

فرگشت چیست؟

فرخ فریثروه



مقدمه

فرگشت یا **تکامل** [Evolution] یک نظریه علمی در مورد منشا گونه‌ها و تحولات عالم جانداران است. به دلیل تعارض‌های نظریه فرگشت با باورهای مختلف، این ایده مورد انتقاد، تحریف و کج‌فهمی‌های فراوان قرار گرفته است، و بسیاری مغرضان سعی نموده‌اند تا با انتقادهای بی‌اساس این نظریه را باطل جلوه دهند. (ن. ک. هفت انتقاد بی‌اساس از نظریه فرگشت) درحالی‌که فرگشت بر پایه مدارک محکم علمی و مورد قبول عموم دانشمندان است. در این نوشتار سعی شده این نظریه به ساده‌ترین شکل ممکن، توضیح داده شود.

شاید ریشه برخی از کج‌فهمی‌های فارسی‌زبان‌ها نسبت به این نظریه، ترجمه غلط اندازه واژه evolution به «تکامل» باشد. واژه «اولوشن» به معنی «بر آمدن» و «فرگشت» و اشاره به وجود آمدن چیزی از چیز دیگر دارد؛ مثل بوجود آمدن بخار از آب. برخلاف تصور عموم، نظریه «فرگشت» به معنای اخلاقی و حاکی از «کمال یافتن» یا متکامل شدن جانداران نیست. این واژه هیچ بار اخلاقی ندارد بلکه تنها تغییر جانداران را برای انطباق بیشتر با محیط نشان می‌دهد. فرگشت برابر درست پیشنهادی فرهنگستان است. (ن. ک. چرا تکامل برابر درستی برای Evolution نیست؟)

چرا نظریه فرگشت انقلابی در علم پدید آورد؟

ارسطو (۳۸۴-۳۲۲ ق.م) طبیعت را معجونی از امیال و غایات می‌دانست، مثلاً تبخیر آب را به این علت می‌دانست که آب برای رسیدن به کمال به سمت بالا حرکت می‌کند یا می‌گفت سنگ به این علت به پایین می‌افتد که می‌خواهد به جایگاه طبیعی خود برسد که پایین است؛ یا تیر به این علت مدتی پس از پرتاب به زمین می‌افتد که میل طبیعی اجسام به سکون است. تبیین‌های ارسطویی نمونه نگاه غایت‌انگار به جهان است. غایت‌انگاری یک نگاه پیش‌علمی به جهان است.

غایت‌انگار همه اجزای طبیعت را مانند انسان‌ها دارای امیال و مقاصد می‌داند. درست مانند کودکی که فکر می‌کند اسباب‌بازی‌ها هم مانند خودش گرسنه و ناراحت می‌شوند. غایت‌انگاری دو هزار سال پس از ارسطو هم بر طرز تفکر جامعه بشری سایه افکند و فرهنگ‌ها و ادیان جهان را تحت تاثیر قرار داد. این جهان‌بینی انسان را مرکز و محور جهان می‌دانست¹. نمونه‌های بسیاری از این سبک نگرش را می‌توان در کتاب‌های مقدس و ادبیات و فرهنگ ملل مختلف یافت

سوره بقره آیه ۱۸۹: درباره هلال‌های ماه می‌پرسند، بگو: برای آن است که مردم وقت کارهای خویش و زمان حج را بشناسند.

سوره انعام آیه ۹۷: اوست خدایی که ستارگان را پدید آورد تا آنها در تاریکی‌های خشکی، و دریا راه خویش را بیابید.

حق تعالی کاین سماوات آفرید - از برای رفع حاجات آفرید (مولوی)

وین زمین مضطرب محتاج کوه² - گر نبودی نافریدی پرشکوه (مولوی)

ابر و باد و مه و خورشید و فلک در کار اند - تا تو نانی به کف آری و به غفلت نخوری (سعدی)

نیوتون با نشان دادن قانونمندی حرکت‌های فیزیکی ثابت کرد که همه کار جهان برای منفعت انسان نیست. قانون‌های نیوتون به این معنی بود که حرکت‌های ابر و باد و مه و خورشید تنها و تنها به علت تاثیر نیروهای طبیعی بر آنهاست. این حرکت علمی سرآغاز تحول فکری اروپا شد. اندیشه علمی و روش تجربی، بنیان معارف باستانی را برافکنند و پیشرفت‌های روز افزون مغرب زمین آغاز شد.³

نیوتون مکانیک ارسطویی را باطل کرد، اما ابطال کامل زیست‌شناسی ارسطویی کار شگرف داروین بود. ارسطو فکر می‌کرد که گونه‌های جانداران از ابتدای جهان به صورت کنونی از هم جدا بوده‌اند، چون هیچ کس ندیده که میمونی انسان بزاید. میمون همیشه میمون می‌زاید! در میانه

¹ Anthropocentrism

² اشاره به قرآن (سوره نحل آیه ۱۵، لقمان آیه ۱۰، انبیا آیه ۲۱ و...) که علت وجود داشتن کوه‌ها را جلوگیری از زلزله می‌داند!

³ عباس میرزا از ژویر (فرستاده ناپلئون) می‌پرسد: دلایل پیشرفت شما و ضعف ما کدام است؟ آیا قابلیت سکونت و باروری خاک و توانگری مشرق‌زمین از اروپای شما کمتر است؟ شعاع‌های آفتاب که پیش از شما بر ما می‌تابد، آیا نسبت به شما نیکوکارتر است؟

قرن نوزدهم، دنیای فیزیک و شیمی دنیای قانون‌ها بود اما قوانین حاکم بر جهان جانداران هنوز در پرده‌ای از ابهام بودند. داروین نشان داد که چگونه موجودات زنده طی یک فرایند کاملاً طبیعی فرگشت (تکامل) یافته‌اند. به گفته خود او: «ایجاد گرمی‌ترین چیزهایی که می‌شناسیم، یعنی ایجاد جانداران عالی، مستقیماً محصول ستیزه طبیعت، قحطی و مرگ است.»⁴ امروزه دانش زیست‌شناسی با صراحت اعلام می‌کند که حیات در عین پیچیدگی، جلوه‌ای از واکنش‌های شیمیایی و فیزیکی است.

آن مدعیان که دُر معنی سفتند - و از چرخ به گونه‌گون سخن‌ها گفتند

آگه چو نبودند ز اسرار نهان - با خود زَنخی زدند و آخر خفتند (خیام)⁵

نظریه فرگشت، زیست‌شناسی را از علمی مشاهده‌ای و توصیفی به علمی فعال و تجربی تبدیل کرد. زیست‌شناس پیش از داروین جانداران را تنها مشاهده یا حداکثر تشریح می‌کرد. او تنها نظاره‌گر بود؛ نه می‌توانست تحلیل کند، و نه به چراها و چگونه‌ها⁶ پاسخ گوید. داروین راهی را آشکار کرد که در آن باید به هر جانور، اندام تا مولکول زیستی به شکل یک سوال نگریست. باید همه اطلاعات را تحلیل کرد و به جواب رسید. شیوه تفکر داروینی تاثیر عمیقی بر ادراک دانشمندان همه علوم تجربی و انسانی بر جای گذاشت.

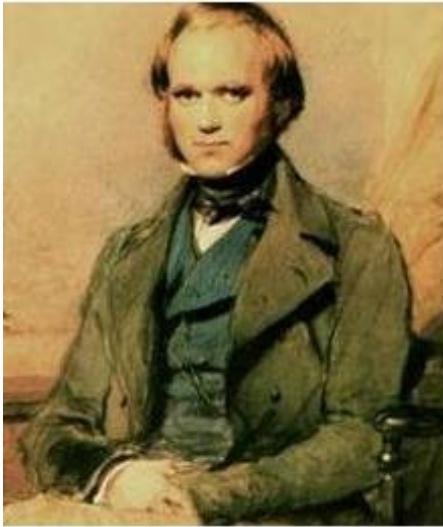
⁴ این جملات مربوط به پاراگراف آخر کتاب داروین است، پاراگرافی که در نقل‌قول‌ها در آن تحریف شده است. برای مثال عبدالکریم سروش در کتاب «دانش و ارزش» پاراگراف آخر را اینگونه ترجمه می‌کند: «اینگونه نگرش به حیات توسط خالق در یک یا چند موجود اولیه دمیده شده است.» در حالی که جمله اصلی چنین است: There is grandeur in this view of life, with its several powers, having been originally breathed into a few forms or into one. پیدا کنید خالق را! ترجمه صحیح: «در این نگرش شکوهمند به زندگی، حیات با نیروهای چندگانه‌اش، در ابتدا در یک یا چند شکل پدیدار گشته است.»

⁵ در میان دانشمندان و ادیبان ایرانی، خیام دارای جهان‌بینی علمی بود. به همین دلیل امروزه محبوب‌ترین شاعر در میان دانشمندان و خردمندان جهان است. برای اطلاع بیشتر به [مقدمه‌ای بر دیوان خیام](#) نوشته صادق هدایت مراجعه کنید.

⁶ در طی قرون وسطی، دانشمندان اروپا برای گریز از محکمه تفتیش عقاید می‌گفتند که کار علم توضیح چگونگی طبیعت است نه علت آن، در قرن‌های بعد دانشمندان توانستند با آزادی بیشتر به چراها هم پاسخ دهند.

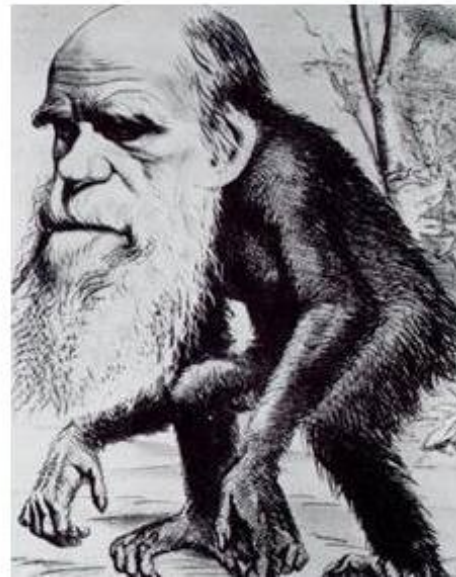
داروین چه گفت؟

چارلز داروین (۱۸۰۹-۱۸۸۲) زیست‌شناس بریتانیایی، پس از سی سال مطالعه و بررسی شواهد سفر تحقیقاتی پنج ساله‌اش به دور دنیا، در سال ۱۸۵۹ نظریه فرگشت را در تاثیرگذارترین کتاب تمام دوران‌ها، یعنی «منشاء انواع بوسیله به انتخاب طبیعی»⁷ به جهان علم عرضه کرد.⁸



مسیر سفر تمقیقاتی داروین

کسانی که از نظریه فرگشت
به فشم آمده بودند ممله
به داروین را آغاز کردند.



