین زمانیم که وقایع دومیلیون و پانصد هزار سال پیش زمین رو نشون میده! چون فاصله اون از ما دو میلیون و پونصد هزار سال نوریه.

پس اگه به آدم فضایی از یه جایی با فاصله دویست و هشتاد میلیون سال نوری از ما زندگی کنه، همین الان میتونه با تلسکوپش روی زمین دایناسورها رو ببینه چون نورهای اون موقع به چشمش میرسن. راستی موجودات فضایی وجود دارن؟ ما ازشون نه چیزی دیده ایم و نه شنیده ایم. ممکنه یه روزی یه کسی با اختراع تلسکوپ خیلی قوی تر، بتونه پیامی از موجودات هوشمند فضایی دریافت کنه. اما تا اونجایی که الان می تونیم با حواس پنجگانه و با کمک ابزارها بفهمیم، اونها وجود ندارن. شاید یه روزی بتونیم وجودشون رو اثبات کنیم.



یه چیزهایی هم مثل اتم هست که همیشه وجود داشته اما اونقدر که بچه های ما در آینده در موردش می فهمن، ما الان نمیدونیم و فقط وجودش رو حدس می زنیم. اتم یکی از موضوعات شگفت انگیز و لذتبخش علومه: چون پرده از خیلی رازهای علمی بر میداره. البته اینکه ما وجود اتم رو حدس می زنیم به این معنی نیست که هر حدس و گمانی رو از طرف هر کسی بپذیریم. هزاران چیز غیرواقعی هست که مثل جن و پری یا اسب بالدار وجودشون بعید به نظر میرسن. ما باید در هر حال به عقلمون رجوع کنیم و تنها چیزهایی رو بپذیریم که شواهد و مدارک کافی در موردشون وجود داره.

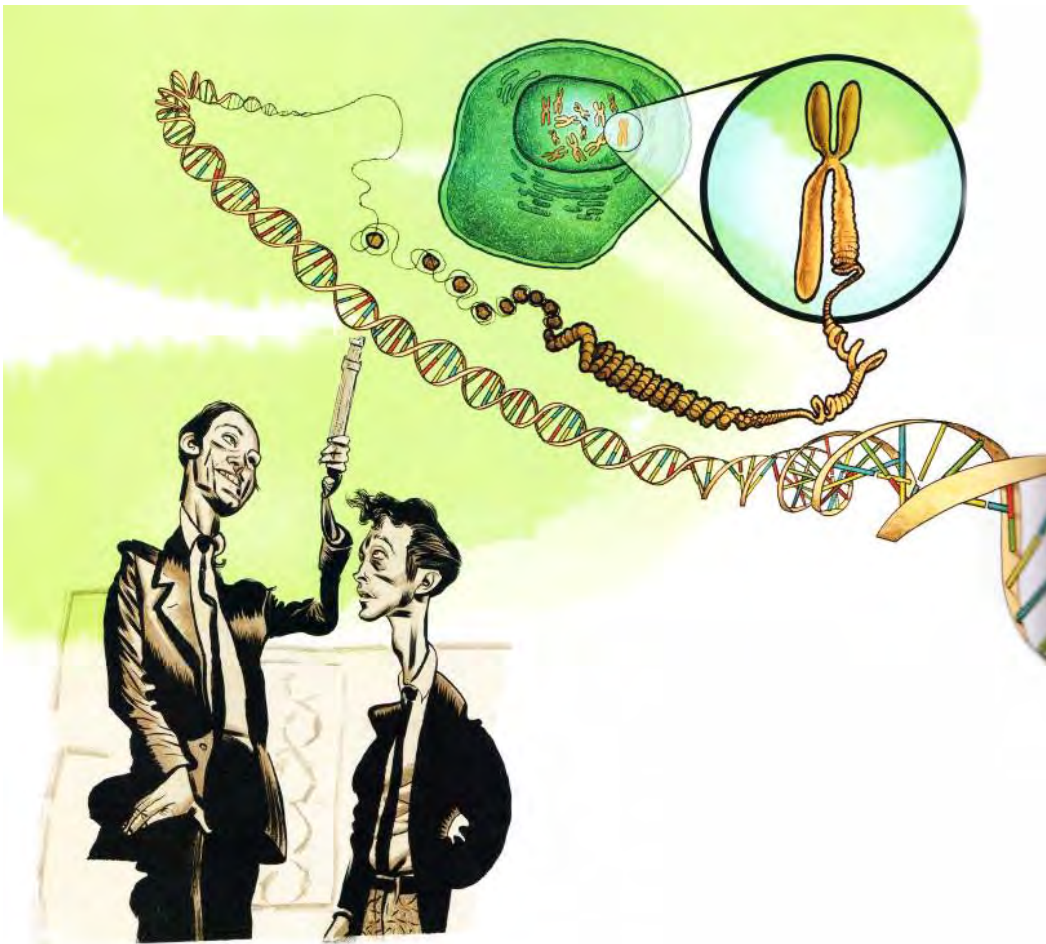
آزمایش واقعی بودن یک حدس

یک راه دیگه وجود داره که دانشمندا وقتی نمی تونن یه چیزی رو با حواس پنجگانه درک کنن، ازش استفاده می کنن. اونها از الگو (یا مدل) استفاده میکنن. در این روش به جای اینکه سعی کنن خود اون چیز رو با حواس پنجگانه درک کنن، نتیجه وجود و عملکرد اون چیز رو حس میکنن. الگو معمولاً یک نمونه چوبی یا پلاستیکی از اصل موضوعه مثل ماکت یک هواپیما.

البته همیشه هم اینطور نیست. ممکنه الگو یک فرمول ریاضی روی کاغذ و یا شبیه سازی کامپیوتری باشه. اگه بعد از آزمایش و مشاهده نتایج با الگو متوجه بشیم که پیش بینی های ما درست از آب در نیومده، مدل غلطه و باید تغییرش داد و اونقدر آزمایش رو تکرار کرد تا بشه گفت واقعیت داره. مثال عملی این قضیه همون چیزیه که احتمالاً در موردش زیاد شنیدین. ژن ها واحدهای وراثتی برای انتقال صفت های موجودات زنده هستن که از ماده ای به نام DNA ساخته شدن. ما چیزهای زیادی در مورد DNA و اینکه چطور کار میکنه میدونیم. در حالی که شما

حتا با قوی ترین میکروسکوپهای موجود هم نمی تونید جزئیاتش رو ببینید. تقریباً هر چی که از ژن می دونیم از روی تجسم یه سری مدل و آزمایش روی اونهاست. در واقع قبل از اینکه کسی بتونه

DNA رو با روشهای معمول بشناسه دانشمندان در موردش اطلاعات داشتن. در قرن نوزده یه اُتریشی به اسم گرگور مندل در باغچه خونه آزمایشهایی رو انجام داد. اون با کاشت یک عالمه نخود متوجه انواع و اقسام رنگها و ترکیبات در گل نخودها شد و فهمید که تنوع زیادی در نسلهای مختلف گیاهان وجود داره. البته اون هیچ وقت وجود ژن رو درک نکرد و فقط تنوع رو فهمید. اون با مشاهده تونست مدلی رو بسازه که ما الان بهش ژن میگیمن.



طبق مدل مندل در هر بار کشت نخودها، باید مقادیر مشخصی از هر صفت در نسلهای جدید، به دست می آمد. اون با چنین مدلی بود که تونست وجود ژن رو اثبات کنه در حالی که چیزی قابل مشاهده وجود نداشت. در واقع اون با مشاهده چیزهایی مثل تنوع رنگی، یا شکل گیاهان تونست مدلس رو اثبات کنه. بعدها دانشمندهای دیگه ای با نگاه به روش مندل موفق به ساخت مدلهای پیچیده تری مثل کروموزوم ها (که انسان ۴۶ عدد و پشه سرکه ۸ عدد داره) شدن. در واقع مدلهای بعدی نشون دادن که ژنها در رشته هایی به نام کروموزوم به شکل مرتب قرار دارن. البته تمام اینها بسیار قبلتر از کشف مدل DNA کشف شدن.

بعدها دانشمندهایی به نامهای جیمز واتسون و فرانسیس کریک به همراه عده ای دیگه در یافتن مدل DNA تلاش کردن. حتا این دو نفر هم هیچ وقت DNA رو با چشم ندیدن. حتا هنوز هم کسی نتونسته مستقیم ببینه.

حتا خیلی هاشون هم آموزشگاه دارن یا کتاب آموزشی چاپ می کنن تا به بقیه یاد بدن چه جورى میشه این تردستی ها رو (البته نه همه رو) انجام داد.

آدمهایی مثل دیوید کاپرفیلد و کریس آنجل هم هستن که هیچ موقع راز تردستی خودشون رو فاش نمی کنن. گر چه این تردستان چیره دست هم هنگام انجام دادن کارهای خیلی عجیبی مثل آره کردن آدمها، رد شدن از دیوار و یا سالم بیرون اومدن از انفجار، بیننده رو مطمئن می کنن که این فقط یه تردستیه نه جادو.

بعضی شعبده بازها هم ممکنه چیزی نگن اما اسمش رو جادو نمی گذارن. اونها بیننده رو در حیرت یک کار عجیب تنها میذارن، اما هیچ وقت به دروغ نمیگن که این جادو بوده. البته هستن شعبده بازهایی که خودشون رو جادوگر و دارای قدرت فراطبیعی معرفی میکنن که اینها متأسفانه بسیار دروغگو هستن. بعضی از این دروغگوها (بهتره بگیم حقه بازها) از مردم بابت فال بینی و یا پیدا کردن یه گمشده یا گنج، یا تصمیم در مورد خوب بودن انجام یه کاری، پولهای زیادی به جیب می زنن.

این دیگه اسمش تفریح نیست بلکه سوء استفاده از حماقت مردمه. هر چند همه اینها هم حقه باز نیستن و گاهی خودشون هم فکر میکنن که واقعاً این قدرت رو دارن!



فکر می کنم شما هم در داستانهای تخیلی یا افسانه ها اتفاقات عجیب و غریب زیادی رو خونده باشید. چراغ جادوی علاءالدین، وردهای جادویی یا پری دریایی و هری پاتر از این دسته اند. توی همچین داستانهایی یک جادوگر، شاهزاده ای رو به قورباغه یا کدویی رو به یک درشکه مجلل تبدیل میکنه (مثل داستان سیندرلا). مطمئناً یه همچین داستانهایی رو هم قدیمها مادر بزرگها برای نوه های خودشون تعریف میکردن. حتا اون موقع هم خیلی هامون فکر میکردیم که این داستانها واقعی نیستن.

