

✓ کارنیل، بزرگترین شبکه موفقیت ایرانیان می باشد، که افرادی زیادی توانسته اند با آن به موفقیت برسند، فاطمه رتبه ۱۱ کنکور کارشناسی، محمد حسین رتبه ۶۸ کنکور کارشناسی، سپیده رتبه ۳ کنکور ارشد، مریم و همسرش راه اندازی تولیدی مانتو، امیر راه اندازی فروشگاه اینترنتی، کیوان پیوستن به تیم تراکتور سازی تبریز، میلاد پیوستن به تیم صبا، مهسا تحصیل در ایتالیا، و..... این موارد گوشه از افرادی بودند که با کارنیل به موفقیت رسیده اند،

شما هم می توانید موفقیت خود را با کارنیل شروع کنید. برای پیوستن به تیم کارنیلی های موفق روی

لینک زیر کلیک کنید.

www.karnil.com

WWW.KARNIL.COM

تخت‌گاز

ده هزار ساله



چگونه تمدن، به تکامل انسان شتاب بخشید

گرگوری کوچران • هنری هارپندینگ



سخن مترجم

این اثر، تنها برای کسانی رایگان است که از توان مالی لازم برای خرید آن برخوردار نیستند.

از سایرین تقاضا می‌شود چنانچه این اثر را راهگشا یافتند با پرداخت هزینه‌ی کتاب، از

مترجم و این شکل نوین از نشر حمایت کنند.

کسانی که در ایران زندگی می‌کنند از طریق:

سپهر کارت صادرات

صاحب حساب: خدیجه خامه‌سیفی

شماره کارت: ۶۰۳۷ ۶۹۱۱ ۳۳۷۸ ۸۰۳۴

یا

سپهر صادرات

صاحب حساب: خدیجه خامه‌سیفی

شماره حساب: ۰۳۲۹۵۰۰۳۲۵۰۰۳

و کسانی که در خارج از کشور زندگی می‌کنند از طریق

تماس با مترجم: ۰۹۱۵۸۲۵۱۹۳۲

یا

ایمیل: suseleng@yahoo.com

نسخه‌ی الکترونیک این بخش و سایر بخش‌ها در آدرس زیر موجود است:

Arash-Hosseinian.blogspot.com

«تخت گاز ده هزار ساله»

بخش اول

This is a Persian translation of

Part one of “*The 10,000 year explosion*”

By Greg Cochran and Henry Harpending

Published by Basic Books, 2009

«تخت گاز ده هزارساله»

چگونه تمدن به تکامل انسان شتاب بخشید

جلد اول: نگاهی به باور مرسوم

اثر: گرگوری کوچران . هنری هارپندینگ

ترجمه و تنظیم: آرش حسینیان

چاپ اول: اینترنتی / تیر ۱۳۹۳

تصاویر عمدتاً جنبه‌ی تزئینی داشته و توسط مترجم به متن افزوده شده است.



هرگونه‌ی استفاده‌ی منصفانه و غیرانحصاری از نسخه‌ی فارسی این اثر، از نظر مترجم بدون اشکال است.

ترجمہی این اثر تقدیم می‌شود به

امیر حسین آریان‌پور

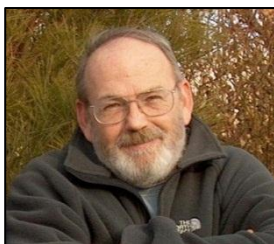
توضیح مترجم

به دور از درازگویی، به ذکر چند نکته بسنده می‌کنم:

۱. آنچه پیش‌رو دارید ترجمه‌ی بخش اول از کتاب «تخت‌کازِ ده‌هزارساله» است. اگر زمانه یاری دهد این کتاب نهایتاً در قالب ۷ بخش به تدریج به فارسی برگردانده خواهد شد.
۲. با اینکه نثر نویسندگان بسیار شیوا و ساده است، اما همچنان به نظر می‌رسد برای فهم دقیق دیدگاه‌های مطرح‌شده در کتاب، آشنایی مقدماتی با علم ژنتیک ضروری باشد. به این منظور، خوانندگان می‌توانند به فصل چهارم از کتاب «مبانی شناخت انسان» که توسط همین مترجم به فارسی برگردانده شده است یا کتابهای مشابه رجوع کنند. نسخه‌ی الکترونیک این کتاب در آدرس زیر موجود است:
<http://arash-hosseinian.blogspot.com>



۳. گرگوری کوچران، یک پزشک آمریکایی (متولد ۱۹۵۳) است که در دانشگاه یوتا در شاخه‌ی انسان‌شناسی تدریس می‌کند. شهرت او، به دلیل فرضیه‌هایی است که در شاخه‌های «پزشکی تکاملی» و «انسان‌شناسی ژنتیکی» مطرح کرده است.



۴. هنری هارپندینگ، یک آمریکایی (متولد ۱۹۴۴) تحصیل‌کرده‌ی دانشگاه هاروارد است. او در دانشگاه یوتا در رشته‌های «انسان‌شناسی» و «ژنتیک جمعیت» تدریس می‌کند.

۵. در این کتاب، از ابزار «آبرپیوند» استفاده شده است. از این رو، خوانندگان می‌توانند با گرفتن همزمان دکمه‌ی Ctrl در کیبورد، و کلیک کردن بر روی کلماتی که با رنگ آبی مشخص شده‌اند، به صفحات ویکی‌پدیای این کلمات راه یابند و در آن مورد بیشتر بدانند.