تصویر ۱

⁷ The origin of species, by means of Natural selection or the Preservation of Favored Races in Struggle for life.

منشاء گونه‌ها، بوسیله انتخاب طبیعی یا ابقاء نژادهای مساعد در تلاش برای حیات.

⁸ کتاب «منشاء انواع» [خاستگاه گونه‌ها] ۱۱ سال پس از انتشار، توسط میرزا تقی‌خان انصاری کاشانی، طبیب و معلم مدرسه دارالفنون ترجمه و تحت عنوان «جانور نامه» در ایران به چاپ رسید. ولی امروز خبری از کتاب داروین در ایران نیست. هرچند نظریه فرگشت در شکل امروزی‌اش مطرح است، اما جای انقلابی‌ترین کتاب تاریخ علم در کتابخانه دانشگاه‌ها خالی است.

نظریه فرگشت داروین را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- ۱- تعداد زادگان (نوزادان) بیشتر از والدین است.
- ۲- تعداد افراد در جمعیت تقریباً عددی ثابت است.
- ۳- زادگان تفاوت‌هایی جزئی با والدین خود دارند.
- ۴- تنها زادگانی زنده می‌مانند که سازش بیشتری با محیط داشته باشند.

در طبیعت، افرادی که مزیتی هرچند اندک، بر دیگران داشته باشند شانس بیشتری برای زنده ماندن و تولید مثل دارند. در دراز مدت نسل این افراد، جمعیت غالب گونه را تشکیل خواهد داد. داروین این فرایند را انتخاب طبیعی نامید.

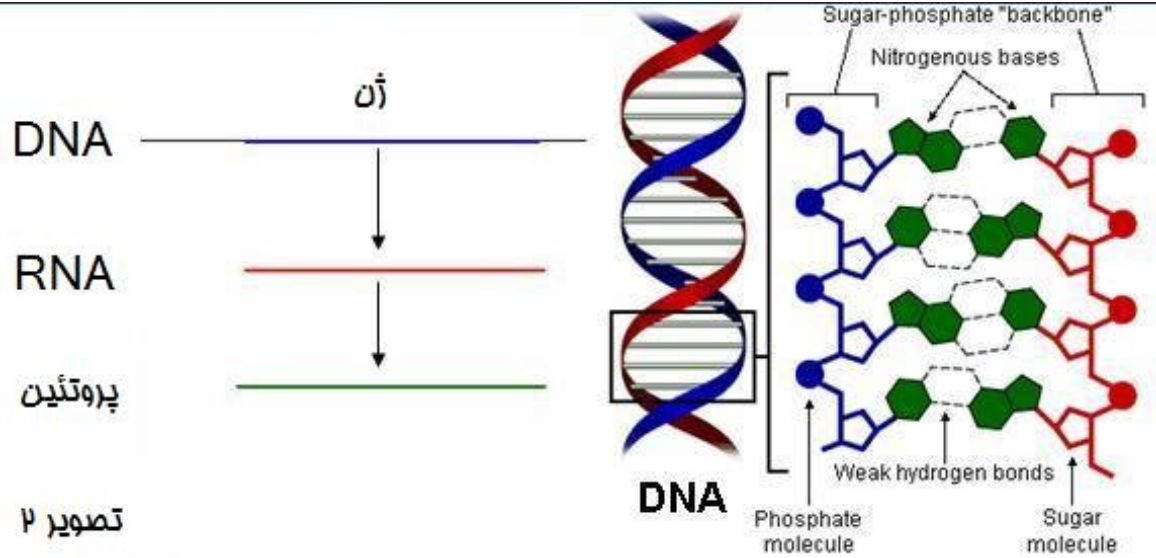
با پیشرفت فزاینده علوم مختلف، نظریه فرگشت نیز منسجم‌تر شد و حیطه‌های جدیدی مانند علم ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی را در بر گرفت. امروزه از نظریه پیشرفته‌تر فرگشت تحت عنوان «تلفیق نوین» یا «سنتز جدید» استفاده می‌شود.

مکانیسم فرگشت

ژن

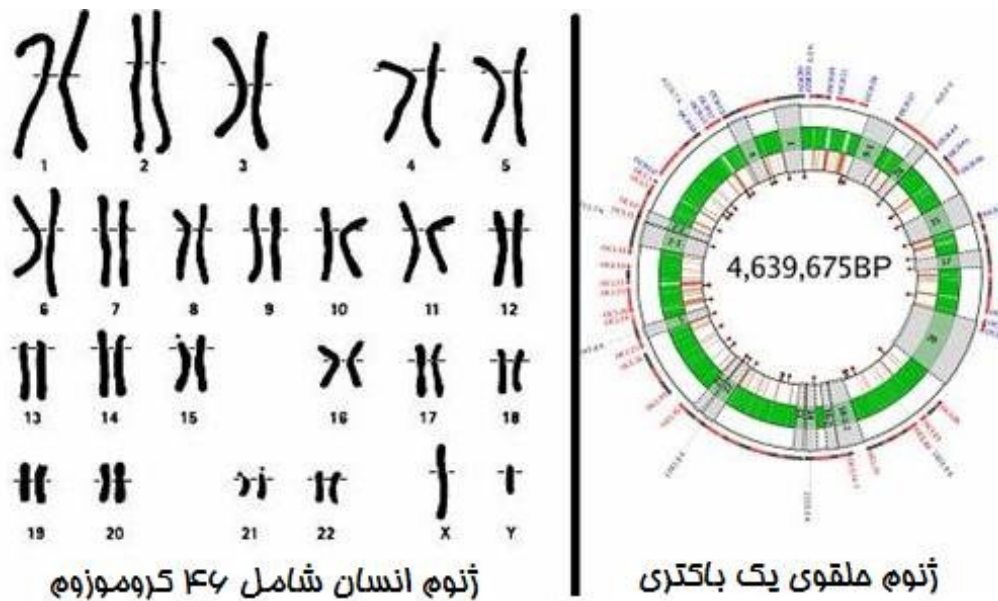
يك CD صوتی حاوی اطلاعات لازم برای پخش موسیقی است اما سر و صدا نمی‌کند! برای شنیدن موسیقی باید اطلاعات CD را در دستگاهی اجرا کرد. ژن‌ها هم حاوی اطلاعات هستند و برای انجام کار باید این اطلاعات اجرا بشود. به بیان علمی باید ژن بیان بشود. بیان شدن ژن بدین صورت است که از روی اطلاعات موجود بر روی ژن، پروتئین ساخته می‌شود و پروتئین‌ها هر کدام کاری را در بدن انجام می‌دهند.

ژن قسمتی از مولکولی خطی به نام DNA است که اطلاعات لازم برای ساخت یک پروتئین را در خود دارد. این اطلاعات در DNA به وسیله توالی مشخصی از چهار کد مختلف حفظ می‌شود. DNA از چهار زیرواحد آدنین (A)، تیمین (T)، سیتوزین (C) و گوانین (G) تشکیل شده است.



ژنوم

به مجموعه کل DNA های موجود در سلول ژنوم گفته می‌شود. ژنوم اطلاعات لازم برای تمام اعمال سلول را در خود دارد. ژنوم باکتری‌ها به صورت یک DNA خطی و حلقوی است، اما ژنوم دیگر جانداران بصورت چندین قطعه جداگانه است که کروموزوم نامیده می‌شوند.



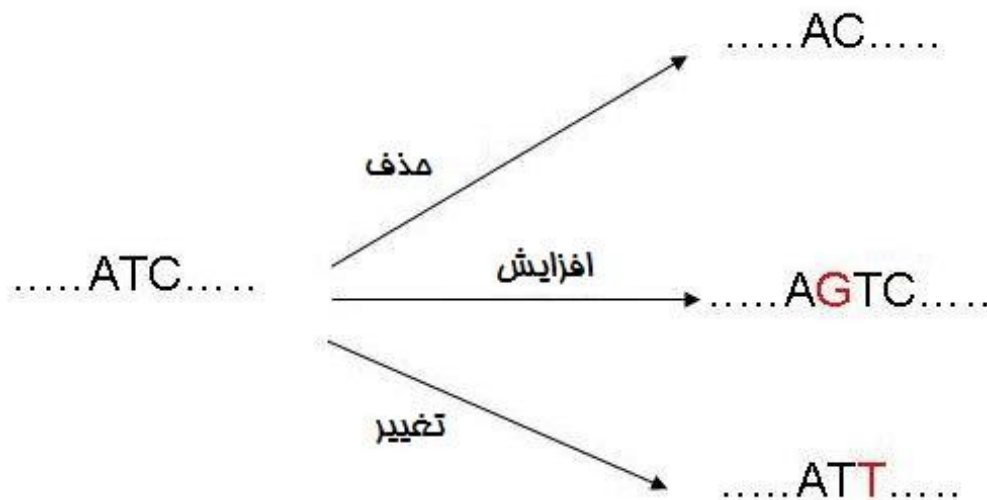
تصویر ۳

جهش

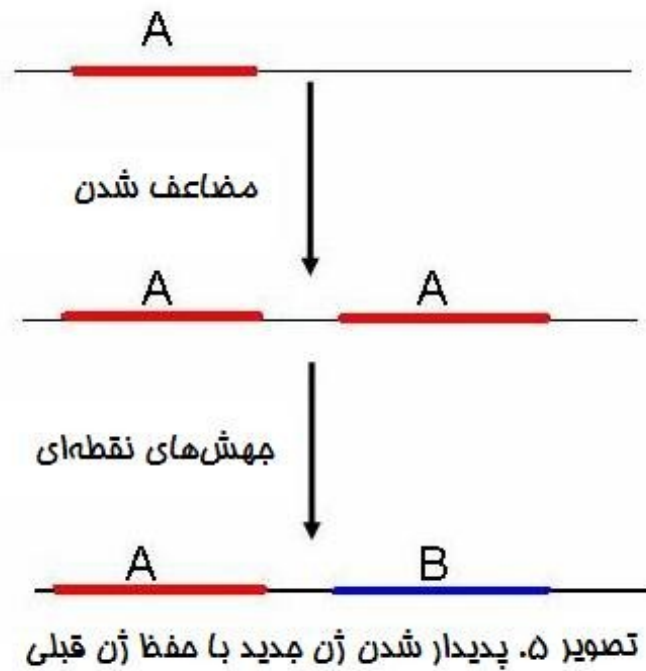
گفتیم که DNA دارای توالی مشخصی از چهار کد است. هر گونه تغییر در این کدها جهش نام دارد. عوامل گوناگونی می‌توانند جهش‌ها را به وجود آورند. برخی مواد شیمیایی (که در درون سلول‌ها هم وجود دارد) جهش‌زا هستند. عوامل فیزیکی مانند حرارت و پرتوهای ماورا بنفش و پرتوهای رادیواکتیو نیز جهش‌زا هستند. جهش در فرایند تولید مثل نیز رخ می‌دهد. در تولید مثل، کد ژنتیکی باید دو برابر شود ولی در این فرایند اشتباه‌هایی هم رخ می‌دهد و موجب می‌شود که کپی دقیقاً برابر با اصل نباشد.