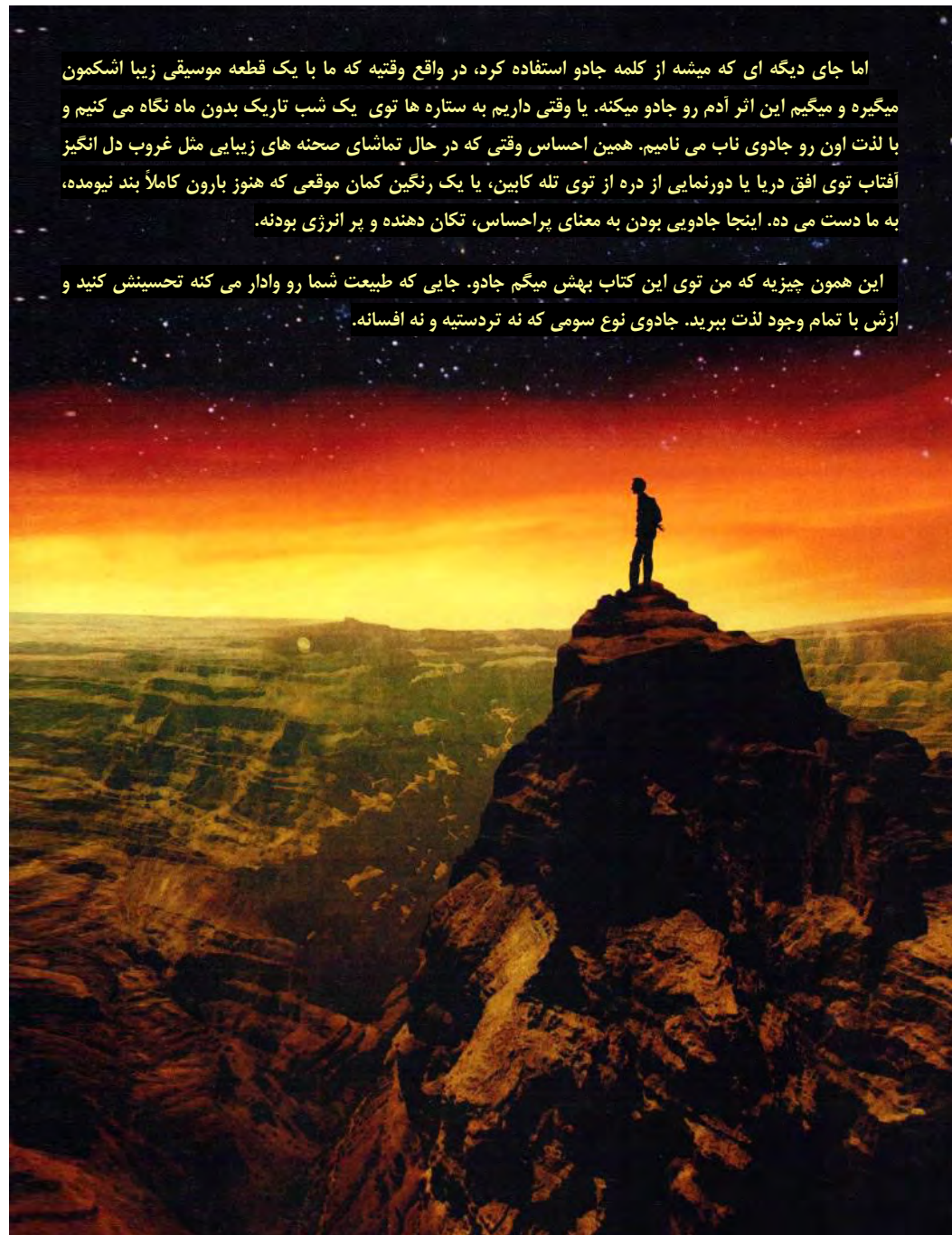
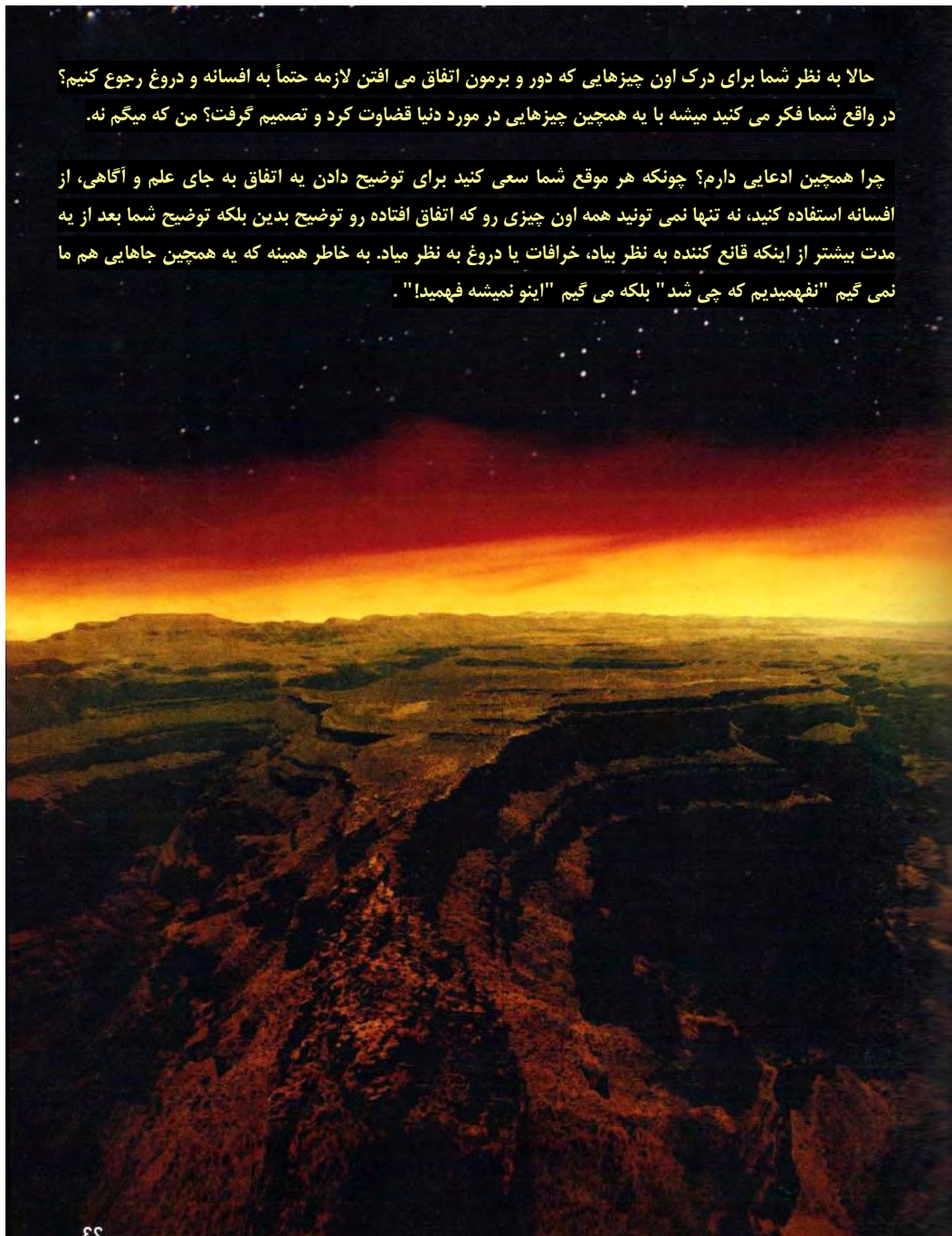
اما شعبده بازی، یه کار واقعیه و دیدنش خیلی هم کیف داره. توی شعبده بازی مرد شعبده باز سعی میکنه با تردستی ما رو وادار کنه باور کنیم که یه اتفاق جادویی و خارق العاده رخ داده. البته چیزی که رخ داده متفاوت با اون چیزیه که ما درک می کنیم. یه دستمال نمی تونه به یک خرگوش تبدیل بشه، همونطور که قورباغه نمی تونه شاهزاده بشه. چیزیکه روی صحنه می بینیم فقط یه حرکت خیلی فرز و استادانه است. اشتباه چشمان ما باعث میشه چیزی رو درک کنیم که رخ نداده. خیلی از شعبده بازها هم اونقدر روراست هستن که به بیننده خودشون بگن کاری که می کنن جادویی نیست.

حالا به نظر شما برای درک اون چیزهایی که دور و برمون اتفاق می افتن لازمه حتماً به افسانه و دروغ رجوع کنیم؟ در واقع شما فکر می کنید میشه با یه همچین چیزهایی در مورد دنیا قضاوت کرد و تصمیم گرفت؟ من که میگم نه.

چرا همچین ادعایی دارم؟ چونکه هر موقع شما سعی کنید برای توضیح دادن یه اتفاق به جای علم و آگاهی، از افسانه استفاده کنید، نه تنها نمی تونید همه اون چیزی رو که اتفاق افتاده رو توضیح بدین بلکه توضیح شما بعد از یه مدت بیشتر از اینکه قانع کننده به نظر بیاد، خرافات یا دروغ به نظر میاد. به خاطر همینکه که یه همچین جاهایی هم ما نمی گیم "نفهمیدیم که چی شد" بلکه می گیم "اینو نمیشه فهمید!".

اما جای دیگه ای که میشه از کلمه جادو استفاده کرد، در واقع وقتی که ما با یک قطعه موسیقی زیبا اشکمون میگیره و میگی این اثر آدم رو جادو میکنه. یا وقتی داریم به ستاره ها توی یک شب تاریک بدون ماه نگاه می کنیم و با لذت اون رو جادوی ناب می نامیم. همین احساس وقتی که در حال تماشای صحنه های زیبایی مثل غروب دل انگیز آفتاب توی افق دریا یا دورنمایی از دره از توی تله کابین، یا یک رنگین کمان موقعی که هنوز بارون کاملاً بند نیومده، به ما دست می ده. اینجا جادویی بودن به معنای پراحساس، تکان دهنده و پرنرزی بودن.

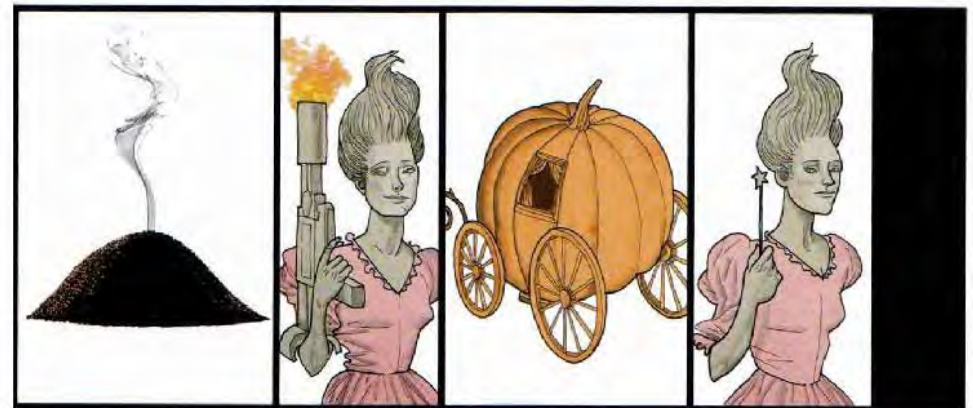
این همون چیزیه که من توی این کتاب بهش میگم جادو. جایی که طبیعت شما رو وادار می کنه تحسینش کنید و ازش با تمام وجود لذت ببرید. جادوی نوع سومی که نه تردستیه و نه افسانه.



حالا بذار ببینیم علم چیکار میکنه. به جای اینکه خیال خودش رو راحت بکنه و بگه که یه اتفاقی رو همیشه توضیح داد، شروع میکنه به تعریف مدل. ممکنه یه مدل هم بعد از یه مدت توسط یه دانشمند دیگه، زیر سؤال بره. این همون اتفاقیه که در طول تمدن بشر و تاریخ علم به صورت تدریجی ذره ذره ما رو به واقعیت نزدیک تر کرده.

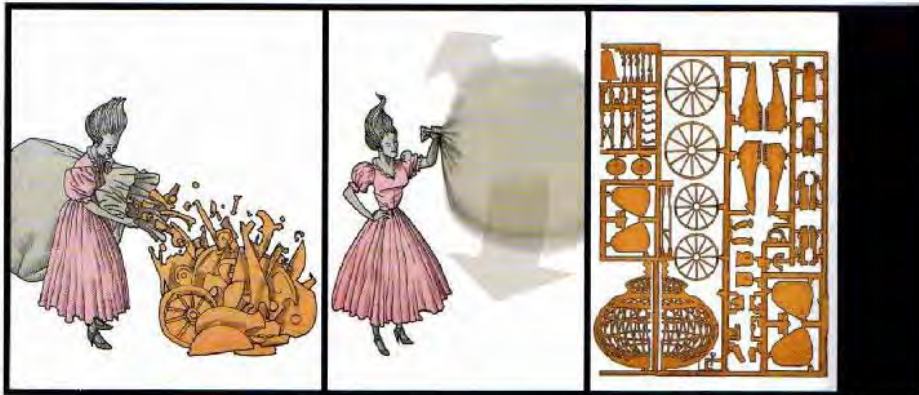
به نظرتون اگه شرلوک هلمز یا هر کارآگاه دیگه، به جای اینکه ذره بین رو برداره و قدم به قدم صحنه جنایت رو واریسی کنه تا با کنار هم قرار دادن شواهد، یه مدل از جنایت بسازه تا به واقعیت برسه، میومد می گفت که مثلاً ارواح این جنایت رو انجام دادن، جالب بود؟ البته به این راحتی ها هم نیست، چونکه در طول تاریخ بشر همیشه اتفاقات اولش اون قدر عجیب و غریب به نظر می اومدن که شاید همون موقع نمی شد یه مدل براشون ساخت و آزمایش کرد تا به واقعیت رسید. شاید به خاطر همینکه هنوز هم عده ای برای توضیح چیزهایی که اتفاق می افته مجبورن به خرافات رو بیارن. اما همه اتفاقاتی که در طبیعت رخ میدن، توضیحی از جنس خود طبیعت دارن. مثل زلزله، آتشفشان، جزر و مد، خورشیدگرفتگی یا ماه گرفتگی که قبلاً آدمها فکر میکردن اتفاقاتی غیر طبیعی هستن. البته هیچ کس باور نمیکنه که میشه یه قورباغه رو به شاهزاده (یا شاهزاده را به قورباغه، چه میدونم این چیزها یادم نمی مونن) یا یک کدو را به یک درشکه تبدیل کرد.

بیاین این مثال ها رو بررسی کنیم. یه قورباغه با همه پیچیدگی های بدنش، چه جوری میشه، با یه فوت یا یک ورد جادویی، به یک شاهزاده تبدیل بشه؟ یا یک کدو که یک گیاه کوچیکه، چه جوری میشه با یک بشکن، تبدیل بشه به یک درشکه. برای ساختن درشکه باید تمامی قطعاتش رو به طور منظم کنار هم قرار بدین. یعنی هم باید نجاری بلد باشین و هم آهنگری. به نظر شما با گفتن "عجی مجی لا ترجی" میشه یه درشکه رو ساخت؟



البته تصور اینکه با یه اشعه یا یه تفنگ آتشنا بشه در عرض چند لحظه یه درشکه رو به چیز ساده تر مثل یه کپه خاکستر تبدیل کرد، زیاد هم دور از ذهن نیست. ولی چه جوری میشه یک کدو رو به یه چیزایی مثل پیچ ها و میخ ها و تخته ها و چرخ ها و لولاها و قطعات دیگه ای که برای ساختن یه چیز پیچیده ای مثل یه درشکه لازمه، تبدیل کرد. تازه فرض کنید که یه همچین وردی هم خوندید و این قطعات ایجاد شدن، چه جوری میشه اونها رو توی یک ترکیب منظم و خاص چید تا مثل یک درشکه واقعی کار کنن؟

بگذارین کارها رو برای فرشته های داستان سیندرلامون، راحت تر کنیم. بیایید به جای کدو، قطعات مورد نیاز برای ساخت یک درشکه رو در یک گونی بهش بدیم. دقیقاً مثل یک هواپیمای مدل. یه گونی پر از پیچ و میخ و چرم و چوب و هر چیز دیگه ای که لازمه. حال فرض کنیم به جای اینکه مثل اون هواپیمای مدل نقشه سر هم کردن قطعات رو بهش بدیم، بهش بگیم که اون گونی رو تکون بده و قطعات را بیهویی بریزه بیرون. به نظر شما احتمال اینکه قطعات خودشون به صورت تصادفی به هم وصل بشن و یک درشکه به درد بخور درست بشه چقدره؟ تقریباً هیچی. دلیل اینکه میگم هیچی اینه که تعداد احتمالات دیگه یعنی روی هم قرار گرفتن اشتباه قطعات اون قدر زیاده که تقریباً محاله، که یه درشکه روی زمین درست بشه. حتا اگر هم درشکه ای درست بشه، اون قدر احتمالات مختلف وجود داره، که اون درشکه کار نکنه. مثل این میمونه که تمام قطعات دوچرخه رو یهو بریزین زمین، بعد انتظار داشته باشین بشه باهاش سواری کرد.