آرش حسینیان

تیر ۱۳۹۳

پیشگفتار

در بخش اعظم قرن گذشته، باور مرسوم در علوم اجتماعی این بوده است که تکامل زیستی انسان مدت‌ها پیش متوقف شده است- در جدیدترین نسخه از این باور، تکامل زیستی انسان امروزی، از حدوداً ۵۰ هزار سال پیش که از آفریقا به دیگر نقاط جهان پراکنده شد متوقف شده است. معنای این باور این است که سازوکار ذهن تمامی انسان‌های امروزی یکی است- نوعی «یگانگی روانی بشریت». قطعاً اگر چنین چیزی واقعیت داشت زندگی می‌توانست بسیار ساده‌تر از چیزی باشد که هم‌اکنون هست. متأسفانه، باور به متوقف‌شدن تکامل زیستی انسان، در مورد ویژگی‌های بدنی انسان نیز به چشم می‌خورد. طبق این باور، انسان‌های همه‌ی نقاط جهان، از نظر بدنی نیز یکسان هستند. اما برای ما روشن است که این باور نادرست است، و تکامل زیستی انسان در تمامی این دوره‌ها ادامه داشته است. به واقع، در پرتو نظریه‌ی تکاملی مدرن، تصور اینکه اساساً چطور می‌توانسته غیر از این باشد دشوار است.

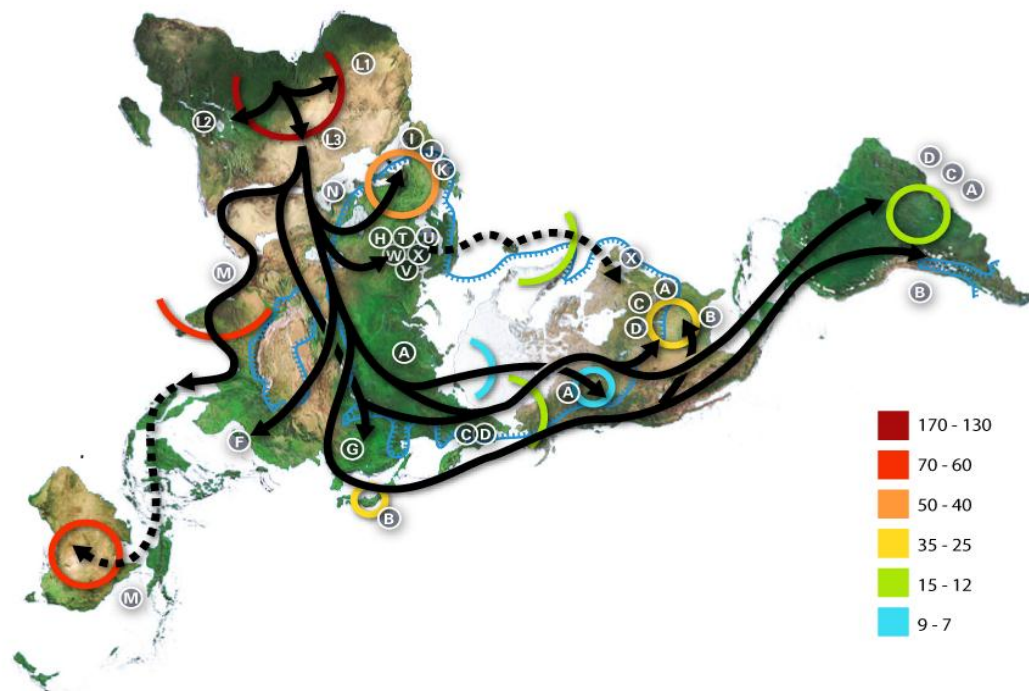
از آنجاییکه علوم اجتماعی- به ویژه انسان‌شناسی- خود را به تمامی با هاله‌ای از تقدس نپوشانده است، ما تصمیم گرفته‌ایم که یک روش جدید را در نوشتن این کتاب پیاده کنیم، روشی که برای فهم موضوع، به طور عمده بر یافته‌های نظریه‌ی تکاملی تکیه می‌کند و در عین حال، آموزه‌های تاییدنشده‌ی انسان‌شناختی را کنار می‌گذارد. رویکرد ما به شدت بر یافته‌های علم ژنتیک تکیه دارد. در سال‌های اخیر، دانش ژنتیک با سرعتی شگفت‌انگیز پیشرفت کرده است، و علت این موضوع نیز بیش از هر چیز، انقلابی بوده است که در شاخه‌ی زیست‌شناسی مولکولی رخ داده و همچنان نیز ادامه دارد. با در نظر گرفتن این موضوع، باور ما بر این است که این شاخه‌ی علمی برای فهم مسائلی که ذهن ما را به خود مشغول داشته می‌تواند بسیار

راهگشا و پربار باشد. با این وجود، در این کتاب ما از داده‌های دیرینه‌شناسی، باستان‌شناسی، و داده‌های تاریخی قدیمی - اما نسبتاً معتبر - نیز برای حمایت از استدلال‌هایمان بهره گرفته‌ایم؛ زیرا فکر می‌کنیم اشتباه است اگر هر نوع اطلاعات مرتبط را نادیده بگیریم.



بخش اعظم این کتاب را می‌توان به نوعی «مطالعه‌ی تاریخ از منظر ژنتیک» در نظر گرفت. این نوع جدیدی از مطالعه‌ی تاریخ است: در این رویکرد نیز ما واقعیت‌های تاریخی معمول را مطرح می‌کنیم، اما این بار از چارچوب تبیینی بسیار متفاوتی بهره می‌گیریم. تاریخ‌دانان سنتی، داستان‌هایی در مورد نبردها، سلسله‌ها و امپراتوری‌ها و قهرمانان می‌گویند. برخی از مورخان نیز به مطالعه‌ی تاریخ ایده‌ها، یا علم یا فناوری می‌پردازند. به همین شکل، مورخان کمی‌گرا نیز به بررسی روند تاریخی دادوستد تجاری، یا فراز و نشیب‌های جمعیت‌شناختی انسان می‌پردازند. اما برخلاف این رویکردها، ما به آن دسته از عوامل تاریخی علاقه داریم که بر فرایند انتخاب طبیعی در انسان تاثیر گذاشته‌اند، به ویژه آنهایی که در طول تاریخ، با ایجاد و انتشار آلل‌های جدید و از نظر تکاملی مطلوب ارتباط داشته‌اند. مثلاً وقتی در فلان قرن، یک دولت، سربازانی خارجی را اجیر کرده است، ما علاقه داریم بدانیم تعداد این سربازان چقدر بوده است، و همین‌طور اینکه آنها از کدام منطقه‌ی جغرافیایی آورده شده‌اند، و مدت‌زمانی که