جهش‌ها انواع گوناگونی دارند. تغییر در یک حرف از کد ژنتیکی جهش نقطه‌ای نامیده می‌شود. جهش‌های وسیعتر مجموعه‌ای از کدها را دستخوش تغییر می‌کنند. تغییر در کروموزوم‌ها به طور هم‌زمان چند هزار ژن را تغییر می‌دهد. یکی از مهمترین انواع این جهش‌ها مضاعف شدن است. در مضاعف شدن دو نسخه از یک ژن بوجود می‌آید. هر یک از این ژن‌ها می‌توانند جداگانه دستخوش جهش‌های جدید شوند و بدین ترتیب با حفظ ژن قبلی، ژن جدیدی به ژنوم جاندار اضافه شود که اندکی با ژن قبلی فرق دارد.

بیش از نود درصد از جهش‌ها مضر هستند. اما باقی جهش‌ها کم اثر، بی‌اثر یا مفیدند. جهش‌های مضر اغلب موجب مرگ جاندار می‌شود و به نسل بعد انتقال پیدا نمی‌کند، اما جهش‌های کم اثر، بی‌اثر و مفید به نسل بعد منتقل می‌شوند.

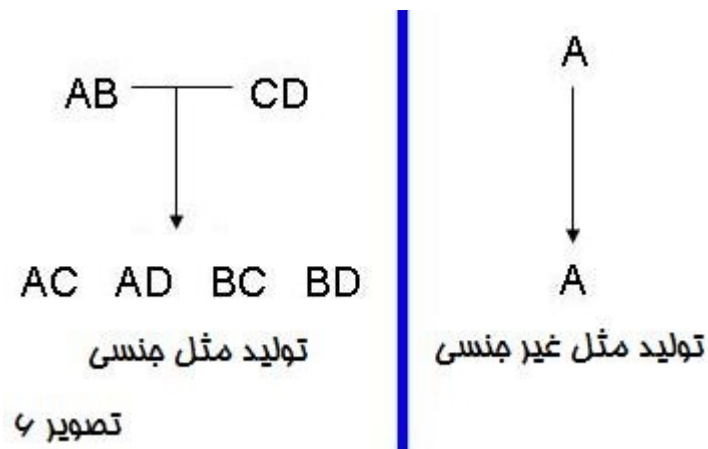


تصویر ۴. جهش‌های نقطه‌ای



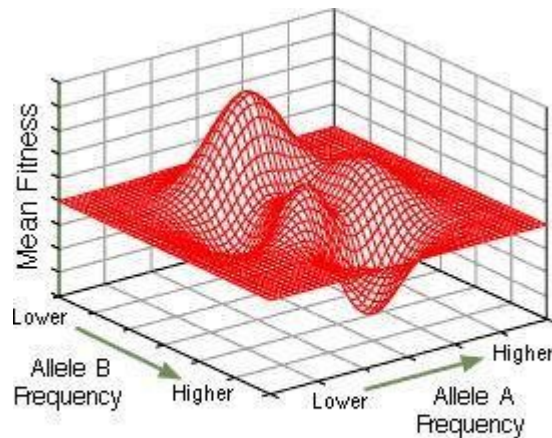
دو سیستم وراثت ژن

باکتری‌ها و برخی تک‌سلولی‌ها تولید مثل غیر جنسی دارند. در این شیوه ژنوم فرزندان و والدین کاملاً شبیه هم است؛ و فرگشت فقط به جهش‌ها بستگی دارد. اما در تولید مثل جنسی، فرزند نیمی از ژن‌هایش را از پدر و نیم دیگر را از مادر دریافت می‌کند. این سیستم دو مزیت فرگشتی دارد: الف) ایجاد تنوع و گوناگونی در جاندار تنها وابسته به جهش نیست. ب) ژن‌ها در میان جمعیت توزیع می‌شوند.



توزیع ژن

فرض کنید در شهری همه مردم ژن A را دارند. در اثر جهش در یک نفر از آنها ژن A به B تبدیل می‌شود. این فرد پس از ازدواج ژن B را به فرزندان منتقل می‌کند. پس از گذشت چند قرن با ازدواج و زاد و ولد های مکرر ژن B در سطح شهر پراکنده شده است به طوری که مثلاً ۹۰٪ درصد از مردم ژن A و ۱۰٪ باقیمانده ژن B را دارند. به همین ترتیب هر ژن جدیدی در میان جمعیت پراکنده می‌شود.



تصویر ۷. نمودار توزیع آلل‌های یک ژن

انتخاب طبیعی

به دلیل محدود بودن جمعیت هر جاندار همه نوزادان توانایی زنده ماندن را ندارند. در مثال بالا فرض کنید ژن A عامل لاغری بوده و ژن B چاقی را بوجود می‌آورد. با فرا رسیدن عصر یخبندان، چاق‌ها دارای مزیت ذخیره‌سازی غذا هستند و لاغر‌ها بیشتر می‌میرند. بنابراین صاحبان ژن B بیشتر زنده می‌مانند. پس توزیع ژن در جمعیت دگرگون می‌شود، به شکلی که ۹۰٪ ژن B را دارند. با پایان یخبندان، چاقی نه تنها مفید نیست بلکه ددرسرساز است. همین امر دوباره توزیع ژن A را به ۹۰٪ می‌رساند. به این ترتیب توزیع ژن‌ها با تغییر محیط دچار تغییر می‌شود. تغییر محیط گاه آنچنان وسیع است که یکی از ژن‌ها را به طور کامل منقرض می‌کند. توجه داشته باشید که هر جاندار دارای هزاران ژن است و توزیع همه این ژن‌ها مرتباً در حال تغییر است. بنابراین خصوصیات جمعیت‌های جانداران دائماً در حال تغییر است، به صورتی که پس از گذشت چند صد هزار سال ممکن است به جاندار جدیدی تبدیل شده باشد.

جدایی تولید مثلی

گفتیم که هر جمعیت در طول زمان دچار تغییر میشود و این تغییرات در تمام جمعیت توزیع می‌شود. پس چگونه است که گونه‌های جدید بوجود می‌آیند؟ همانطور که همه اندام‌های جاندار تغییر می‌کنند، تغییراتی هم در خصوصیات تولید مثلی بوجود می‌آید. به گونه‌ای که ممکن است جمعیت به دو گروه تقسیم شود که دیگر توانایی تولید مثل با یکدیگر را نداشته باشند. جدایی تولید مثلی علت‌های مختلفی دارد:

جغرافیایی: پیشروی بیابان می‌تواند یک جنگل را به دو قسمت تقسیم کند؛ و جانداران این دو قسمت دیگر ارتباطی با هم نخواهند داشت. همچنین مهاجرت عده‌ای از افراد به سرزمینی دور، آنها را از بقیه جمعیت جدا می‌کند.

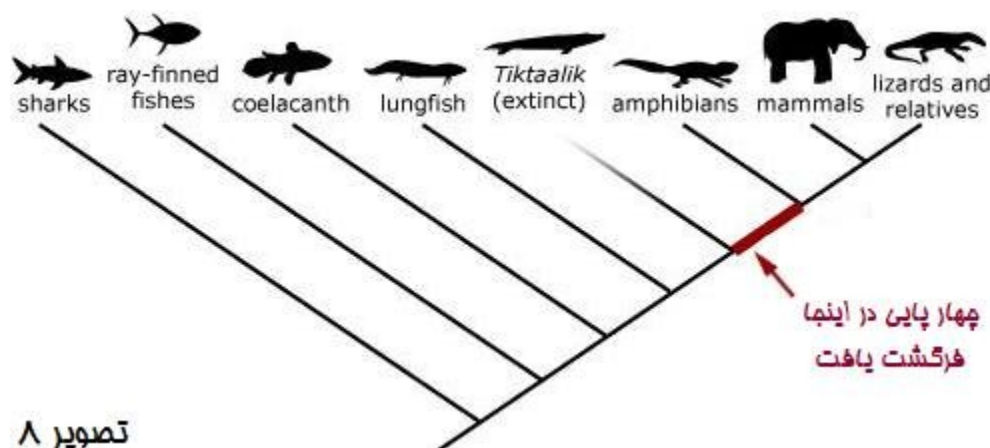
فیزیولوژیک: تغییر در اندام تناسلی باعث می‌شود که یک گروه از جمعیت توانایی تولید مثل با بقیه را نداشته باشند.

تغییر در زمان یا فصل تولید مثل: ممکن است فصل جفت‌گیری در برخی افراد با بقیه متفاوت شود. مثلاً همه مگس‌های میوه را می‌توان در آزمایشگاه مجبور به تولید مثل کرد ولی در طبیعت دو گروه از این مگس وجود دارد. گروهی صبح جفت‌گیری می‌کند و گروه دوم بعد از ظهر.

تغییر در عادات جفت‌گیری: این تغییر موجب می‌شود که گروهی از افراد، جفت خود را تنها از میان دیگر اعضای گروه خودش انتخاب کنند.

تغییرات سلولی: جفت‌گیری بین دو گروه انجام می‌شود، ولی لقاح ناقص است یا نوزاد می‌میرد. حتی ممکن است نوزاد زنده بماند ولی عقیم باشد (مثل قاطر).

جدایی تولید مثلی به هر علتی که روی دهد موجب می‌شود تا توزیع ژنی هر گروه از جمعیت به طور جداگانه تغییر کند، و جهش‌های بوجود آمده تنها در میان افراد همان گروه باقی بماند. به عبارت دیگر دو جمعیت وجود خواهد داشت که هر کدام به راه خودش می‌رود. پس از گذشت هزاران سال، میزان تغییرات در هر گروه آنقدر زیاد می‌شود که دیگر به دو گونه جاندار متمایز تبدیل می‌شوند. به این ترتیب دو گونه جدید از گونه اولیه بوجود می‌آید.



پیچیدگی و اجزا مرتبط

منتقدین نظریه فرگشت علاقه زیادی به «پیچیدگی» دارند. می‌گویند فلان اندام پیچیده‌تر از آن است که بوسیله فرگشت بوجود بیاید. یا اظهار نظر می‌کنند که اجزای اندامی مانند چشم در ارتباط با هم هستند و وجود هر یک از اجزا برای کارکرد چشم ضروری است: «یک چشم نصفه نیمه به هیچ دردی نمی‌خورد». پس اندام‌های پیچیده نمی‌توانند حاصل فرگشت تدریجی باشند. این انتقادها جدای از بهانه‌گیری، ناشی از عدم درک فرگشت هستند⁹.