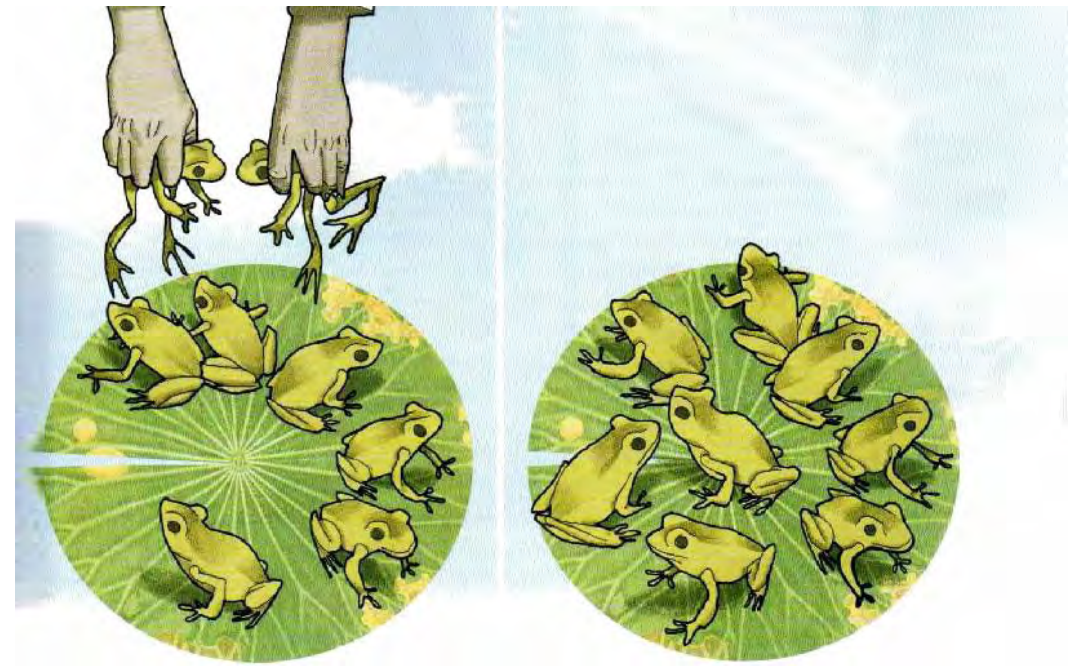




دو ماه طول میکشه که یک نسل جدید آماده جفتگیری بشن. حالا دوباره از بین قورباغه های جدید نر و ماده های پادراز تر رو انتخاب می کنیم و دوباره این کار رو تکرار می کنیم. یعنی یه نسل دیگه. اگر همین کارو ۱۰ نسل انجام بدیم، تازه می بینیم که پای همه قورباغه های نسل دهم، به وضوح از قورباغه های نسل اول دراز تره. اون هم وقت اون قدری که بشه اونها رو بدون اندازه گیری از هم تشخیص داد. همین آزمایش ساده حدود دو سال طول میکشه.

پس با داشتن زمان کافی (چوب جادو) میشه با اصلاح نژاد قورباغه ها یه گونه جدیدی از قورباغه ایجاد کرد. مثلاً قورباغه پادراز. این همون کاریه که کشاورزها در طول زمان با گندم، برنج و دیگر محصولات می کنن تا گندمی سنگین تر و با کیفیت تر و یا برنجی کشیده تر و سفیدتر برداشت کنن.

ساده است، اینطور نیست؟ ولی اگر ما فقط پاها رو بلندتر کنیم، موضوع چندان عجیبی به نظر نمباد. بیابین یه مرحله بریم جلوتر. بجای اینکه از قورباغه شروع کنیم، از سمندر شروع کنیم. یعنی از چیزی که اصلاً قورباغه به حساب نمیاد. سمندر میخزه، ولی قورباغه می پره. سمندر دم داره و پاهاش عقبش کوچیک هستن. ولی قورباغه دم نداره و پاهاش عقب بسیار بزرگی داره. سمندر از قورباغه خیلی کشیده تره. البته روش همونه که در مورد قورباغه های پاکوتاه انجام دادین. یعنی هر نسل سمندرهایی که پای عقب بلندتر، قد و دم کوتاهتری دارن رو انتخاب کرده و اونها رو با هم آمیزش میدیم. نسل به نسل پاهاش عقب بلندتر میشن و دمها کوتاهتر میشن. البته مثل قورباغه هاهر نسل نسبت به نسل قبل فرق چندانی رو نشون نمیده. اما بعد از ده هزار نسل، اون قدر پاهاش عقب سمندرها بلند شده که دیگه قادر



جادوی زمان

اینجا میخوام یه جادوگر واقعی رو نشونتون بدم. برای تبدیل یک موجود پیچیده به یک موجود پیچیده دیگه (مثل همون چیزی که توی قصه ها پری ها با تکان دادن چوب جادویی انجام میدن) نمیشه از بین این همه احتمال که توی مثال قبل درباره اش صحبت کردیم، در یک آن به نتیجه رسید. ما انسانها موجوداتی هستیم که نسبت به طبیعت عمر بسیار کوتاهی داریم. اتفاقاتی که در طبیعت بارها و بارها رخ میدن اون قدر فاصله بینشون زیاده که شاید ما اصلاً توی زندگیمون فرصت دیدنشون رو نداشته باشیم. مثل ستاره دنباله دار هالی که هر ۷۶ سال یه بار به زمین نزدیک میشه.

حالا توضیح دادن تبدیل یک موجود به یک موجود دیگه چیزی رو میخواد که ما نداریم: زمان. یعنی واقعاً میشه یه قورباغه رو به یه شاهزاده تبدیل کرد؟ بیاید از یک مثال ساده تر شروع کنیم. بیابین سعی کنیم یه قورباغه رو به یک مارمولک تبدیل کنیم. نه این هم خیلی سخته. بیابین فقط سعی کنیم پاهاش قورباغه ها رو درازتر کنیم.

برای این کار یه چوب جادوی لازم داریم. اسم چوب جادویی ما زمانه. باید در چند مرحله به این هدف برسین یعنی اولش تعدادی قورباغه معمولی و پاکوتاه رو گرفته و از بینشون، نر و ماده هایی رو که پاهاش بلندتری دارن انتخاب کنیم. کافیه بهشون زمان کافی بدیم تا هم با هم آمیزش کنن، تخمگذاری کنن، تخمههاشون به قورباغه تبدیل بشه و قورباغه های به دنیا اومده بالغ بشن.

به صاف خزیدن نیستن و دیگه دم هم ندارن. هر چه قدر دلتون بخواد وقت داریم چونکه چوب جادو دست ماست.

چارلز داروین اولین کسی بود که فهمید چنین اتفاقی بدون وجود انتخاب کننده هم به پیش خواهد رفت. اون فهمید که همه این تغییرات به طور طبیعی رخ میدن و این کلاً دلیل ساده ای داره: بقا. هر موجودی برای بقای بیشتر به صورت طبیعی در طول زمان نسل خودش رو اصلاح میکنه تا در نتیجه بچه ها ژن هایی رو از والدین خودشون به ارث برن که احتمال بقای اونها را بیشتر کنه. چه این تغییر جزئی باشد و چه موجوداتی مثل سمندر، قورباغه، جوجه تیغی، قاصدک یا هر موجود زنده ای که تونسته به بقای خودش ادامه بده، رو ایجاد کرده باشه. اگه پاهای بلند به بقا کمک میکرده (مثلاً پاهای بلند قورباغه یا ملخ برای فرار از خطر یا پاهای کشیده یوزپلنگ برای شکار آهو یا پاهای کشیده آهو برای فرار از دست یوزپلنگ) موجودات سعی کرده ان در طول زمان پاهای بلندتری داشته باشن تا دیرتر نابود بشن. البته اونها چوب جادویی رو در اختیار داشته اند، شاید میلیونها سال! پس در این حالت هم نتیجه بدست اومده همون کاری بوده که اگه یک انتخابگر هوشمند بهش نظارت میکرد، رخ میداده. یعنی انگار یک انسان از بین گونه های مختلف پادرازا رو انتخاب کرده باشه. در طبیعت لزومی برای چنین گزینشی وجود نداره و طبیعت خودش به صورت خودکار فرصت تغییر نسل رو برای افزایش احتمال بقا، به گونه ها میده که به این میگوین انتخاب طبیعی یا **Natural selection**.

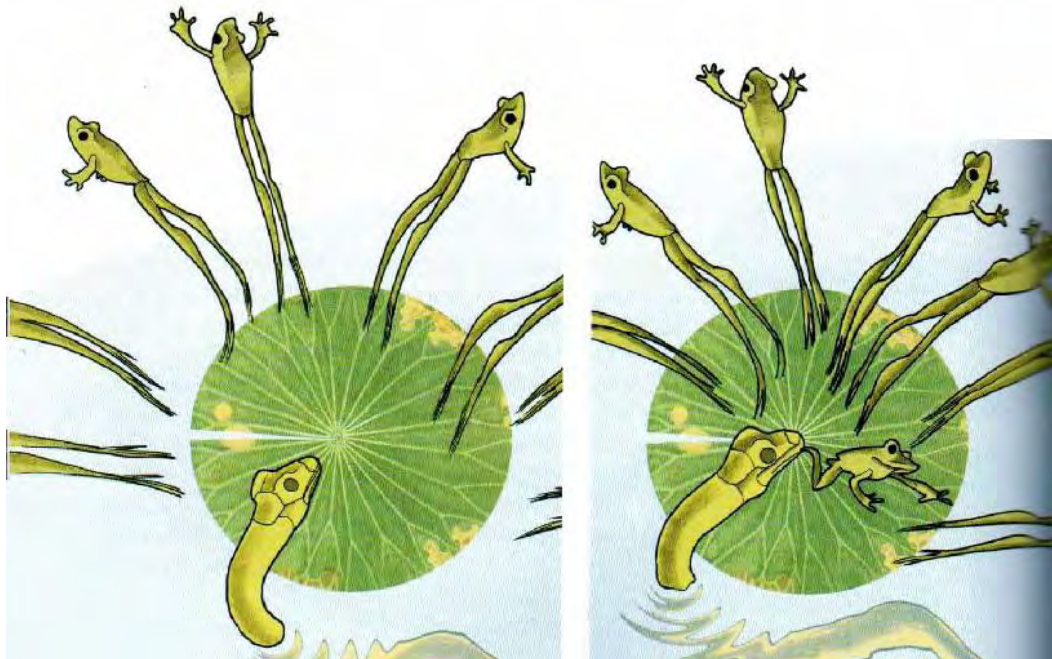
با داشتن چوب جادویی زمان، طبیعت تونسته در طول تاریخ سه و نیم میلیارد ساله حیات در روی زمین، انواع و اقسام تغییرات جزئی رو به وجود بیاره تا موجودات به بقای خودشون ادامه بدن. تصورش رو بکنید سه و نیم میلیارد سال فرصت برای تغییرات جزئی، چه جادوهایی رو که نمی تونه به ما نشون بده! شواهد این جادوها سنگواره های پیدا شده در گوشه گوشه زمینه که نشون میده چقدر موجودات در طول میلیونها سال به موجودات جدید تبدیل شده اند.

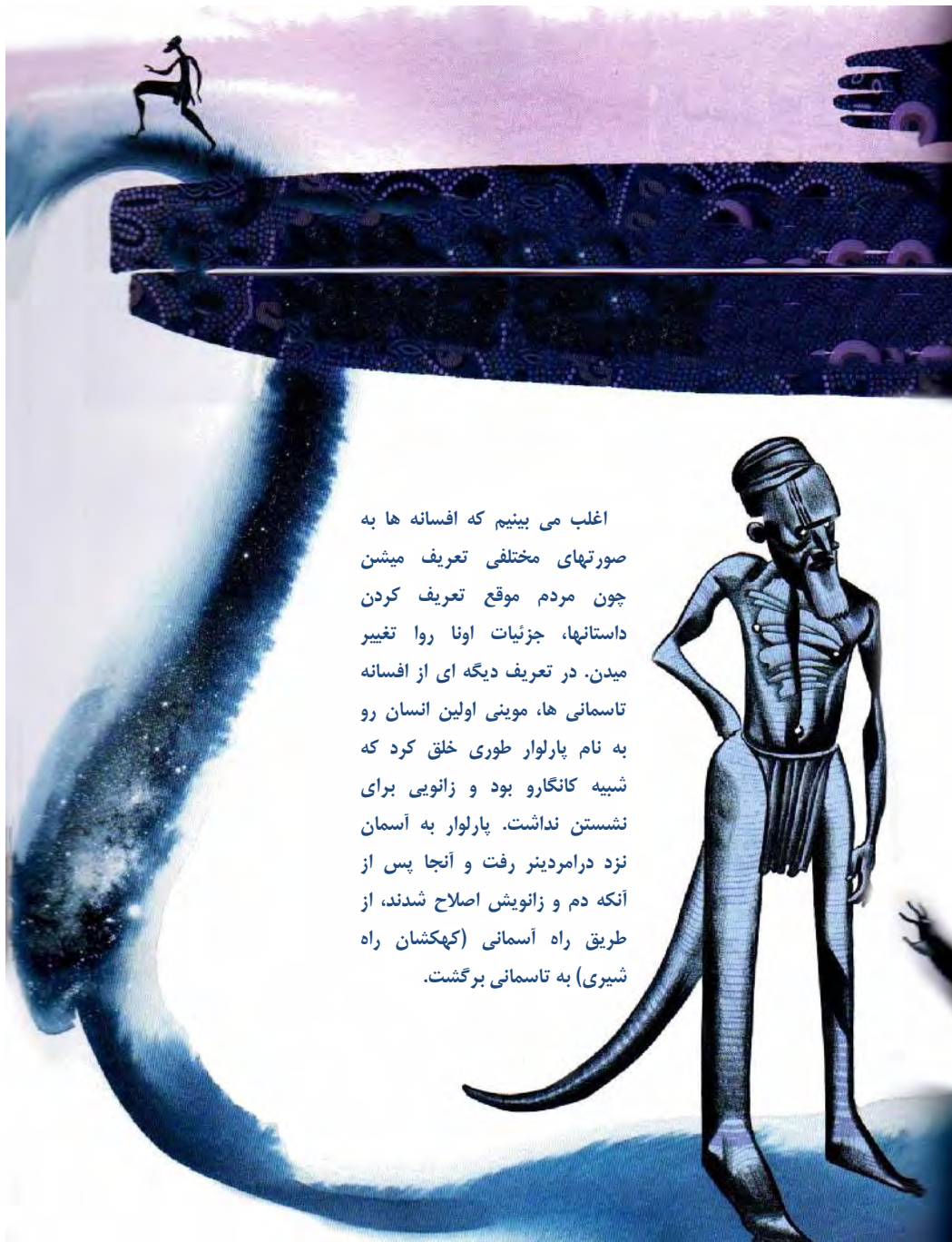


توضیحات اضافه علمی:

نظریه «تکامل از طریق انتخاب طبیعی» چارلز داروین تقریباً مهمترین نظریه علمی است. این نظریه توضیح میدهد که هر چیزی را که ما به عنوان حیات بر روی زمین می شناسیم چگونه به وجود آمده است. برای درک نظریه تکامل، کافی است توجه کنیم که تکامل فرآیندی بسیار آرام و تدریجی بوده است. اصولاً تدریجی بودن تکامل است که اجازه می دهد موجودات و چیزهای پیچیده ای مانند شاهزاده و قورباغه پدید آیند. در خصوص تبدیل قورباغه به شاهزاده، چیزی که جادویی جلوه میکند، یکباره و ناگهانی بودن این تبدیل است که به شکل طبیعی رخ نمیدهد. اما تکامل یک توصیف واقعی و غیرافسانه ای است که شواهد کافی برای اثبات آن وجود دارد. اگر بخواهیم به هر شکل تغییرات موجودات را ناگهانی و نه تدریجی در نظر بگیریم، یک داستان ساده انگارانه به دست می آید که شبیه افسانه یا وردهای جادویی خارج شده از دهان پری قصه هاست.