در این منطقه‌ی جدید ساکن شده‌اند و میزانی که با جمعیت بومی آمیخته شده‌اند چقدر بوده است. برای ما چندان اهمیت ندارد که آیا این سربازان در نبردشان پیروز شدند یا نه. این موضوع تنها تا آنجا برایمان اهمیت دارد که بفهمیم آیا آنها زنده ماندند و زادوولد کردند یا نه. به ویژه ما به تاثیرات فرهنگی ناشی از حضور این سربازان علاقه‌ای نداریم مگر اینکه این موضوع، نوعی «فشار انتخابی»^۱ ایجاد کرده باشد یا بر «شارش ژنی»^۲ تاثیر گذاشته باشد.



^۱ Selective pressure: هر عاملی که منجر به کاهش موفقیت تولیدمثلی بخشی از یک جمعیت شود به طور بالقوه یک فشار تکاملی یا انتخابی بر آن جمعیت محسوب می‌شود. مثلاً سرد شدن ناگهانی آب و هوا در یک منطقه‌ی جغرافیایی می‌تواند یک «فشار انتخابی» برای برخی گونه‌های ساکن در آن ناحیه محسوب شود چراکه می‌تواند به کاهش موفقیت تولیدمثلی بخشی از جمعیت آن گونه منجر شود. چنانچه این فشار به قدر کافی قوی باشد، آن دسته از صفات وراثتی (مثلاً کوچک شدن بینی و یا افزایش متابولیسم) که قادرند تاثیرات آن فشار انتخابی را کاهش دهند- حتی اگر این صفات برای دیگر موقعیت‌ها زیان‌آور باشند- امکان می‌یابند تا به طور گسترده در آن جمعیت منتشر شوند-م

^۲ gene flow: به آن مهاجرت ژن نیز گفته می‌شود. اشاره دارد به جابجایی و انتقال آلل‌های ژن از یک جمعیت به جمعیتی دیگر. مهاجرت به داخل و یا خارج از یک جمعیت، نقشی کلیدی در تغییر فراوانی آلل‌ها در جمعیت مذکور بازی می‌کند-م

علوم اجتماعی «مرسوم»، نظیر تاریخ و انسان‌شناسی، عمدتاً خود را با بررسی نرم‌افزار مغز مشغول کرده‌اند، تا بتوانند از آن طریق به فهم تحولات فرهنگی نظیر آداب و رسوم، اسطوره‌ها، یا ساختار اجتماعی دست یابند. اما «تاریخ ژنتیک‌محور»، با تغییرات صورت‌گرفته در بخش‌های سخت‌افزاری یا به عبارتی تغییرات رخ‌داده در بدن و مغز موجودات سروکار دارد. ما بر این باوریم که این موضوعات نیز شایسته‌ی توجه است. اگر این موضوعات اهمیتی نداشتند بایستی سگ‌ها نیز می‌توانستند پوکر بازی کنند.

برای یک انسان‌شناس، ممکن است این موضوع اهمیت داشته باشد که در فلان تاریخ و فلان جغرافیا، کشاورزان و دام‌پروران چگونه زندگی می‌کرده‌اند؛ اما برای ما، به عنوان مورخان ژنتیک‌محور، مسئله‌ی جالب این است که چطور انتخاب طبیعی به سبک کشاورزی-دامپروری اجازه‌ی ظهور داد، و چطور «فشارهای انتخابی» جدید ناشی از این سبک زندگی، به ایجاد و گسترش برخی تغییرات در چیدمان ژنتیکی جمعیت انسان انجامید. ما این رویکرد را هم هنگام نگرستن به تحولات دوره‌ی پارینه‌سنگی^۳، هم در مورد انقلاب کشاورزی-دامپروری در حدوداً ۱۰ هزار سال پیش، و هم در مورد تکوین امروزی یهودی‌های [آشکنازی](#) در اروپا - که پس از تجربه‌ی فشارهای انتخابی-تکاملی منحصر به فرد در دوران قرون وسطی، توانستند در عرصه‌ی فلسفه و علم و هنر به جایگاه برجسته‌ای در دنیای غرب دست یابند- بکار خواهیم بست.

^۳ Paleolithic: دوران پارینه‌سنگی یا پالئولیتیک اشاره دارد به قدیمی‌ترین دوران ماقبل تاریخ انسان و فرهنگ مادی انسانی. در این دوران، انسان برای نخستین بار از ابزار سنگی دست‌ساز استفاده کرده است. دوران پارینه‌سنگی به بازه‌ای اطلاق می‌شود که از حدود ۲۰۵ میلیون سال پیش آغاز شده و تا زمان عقب‌نشینی یخچال‌ها از نیمکره‌ی شمالی در حدود ۱۰ هزار سال قبل از میلاد ادامه داشته است. به این دوران، عصر سنگ کهن و دیرینه‌سنگی هم گفته شده است-م

به عنوان دو نویسنده‌ی این کتاب، ما از مسیرهای متفاوتی به این رویکرد رسیدیم. گرگوری کوچران یک پزشک است - و دنبال کردن یک نظریه، فارغ از اینکه آن نظریه به کجا منتهی خواهد شد، هرچه قدر هم که غریب باشد، برای او به عنوان یک پزشک امری طبیعی است. هنری هارپندینگ نیز تحصیلات خود را با علاقه‌اش به علوم اجتماعی آغاز کرد. پس از سال‌ها سروکله زدن با خرافه‌های موجود در علوم اجتماعی، نهایتاً به سمت جمعیت‌شناسی و ژنتیکی روی آورد، یعنی شاخه‌هایی که به باور او، در آنها نظریه‌هایی واقعی وجود دارد که با پیوندهای قوی به سایر شاخه‌های علم نیز مربوط می‌شود.