پیشرفت اختراعات‌های بشر تقریباً شبیه به فرگشت جانداران است. اتومبیل‌های اولیه تنها گاری‌هایی بودند که موتور داشتند. با گذشت زمان قطعات بیشتری به این وسیله اضافه شد تا به شکل امروزی آن درآمد. قطعه‌ای مانند انژکتور در ماشین اولیه وجود نداشت ولی در اتومبیل امروزی اگر انژکتور از کار افتاد، کل ماشین دیگر قادر به حرکت نیست.

⁹ البته فرار نیست که هر کسی همه نظریه‌های علمی را کاملاً درک کند، ولی در مورد فرگشت این رسم غلط جا افتاده که هر کسی بنا بر برداشت سطحی یا اشتباه خود، تبدیل به کارشناسی تمام عیار می‌شود و انتقادهای غیر علمی خودش را به اسم علم جا می‌زند. مرتضی مطهری در کتاب «علل گرایش به مادی‌گری» می‌نویسد: «ما خودمان وقتی آن نظریه (تکامل) را در کتاب‌های مربوط به این موضوع مطالعه می‌کنیم در آنها نکات قابل توجه و تامل زیادی می‌بینیم هر چند صد در صد قانع نشده ایم.» سپس در انتقاد از فرگشت می‌گوید: «از نظر علم وراثت، انتقال صفات اکتسابی سخت مورد تردید بلکه مورد انکار است.» اما اگر ایشان نگاهی گذرا به یک کتاب یا حداقل یک مقاله علمی می‌انداختند می‌دیدند که فرگشت بر اساس ژنتیک یا به قول خودشان وراثت است نه صفات اکتسابی.

فرگشت اندام‌های پیچیده نیز از شکل ساده اولیه شروع شده و در طول زمان اجزا دیگری به اندام اضافه شده است؛ به شکلی که آن جز، تبدیل به بخشی ضروری در کارکرد اندام شده است. در هر حال، داشتن یک چشم نصف و نیمه هم خیلی بهتر از چشم نداشتن است. چشم در بی مهرگان اولیه تنها شامل چند سلول برای تشخیص تاریکی از روشنایی بوده است. بعدها سلول‌های تشخیص‌دهنده رنگ و اجزائی مانند عدسی به این سیستم اضافه شده است. **فرگشت چشم** و دیگر اندام‌های پیچیده به طور کامل توضیح داده شده است. ([ویدیو](#))

با پیشرفت زیست‌شناسی، منتقدان توجه خود را به سیستم‌های پیچیده سلولی مانند سیستم ایمنی و ساختارهای پیچیده مولکولی مانند موتور تاژک باکتری‌ها معطوف کردند. با اینکه شیوه فرگشت پیچیده‌ترین سیستم‌های زیستی شناخته شده یا در دست تحقیق است، اما بهانه‌گیران دست بردار نیستند و با هر کشف تازه در زیست‌شناسی باید منتظر چنین خرده‌گیری‌هایی باشیم. (برای اطلاع بیشتر به بخش «پرستش شکاف‌ها» از کتاب پندار خدا نوشته [ریچارد داوکینز](#) مراجعه کنید).

مفهوم علمی «تصادف»

برخی دینداران منتقد نظریه فرگشت می‌گویند: امکان ندارد که نظم و پیچیدگی جهان جانداران «تصادفی» به وجود آمده باشد. و ادامه می‌دهند که حتی اگر نظریه ی فرگشت نیز درست باشد، حتماً باید خالق‌ی در این کار دخالت کرده و با طرح و تدبیر خود سیر فرگشتی را هدایت کرده و به اینجا رسانده باشد. این ایراد می‌تواند نشانگر بدفهمی عمیق نظریه فرگشت باشد. فرگشت تصادفی نیست. آنچه می‌توان گفت «تصادفی» است، جهش‌های ژنتیکی هستند. و جهش‌های ژنتیکی فقط به این معنا «تصادفی» هستند که وقوع‌شان محصول طرح و تدبیر کسی نیست. جهش ژنتیکی همان قدر «تصادفی» است که باران، آتشفشان، گردش سیارات یا هر پدیده طبیعی دیگر «تصادفی» است. موتور پیش‌برنده فرگشت (که همان گزینش فزاینده از میان جهش‌های ژنتیکی باشد) نیازمند طراحی نیست. و همین نکته است که زیرآب یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین برهان‌های خداآوری، یعنی برهان نظم را می‌زند.

در مورد کلمه «تصادف» در علم باید به نکات زیر توجه کرد:

۱- بعید بودن تصادف به معنی غیر ممکن بودن آن نیست. از احتمالات نمی‌توان برای رد رویدادهای پس‌گشتی (Backward) استفاده کرد. اگر فکر می‌کنید جز این است، این بازی را انجام دهید: تعداد کافی کارت تهیه کنید، آنها را از یک تا یک میلیارد شماره‌گذاری کنید (در صورتی که مایل باشید بیشتر) و بعد از بین این یک میلیارد کارت یکی را بیرون بکشید. تعجب نکردید؟! عددی بیرون آمد که احتمال بیرون آمدنش یک در میلیارد بود!

چطور چنین چیزی ممکن است؟! چطور چنین اتفاق بعیدی رخ داد؟ بازی را تکرار کنید، و هر بار بدون استثنا چنین اتفاق عجیبی می‌افتد!

۲- نباید تنها به عامل تصادفی فرگشت (جهش) توجه کرد و عامل غیر تصادفی یعنی گزینش یا انتخاب طبیعی را از نظر دور داشت. ریاضیدان آماتوری که به اخبار گوش می‌داد شنید: اجتماع صد نفره زنان بسیجی در تالار وحدت برگزار شد. او با خودش حساب کرد که احتمال اینکه هر انسانی زن باشد یک دوم است. پس احتمال اینکه همه ی آن صد نفر زن باشند $1/2$ به توان ۱۰۰ است. یعنی ۱ بر روی $۱۲۶۷۶۵۰۶۰۰۲۲۸۲۲۹۴۰۱۴۹۶۷۰۳۲۰۵۳۷۶$ است. ثانیاً احتمال بسیجی بودن یا نبودن یک زن یک دوم است، در نتیجه این عدد را باید در خودش ضرب کرد. پس جمع شدن تصادفی صد زن بسیجی در یکجا غیر ممکن است. ریاضیدان ما وجه گزینشی ماجرا یعنی «تنها زنان بسیجی دعوت می‌شوند» را فراموش کرده بود. منتقدان «تصادف»، اغلب گزینش جهش‌های تصادفی یعنی «بقای اصلح در اثر انتخاب طبیعی» فراموش می‌کنند.

۳- نباید مفهوم «فزاینده‌گی» را در مورد تصادف از نظر دور داشت. فزاینده‌گی بدین ترتیب است که پس از یک رویداد تصادفی، تصادف بعدی در میان اعضا انتخاب شده از تصادف اول انجام می‌شود. به عبارت دیگر در هر مرحله، محصولات تصادفی مرحله قبل که از صافی انتخاب طبیعی گذشته‌اند دچار تصادف جدیدی می‌شوند. نظم موجود در سیستم‌های طبیعی ناشی از این نوع تصادف است.¹⁰ اجزاء مختلف بر اثر این «تصادف»ها در کنار هم قرار می‌گیرند و حد واسط‌های ناپایدار از میان می‌روند و تنها اجزائی که به صورت پایداری با دیگر اجزاء در ارتباط هستند باقی می‌مانند. این فرآیند را گزینش فزاینده می‌نامند.¹¹ (ن.ک. برهان نظم و مسئله گزینش فزاینده)

بازی شیر یا خط زیر را در نظر بگیرید: چند هزار میلیارد سکه را روی زمین بریزید. آنهایی که شیر آمده‌اند را بردارید و بقیه را کنار بگذارید. سکه‌هایی را که برداشته‌اید دوباره روی زمین بریزید و فقط شیرها را بردارید. اگر این کار را چند میلیون بار تکرار کنید، سرانجام یک (یا چند تایی) سکه

¹⁰ البته اگر بخواهیم سیستم‌ها را منظم بدانیم، چرا که نظم ایده‌ای ذهنی است نه واقعیت خارجی. (ن. ک. بخش برهان نظم از کتاب نقد براهین وجود خدا).

¹¹ اگرچه ممکن است برای توضیح فرگشت، در نظم‌های پیچیده‌ای که از آغاز جهان با قوانین بنیادی فیزیکی‌اش شکل گرفته‌اند، فرض وجود خدا ضرورتی نداشته باشد، اما باز هم می‌توانیم وجود خدا را به عنوان منشا ایجاد همه چیزها فرض بگیریم. این ایده، کار چندانی برای خدا باقی نمی‌گذارد: خدایا! «تنها کار بیگ بنگ را سر و سامان بده و بعد برو استراحت کن و منتظر باش تا همه چیز خود به خود رخ دهد. شیمی-فیزیک‌دانی به نام پیتر آتکینز در کتاب شیوایش به نام خلقت، خدای تنبلی را فرض می‌گیرد که می‌کوشد تا آنجا که می‌تواند کار کمتری برای شروع همه چیز انجام دهد. آتکینز توضیح می‌دهد که چگونه هر مرحله از تاریخ کیهان توسط قوانین ساده فیزیکی، از دوره قبلی‌اش ناشی شده است. آنگاه میزان کاری را که لازم بوده که خدای تنبل انجام دهد کسر می‌کند و عاقبت نتیجه می‌گیرد که این کار مورد نیاز در واقع صفر است!» (بخشی از نوشتار نامحتملی خدا نوشته ریچارد داوکینز)

باقی خواهد ماند که تصادفاً میلیون‌ها بار، پشت سر هم شیر آمده است.¹² حال به جای «سکه‌ها»، جانداران را بگذارید، به جای «شیر آمدن» انطباق بهتر با محیط، و به جای «کنار گذاشتن بقیه»، انتخاب طبیعی را بگذارید. آیا «تصادف» فرگشت هنوز باورنکردنی می‌آید؟

چه شواهدی بر صحت نظریه فرگشت وجود دارد؟

هر نظریه علمی به وسیله شواهدی پشتیبانی می‌شود. فرگشت نیز بوسیله شواهد تجربی محکم و هم‌بسته‌ای در زیست‌شناسی و دیگر علوم حمایت می‌شود. هر کدام از این شواهد نه تنها مانند قطعه‌ای از یک پازل بقیه شواهد را تکمیل می‌کند، بلکه نتایج مستقل هر شاهد با نتایج مستقل منبع دیگر یکسان است. مثلاً یک فسیل‌شناس درختچه فرگشتی انسان را رسم می‌کند و یک متخصص ژنتیک نیز این درختچه را بر اساس ژنتیک رسم می‌کند. مشاهده می‌شود که درخت رسم شده در هر دو علم مشابه هم است. در اینجا تنها به شواهد معروف فرگشت اشاره مختصری می‌کنیم و از بحث‌های پیچیده زیستی شیمیایی و فیزیکی صرف نظر می‌کنیم.¹³

ممکن است در اینجا عده‌ای اعتراض کنند که چرا شواهدی را که در رد نظریه فرگشت وجود دارد را نمی‌گویید و یک‌طرفه به قاضی می‌روید؟ در پاسخ باید گفت: حتی یک شاهد علمی خلاف نظریه فرگشت وجود ندارد. به عبارت دیگر اگر مدرکی بر خلاف فرگشت وجود داشت دانشمندان اول از همه این نظریه را کنار می‌گذاشتند، یا تصحیح می‌کردند. البته انتقادات و ایرادهایی به

¹² می‌توانید ده‌ها بازی از این دست را در ذهن انجام دهید و ببینید که بعیدترین احتمالات نیز به صورت فزاینده، نه تنها ممکن بلکه عملی هستند. یک نمونه دیگر: یک سکه را روی زمین بیندازید، نتیجه شیر است. سکه دوم را بیندازید، این بار خط آمد. سکه را بردارید و آنقدر بیندازید تا شیر بیاید. حال به سراغ سکه سوم بروید و آنقدر بیندازید تا شیر بیاید. به همین ترتیب می‌توانید بی‌نهایت سکه روی زمین داشته باشید که همه آنها به صورت تصادفی شیر آمده‌اند.