قضیه تبدیل کدو به درشکه هم مانند قورباغه به شاهزاده میتواند برداشت شود. البته درشکه ها تکامل نمی یابند. حداقل نه به صورت طبیعی مانند قورباغه و شاهزاده ها. اما در فرآیندی نسبتاً مشابه، درشکه ها در طول زمان درست مانند هویماها، موشکها، کامپیوترها، یا نوک سرنیزه سنگی انسانهای اولیه، به دست انسانها تکامل یافته اند. مغز و دست انسانها مانند پای قورباغه ها در طول زمان به طور طبیعی تکامل یافته اند تا بتوانند درشکه، خودرو، قیچی، سمفونی ها، ماشین لباسشویی و ساعت را طراحی کنند. یک بار دیگر می بینیم که جادویی در کار نیست و همه چیز به سادگی و زیبایی توضیح دارند.





اغلب می بینیم که افسانه ها به صورتهای مختلفی تعریف میشن چون مردم موقع تعریف کردن داستانها، جزئیات اونا روا تغییر میدن. در تعریف دیگه ای از افسانه تاسمانی ها، مومنی اولین انسان رو به نام پارلوار طوری خلق کرد که شبیه کانگارو بود و زانویی برای نشستن نداشت. پارلوار به آسمان نزد درامردینر رفت و آنجا پس از آنکه دم و زانویش اصلاح شدند، از طریق راه آسمانی (کهکشانشان راه شیری) به تاسمانی برگشت.



اولین نفر چه کسی بوده؟

بخشهای این کتاب معمولن با سؤالی شروع شدن. هدف من پاسخ به این سؤالات بوده و سعی کرده ام تا علمی ترین جواب ممکن رو هم ارائه کنم. اما باید پاسخها با ذکر افسانه هایی که بسیار متنوع و جالب هستن آغاز بشن. افسانه هایی که مردم زمان قدیم باور داشتن و بعضی ها هنوز هم اعتقاد دارن.

همه مردم دنیا افسانه هایی محلی دارن که چگونگی خلقت رو شرح میده. بسیار از این افسانه ها فقط در همان محل وجود داشتن. اگر چه قوانینی مشابه در همه جا حاکم بودن مثل اینکه انسانها نباید همدیگه رو بکشن. اما این قوانین تنها در مورد افراد همون منطقه یا قبیله صدق میکرد و کشتن مردم قبایل دیگه امری پسندیده تلقی میشده.

در اینجا افسانه ای از قبیله ای در تاسمانی (از جزایر اقیانوسیه) داریم. خدایی که مومنی نامیده میشد، توسط خدایی دیگه که رقیب اون بود و درامردینر نام داشت در یک نبرد وحشتناک بر روی ستارگان شکست خورد. مومنی که از روی ستاره ای سقوط کرده بود خواست که آخرین موهبت هایش را به مکانی که در آن سقوط کرده بود ارزانی کنه. بنابراین تصمیم به آفرینش انسان گرفت.

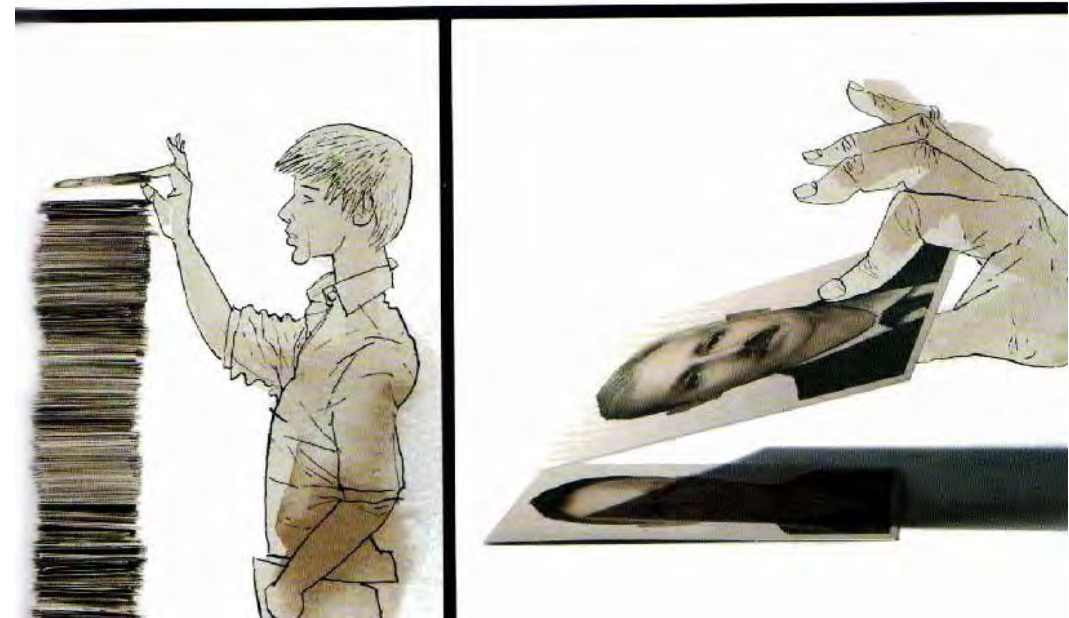
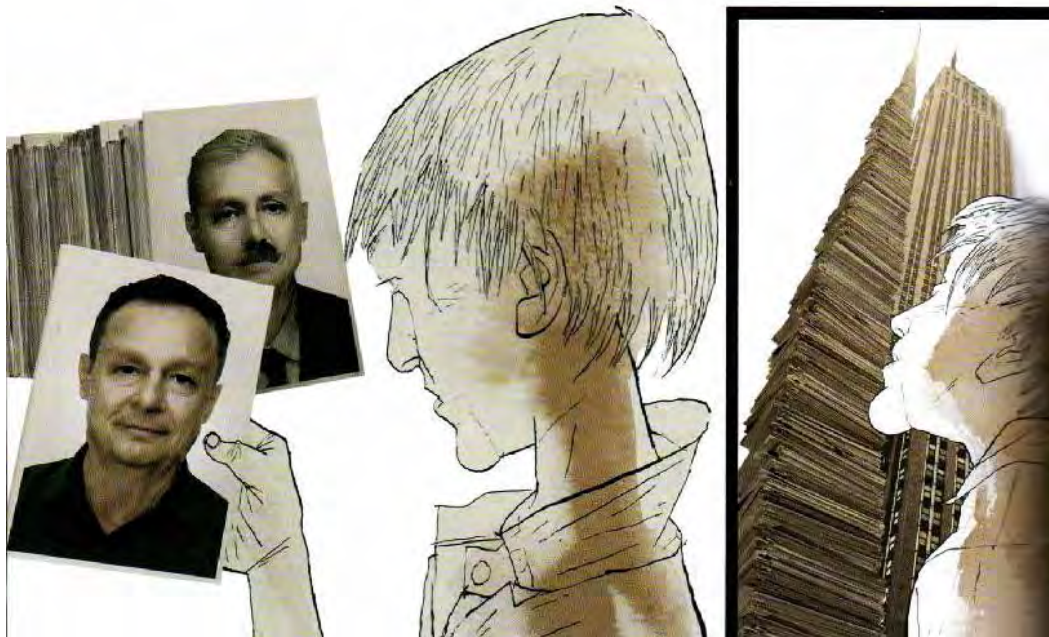
چه کسی نخستین انسان بوده واقعا؟

شاید تعجب کنید، ولی بدونید که اولین انسان وجود نداشته. چون هر انسانی باید پدر و مادری داشته باشد و پدر و مادرش هم خوب باید پدر و مادری داشته باشند. مثل خرگوشها که هیچ وقت خرگوش اولی وجود نداشته. تمساح اولی هم وجود نداشته. سنجاقک اولی هم وجود نداشته. هر موجودی محصول نزدیکی والدینش. البته می توانیم به تعداد بسیار محدود استثناءها رو توی این بحث نادیده بگیریم. بنابراین وجود هر موجودی نتیجه وجود اجداد اونه و وجود اجدادش به همین ترتیب نتیجه وجود اجدادی قبل تر و همینطور تا بینهایت. تا بینهایت؟ البته که نه. به این راحتی ها هم نیست. این مقوله احتیاج به توضیح داره. من سعی میکنم این توضیحو از طریق یه تجربه مطرح کنم. یه تجربه ذهنی که شما در تصورات خودتون انجام می دید.

چیزی که ما میخوایم تصور کنیم، در دنیای واقعی برامون امکان پذیر نیست چون زمان زیادی برای انجامش نیاز داریم و نمیتونیم به قبل از تولد خودمون هم برگردیم. ولی همچین تصویری به ما درس ارزشمندی میده. برای انجام این تجربه این قدمها رو طی کن: یکی از عکسهای خودتو بردار، یکی از عکسهای پدرتو روی اون بذار. بعد، یکی از عکسهای پدربزرگتو. بعد عکس پدر پدربزرگتو.

ممکنه هیچوقت پدر پدربزرگتو ندیده باشی. من که ندیده ام. فقط میدونم که یکی از اجداد من رئیس یه مدرسه روستایی بوده و یکی هم پزشک دهکده. بعدی هم جنگلبان در هند و بعدی یه وکیل که خیلی خامه دوست داشته و موقع کوهنوردی توی سن بالا فوت کرده. حتا اگه ندونی که پدر پدر پدرت چه قیافه ای، داشته میتونی چهره مات و مبهم اونو تصور کنی. شاید یه عکس رنگ و رو رفته قدیمی که توی یه قاب چرمی باشه. حالا یکی دیگه، یعنی پدر پدر پدرت. عکس اونو روی همه عکسها بذار. همینطور تا جایی که می تونی عکس اجداد خودتو ردیف کن. حتا میتونی توی این خیالپردازی، عکسهایی قبل از اختراع عکاسیو هم داشته باشی. به هر حال این به آزمایش ذهنیه. فکر میکنی چقدر توی این آزمایش لازمه عقب بریم؟ فقط ۱۸۵ میلیون جد. فکر میکنم کافی باشه. فقط همین؟ فقط همین قدر؟

البته چیدن ۱۸۵ میلیون تصویر روی هم ساده نیست. می دونی ستونی به چه بلندی میشه؟ فرض کنیم که هر عکس روی یه کارت پستال چاپ شده باشه، یه ستون به ارتفاع حدود ۵ کیلومتر، یعنی ۴۰ برابر ارتفاع یکی از آسمونخراشای نیویورک میشه. خیلی بلنده. حتا اگه سقوط نکنه که احتمالش کمه، دستمون به بالاش نمیرسه. پس برای اینکه سقوط نکنه افقی روی طاقچه یا به قفسه می چینیمش. یه ردیف سه مایلی از عکس چیده شده روی قفسه که اولین عکسش شما و آخرین عکسش جد صد و هشتاد و پنج میلیون شماسه. اون چه شکلی بوده؟ یه پیرمرد با موهای سفید و سیبلیهای آویزون؟ یه غارنشین با پوست پلنگ به تن؟ حالا نمیخواد به این چیزها فکر کنی چون ما که دقیقاً نمیدونیم چه شکلی بوده. اما سنگواره ها یا همون فسیل ها به ما ایده های خوبی میدن. جد صد و هشتاد و پنج میلیون شما ←



جد بزرگ ماهی، به فرزند ماهی داشته که اونم بچه اش ماهی بوده ولی در طول ۱۸۵ میلیون سال بعد، نسل اون کمتر شبیه ماهی بوده و دست آخر به شما ختم شده.

پس تمام این اتفاقات خیلی تدریجی هستن. اون قدر تدریجی که شما حتا تغییرات را در طول هزارسال گذشته نمی تونید تشخیص بدید. حتا ده هزارسال گذشته هم تغییر محسوسی توی نسل ما رخ نداده. حدود ۴۰۰ نسل قبل شما ممکنه تغییراتیو حس کنید چون هیچ کس که دقیقاً شبیه پدرش نیست اما این تغییر به معنی تغییر گونه جانوری نیست. بازگشت به ده هزار سال قبل هم برای تشخیص تغییر گونه کافی نیست. هرچند ممکنه چهره اجداد شما ده هزار سال پیش با آدمهای الان متفاوت باشه. البته باید تفاوتهای لباس و آرایش ریش و سیل را کنار بذارین. به هر حال آدمهای امروزی هم خیلی قیافه هاشون با هم فرق داره.

چطوره صد هزار سال به عقب برگردیم و جد چهار هزارم شما رو ببینیم. خوب حالا ممکنه تفاوتهای قابل تشخیص رو بشه دید. شاید با جمجمه باریکتر و پیشونی کوتاه. البته این تفاوت تا تبدیل به ماهی یا موجود دیگه ناچیزه. پس بذارین بیشتر به عقب بریم. مثلاً به میلیون سال و تصویر جد پنجاه هزارم شما رو که خیلی با شما فرق داره تصور کنیم. گونه ای که امروز بهش Homo erectus میگن. ما، همونطور که شاید شنیدین گونه Homo sapiens هستیم. دوتا گونه هومو اِرکتوس و هومو ساپیئنز احتمالاً قادر به جفت گیری و بچه دار شدن از همدیگه نیستن.

یک بار دیگه فکر کنین همه چیز تدریجیه. شما به هومو ساپیئنز و جد پنجاه هزارم شما یک هومو اِرکتوسه که به دفعه نمی تونه یک هومو ساپیئنز به دنیا بیاره. اما اینکه آیا می تونیم هومو اِرکتوسو به انسان بدونیم، به سؤال دیگه است.