نگاهی به باورِ مرسوم

در ۴۰ یا ۵۰ هزار سال گذشته، هیچ تغییر زیستی‌ای در انسان‌ها رخ نداده است. همه‌ی آنچه را که ما فرهنگ و تمدن می‌خوانیم با مغز و بدنی مشابه با مغز و بدن کنونی‌مان ساخته‌ایم.

استفن جی. گولد

اتفاقی باید افتاده باشد که «فشار انتخابی» را این چنین تضعیف کرده است. ما نمی‌توانیم از این نتیجه‌گیری فرار کنیم که تکامل زیستی انسان به سمت انسان‌شدن، به ناگهان متوقف شده است.

ارنست مایر

قصد ما در کتاب حاضر این است که نشان دهیم تکامل انسان در ۱۰ هزار سال گذشته، {نه تنها آهسته یا متوقف نشده-م} بلکه اتفاقاً شتاب گرفته است و امروز تکامل زیستی انسان، با سرعتی حدوداً ۱۰۰ برابر سریع‌تر از میانگین ۶ میلیون سال گذشته در حال رخ دادن است. این آهنگ به قدری سریع است که می‌توان گفت انسان‌ها حتی طی تاریخ مکتوب نیز به طور قابل توجهی از نظر بدنی و ذهنی تغییر کرده‌اند. به این ترتیب، سارگون بزرگ^۴ و ایمهوتپ^۵ به همان اندازه که از نظر فرهنگی از شما متفاوت هستند از نظر ژنتیکی نیز با شما فرق می‌کنند.

^۴ پادشاه اکد از ۲۳۳۴ تا ۲۲۷۹ پیش از میلاد-م

^۵ ایمهوتپ، دانشمند همه‌فن حریف مصر باستان، ۲۶۵۰-۲۶۰۰ پیش از میلاد-م

ما درک می‌کنیم که این یک ایده‌ی رادیکال است و باورکردنش دشوار است - چیزی شبیه به درختانی است که در برابر چشمانِ شما به سرعت در حالِ قد کشیدن باشند - اما همان‌طور که در صفحاتِ بعد نشان خواهیم داد ما برای این ادعا شواهد و مدارکی در اختیار داریم.

دانشمندان از مدت‌ها قبل بر این باور بوده‌اند که حدوداً ۴۰ تا ۵۰ هزار سال پیش در اروپا یک «جهشِ رو به جلوی بزرگ» رخ داده است، و منجر به ظهورِ تکاملِ فرهنگی و پایان‌دادن به هرگونه تکاملِ زیستیِ جدی شده است. این دیدگاه، مدعی‌ست که از آن زمان، انسان‌ها فرهنگ را تکامل داده‌اند، و جلوه‌هایش همان ابزارهای جدیدِ مبتکرانه، هنر، و تزئیناتِ شخصی‌شان است که در دوره‌ی بالایی پارینه‌سنگی به چشم می‌خورد. به این شکل، به باورِ ایشان، فرهنگ توانست نژادِ انسان را از فشارِ انتخابِ طبیعی آزاد سازد: مثلاً انسان {به واسطه‌ی تکاملِ فرهنگی-م} توانست برای خود لباس بدوزد و به این شکل، روندِ تکاملِ موهای بدنِ انسان متوقف شد. یا انسان برای خود سلاح‌های بهتری ساخت و به این شکل روندِ تکاملِ بدن‌هایی قدرتمندتر خاتمه یافت.

این ادعا که ظهورِ مدرنیته‌ی رفتاری، تا حدی تکاملِ زیستیِ انسان را متوقف ساخته است متکی بر این پیش‌فرض است که گویی ما در تمامِ این مدت، در محیطی ایستا می‌زیسته‌ایم. [۲] به زبانِ دیگر، اگر یک جمعیت - از انسان‌ها، گرگ‌ها، علف‌ها، یا هر چیزِ دیگر - برای مدتی طولانی محیطی ایستا را تجربه کند، سرانجام از نظرِ ژنتیکی با محیطش به خوبی منطبق می‌شود. بعد از آن، کارِ چندانی برای تغییراتِ ژنتیکیِ ساده در جهتِ تقویتِ «برازندگیِ ژنتیکی»^۶ اعضای آن گونه باقی نمی‌ماند، زیرا گونه‌ی موردنظر، از این منظر به حدی نزدیک به

^۶ Fitness: برازندگی ژنتیکی یا توانایی زیستی اشاره دارد به توان یک ارگانیسم برای زیستن و تولیدمثل (رساندن ژنوتیپ خود به نسل بعدی). یا اگر بخواهیم فنی‌تر سخن بگوییم، برازندگی ژنتیکی عبارت است از توان یک ارگانیسم در پراکندگی یک الل یا یک ژنوتیپ به خزانه‌ی ژن در نسل‌های آینده در مقایسه با الل‌ها و ژنوتیپ‌های دیگر - م

یک حالت بهینه رسیده است. در این موقعیت، آهنگ تکامل گونه‌های مذکور، بسیار کند می‌شود. اگرچه این به آن معنا نیست که بگوییم یک گونه‌ی مقیم در یک محیط ایستا از نظر ژنتیکی -م} به حد کمال می‌رسد، اما می‌توانیم بگوییم که استراتژی حیاتش به خوبی پیاده شده است. برای نمونه، اگرچه جهیدن به اندازه‌ی راه‌رفتن بر چهار پا بهینه نیست^۶ اما کانگروها در جهیدن خوب عمل می‌کنند؛ و بدن‌شان به خوبی با سبک حرکت‌شان تناسب دارد.