¹³ بی‌توجهی و عدم آگاهی برخی از نویسندگان دینی سبب شده که در نقد نظریه فرگشت ابتدا شواهد و مدارک خیالی خود را برای «نظریه تخیلی فرگشت» که ساخته و پرداخته خودشان است ذکر کنند سپس از این شواهد تخیلی برای ابطال نظریه تخیلی فرگشت استفاده کنند. در «هزار و یک دلیل» (سید محمد شیرازی، ترجمه سید جمال الدین دین پرور- انتشارات دارالفکر، قم-۱۳۴۷) یکی از پر فروش‌ترین کتاب‌ها در نزد مسلمانان با چاپ‌های متعدد در چند کشور، می‌خوانیم: از داروین سوال می‌کنیم دلیل بر سخت چیست؟ داروین: دانش مرا وادار کرده این سخن را بگویم. سوال: آیا ممکن است ما آن دانش را بدانیم. آن علمی که تو را به سوی این تئوری کشانده است؟ داروین: آن علم این است که ما می‌بینیم انسان شبیه میمون است (!)... [سر انجام داروین و تفکرش سرافراکننده و شکست‌خورده می‌شوند] پس چرا سرگردانید و از این شاخه به آن شاخه می‌پرید و خود را به سنگلاخ می‌اندازید؟ آری کسانیکه خدا و دین او را نمی‌پذیرند به همین مشکلات مصائب برخورد خواهد کرد و سرانجام که به بن‌بست رسیدند بیدار می‌شوند. آن وقت مثلش مثل کسی است که حاضر نشود چیزی را از راه صحیح بفهمد و بعد از زحمت فراوان بالاخره به ناچار تسلیم می‌شود.

فرگشت می‌گیرند ولی این «انتقادات» بویی از علم نبرده اند و همگی از منبر و بازار بر می‌آیند تا از دانشگاه و آزمایشگاه. (ن. ک. [هفت انتقاد بی اساس به نظریه فرگشت](#))

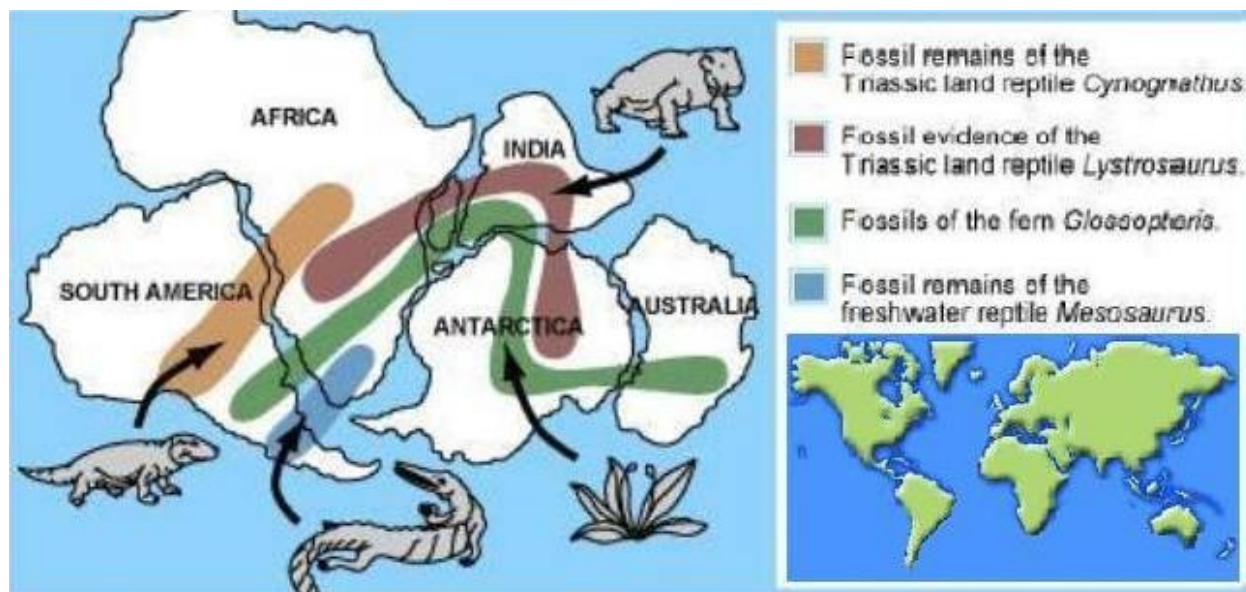
زمین‌شناسی

پژوهش‌های زمین‌شناسی بیانگر عمر طولانی سیاره زمین است. زمین در طول عمر خود دوران‌های متعددی را پشت سر گذاشته است. فرگشت جانداران نیز نیاز به زمان طولانی دارد.¹⁴ در نظریه فرگشت گفته شده که جانداران با تغییر محیط تغییر می‌کنند. بنابراین با تغییرات زمین، باید تغییر در جانداران نیز دیده شود. به بیان دیگر باید تحولات زمین و فسیل‌ها هماهنگ، مرتبط و معنی‌دار باشند. چنین پیوستگی در تمامی فسیل‌ها مشاهده می‌شود. به عنوان مثال فسیل‌های جانوران پشمالو مربوط به دوران‌هایی است که زمین‌شناسان آنها را عصر یخبندان می‌نامند. در مورد منشا حیات نیز بیومولکول‌ها و سلول‌ها تنها در شرایط خاص می‌توانند از ماده بیجان بوجود آیند و علم زمین‌شناسی با تعیین ویژگی‌های زمین اولیه این حقیقت را آشکار می‌کند که شرایط برای ایجاد مولکول اسیدهای آمینه، (مولکول‌های سنگ بنای حیات) مهیا بوده است. در واقع دانشمندان با شبیه‌سازی شرایط اولیه زمین در آزمایشگاه، شاهد ایجاد برخی از این اسیدهای آمینه بوده‌اند.

جغرافیای زیستی

هر گونه از جانداران در ناحیه جغرافیایی خاصی قرار دارد. جانداران هر منطقه جغرافیایی شباهت بیشتری با هم‌خانواده‌های ناحیه خود دارند، تا با جانداران دوردست. معروفترین این شباهت‌ها را در پستانداران استرالیا می‌توان یافت. بسیاری از پستانداران استرالیا مانند کانگور و کوآلا کیسه‌دار و مختص خود استرالیا و جزایر اقیانوسیه هستند. چنین شباهت‌هایی در مورد محل زندگی همه جانداران صادق است به طوری که گستره جغرافیایی هر گونه با تاریخچه فرگشتی آن ارتباط دارد. یکی از مواردی که داروین را به سمت نظریه فرگشت هدایت کرد این بود جانوران جزایر دور افتاده مانند خود آن جزایر از بقیه دنیا دور افتاده‌اند.

¹⁴ در زمان داروین برخی افراد با استناد به ناکافی بودن عمر زمین، فرگشت را بی‌ثمر می‌خواندند. مساله زمان یکی از درگیری‌های علم و دین بوده است. مسیحیان عمر جهان را چیزی در حدود ۶۰۰۰ هزار سال می‌دانستند که خدا آن را ظرف هفت روز آفریده است. (به گفته قرآن، الله زمین را در شش روز آفریده، البته با اندکی اشتباه محاسباتی!) با پیشرفت علم زمین‌شناسی بحث‌های گسترده‌ای در این زمینه در گرفت؛ اما در نهایت دینداران در یک عقب‌نشینی اعلام کردند روزهای ذکر شده در تورات و قرآن به معنی دوران هستند. (تاریخ علم و دین همواره شاهد این عقب‌نشینی و توجیه‌ها بوده است، در مورد نظریه فرگشت نیز پاپ ژان پل دوم و برخی علمای اسلام بعد از گذشت صد و چند سالی از ارائه نظریه فرگشت آن را پذیرفته‌اند).