تصویر جد پنجاه هزارم

تصویر جد چهار هزارم



در واقع اونقدرها هم فهمش مشکل نیست. ما به تغییرات تدریجی عادت می کنیم. قدمهای بسیار کوچک که یکی بعد از دیگری به تغییر بزرگ ایجاد میکنن. ببین، شما اول به نوزاد بودین، اما حالا که نیستین. وقتی که خیلی پیرتر هم بشین، قیافه شما متفاوت میشه. ولی باز هر روز صبح که از خواب بیدار می شید، شبیه همون کسی هستین که دیشب خوابیده. نوزاد به کودک تبدیل میشه، کودک به نوجوان، نوجوان به جوان، جوون به میانسال و میانسال به سالمند. این تغییرات اونقدر آرام و تدریجی هستن که هیچ روزی نمی تونیم بگیم به نفر دیروز میانسال بود و امروز پیر.

این تصورات به ما کمک می کنن که کل آزمایش ذهنی خودمونو بفهمیم و اینکه چرا وقتی یکی یکی، صد و هشتاد و پنج میلیون جد و آباء خودمونو مرور می کنیم، چهره به چهره، به ماهی می شبیه. وقتی در زمان، پیش میریم می بینیم که



یه ماهی بوده که مطمئناً با یه ماهی هم مثل خودش ازدواج کرده. حالا در طول این سه مایل قفسه حرکت می کنیم و تصاویر می بینیم. هر تصویر موجودیو نشون میده که شبیه تصویر قبل و بعد خودش. همه همسایه ها اینجا شبیه همن. پدر و پسر با پدر و پدربزرگ. ولی اگه به دفعه از ابتدای قفسه به انتها ببریم شما توی یه طرف این عکسها به انسان می بینید و در انتها یه ماهی. اجداد عجیب و غریب دیگه هم لابلای کاغذها هستن، که بعضی شبیه گوریلهای اولیه، بعضی شبیه میمونها، بعضی شبیه موشها و الی آخر. البته این موجودات هر کدوم به چند عکس قبل یا بعد خودشون کاملاً شبیه هستن ولی اگر دو تا عکس با فاصله زیادو بردارین، خیلی تفاوت دارن. بعد اگه از انسان شروع کنین و به اندازه کافی عقب برین، به ماهی میرسین. مگه ممکنه؟

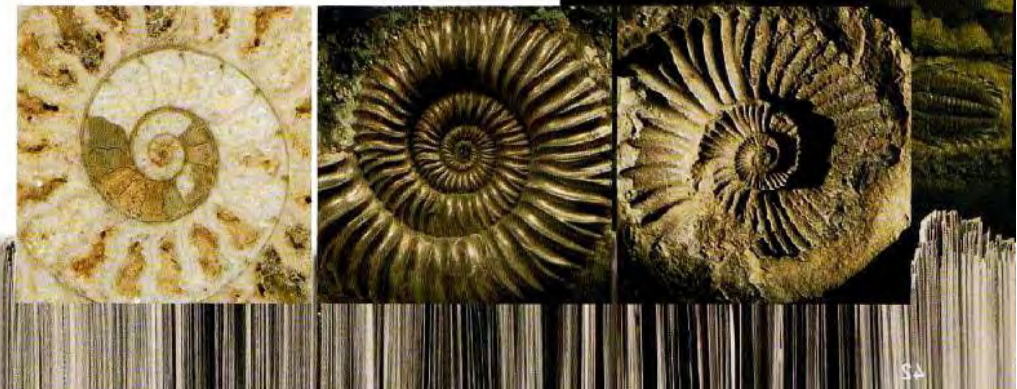


مسئله اینه که شما از کلمات چطور استفاده کنید. چون این فقط یه سؤال مفهومیه. بعضی مردم شاید گورخرو یه اسب راه راه بدونن. بعضی دیگه ممکنه اسبو فقط موجودی بدونن که میشه سوارش شد. پس این هم یه سؤال مفهومی دیگه است. ممکنه شما کلماتی مثل انسان، مرد یا زنو برای هوموساپیئنز به کار ببرید. این به شما مربوطه. هرچند چه هیچ کس دیگه جد ۱۸۵ میلیونم شما رو که ماهیه، انسان نمیدونه. چون عاقلانه نیست، حتا اگه ماهی انتهای شجره نامه خانوادگی شما باشه و همسایه های زنجیره هم شبیه همدیگه باشن.

سنگی شدن

حالا واقعاً چطور بفهمیم که اجداد دور ما چه شکلی بودن یا چه زمانی زندگی کردن؟ تقریباً تنها راه، سنگواره یا فسیلها هستن. تصویر اجداد ما از بازسازی سنگواره ها در دوره های زمانی مختلف بوجود اومدن.

سنگواره ها از سنگ ساخته شدن. سنگهایی که شکل حیوانات و گیاهان مُرده را به خودشون گرفتن. البته بیشتر موجودات زنده بعد از مرگ، شانس تبدیل شدن به سنگواره رو ندارن. برای این تبدیل باید حتماً توی مکانی مناسب زیر ماسه دفن بشن تا ماسه ها در اثر فشار به سنگ تبدیل بشن. خوب این یعنی چی؟



حالا فرض کنید که یه حیوون مُرده بعد از غرق شدن، به ته لجن یه رودخونه افتاده. اگه این لجن بعدها سفت بشه و به سنگ رسوبی تبدیل بشه مطمئناً لاشه حیوون هم می پوسه و از بین میره. چون زیر فشار لایه های مختلف نابود میشن. توی یه نوع از فسیل، اتمها و مولکولهای بدن حیوان، یک به یک، با اتمها و مولکولهای مواد معدنی موجود در آب، جایگزین میشن و بعدها با تبدیل به بلور و کریستاله شدن، یه سنگی رو تشکیل میدن که این بهترین نوع سنگواره است چون جزئیات داخلی بدن این حیوون رو هم داخل خودش نشون میده.

سنگواره ها تاریخ و قدمت رو هم نشون میدن. با روشهایی به اسم سنجش رادیو اکتیو میشه سن سنگ رو تعیین کرد. به طور خلاصه ایزوتوپ نوعی اتمه که بعد از دهه ها به نوع دیگه ای از همون اتم تبدیل میشه. مثلاً اورانیوم ۲۳۸ به سُرَب ۲۰۶ تبدیل میشه. از اونجا که می دونیم مدت زمان مورد نیاز برای این تغییر چقدره، می تونیم طول عمر ایزوتوپها رو به وسیله یه ساعت رادیو اکتیو محاسبه کنیم. در مورد تبدیل اورانیوم ۲۳۸ میدونیم که ۴.۵ میلیارد سال طول میکشه که نیمی از اون به سُرَب ۲۰۶ تبدیل بشه. این زمان اسمش هست نیمه عمر اورانیوم ۲۳۸. پس بنابراین با محاسبه اندازه سُرَب ۲۰۶ موجود در یه سنگ، و مقایسه اون با مقدار اورانیوم ۲۳۸، میشه طول عمر سنگو از زمانی که هیچ سربری در اون نبوده، و فقط اورانیوم داشته، محاسبه کرد.

اورانیوم ۲۳۸ تنها ایزوتوپ قابل استفاده به عنوان یک ساعت زمین شناختی نیست. انواع و اقسام متنوعی از نیمه عمرها وجود دارن. مثلاً نیمه عمر کربن ۱۴ حدود ۵۷۳۰ سال است که به باستان شناسان کمک می کند تاریخ انسان را مطالعه کنند. با توجه به این واقعیت ارزنده که ساعتهای رادیو اکتیو مختلفی برای محاسبه یک مدت زمان وجود دارد، می توان با بررسی آنها به رقمی دقیق تر رسید. البته ساعت کربن ۱۴ از سایر ساعتهای متمایز است. این ساعت در سنگهای آتشفشانی وجود ندارد بلکه در بقایای لاشه ها یافت می شود مثلاً یک تنه درخت بسیار قدیمی. این ساعت یکی از سریعترین ساعتهای رادیواکتیو است، هر چند که ۵۷۳۰ سال هم باز بسیار بیشتر از عمر ماست. پس ممکن است از خود پرسید چگونه می توان فهمید که نیمه عمر کربن ۱۴ چقدر است؟ اصلاً ما از کجا می دانیم که نیمه عمر اورانیوم ۲۳۸ هم چهار و نیم میلیارد سال است؟ پاسخ ساده است. لازم نیست منتظر بمانیم تا نیمی از اتمها تغییر کنند و سپس نیمه عمر را بدست آوریم. می توان در یک بازه زمانی کوچکتر هم تبدیل شدن اتمها را اندازه گرفت و به نیمه عمر رسید (مانند ربع عمر، صدم عمر، و غیره).



توضیحات اضافه علمی:

این موضوع نشان میدهد که چرا شامپانزه ها بیشتر از موشها به ما شبیه هستند. شامپانزه ها فامیل نزدیک تری به ما هستند و موشها فامیل دورتر. فامیل دور یعنی جد مشترک ما که در زمان دورتری می زیسته است. میمونها در مقایسه با موشها به ما نزدیک تر و در مقایسه با شامپانزه ها از ما دورترند. بابونها و میمونهای آزمایشگاهی، هر دو میمون هستند و تقریباً ژن FoxP2 در آنها مشابه است. تقریباً همانقدر با شامپانزه ها فاصله دارند که شامپانزه ها با ما. تفاوت حروف DNA در FoxP2 شامپانزه ها با میمون آزمایشگاه تقریباً ۲۴ عدد است. مشابه تفاوت بین میمون آزمایشگاهی و انسان که ۲۳ عدد است. به طریق مشابه، قورباغه ها فاصله بیشتری از همه پستانداران دارند. تقریباً همه پستانداران تعداد مشابهی تفاوت با قورباغه دارند به این خاطر که آنها در مقایسه با قورباغه به ما نزدیکترند. تقریباً همه پستانداران جد مشابهی با هم (حدود ۱۸۰ میلیون سال قبل) و جد مشابهی با قورباغه (حدود ۳۴۰ میلیون سال قبل) دارند.

البته همه انسانها هم مشابه هم نیستند. همانطور که همه موشها یا میمون ها کاملاً مشابه هم نیستند. اگر ژن شما و من را با هم مقایسه کنند نتیجه چیست؟ نتیجه این است که ما تعداد حروف مشابه بیشتری با هم داریم تا با یک شامپانزه. که البته بین من و شما هم تفاوتی در حروف وجود دارد. البته این تفاوت لزوماً در ژن FoxP2 هم نیست و برای درک تفاوت باید همه ژنها را در انسان بررسی کرد. در این صورت باز هم تعداد ژنهای مشابه در من و شما بیشتر از ژنهای مشابه ما با یک شامپانزه است و البته شما تعداد ژنهای مشابه بیشتری با خانواده خود نسبت به من دارید. در واقع شما با شمارش تعداد حروف DNA مشترک بین دو نفر می توانید نزدیک بودن آنها به یکدیگر را تشخیص دهید. یافته های کنونی بسیار جالبند اما با پیشرفتهای آینده چیزهای جالب تری هم خواهید شنید. مثلاً ممکن است در آینده پلیس با استفاده از رمز DNA در برادر یک نفر، او را ردیابی کند.

برخی از ژنها در همه پستانداران با اندکی تفاوت، با هم مشابهند. با شمارش تعداد حروف متفاوت در چنین ژنهایی می توان به قرابت گونه های پستانداران پی برد. در سایر حیوانات هم چنین تریبی قابل انجام است. مانند مقایسه بین مهره داران و کرمها. سایر ژنها می توانند در بررسی ارتباط بین افراد یک گونه هم به کار بروند. مثلاً اینکه شما چقدر به من نزدیک هستید. اگر پیگیر این موضوع هستید باید بدانید که در صورت انگلیسی بودن، جد مشترک من و شما تنها چندصدسال پیش می زیسته است. اگر هم یک تاسمانیایی یا آمریکایی اصیل هستید، برای رسیدن به یک جد مشترک باید چنددهه هزار سال به عقب برگردیم. اگر هم شما یکی از افراد قبیله کونگسان در صحرای کالاهاری (جنوب غربی آفریقا) باشید، برای یافتن جد مشترک باید بیشتر به عقب برگردیم.

TTCCATAGTGAATGGACAGTCTTCAGTTCTAAGTGCAAGAC
 ۹ TTCCATCGTGAATGGACAGTCTTCAGTTCTAAATGCAAGAC
 ۱۳۹ TTCCATAGTGAACGGACAGTCTTCAGTTCTGAATGCAAGGC

امروز DNA به ما میگوید که ما با موجودات زنده دیگر، همه از یک خانواده ایم!

DNA اطلاعات ژنتیک همه موجودات زنده است که توی تک تک سلولهای بدنشون وجود داره. DNA یعنی نوارهای طولانی اطلاعاتی به اسم کروموزوم. این کروموزمها چیزی مثل نوار کاستهای اولیه هستن که در کامپیوترهای قدیمی استفاده می شدن و اطلاعات از روی اونها به صورت رشته ای وارد کامپیوتر میشدن. اونها رشته های طولانی از رمزهای حرفی یا ژن هستن که می تونیم حروف اونها رو بشماریم. این باعث میشه که اطلاعات ژنتیکی یه جورهایی دیجیتالی باشن و بتونیم DNA رو حرف به حرف بخونیم. همه ژن ها توی همه حیوانات، گیاهان یا باکتریها، پیام رمزیو با خودشون دارن که نشون میده اون موجود چطور ساخته شده.

با مطالعه شکل ژنها و تشابه و تفاوتهاشون میشه فهمید که چرا شامپانزه ها بیشتر از موشها به ما شبیه هستند. شامپانزه ها فامیل نزدیک تری به ما هستن و موشها فامیل دورتر. فامیل دور یعنی جد مشترک ما که در زمان دورتری زندگی کرده. میمونها در مقایسه با موشها به ما نزدیک تر و در مقایسه با شامپانزه ها از ما دورترن. قورباغه ها هم فاصله بیشتری از همه پستانداران دارن. تقریباً همه پستانداران تعداد مشابهی تفاوت با قورباغه دارن به این خاطر که اونا در مقایسه با قورباغه به ما نزدیکترند. تقریباً همه پستانداران جد مشابهی با هم (حدود ۱۸۰ میلیون سال قبل) و جد مشابهی با قورباغه (حدود ۳۴۰ میلیون سال قبل) دارن.