از این که بگذریم، باید بدانید که انطباق جمعیت با محیطش هرگز نمی‌تواند بسیار دقیق باشد، زیرا محیطها نیز در حال تغییر هستند؛ با این وجود این انطباق می‌تواند تا حد زیادی به این حالت بهینه نزدیک شود. برای مثال، نوعی گل ارکیده (تصویر مقابل) وجود دارد که به قدری در ظاهر و در عطرش از یک نوع زنبور تقلید کرده است که زنبور مذکور سعی می‌کند با این گل آمیزش کند، و به این طریق است که این زنبورها برای ارکیده‌ها خدمات گرده‌افشانی را انجام می‌دهند.

به همین شکل، برخی موجودات نیز به واسطه‌ی انطباق شدید با محیط‌شان توانسته‌اند برای صدها میلیون سال تا حد زیادی به یک شکل باقی بمانند. مثلاً می‌توان به خرچنگ‌های نعلی اشاره کرد که عملاً قدیمی‌تر از تپه‌ها هستند.



^۶ "four legs good, two legs bad!" - writers

اما داستان انسان متفاوت است. انسان‌های امروزی، طی ۵۰ هزار سالِ اخیرِ توفانی از تغییرات را تجربه کرده‌اند. ما آفریقا را ترک کردیم و غیر از قاره‌ی قطب جنوب، در همه‌ی قاره‌ها سکنی گزیدیم. ما با انسان‌های کهن مواجه شدیم و جانشینِ آنها شدیم - و احتمالاً ژن‌هایی از



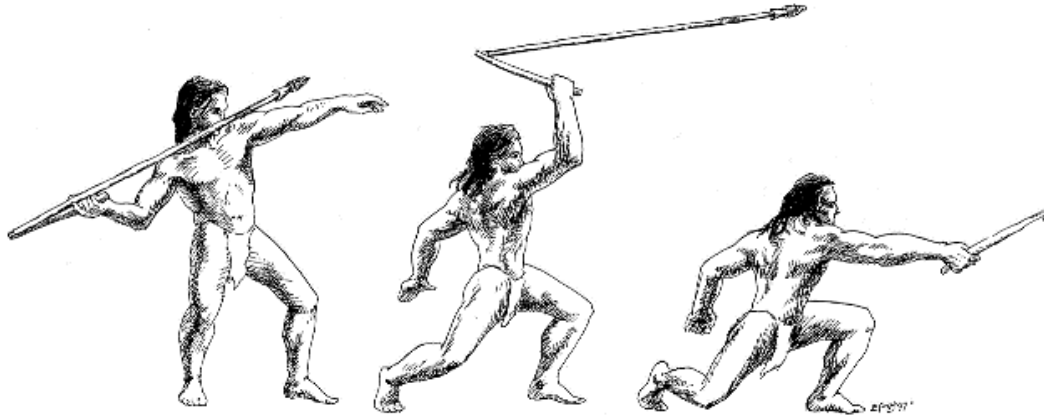
آنها را طی این فرایند برای خود برداشتیم. علاوه بر آن، یک روند پیوسته شتابناک‌تر از تحولات فرهنگی - که از دوران بالایی پارینه‌سنگی تا دوران نوسنگی و فراتر از آن ادامه یافت - منجر به ظهور فناوری‌ها و صورت‌های

اجتماعی جدید شد. در واقع، طی این مدت، {تحولات-م} فرهنگ، خود یک بخش به طور فزاینده مهم از {تغییرات-م} محیط انسان بوده است.

گسترش جغرافیایی (که ما را در محیط‌های جدید قرار داد) و تحولات فرهنگی، هر دو «فشارهای انتخابی» وارده بر انسان را تغییر داد. این شد که توازن هزینه-فایده‌ی بسیاری از صفات ما و همین‌طور استراتژی‌های بهینه برای حیات تغییر کرد. برای این موضوع ۵ مثال ملموس ارائه می‌کنیم:

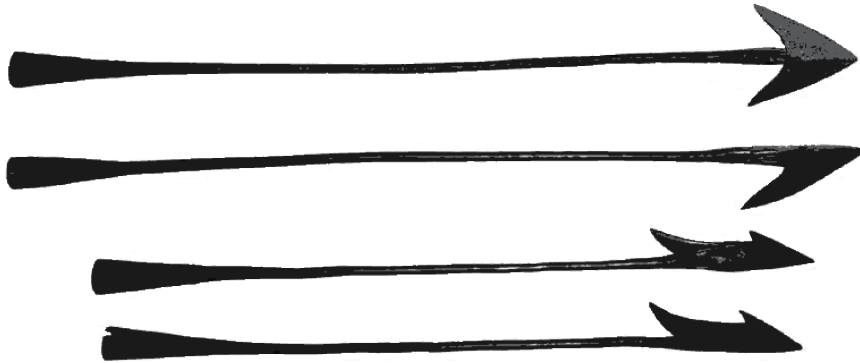
۱. ۱۰۰ هزار سال پیش، یعنی زمانی که انسان‌ها صیدهای بزرگ را شکار می‌کردند، روش انسان برای شکار، حملات نزدیک و فرو کردن نیزه‌ها بود. اما این حمله‌ها شدیداً خطرناک و از نظر بدنی پرهزینه بود، از این رو در آن روزها، بدن شکارچیان بایستی به شدت ماهیچه‌ای می‌بود و استخوان‌هایی ضخیم می‌داشت. البته داشتن این نوع بدن، معایب خودش را نیز داشت - دست‌کم این افراد باید غذای بیشتری مصرف می‌کردند - اما در مجموع، این بهترین راهکار برای آن موقعیت بود. اما با ظهور

سلاح‌های جدید نظیر پرتاب‌کننده‌ی نیزه (تصویر زیر) و کمان، انرژی ماهیچه‌ها به طور کارآمدی توانست ذخیره شود، و به این طریق شکارگران توانستند صیدهای بزرگ را بدون داشتن عضلاتِ دوسرِ بزرگ و اسکلت‌های تنومند شکار کنند.