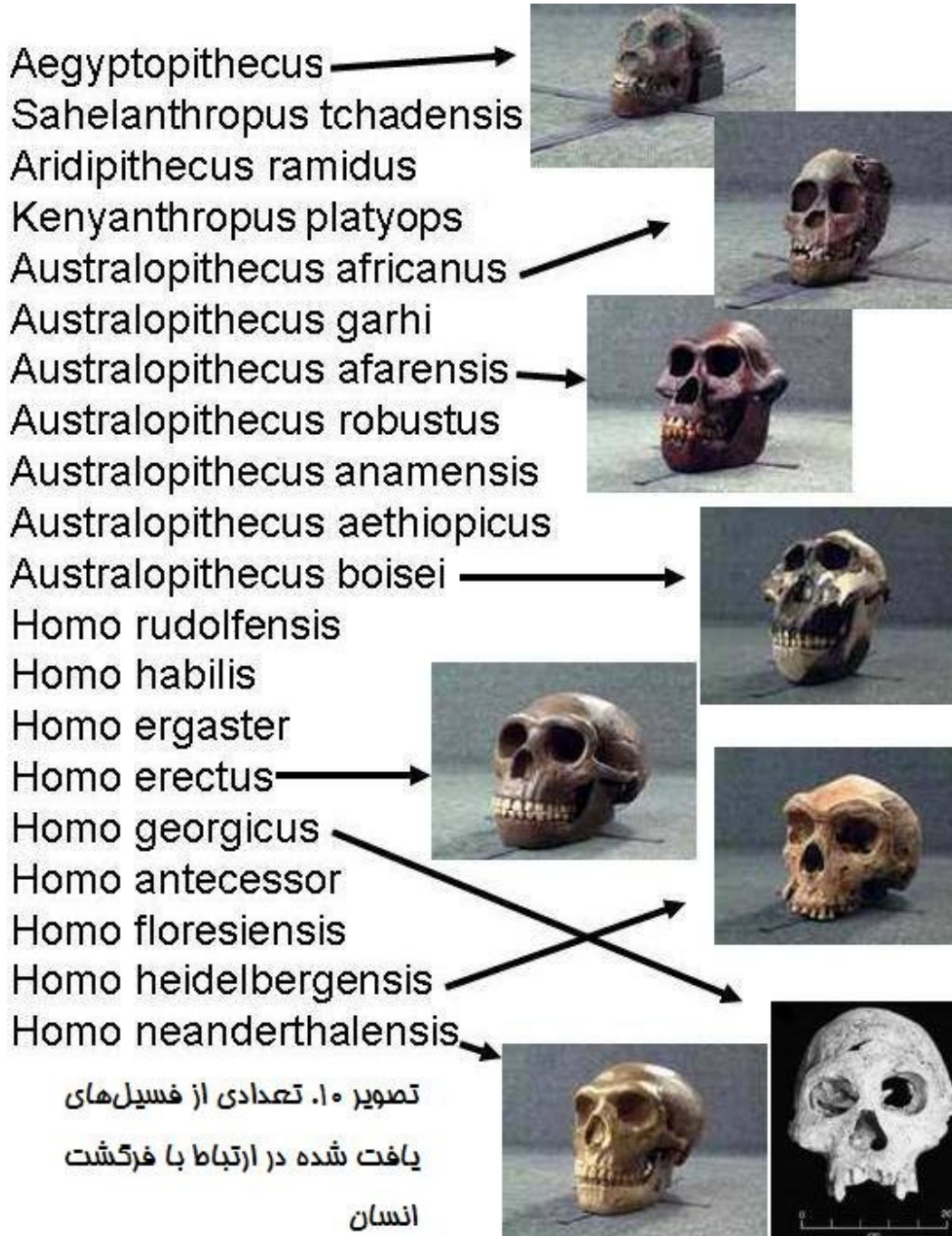
تصویر ۹. پیوستگی فسیل‌ها در قاره‌های دور از هم با
مغرافیایی این قاره‌ها در میلیون‌ها سال قبل ارتباط دارد.

فسیل‌شناسی

در فسیل‌ها می‌توان حوادث چند میلیون ساله فرگشتی را مشاهده کرد. فسیل‌ها در چین‌های زمین‌شناسی ماندن کلمات در کتاب تاریخ طبیعی هستند. هر گاه فسیلی یافت می‌شود، ابتدا عمر آن بوسیله نیمه عمر عناصر رادیو اکتیو تعیین می‌شود. سپس متخصصان فسیل‌شناسی اجزاء آنرا جزء به جزء بررسی می‌کنند تا ببینند مربوط به چه جانوری است. بسیاری از فسیل‌ها حد واسط فرگشتی میان دو جاندار هستند. برخی فسیل‌ها، شاهدهی بر فرگشت بین دو گروه از جانداران مانند دایناسورها و پرندگان هستند. هر چه تعداد فسیل‌های یافت شده میان دو جاندار بیشتر باشد، تصویر روشن‌تری از تاریخ طبیعی بدست می‌آید.

با توجه به سخت بودن شرایط تشکیل فسیل‌ها، کاملاً طبیعی است که بین دو فسیل حد واسط شکاف‌هایی یافت شود که «حلقه‌های مفقوده» نامیده می‌شوند. در زمان داروین تعداد حلقه‌های مفقوده بسیار زیاد بود، اما از آن تاریخ رده کاملی از فسیل‌ها بین دایناسورها و پرندگان، چهارپایان و پستانداران دریایی و میمون‌ها و انسان‌ها یافت شده است. باید توجه داشت که ممکن است فسیل حلقه‌ای مفقوده در جایی قرار داشته باشد که هیچگاه آنرا پیدا نکنیم و یا حتی هیچ فسیلی از جاندار مورد نظر تشکیل نشده باشد. با این وجود تاریخچه فرگشتی جانداران را می‌توان با استفاده از روش‌های کارآمدی چون آناتومی مقایسه‌ای و شواهد مولکولی نیز معین کرد. علاوه بر این، نباید از کارآگاهان جنایی انتظار داشت که از لحظه به لحظه

وقوع جنایت فیلم برداری کرده باشد. (اگر قاضی چنین مدرکی از کاراگاه بخواهد شما در مورد عقل قاضی چه قضاوتی می‌کنید؟)



آناتومی مقایسه‌ای

شباهت و تفاوت‌های اندام‌ها و دستگاه‌های جانداران کاملاً معنادار و در راستای سیر فرگشتی آنها است. تمام مهره‌داران چارچوب اسکلتی یکسانی دارند و تفاوت‌ها متناسب با فاصله فرگشتی دو گونه است. اندام‌های ظاهراً متفاوت مثل بال پرندگان و دست پستانداران اسکلت یکسانی دارند. وجود اندام‌های همساخت¹⁵ تنها با نظریه فرگشت توجیه‌پذیر است¹⁶. نکته دیگر اینکه تفاوت و شباهت همه ساختارهای دو گونه کاملاً همسان است. مثلاً ارتباط فرگشتی دستگاه گوارش انسان و گوزن با ارتباط دستگاه عصبی یا سیستم ایمنی و همه دستگاه‌ها و اندام‌های این دو گونه یکسان است.

ساختارهای ناقص¹⁷: از آنجا که انتخاب طبیعی تنها بر جمعیت‌های موجود اثر می‌کند، مشاهده اینکه ساختاری به درستی با نیازهای جاندار سازگار نباشد، عجیب نیست. تعداد مهره‌های گردن مهره‌داران زیاد و مثلاً در غازها ۲۵ عدد است، ولی گردن پستانداران تنها ۷ مهره دارد. گردن دراز زرافه نیز تنها ۷ مهره دارد، در نتیجه گردن به این درازی هیچگونه انعطاف‌پذیری ندارد. نمونه دیگری از این طرح‌های ناقص¹⁸ چشم مهره‌داران مانند انسان است. شبکه عصبی موجود در چشم به گونه‌ای است که یک نقطه کور در گستره بینایی بوجود می‌آورد (با اینکه ساختار چشم تصویر کاملی را بر روی شبکیه ایجاد می‌کند تنها بخشی از این تصویر به مغز می‌رسد) درحالی که چشم بی‌مهرگان گستره بینایی کامل دارد. اگر دوربینی بخريد که مانند چشم انسان نقطه کوری در آن وجود داشته باشد، لحظه‌ای در پس دادن دوربین تردید نخواهید کرد. (آزمون نقطه کور)

¹⁵ Homologous structures

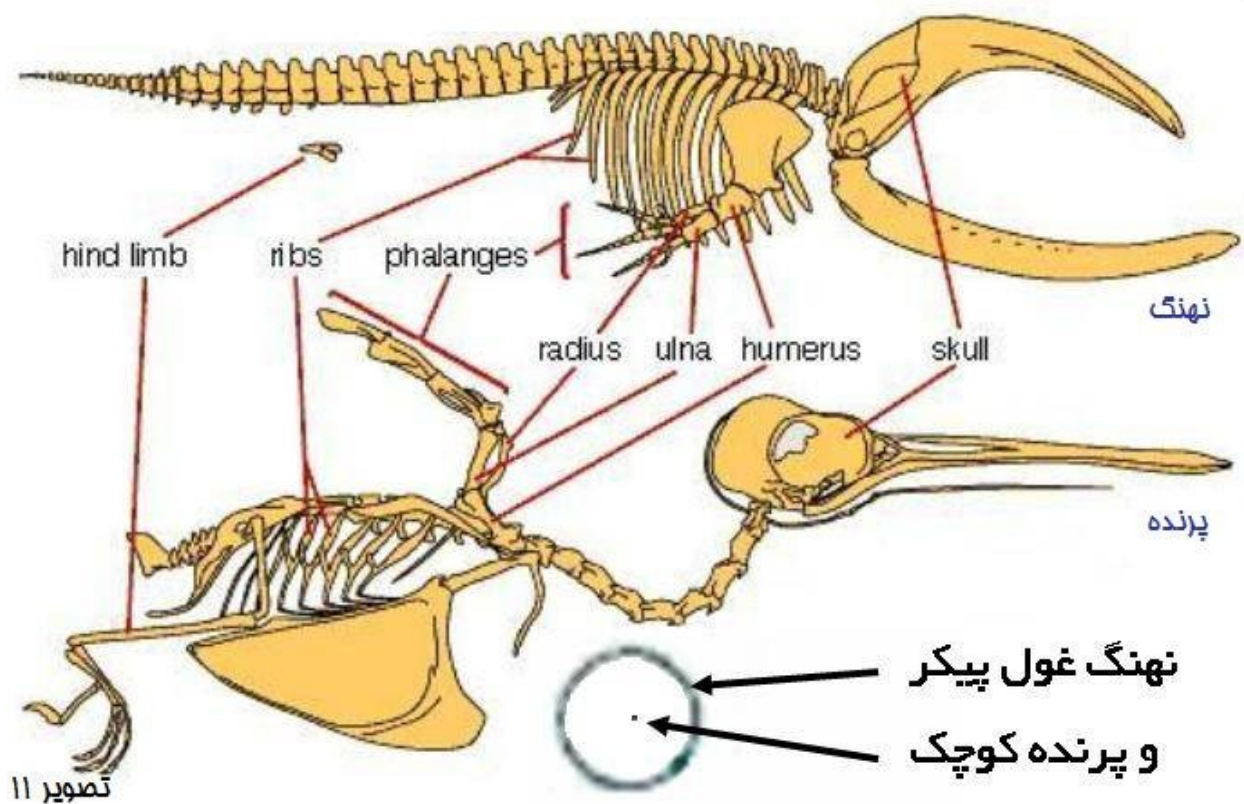
¹⁶ طرفداران خلقت نیز توجیه جالبی برای این همسانی‌ها دارند: همانطور که همه ساختمان‌های ساخته شده توسط یک مهندس تفاوت ظاهری و شباهت پایه‌ای دارند، موجودات نیز که آفریده خالق هستند مشابه هم هستند. در اینجا باید به دو نکته توجه کرد: یکی پندار اشتباه شباهت ساخته‌های بشر با اندام‌های طبیعی است. همه اجزاء ساخته‌های دست بشر مثل ساعت در جهت رسیدن به هدفی مشخص مثل تعیین زمان، عمل می‌کنند، در حالی که در فرگشت، اندام‌ها هدفی ندارند. دوم اینکه هیچ مهندسی عمداً قسمت‌های ناقص، بی‌مصرف و حتی مخرب را در ساختمان‌ش طراحی نمی‌کند، در حالیکه اگر جانداران (و کلاً جهان) خالقی داشته باشند، باید گفت که آن خالق به اندازه کم‌هوش‌ترین مهندسان توانایی درک این موضوع را نداشته است. در ادامه نوشتار توضیح مختصری در این مورد داده شده است.