CTCCAACACTTCCAAAGCATCACCACCACC انسان
 CTCCAACACTTCCAAAGCGTCACCACCACC شامپانزه
 CTCCAACACGTCCAAAGCATCACCACCACC موش

اونچه که بدون شک حقیقت داره، اینه که ما یه جد مشترک با همه گونه های حیوانات و گیاهان روی زمین داریم. چون می دونیم که بعضی از ژنها در همه موجودات زنده تقریباً مشترک هستن. و اینکه القای ژنهای همه موجودات زنده که تا حالا بررسی شدن یکسانه هم، نشون میده که ما همه اهل یک خانواده بزرگ هستیم. در شجره نامه ما نه تنها شامیانزه ها و میمونها هستن بلکه در شاخه های دیگه میشه موشها، بوفالوها، سوسمارها، کانگاروها، قاصدکها، قارچها، و باکتری ها رو هم پیدا کرد. همه اینها فامیل ما هستن. تک تک اونها در شجره نامه ما حضور دارند.

آیا این، از همه افسانه ها و داستانهای خیالی که شنیده ایم، عجیب تر نیست؟
عجیب تر بودنش بخاطر واقعی بودنشه!



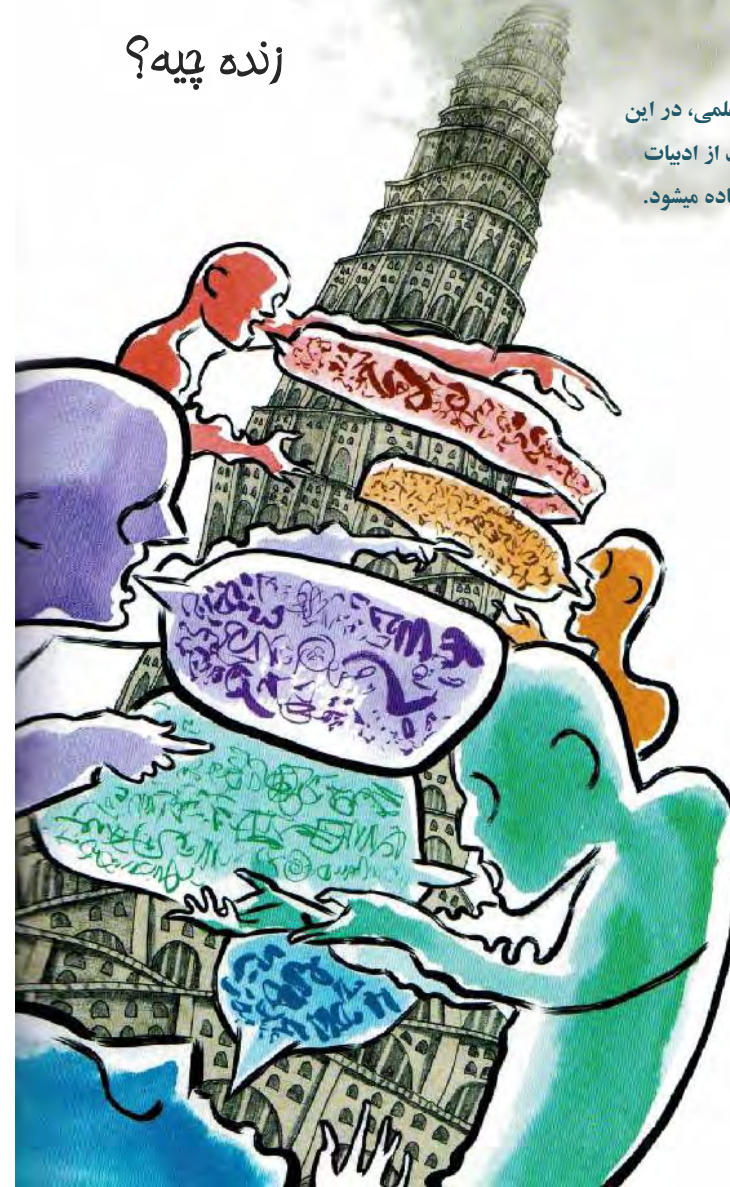
دلیل این همه تنوع در موجودات

زنده چیه؟

به دلیل نیاز به طرح تمام جزئیات علمی، در این فصل، برای ارایه و نمایش مطالب از ادبیات نگارشی برخلاف فصول قبل استفاده میشود.

افسانه های گوناگونی وجود دارند که نحوه وجود گونه های مختلف جانوران را به ما توضیح می دهند. افسانه هایی که می گویند مثلاً چرا پلنگ ها خال دارند یا چرا دُم خرگوش سفید است. هر چند افسانه هایی که به ما بگویند چرا جانداران این قدر متنوع هستند، وجود ندارند. من تنها توانستم افسانه برج بابل را که در فرهنگ یهودی وجود دارد در خصوص تنوع زبانی، بیابم. بر اساس این روایت، همه مردم روی زمین به یک زبان واحد سخن می گفته اند و چون همدیگر را می فهمیدند، با کمک هم برجی بسیار بلند ساختند تا به آسمان برسند. خدا این را فهمید و به دل گرفت.

مگر همدیگر را فهمیدن و با هم



کار کردن کجا ختم می شود؟ به هر حال او تصمیم گرفت زبانها را متفاوت کند تا وقتی مردم تلاش کردند منظورشان را به هم برسانند، حرفهایشان برای هم بی معنی باشد. من امیدوار بودم که روایت مشابهی هم برای دلیل تنوع زیاد در حیوانات مانند تنوع زبانها به دلیل تشابهی که بین تکامل زبان و تکامل حیات وجود دارد، بیابم. این تشابه را در ادامه توضیح خواهم داد. اما به نظر میرسد هیچ نوع روایت خاصی در افسانه های موجود به طور خاص در مورد چرایی انواع گونه های جانوری وجود ندارد. این موضوع حساسیت مرا برانگیخت. زیرا شواهد غیرمستقیمی وجود دارد که مردم نژادهای مختلف، به وجود تنوع در گونه ها آگاه بوده اند.

در دهه ۱۹۲۰ میلادی، ارنست مایر Ernst Mayr دانشمند آلمانی (که بعدها معروف شد) در خصوص پرندگان کوهستانهای گینه نو مطالعات پیشگامانه ای انجام داد. او فهرست ۱۳۷ گونه پرنده را جمع آوری کرده بود و با تعجب دریافت که مردم قبیله نشین پاپوا برای ۱۳۶ عدد از آنها، نام مجزا دارند.

مجدداً به افسانه ها مراجعه می کنیم.

قبیله هوپی Hopi در شمال آمریکا،

الهه ای دارند به نام زن عنکبوتی.



این همه تفاوت
برای چی میتونه
باشه؟



در افسانه آفرینش آنها، او با تاوا خدای خورشید همراهی کرد و آنها نخستین ترانه جادویی دونفره را خواندند. این ترانه زمین و زندگی را به وجود آورد. سپس زن عنکبوتی رشته تفکرات تاوا را به هم بافت و از آن ماده را به وجود آورد و ماهیان، پرندگان و دیگر حیوانات را خلق نمود.

قبیله های دیگری در آمریکای شمالی (Navajo و Pueblo) افسانه ای از آفرینش دارند که مقداری شبیه نظریه تکامل است و در آن زندگی از دورن زمین مانند یک گیاه می روید و سپس در مراحل مختلف رشد می کند.

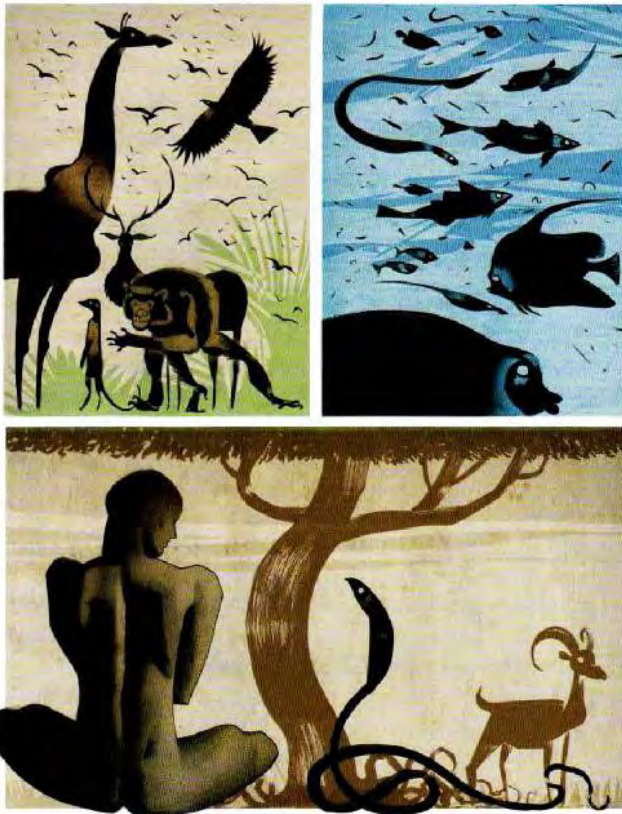


در روایت یهودی از آفرینش، نسبت به تنوع جانوری، عدالت بیشتری رعایت شده ولی باز هم دلیل آن را توضیح نداده. در واقع کتاب مقدس یهودیان دو روایت متفاوت از آفرینش دارد. در روایت اول خدای یهود همه چیز را در ۶ روز خلق کرد و روز پنجم ماهی و نهنگ و همه موجودات دریایی را با همراه پرندگان آسمان آفرید. در روز ششم او موجودات زمینی و انسان را خلق کرد. در ادبیات این اسطوره به تعداد و تنوع موجودات زنده توجه شده است مثلاً: "خداوند نهنگهای بزرگ را آفرید و همه موجودات زنده متحرک را" ولی چرا این قدر تنوع؟ این به ما گفته نشده.



در این اسطوره دوم، به ما کمی کمک بیشتری به فهم شده است که خدا شاید فکر کرده است که نخستین انسانی که خلق کرده احتیاج به تنوع همراهان داشته باشد.

حضرت آدم، اولین انسان ابتدا به تنهایی و در باغی بسیار زیبا و آباد خلق شده. سپس خدا دریافت که خوب نیست انسان تنها باشد و بنابراین انواع جانوران و پرندگان را آفرید و آنها را به آدم عرضه داشت تا او بتواند آنها را نامگذاری کند.





هم شامل گونه های دیگری چون ببر *Panthera tigris*، پلنگ *Panthera pardus*، جاکوار *Panthera onca* می باشد. *Homo sapiens* تنها گونه زنده از تیره انسانهاست اما در سنگواره ها، گونه های دیگری از این تیره به نامهای *Homo erectus* و *Homo habilis* شناخته شده اند. بقیه سنگواره هایی هم که شبیه تیره *Homo* نیستند در یک تیره دیگر طبقه بندی شده اند. مثلاً *Australopithecus africanus* و *Australopithecus afarensis* (این واژه های هیچ ربطی به استرالیا ندارند ولی *austral* در یونانی یعنی جنوبی که واژه استرالیا هم از آن اقتباس شده و به معنای قاره جنوبی است). هر تیره خود به یک خانواده تعلق دارد که نام خانواده بدون آرایش خاص نوشته میشود و حرف اول آن بزرگ است. گربه ها (شامل شیر، پلنگ، یوزپلنگ، شیر کوهی و گربه های کوچک) خانواده گربه سانان *Felidae* را تشکیل میدهند. هر خانواده به یک رده تعلق دارد. گربه، سگ، خرس، راسو و کفتارها به رده گوشتخواران *Carnivora* تعلق دارند. میمونها، گوریلها (خود ما) و میمونهای پوزه دار همه متعلق به خانواده های مختلف از رده نخستیها *Primates* هستند. هر رده به یک طبقه یا کلاس متعلق است. همه پستانداران در طبقه *Mammalia* قرار دارند.



چرا این همه تنوع

واقعن

در موجودات زنده هست؟

وظیفه نامگذاری حیوانات از نظر عبریان باستان، کار عظیمی تلقی شده است. تخمین زده می شود که حدود ۲ میلیون گونه تا کنون به شکل علمی، نامگذاری شده اند و این فقط گوشه کوچکی از روشهای دیگر نامگذاری گونه هاست. ما چگونه تصمیم بگیریم که جانوری خاص به یک گونه مشابه یا دو گونه متفاوت متعلق است؟ تا جایی که فقط پای زاد و ولد در میان باشد، حیواناتی که نتوانند با هم جفت شوند، از گونه های متفاوت هستند. البته خطوط مرزی مانند اسب و الاغ وجود دارند که با جفت شدن آنها انواع قاطرها به وجود می آیند که خود نابارورند. یعنی آنها نمی توانند قاطر به دنیا بیاورند. بنابراین ما یک اسب و یک الاغ را دو گونه متفاوت تلقی می کنیم. اسبها و سگها به طور مشخص تر به دو گونه متفاوت تعلق دارند زیرا آنها به هیچ وجه نمی توانند با هم جفت شده و حتا قاطر که خود عقیم است را به وجود آورند. اما سگهای پشمالوی *Spaniel* و *Poodle* به یک گونه متعلق هستند زیرا می توانند با هم جفت شده و تولد های غیرعقیم به وجود بیاورند.