از زمانی که چنین ابزارهایی ظاهر شد، به آهستگی بر قد و وزن انسان‌ها تاثیر گذاشتند و به این شکل، این انسان‌های جدید توانستند دوندگان بهتری شوند و دیگر به مصرف آن مقدار مواد غذایی نیز نیاز نداشتند. از این رو، از نظر رقابتی در موقعیتی برتر نسبت به هم‌تایان سنگین‌وزن و عضلانی‌شان قرار گرفتند. به واقع، جثه‌ی سنگین، راهکارِ دیروز بود؛ یک راهکارِ پرهزینه، که دیگر به آن نیازی نبود. یک نمونه از این تغییر، بوشمن‌های جنوب آفریقا هستند که از هزاران سال پیش تا همین اواخر در این منطقه به عنوان شکارچی-گردآورنده زندگی کرده‌اند. آنها صیدها را با کمان‌ها و نیزه‌های زهرآلود شکار می‌کردند. تعجبی ندارد که آنها مردمی نسبتاً کوچک‌اندام، باریک و بااستقامت هستند و قامتشان کمتر از ۱۵۰ سانتیمتر است. به این ترتیب می‌توان گفت که {تنها انسان نیستند که ابزارها را می‌سازد بلکه-م} ابزارها نیز انسان‌ها را می‌سازند و از یک نگاه، نیزه و کمان، بوشمن‌ها را تولید کرده است.

۲. با اختراع تورها و زوبین‌های مخصوص صید ماهی (تصویرِ مقابل)، در بسیاری از نقاط جهان، «ماهی» به عنوان یک بخش مهم از رژیم غذایی اهمیت یافت، و در این راستا، آن دسته از تغییرات متابولیک که به انطباق بهتر انسان با این رژیم غذایی کمک می‌کرد در فرایند انتخاب ترجیح داده شد.



۳. ساختن لباس‌های مناسب نیز، راه بهتری برای محافظت در برابر سرما فراهم می‌کردند، و به افراد اجازه می‌دادند تا در فواصل دورتری به سمت شمال



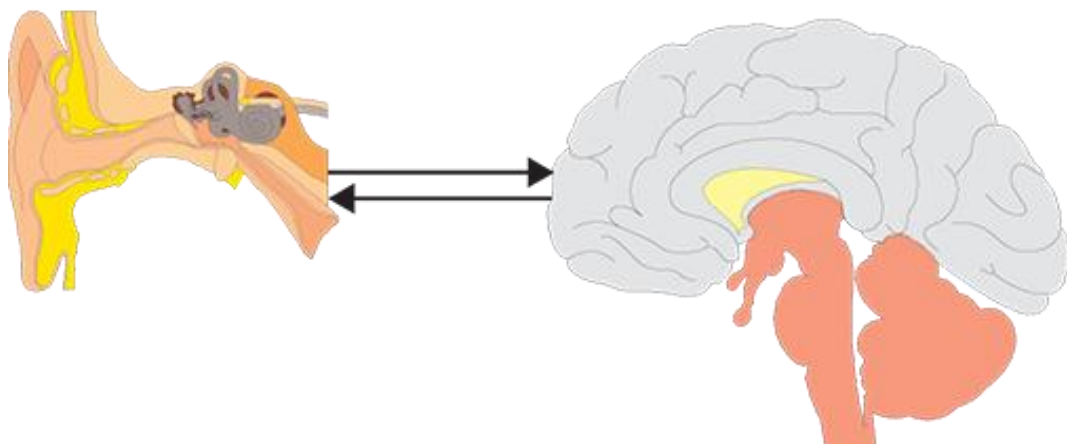
ماجرای جویی کنند. در مناطق از نظر آب و هوایی خنک، انسان به تمهیدات بدنی کمتری برای مواجهه با سرما نیاز داشت، در حالیکه در مناطق سردتری که جدیداً ساکن شدند آنها به مقدار بیشتری از این نوع تمهیدات بدنی نیاز داشتند، از جمله بازوها و پاهای کوتاه‌تر، «متابولیسم پایه»ی بالاتر، و بینی‌های کوچک‌تر.

۴. با به میدان آمدن روش‌های جدید تهیه‌ی غذا، نظیر استفاده از آتش برای پخت‌وپز، دندان‌ها شروع به تحلیل‌رفتن کردند، و این روند، برای نسل‌های بسیار متمادی ادامه یافت. ساختن ظروف نیز به این دلیل که به انسان امکان ذخیره‌سازی غذاهای مایع را می‌داد به روند کوچک‌شدن دندان‌ها شتاب بخشید. لازم است متذکر شویم که کارکردهای زیستی پیچیده گرایش به این دارند که وقتی دیگر اهمیت ندارند به آهستگی زوال یابند، زیرا جهش‌هایی که با کارکرد آنها تداخل دارد دیگر «برازندگی تولیدمثلی» آن موجود را کاهش نمی‌دهند، و به این دلیل، به تدریج این جهش‌ها امکان پراکندگی در آن جمعیت را پیدا می‌کنند و منجر به زوال آن کارکرد می‌شوند-م}. ممکن است فکر کنید که این موضوع می‌تواند تغییرات رخ داده در دندان‌های ما را توضیح دهد. با این وجود، این روند، که ما آن را «انتخاب از روی آرامش» می‌نامیم کُندتر از آن اتفاق می‌افتد که بتوان از آن به عنوان یک تبیین بهره گرفت. در عوض، تغییرات رخ داده در سایر دندان‌ها را بایستی ناشی از مزیت‌هایی مثبت و ایجابی دانست که دندان‌های کوچک‌تر می‌توانستند برای انسان به همراه داشته باشند- مثلاً شاید به این دلیل که دندان‌های کوچک‌تر از منظر سوخت‌وسازی، کم‌هزینه‌تر از دندان‌های بزرگ هستند.