¹⁷ Imperfect Structures

¹⁸ Imperfect design یا طراحی ناقص را مقایسه کنید با یکی از جدیدترین اصطلاحات اختراع شده توسط طرفداران خلقت یعنی

آفرینش هوشمندانه یا Intelligent design

ساختارهای باقیمانده¹⁹: اندامهایی هستند که هیچ فایده‌ای برای جاندار ندارند و تنها باقی مانده اندامهای اجداد آن جاندار هستند. این اندامها کاربردی ندارند، ولی سلولهای آنها بیهوده انرژی و مواد غذایی مصرف می‌کند. به وزن جاندار می‌افزایند که سبب نیاز به انرژی حرکتی بیشتر می‌شود. این اندامها حجمی را در بدن جاندار اشغال می‌کنند و عملکرد دیگر اندامها را کاهش می‌دهند و در نهایت ممکن است دچار جراحت یا عفونت شوند. چند نمونه: چشم‌های نابینا در ماهی‌های کور غار، باقیمانده استخوان پا در نهنگ و مار بوا در حالی که پا ندارند، ناخن در باله گاو دریایی، انگشت در بال بعضی پرندگان، آپاندیس، مهره‌های دم و بیش از صد عضو بی‌فایده دیگر در انسان.



¹⁹ Vestigial structures

جنین‌شناسی مقایسه‌ای

شباهت جنین جانداران آنچنان زیاد است که تشخیص جنین پرنده از پستاندار در نگاه اول میسر نیست. جنین هر گروه از جانداران و مراحل رشد و نمو آن مشابه است. مثلاً شکل و مراحل نمو جنین تمامی پستانداران مانند هم است و میزان تفاوت‌های جزئی با رابطه فرگشتی مطابقت دارد. مطالعه جنین‌ها از تخم ماهی‌ها تا پستانداران، بخش مهمی از پژوهش‌های فرگشتی را شامل می‌شود.

زیست‌شناسی مولکولی

«هدف زیست‌شناسی نوین، درک و توجیه خصوصیات موجودات زنده بر حسب ساختار مولکول‌های تشکیل دهنده آن است.» (فرانسوا ژاکوب، ۱۹۷۲) در قرن بیستم علم زیست‌شناسی وارد دنیای مولکول‌ها شد و علوم مولکولی مانند بیوشیمی و ژنتیک تمام زمینه‌های این علم را تحت تاثیر قرار دادند. فرگشت نه تنها در سطح مولکول‌ها قابل مشاهده است بلکه ویژگی‌های بیومولکول‌ها را تنها با فرگشت می‌توان توجیه کرد.

مقایسه مولکول‌ها یکی از بهترین روش‌های مطالعه فرگشت است. با پایان یافتن پروژه ژنوم انسان و مقایسه آن با پروژه ژنوم شامپازه مشاهده شد که این دو ژنوم تنها ۱.۶٪ اختلاف دارند. با پیشرفت روش‌های استخراج ژن دانشمندان توانستند در یک پروژه حیرت‌انگیز، ژن‌های یک فسیل ۳۲ هزار ساله انسان نئاندرتال²⁰ (گونه‌ای منقرض شده از جنس انسان) را استخراج کرده و رابطه مولکولی این فسیل را با انسان‌های ساپینس²¹ (انسان امروزی و تنها گونه باقیمانده از جنس انسان) را مشخص نمایند²².

²⁰ Homo neanderthalensis

²¹ Homo sapiens

²² این فسیل در سال ۱۸۵۶ در نزدیکی دوسلدورف آلمان پیدا شده بود. استخراج و تکثیر ژن‌های mtDNA فسیل و مقایسه آن با بخش معادل در ژنوم انسان ساپینس نشان داد که جد مشترک انسان امروزی و نئاندرتال‌ها حدود ۶۰۰ هزار سال پیش زندگی می‌کرده؛ و نئاندرتال یک حد واسط فرگشتی بین شانپانزه و انسان نیست، بلکه یک بن‌بست (dead end) فرگشتی بوده که هم‌اکنون نسل آن منقرض شده است.

کد ۱۵۳ حرفی میوگلوبین انسان و شامپانزه تنها در یک حرف اختلاف دارد	
GLSDGEWQLVLNVWVGKVEDAIPGHGQEV LIRLFKGH PETLEK FDKFHLKSEDEMKASEDLKKGILKKKHGATVLTALKKKGHH EAEIKPLAQSHATKHKIPVKYLEFISECIIQVH SKHPGDFGADA QGAMNKALELFRKDMASNYKELGFQG	انسان ساپینس
GLSDGEWQLVLNVWVGKVEDAIPGHGQEV LIRLFKGH PETLEK FDKFHLKSEDEMKASEDLKKGILKKKHGATVLTALKKKGHH EAEIKPLAQSHATKHKIPVKYLEFISECIIQVQ SKHPGDFGADA QGAMNKALELFRKDMASNYKELGFQG	شامپانزه

در سالهای پایانی قرن بیستم با همه‌گیر شدن استفاده از کامپیوتر و اینترنت، امکان تحلیل حجم بالایی از اطلاعات مولکولی فراهم شد. امروزه هر دانشجوی زیست‌شناسی می‌تواند با مراجعه به بانک‌های اطلاعاتی آنلاین به صورت رایگان، مولکول مورد نظرش را با همه مولکول‌هایی که تاکنون کشف شده مقایسه کند، سپس این اطلاعات را به کمک نرم‌افزارهای پیشرفته تحلیل کند. به همین دلیل زیست‌شناسی مولکولی به سریع‌ترین و دقیق‌ترین روش در پژوهش‌های فرگشتی تبدیل شده است.

وارسی مولکولی فرگشت تنها به مقایسه کدهای مولکول‌ها محدود نمی‌شود، بلکه در سطحی بالاتر به ساختار سه‌بعدی و بخش عمل‌کننده مولکول‌ها²³، خواص بیوفیزیکی آنها و سیستم‌های شبیه‌سازی فرگشت مولکولی نیز توجه می‌شود. از سوی دیگر، مسائلی که در بخش آناتومی مقایسه‌ای ذکر شد در بخش مولکولی هم وجود دارد: همسانی، همساختی، همسویی، ساختارهای ناقص و ساختارهای باقیمانده و بی‌فایده.



تصویر ۱۲. بررسی بیومولکول‌ها به وسیله نرم‌افزارهای کامپیوتری و بانک‌های اطلاعاتی آنلاین انجام می‌شود.

²³ Active site

پیش‌بینی‌ها

نظریه‌های علمی دارای خصوصیات «توانایی پیشگویی» و «ابطال‌پذیری» هستند. (ن.ک. علم و ماوراء الطبیعه بخش خصوصیات علم) نظریه فرگشت این پیشگویی قوی را دارد که حتی اگر یک فسیل در چینۀ زمین‌شناختی نادرست یافت شود، کل نظریه بر باد فنا می‌رود. به رغم افسانه‌های کذب از آب درآمدۀ خلقت‌گرایان (معتقدان آفرینش) که مثلاً گفته‌اند جمجمۀ انسان در غار میژر، یا رد پای انسان در میان فسیل‌های دایناسورها کشف شده، تاکنون حقیقتاً هیچ فسیل نابهنگام اینچنینی یافت نشده است.

ویژگی‌های جد مشترک دو گونه ی خویشاوند را می‌توان بدون وجود هر گونه شاهد فسیلی، تعیین کرد. تا پیش از دهه ۹۰ جانورشناسان می‌دانستند که خرس‌سانان و سگ‌سانان پسرعموهای فرگشتی هم هستند و خصوصیات جد مشترک آنها را ذکر کرده بودند، ولی فسیلی در این مورد یافت نشده بود. تا اینکه در سال ۱۹۹۶ فسیلی که ویژگی‌های آن قبلاً ثبت شده بود در آلمان یافت شد. صدها مورد از این دست در ژورنال‌های تخصصی بیولوژی به ثبت رسیده است. امروزه با مشخص بودن تاریخچه فرگشتی جانداران، بیشتر فسیل‌هایی که یافت می‌شوند گمشده‌های آشنا هستند تا غریبه‌های نا آشنا.

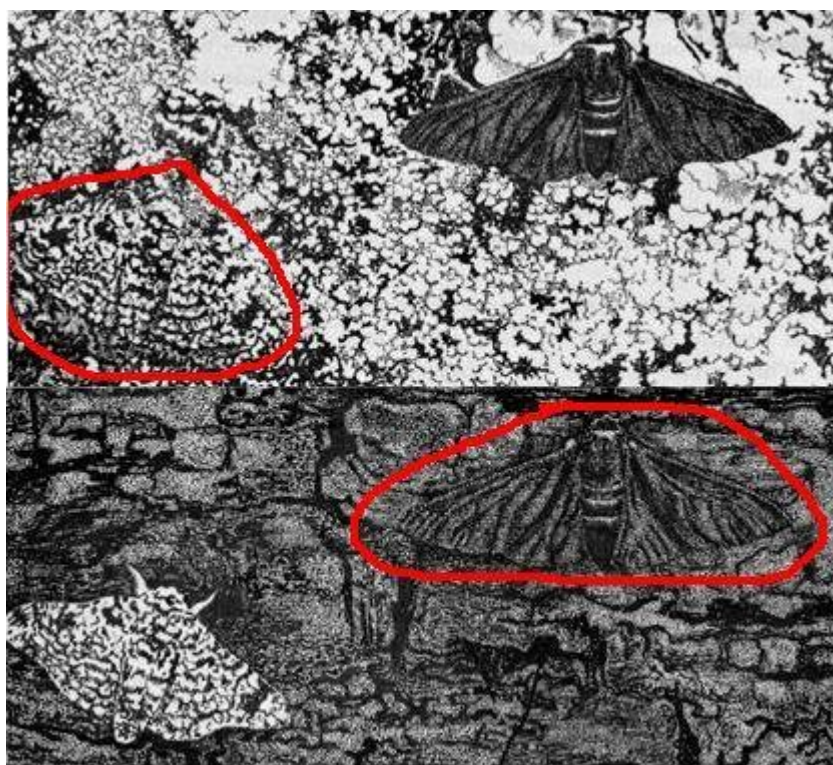
فرگشت در پیش رو

مکانیسم فرگشت را باید در طبیعت یا آزمایشگاه مطالعه کرد. اما سرعت تولید مثل جاندارانی مثل انسان آنقدر کند است که برای مشاهده فرگشت آن باید چند صد هزار یا حتی میلیون‌ها سال صبر کرد. اما بسیاری از جانداران دارای تولید مثل سریع هستند به طوری که در عرض چند سال می‌توان چند صد نسل از آنها را مشاهده کرد. مگس میوه یکی از بهترین نمونه‌های آزمایشگاهی برای مطالعه فرگشت است زیرا هر روز تولید مثل می‌کند، و در هر سال می‌توان ۳۶۵ نسل از آنها بررسی کرد. سرعت تکثیر باکتری‌ها از این هم بیشتر است به طوری که می‌توان در هر شبانه‌روز تا ۴۰ نسل از آنها را مطالعه کرد.