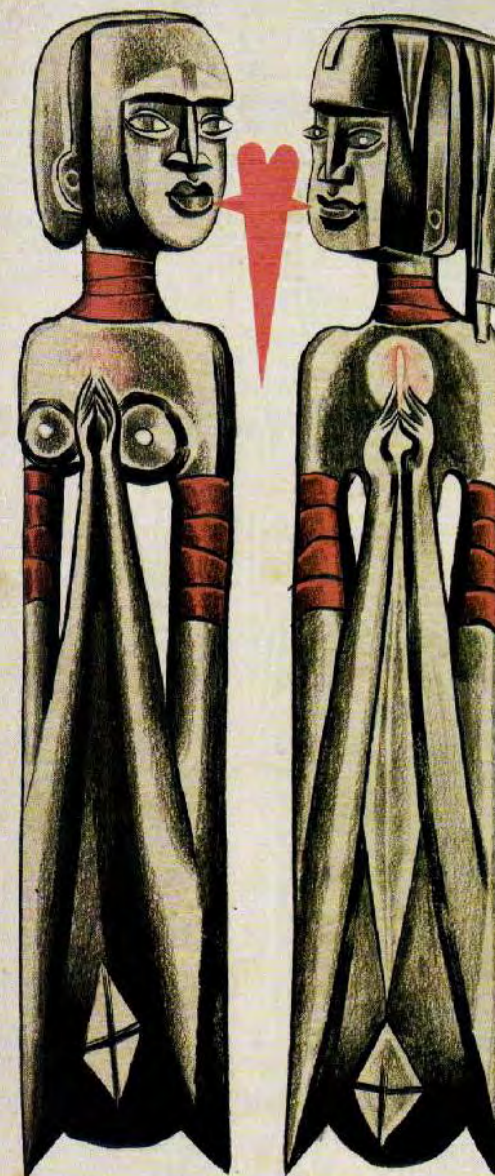
اسامی علمی جانوران و گیاهان از دو کلمه لاتین تشکیل شده که معمولاً به صورت ایتالیک یا کج نوشته می شوند. کلمه اول به تیره یا گروه گونه ای و کلمه دوم به نوع خاص آنها در گونه یاد شده تعلق دارد. مثل *Homo sapiens* (انسان هوشمند) و *Elephas maximus* (فیل غول پیکر) از این جمله اند. هر گونه ای عضو یک تیره جانوری است. *Homo* یک تیره است. *Elephas* هم همینطور. اسم علمی شیر *Panthera leo* است و تیره *Panthera*

تحلیل: چگونگی تقسیم زبانها

گر چه اسطوره برج بابل مطمئناً درست نیست ولی باب بسیار جالبی برای پاسخ به این سؤال است که چرا این قدر زبانهای متفاوت داریم.

همانگونه که برخی گونه ها به برخی دیگر شبیه ترند و در یک خانواده قرار می گیرند، خانواده های مختلف زبانها را هم داریم. اسپانیایی، ایتالیایی، پرتغالی، فرانسوی و بسیاری از گویش های اروپایی مانند رومن، گالیکن، اوکیتن و کاتالان، بسیار به هم شبیه هستند و در مجموع خانواده زبانهای رومنس هستند. حال بیایید برای مثال توصیف مرتبط با عشق را بررسی کنیم. بسته به اینکه شما در کدام کشور زندگی می کنید ممکن است با یکی از عبارات "Ti Amo"، "Amote"، "Je t'aime" یا "Je t'aime" احساسات خود را بیان کنید. در لاتین دقیقاً مانند اسپانیایی نوین از "Te amo" استفاده می شود.

برای ابراز عشق به کسی در کنیا، تانزانیا یا اوگاندا شما به زبان سواحیلی، از واژه "Nakupenda" استفاده می کنید. کمی پایین تر در موزامبیک، زامبیا یا مالاوی جایی که من بزرگ شده ام، در زبان Chinyanja شما خواهید گفت: "Ndimakukonda". در زبان دیگری به نام Bantu در جنوب آفریقا هست که شما در آن از "Ndinokuda" استفاده می کنید و در زبان Zulu هم از "Ngiakuthanda".



به صحبت کردن خود و دوستانان دقت کرده و آن را با نحوه سخن گفتن پدربزرگ و مادر بزرگان مقایسه کنید. نحوه سخن گفتن آنها تنها تفاوت اندکی با شما دارد و شما همدیگر را می فهمید. ولی آنها فقط دو نسل با شما فاصله دارند. حال فرض کنید که نه با پدربزرگ خود بلکه با جد بیست و پنجم خود هم صحبت شده اید. اگر انگلیسی زبان باشید باید به اواخر قرن چهاردهم میلادی زمانی که Geoffrey Chaucer این اشعار را سروده برگردیم:

مخاطب فارسی زبان
در این صفحه میتواند
نمونه اشعار و ادبیات
پدر شعر فارسی
رودکی سمرقندی را
در نظر بگیرد

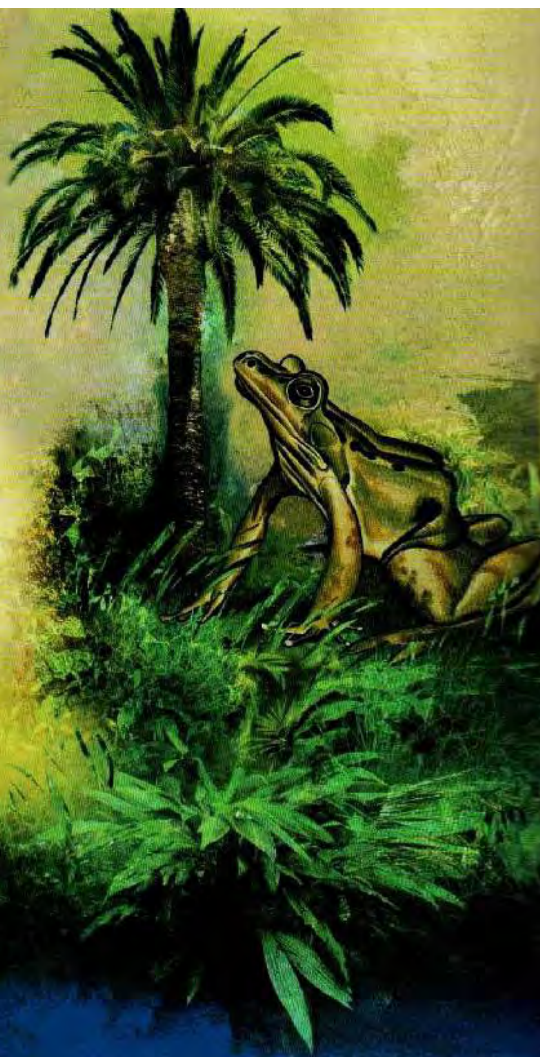
He was a lord ful fat and in good
poynt;
His eyen stepe, and rolynge in his
heed,
That stemed as a forneys of leed;
His bootes souple, his hors in greet
estates
Now certainly he was a fair prelaat;
He was nat pale as a forpynded goost.
A fat swan loved he best of any roost.
His palfrey was a broun as is a berye.

خوب مشخصاً این انگلیسی است. ولی من قول میدهم برای فهم آن وقتی آن را می شنوید (نه موقع خواندنش) زمانی بسیار زیاد برای فهمش صرف می کنید. اگر می خواهید امتحان کنید، به نمونه صدای ضبط شده از نمایشنامه های جفری چاوسر در اینترنت رجوع کنید. حتا با توجه به تفاوت آن ممکن است فکر کنید که در حال گوش کردن به زبان دیگری مثل اسپانیایی و ایتالیایی هستید.



جزیره ها و محصور شدن: عامل اشتقاق

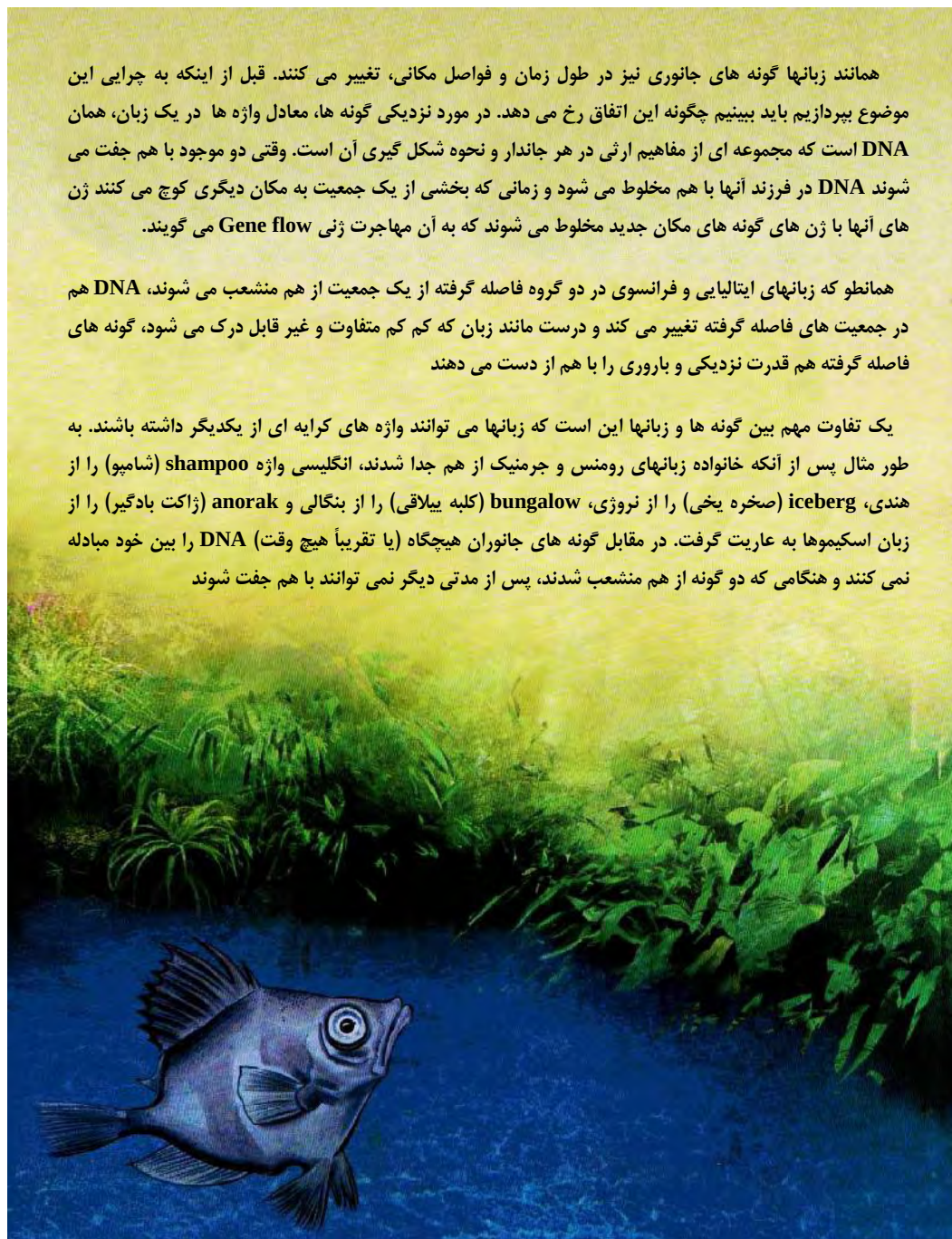
بنابراین DNA در گونه ها مانند واژه های زبانها هنگام انشعاب از هم دور می شوند. چرا چنین اتفاقی باید بیفتد؟ چرا اصلاً انشعاب آغاز می شود؟ یکی از مشخص ترین عوامل، دریا است. جمعیت های جدا شده در جزایر همدیگر را نمی بینند (شاید هیچگاه). پس بنابراین زن های دو گروه جدا افتاده، فرصت کافی برای فاصله گرفتن از نظر ریختی را پیدا می کنند. این موضوع جزیره ها را به عاملی مهم برای اشتقاق گونه ها تبدیل می کند. البته در نظر داشته باشید که میتوان چیزهایی غیر از زمین محصور در آب را هم جزیره به حساب آورد. برای یک قورباغه، یک برکه وسط یک کویر هم جزیره است زیرا او را با بیابان محصور کرده. یا برای یک ماهی، زندگی در یک دریاچه دور از آبهای آزاد. گونه ها و زبانها هر دو تحت تأثیر جزیره ها هستند.



همانند زبانها گونه های جانوری نیز در طول زمان و فواصل مکانی، تغییر می کنند. قبل از اینکه به چرایی این موضوع بپردازیم باید ببینیم چگونه این اتفاق رخ می دهد. در مورد نزدیکی گونه ها، معادل واژه ها در یک زبان، همان DNA است که مجموعه ای از مفاهیم ارثی در هر جاندار و نحوه شکل گیری آن است. وقتی دو موجود با هم جفت می شوند DNA در فرزند آنها با هم مخلوط می شود و زمانی که بخشی از یک جمعیت به مکان دیگری کوچ می کنند زن های آنها با زن های گونه های مکان جدید مخلوط می شوند که به آن مهاجرت ژنی Gene flow می گویند.

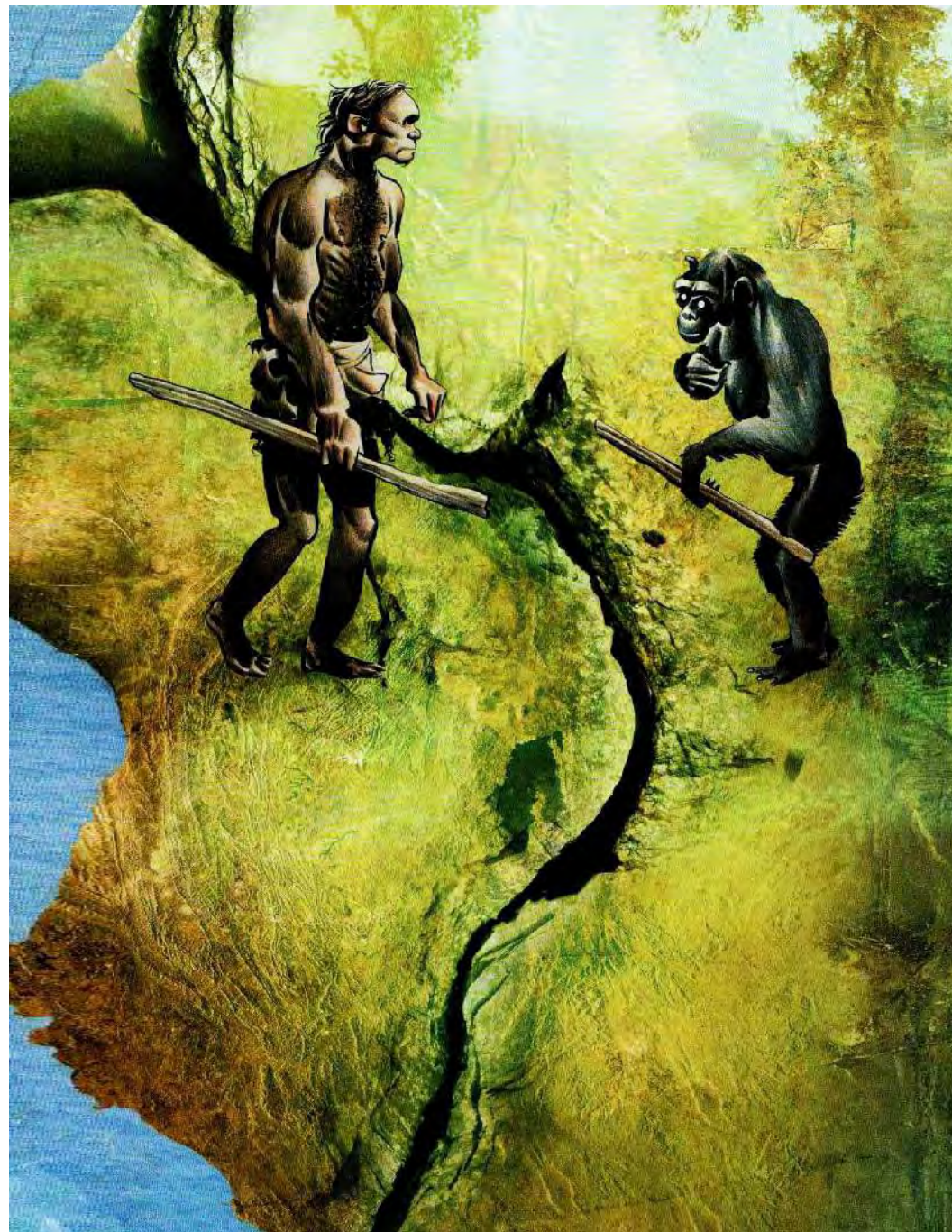
همانطو که زبانهای ایتالیایی و فرانسوی در دو گروه فاصله گرفته از یک جمعیت از هم منشعب می شوند، DNA هم در جمعیت های فاصله گرفته تغییر می کند و درست مانند زبان که کم کم متفاوت و غیر قابل درک می شود، گونه های فاصله گرفته هم قدرت نزدیکی و باروری را با هم از دست می دهند