Comparison of Chimp (left), *A. afarensis* (middle), and human (right)

۵. با نزدیک شدن پیچیدگی‌های گفتار انسان به سطح امروزی، بایستی بر روی ظرفیت شنوایی انسان (هم تغییر در ساختار گوش و هم تغییر در نحوه پردازش این آواها توسط مغز) نیز انتخاب‌هایی صورت می‌گرفت تا امکان تمایزگذاری بهتر بین آواهای گفتار را برای انسان فراهم کند. به مزایای بالقوه‌ای فکر کنید که اندکی بهتر فهمیدن یک پیام زبانی دشوار- در مقایسه با دیگران- می‌توانست برای یک انسان به همراه داشته باشد: گاهی شنیدن یواشکی یک مکالمه می‌تواند مسئله‌ی مرگ و زندگی باشد. شواهدی که از این موضوع در اختیار داریم نشان می‌دهد که در شماری از ژن‌ها که با گوش داخلی مرتبط هستند اخیراً انتخاب صورت گرفته است. [۳] تشخیص چنین ژن‌هایی آسان است، زیرا تغییرات رادیکال در آنها منجر به ناشنوایی می‌شود. اما گفتار پیچیده تنها توانایی انسان برای خلاقیت و نوآوری را افزایش نداده، بلکه توان انسان برای تقلب‌ورزی را نیز افزایش داده است- از این رو، بایستی منجر به دست‌های از فشارهای انتخابی {متناظر-م} برای تغییر در شخصیت و شناخت می‌شده است به طوریکه به افراد برای دوام آوردن در برابر حقه‌بازان دوران پارینه‌سنگی کمک می‌کرده است.



باوری متداول وجود دارد که تغییرات تکاملی از نظر وراثتی بسیار آهسته عمل می‌کنند، به طوری‌که ایجاد تغییرات قابل‌توجه در یک گونه، همواره میلیون‌ها سال زمان می‌برد. نگاهی دقیق‌تر به یافته‌های فسیلی، همراه با شواهد بدست آمده از نمونه‌های معاصر انتخاب طبیعی، به روشنی نشان می‌دهد که اتفاقاً انتخاب طبیعی می‌تواند بسیار سریع صورت گیرد، و اینکه گذشته، شامل دوره‌هایی طولانی از ایستایی تقریبی {در روند تکامل زیستی گونه‌ها-م} (در مورد جمعیت‌هایی که به خوبی با محیط‌شان منطبق شده‌اند) و در بین این دوره‌ها، به طور پراکنده، دوره‌های نامنظم از تغییرات بسیار سریع است. البته این دوره‌های مختصر از تغییرات سریع، به شکل ضعیفی در داده‌های فسیلی ظاهر می‌شوند، زیرا به طور کلی، فرایند فسیل شدن رخدادی نادر است.

دیدگاه استفن جی. گولد که ۵۰ یا ۱۰۰ هزار سال را یک «چشم بر هم زدن» می‌داند، و آن را بسیار کوتاه‌تر از زمان لازم برای مشاهده‌ی «هرگونه تغییر تکاملی» می‌داند کاملاً نادرست است. [۴] پیرامون ما، مملو از مواردی است که فرایند انتخاب باعث ایجاد تغییراتی بزرگ طی دوره‌های زمانی کوتاه- غالباً بسیار کوتاه‌تر شده است. از سگِ خوابیده کنار پایتان گرفته تا ذرت‌های روی کابینت همگی محصولاتِ اخیرِ فرایند انتخاب هستند.

در دسترس‌ترین نمونه‌ها را می‌توان در تولیدات ناشی از «اهلی‌سازی»^۱ مشاهده کرد. حیوانات و گیاهان اهلی‌شده، غالباً هم از نظر رفتاری و هم از نظر ظاهری بسیار متفاوت از نیاکان وحشی‌شان هستند، و در هریک از این موارد، این تغییرات در کمتر از ۱۰۰ هزار سال صورت گرفته است. برای نمونه، سگ‌ها حدوداً ۱۵ هزار سال پیش از درون گرگ‌ها اهلی شده‌اند؛ و اکنون در شکل‌ها و سائزهای متنوع‌تر از هر پستاندار دیگر وجود دارند.

^۱ Domestication

← تصویر زیر، یک گرگ را نشان می دهد. در تصویر دوم، دو نژاد از سگ ها به نام گریت دین (چپ) و چی هوا هوا (راست) را مشاهده می کنید.