یک نمونه کلاسیک از مشاهده فرگشت در طبیعت، تغییر رنگ صنعتی²⁴ در پروانه‌های منچستر است. تا قرن نوزدهم، شب‌پره‌های منچستر عموماً سفیدرنگ بودند و بر سطح درخت‌های سفید

²⁴ Industrial melanism نمونه‌های فراوانی از تغییر رنگ صنعتی به ثبت رسیده است. در هر گوشه دنیا که دستکاری‌های انسان رنگ محیط را تغییر می‌دهد، جانداران نیز متحمل تغییرات رنگی می‌شوند.

رنگ به خوبی استتار می‌شدند. در اثر انقلاب صنعتی، و ایجاد کارخانه‌های دودزای فراوان در آن منطقه، سطح درخت‌های منچستر دود زده و سیاه رنگ شد. در سطح درختان تیره و تار، پرنده‌گان به راحتی می‌توانستند بال‌های سفید شب‌پره‌ها را تشخیص دهند و آنها را شکار کنند. در چنین شرایطی یک شب‌پره سیاه شانس بیشتری داشت تا از چشم شکارچیان گرسنه مخفی بماند و بتواند تولید مثل کند. در عمل همین امر رخ داد. در اثر جهش تصادفی ژنتیکی، شب‌پره‌های سیاه رنگی ایجاد شدند. این شب‌پره‌ها به خاطر مزیت استتار بیشتر توانستند، بهتر از اقوام سفید رنگشان از دید پرنده‌گان شکارچی مخفی بمانند و تولید مثل کنند. در نتیجه، ظرف چند سال شب‌پره‌های سیاه در منچستر فراوان‌تر از شب‌پره‌های سفید شدند. اما در قرن بیستم، با پیشرفت فناوری و کاهش آلودگی هوا، وضعیت هوای منچستر هم بهتر شد. چون هوا دیگر مانند قبل تیره و تار نبود، درخت‌ها هم کم‌کم رنگ طبیعی خود را بازیافتند و مزیت استتار شب‌پره‌های سیاه هم از بین رفت. و باز شب‌پره‌های سفید در جمعیت غلبه یافتند.



تصویر ۱۳. بالا: رنگ طبیعی درفت‌ها، پایین: درفت‌های دودزده

دانشمندان صدها مورد از فرگشت جانداران را در طبیعت مشاهده کرده‌اند و هر روزه این فرآیندها در آزمایشگاه مورد پژوهش قرار می‌گیرد.

نگاهی به آینده

هدف مطالعه نظریه فرگشت، اثبات آن به دینداران نیست، بلکه همانطور که شیمیدان باید اتم را بشناسد تا مواد شیمیایی را در راه رفاه انسان (و متأسفانه گاهی بر علیه انسان‌ها) به کار گیرد، زیست‌شناس نیز باید فرگشت را درک کند و بکار بندد. نظریه فرگشت، تاریخ زیست‌شناسی را به دوران پیشرفت و زاینده‌گی رساند. در قرن بیستم، کشف سازوکار پدیده‌های زیستی باعث شکوفایی پزشکی، کشاورزی، دامداری و صنعت شده است. شناخت پیشینه طبیعی انسان نگرش علوم انسانی همچون فلسفه، جامعه‌شناسی و روانشناسی را تحت تاثیر قرار داده است تا با آگاهی از نیازها، امکانات و محدودیت‌های حقیقی بشر دیدگاه و راهکارهای خود را اصلاح کنند.

اولین سال‌های قرن بیست و یکم شاهد بزرگترین پژوهش‌های فرگشتی بوده است. با پایان پروژه ژنوم ماهی بادکنکی²⁵ (در سال ۲۰۰۲) و نوعی موش²⁶ (در سال ۲۰۰۲)، و مقایسه تطبیقی آن با ژنوم انسان (سال ۲۰۰۱) شاهراه فراخی برای شناخت و درمان بیماری‌های ژنتیکی انسان فراهم شده است. پروژه ژنوم شامپانزه (در حال انجام) و بررسی رابطه فرگشتی آن با ژنوم انسان راه را برای درک هر چه بیشتر سازوکارهای عصبی و ذهنی انسان هموار کرده است. با تکمیل این پژوهش‌ها خودمان را بهتر خواهیم شناخت. هم‌اکنون پروژه‌های فرگشتی گسترده‌ای در سرتاسر جهان در حال انجام هستند که با ادامه این روند پزشکی، کشاورزی و دامداری و صنعت به ابزارهای فوق‌العاده کارآمدی مجهز خواهند شد. به همین سبب است که قرن بیست و یکم را عصر بیوتکنولوژی یا فناوری زیستی نامیده‌اند.

مبلغان دینی به کلمه نمی‌دانیم علاقه خاصی دارند. آموزه‌ای در کلام آنهاست که فضیلتی برای جهل قائل می‌شود. هر جا جهلی است، پایگاهی برای خود می‌یابند و هر گاه نوری بر جهلی تابید، تلاش می‌کنند دانش را به جهل و ابهام مبدل کنند. «هنوز هیچ دانشمندی علتش را توضیح نداده، پس حق با ما است.» یا «علتش آن نیست که علم می‌گوید، پس حق با ماست.» به قول ریچار داوکینز: «[دین‌پیشگان می‌گویند] اگر نمی‌دانید که چیزی چگونه کار می‌کند، نگران نباشید: رهایش کنید و بگویید کار خداست. نمی‌دانید ضربان عصبی چگونه کار می‌کند؟ بسیار خوب! نمی‌دانید چگونه خاطرات در مغز ثبت می‌شوند؟ چه عالی! آیا پیچیدگی فرآیند فتوسنتز

²⁵ The Tiger Pufferfish (Fugu rubripes)

²⁶ Mus musculus

سرگیجه آور است؟ مرحباً! لطفاً دنبال حل این مسائل نروید. اصلاً ولشان کنید، و به درگاه خدا متوسل شوید. دانشمند عزیز، روی رازهایت کار نکن. رازهایت را برای ما بیاور، چون به درمان می‌خورند. جهل ذی‌قیمت را با تحقیق خود هدر نده.»

اما این شوق دانستن است که دانشمندان و خردمندان را پیش می‌برد تا حقیقت را بشناسند و دانش را هرچه پربارتر سازند. جای تاسف است که در این میان عده‌ای گوهر حقیقت را فرو می‌نهند و خیره‌سرانه زیر پوستین ژنده موهومات باستانی می‌خزند.

نویسنده: [فرخ فریزوه](#) (ویرایش ۸۹)

معرفی منابع انگلیسی برای علاقمندان:

[/http://tolweb.org/tree](http://tolweb.org/tree) پروژه درخت حیات در وب
[/http://machineslikeus.com](http://machineslikeus.com) ماشین‌هایی چون ما
[/http://www.aboutdarwin.com](http://www.aboutdarwin.com) همه چیز در مورد داروین
[/http://www.epjournal.net](http://www.epjournal.net) مقالات ژورنال روانشناسی فرگشتی
<http://ncse.com/evolution> مرکز ملی آموزش علم، بخش فرگشت
[/http://www.leakeyfoundation.org](http://www.leakeyfoundation.org) بنیاد لیکلی در مورد منشا انسان
[/http://www.eowilson.org](http://www.eowilson.org) بنیاد ای. ا. ویلسون برای حفظ تنوع زیستی
<http://evolve.zoo.ox.ac.uk> زیست‌شناسی فرگشتی در دانشگاه آکسفورد
[/http://evolution.berkeley.edu](http://evolution.berkeley.edu) زیست‌شناسی فرگشتی در دانشگاه برکلی
[/http://www.oeb.harvard.edu](http://www.oeb.harvard.edu) زیست‌شناسی فرگشتی در دانشگاه هاروارد
[/http://www.bbc.co.uk/darwin](http://www.bbc.co.uk/darwin) درگاه اطلاعاتی داروین در سایت بی‌بی‌سی
[/http://www.anth.ucsb.edu/projects/human](http://www.anth.ucsb.edu/projects/human) گالری سه‌بعدی فسیل‌های انسان
[/http://www.richarddawkins.net](http://www.richarddawkins.net) سایت رسمی زیست‌شناس فرگشتی ریچارد داوکینز
<http://www.newscientist.com/topic/evolution> تازه‌های فرگشت در مجله نیوساینتیست
[/http://scienceblogs.com/pharyngula](http://scienceblogs.com/pharyngula) وبلاگ مشهور پی‌زی مایرز زیست‌شناس آمریکایی
[/http://humanorigins.si.edu](http://humanorigins.si.edu) برنامه ریشه‌یابی فرگشتی انسان در موسسه اسمیتسونین
[/http://www.becominghuman.org](http://www.becominghuman.org) بررسی خاستگاه انسان امروزی به صورت چندرسانه‌ای
<http://mcb.harvard.edu/BioLinks/Evolution.html> لینک‌های منابع برای فرگشت در هاروارد
[/http://www.sciencedaily.com/news/fossils_ruins/evolution](http://www.sciencedaily.com/news/fossils_ruins/evolution) اخبار فرگشت در ساینس‌دیلی
[/http://pbs.org/wgbh/evolution](http://pbs.org/wgbh/evolution) مستند مشهور فرگشت و مقالات آموزشی در سطح مبتدی
[/http://www.talkorigins.org](http://www.talkorigins.org) آرشیو عظیم مقالات در مورد علم فرگشت و منتقد خلقت‌گرایی
<http://science.howstuffworks.com/biology-terms/evolution-info.htm> چیزها چگونه کار می‌کنند
[/http://library.thinkquest.org/C004367](http://library.thinkquest.org/C004367) آشنایی با همانندسازها در فرگشت زیستی و فرهنگی
<http://emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/biobooktoc.html> کتاب‌های رایگان زیست‌شناسی

برای بازدید از فهرست کاملتری از منابع فرگشتی به زبان‌های مختلف مراجعه فرمایید به:

<http://fargasht.wordpress.com/2009/09/06/evolution> و <http://fargasht.wordpress.com/link>



کاری از پروژه فرگشت