یک تفاوت مهم بین گونه ها و زبانها این است که زبانها می توانند واژه های کرایه ای از یکدیگر داشته باشند. به طور مثال پس از آنکه خانواده زبانهای رومنس و جرمنیک از هم جدا شدند، انگلیسی واژه shampoo (شامپو) را از هندی، iceberg (صخره یخی) را از نروژی، bungalow (کلبه بیلاقی) را از بنگالی و anorak (ژاکت بادگیر) را از زبان اسکیموها به عاریت گرفت. در مقابل گونه های جانوران هیچگاه (یا تقریباً هیچ وقت) DNA را بین خود مبادله نمی کنند و هنگامی که دو گونه از هم منشعب شدند، پس از مدتی دیگر نمی توانند با هم جفت شوند



برای لاک پشت های بزرگ، سوسمارهای آتشفشانی، قره غازها، فنج ها و بسیاری از حیوانات و گیاهان دیگر در جزایر این تکامل مجزا رخ میدهد. جزایر (و نیز دریاچه ها، واحه ها و کوهستانها) محل تولید گونه های جدیدند. یک رودخانه هم ممکن است تأثیر مشابهی داشته باشد. اگر گذر از یک رودخانه برای یک حیوان سخت باشد، گونه های متفاوتی در دو سوی رودخانه به وجود خواهند آمد. درست همانند اشتقاق زبانها که اول به دو لهجه و بعد به دو زبان مختلف تبدیل می شوند. رشته کوهها هم می توانند نقش مشابهی را در جداسازی بازی کنند. یک فاصله طولانی نیز می تواند همین نقش را بازی کند. پس از صدها میلیون سال اجداد گونه های جانوری می توانند با تکامل های جداگانه به موجودات متفاوتی مثلاً از یک سوسک تا یک تمساح تبدیل شوند. پس در واقع می توان این گزاره را درست فرض کرد که جد بزرگ بزرگ بزرگ (خیلی بزرگ) یک سوسک حمام (یا حلزون و خرچنگ و جانوران دیگر) با جد بزرگ تمساح ها (یا سایر مهره داران) یکی بوده است. برای رهگیری این مسیر تکامل شاید زمانی بیش از یکی میلیارد سال لازم باشد تا به جد بزرگ برسیم. این زمان بسیار از سطح درک ما بیشتر است. هر چه که بوده باشد، اولین انشعابها در دریا رخ داده اند زیرا در آن زمان هیچ جانوری روی زمین زندگی نمی کرده است. شاید این گونه های اولیه می توانستند روی صخره های مرجانی زندگی کنند و پس از مدت زیادی دو جمعیت متفاوت روی این صخره ها به وجود آورده اند.

همانطور که در فصل قبل دیدیم، شما کافیت برای رسیدن به اولین جد مشترک همه انسانها و شامپانزه ها، تنها ۶ میلیون سال به عقب برگردید. این زمان برای درک دلیل اشعاب این دو گونه از هم و یافتن حصارهای جغرافیایی مؤثر به اندازه کافی نزدیک به ماست. یک فرضیه مطرح شده که در آن دره Rift در آفریقا به عنوان مبدأ انشعاب تکامل و ظهور گونه امروزی انسان در شرق دره و شامپانزه های کوتاه قد در غرب آن برای اولین بار شناخته شده است. در پی آن اجداد شامپانزه ها به شامپانزه های کوتاه قد و گونه Bonobo تبدیل شده اند. در این فرضیه حصار لازم برای اشتقاق گونه ای، همان رودخانه کونگو است. همانطور که در بخش قبلی دیدیم ما با تمامی پستاندارانی که درحال حاضر بر روی زمین زندگی می کنند یک جد مشترک در ۱۸۵ میلیون سال قبل داریم. از آن زمان تا کنون اسلاف آن جد بزرگ منشعب شده اند و منشعب شده اند و منشعب شده اند و تمامی این هزاران گونه فعلی پستانداران را ایجاد کرده اند. گونه هایی شامل ۲۳۱ گونه از گوشتخواران (سگ سانان، گربه سانان، راسوها، خرس ها و غیره)، ۲۰۰۰ گونه از جوندگان، ۸۸ گونه از نهنگها و دلفین ها، ۱۹۶ گونه از زوج سمان (گاو، غزال، گوزن، گوسفند و خوک)، ۱۶ گونه از فردسمان (اسب، گورخر، کرگدن، خوک خرطومدار)، ۸۷ گونه خرگوش، ۹۷۷ گونه خفاش، ۶۸ گونه کانگارو، ۱۸ گونه شامپانزه (از جمله انسان) و تعداد بسیاری از گونه هایی که در طول زمان منقرض شده اند. از جمله گونه های چندی از انسانها که از طریق سنگواره ها شناسایی شده اند.



برانگیختگی، انتخاب و بقا

قصد دارم این کتاب را با بازگویی این داستان به زبان دیگر تمام کنم. ما به طور خلاصه مهاجرت ژنی Gene flow را شرح دادیم. دانشمندان در مورد مقوله ای به نام استخر ژن Gene pool هم بحث کرده اند. در اینجا من قصد دارم معنی این عبارت را بیشتر توضیح دهم. البته که مفهوم آن وجود حوضچه ای پر از ژن نیست. واژه حوضچه یا استخر ممکن است نشان دهنده یک مایع باشد که بتواند سیال عمل کند. ولی ژن ها فقط در سلولهای موجود زنده یافت می شوند. بنابراین یک حوضچه ژنی چه می تواند باشد؟

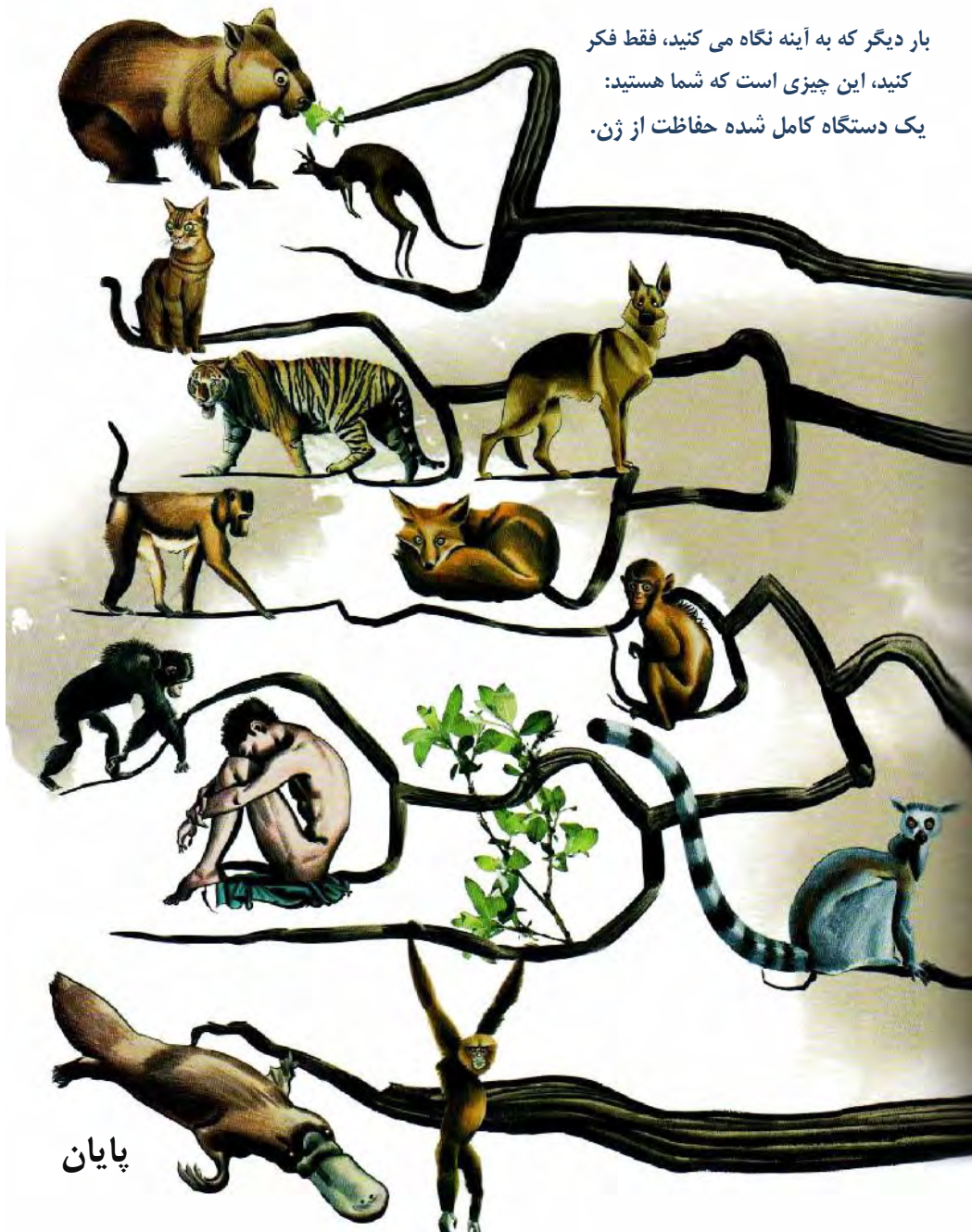
در هر نسل و در جریان یک زاد و ولد جنسی، ژنها مخلوط می شوند. شما با یک ژن مخلوط شده از پدر و مادر خود به دنیا آمده اید که خود به این معنی است که شما مخلوطی از ژنهای اجدادتان هستید. چنین مقوله ای برای تکامل نسلهای قبل از شما در هزاران سال، دهها هزار و صدها هزار سال رخ داده است. در طول زمان فرآیند اختلاط جنسی در تمامی جمعیت با اختلاط ژنی انجام شده است. بنابراین شما در یک جمعیت مجموعه ای بسیار بزرگی از ژنهای مخلوط شده یا به عبارتی یک استخر ژنی دارید.

اگر به خاطر بیاورید گفتیم که یک گونه گروهی از جانوران یا گیاهان است که با هم جفت می شوند. حال می توانید به اهمیت این تعریف پی ببرید. اگر در حیوانات اعضای یک گونه خاص در جمعیتی خاص باشند، یعنی ژنهای آنها از حوضچه ژنی مشترکی برداشت شده است.

درست مثل انسانها و سوسکها. تکامل یعنی تغییر در حوضچه های ژنی. در تغییر در حوضچه های ژنی یعنی برخی از ژنها از لحاظ تعداد زیاد و بقیه کم می شوند. ژن هایی که در زمانی فراوانی زیادی داشته اند، در زمان دیگری ناپدید خواهند شد و ژن هایی که در یک زمان فراوانی کمی داشته اند در زمان دیگر فراوان می شوند. نتیجه کلی اینکه شکل، اندازه، رنگ، یا رفتار اعضای یکی جمعیت تغییر کرده و با توجه به تغییر ژن ها در حوضچه های ژنی، تکامل شکل میگیرد. این معنای تکامل است.



بار دیگر که به آینه نگاه می کنید، فقط فکر کنید، این چیزی است که شما هستید: یک دستگاه کامل شده حفاظت از ژن.



پایان

فکر کنیم دیگر نیازی نباشد که برای تصدیق نظریه حوضچه ژنی و انشعاب جمعیت ها (یا زبانها) از هم بیشتر توضیح دهیم. ولی در واقع این انشعاب در گونه ها بسیار پیچیده تر است. حتا بدون انتخاب طبیعی هم ما باید منتظر باشیم که در طول زمان حوضچه های ژنی متفاوتی به وجود آیند. البته این برداشت قدری بی هدف است. انتخاب طبیعی تکامل را هدفمند جلوه می دهد. این هدف به طور خاص بقاست. ژن هایی در حوضچه ژنی زنده می مانند که بتوانند بقا را تضمین کنند و چه چیزی یک ژن را برای بقا مناسب تر می کند؟ ژن هایی که باعث شوند موجود زنده در تولید مثل یا بقا موفق تر عمل کند و در نهایت جانورانی که چند نسل زنده مانده اند ژن ها را منتقل می کنند.

نحوه دقیق این فرآیند از گونه ای به گونه دیگر متفاوت است. ژن هایی که در یک پرنده یا خفاش باعث بقا می شوند آنهایی هستند که بالها را می سازند، ژن های یک اسب دست و پای قوی تر، در شیر پاهای سریعتر و چنگال و دندان تیز تر و در غزال پاهای سریعتر، گوش قوی تر و دید قوی، و در یک حشره برگی شکل، ژنی که باعث شباهت و استتار بیشتر او شود. گر چه این موارد با هم در جزئیات مختلفند ولی همه به بقای ژن ها در حوضچه های ژنی منجر می شوند. بار دیگر که شما هر حیوان یا گیاهی را می بینید به تماشای آن به خود بگویید: من در حال تماشای یک دستگاه هوشمند برای انتقال ژن هستم. من در حال نگاه کردن به یک دستگاه برای بقای ژن هستم.