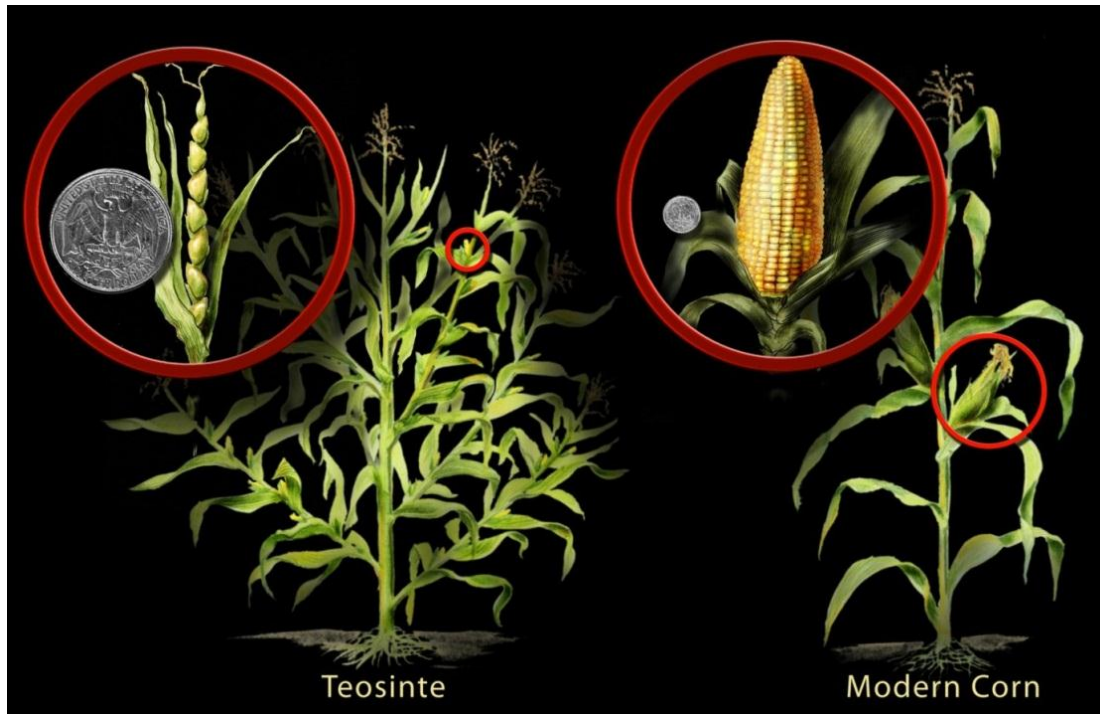


رفتار آنها نیز تغییر کرده است: سگ‌ها در فهم صدا و ژست‌های انسان خوب عمل می‌کنند، در حالیکه گرگ‌ها به هیچ‌وجه ما را نمی‌فهمند. گرگ‌های نر، با ماده‌ها پیوند جفتی برقرار می‌کنند و تلاش زیادی برای کمک به بزرگ‌کردن پاپی‌هاشان می‌کنند، در حالیکه سگ‌های نر، در یک کلام بی‌مسئولیت هستند. در واقع، تنها طی چند قرن گذشته، تغییرات چشمگیری در سگ‌ها صورت گرفته است و اکثر نژادهایی که امروز می‌شناسیم محصول همین چند قرن اخیر هستند.

در یک مثال افراطی دیگر، دانشمند روسی به نام دمیتری بلییف^۹ توانست تنها در عرض ۴۰ سال یک نژاد اهلی شده از روباه تولید کند. [۵] او در هر نسل، اعضای را که اهلی‌پذیرتر بودند (و تنها همین صفت) انتخاب کرد؛ این حرکت نهایتاً منجر به تولید روباه‌هایی شد که با انسان برخورد بسیار دوستانه‌ای داشتند و از ارتباط با انسان لذت می‌بردند- در حالیکه این موضوع شدیداً خلاف چیزی است که در روباه وحشی به چشم می‌خورد. این نَسَب اهلی شده از روباه‌ها، همچنین از جهات دیگری نیز تغییر کرده است: رنگ پوست این روباه‌ها روشن‌تر شده است، جمجمه‌شان گردتر شده است، و برخی از آنها با گوش‌هایی غیرافراخته به دنیا می‌آیند. ظاهراً برخی از ژن‌هایی که بر رفتار تاثیر می‌گذارند (در این مورد اهلی شدن) بر سایر صفات نیز تاثیر می‌گذارند- از این رو وقتی که بلییف روباه‌ها را بر مبنای «اهلی‌پذیری» انتخاب کرد، خودبخود در دیگر صفتهای همراه با آن نیز تغییراتی ایجاد کرد. در واقع، بسیاری از تغییرات صورت‌گرفته در گونه‌های اهلی، در قالب همین پیامدهای جانبی اهلی‌سازی رخ داده است- و شاید یکی از این گونه‌ها خود انسان باشد؛ همانطور که در ادامه خواهیم دید.

^۹ Dmitri Belyaev

تغییراتِ رخ داده در گیاهانِ اهلی شده نیز به همین اندازه می‌تواند حیرت‌انگیز باشد. ذرت، یا همان بلال، حدوداً ۷ هزار سال پیش از یک گونه‌ی وحشی به نام «تئوسینت»^{۱۰} مشتق شده است، و طی این مدت نسبتاً کوتاه شدیداً تغییر کرده است. امروز باورش دشوار است که ذرت و تئوسینت ارتباطِ نزدیکی با یکدیگر دارند.



اما این تغییراتِ چشمگیر در واکنش به فشارهای انتخاب، مواردی استثنائی نیستند. در واقع، آنها در بسیاری از گونه‌های اهلی شده رخ داده‌اند و همچنان نیز امروز رخ می‌دهند. ژنتیکِ تکاملی، پیش‌بینی می‌کند که در تقریباً هر صفتی می‌توان تنها طی چند ده نسل تغییراتِ اساسی ایجاد کرد، و این پیش‌بینی، هر روز تایید می‌شود. در واقع، از فرایندِ انتخاب، به طور مستمر در پرورشِ بسیاری از محصولاتِ کشاورزی-دامپروری استفاده می‌شود، و اتفاقاً نتیجه هم می‌دهد: مثلاً باعث شده است که ذرت‌های بیشتری رشد کنند. این را نمی‌توان در موردِ ذرت انکار کرد.

^{۱۰} Teosinte

با این وجود، برخی افراد با این استدلال به این شکل مخالفت کرده‌اند که حیوانات و گیاهان اهلی شده، نمونه‌هایی از «انتخاب مصنوعی»^{۱۱} هستند و از این رو، مثال‌هایی نامربوطند. اما آنها باید بدانند که اساس تغییرات تکاملی هم در «انتخاب طبیعی» و هم «انتخاب مصنوعی»، فرایندی است که طی آن برخی آلل‌های یک ژن انتخاب می‌شوند و به تدریج در جمعیت منتشر می‌شوند. هیچ تمایز بنیادی‌ای در این فرایند وجود ندارد و تفاوت، تنها در مقیاس است. علاوه بر این، ما نمونه‌هایی در اختیار داریم که عموماً محصول تغییرات سازشی کاملاً طبیعی چند هزار ساله هستند - یعنی از پایان عصر یخبندان تا به امروز.

^{۱۱} artificial selection: اشاره دارد به فرایند انتخاب ارگانیسم‌های خاص برای تولید نسل مطلوب. -م
^{۱۲} Allele: به هر یک از شکل‌های مختلف یک ژن، آلل گفته می‌شود. مثلاً می‌گوییم آلل چشم آبی و آلل چشم قهوه‌ای -م

پس از یخبندان

عصر یخبندان، حدوداً ۱۱۵۰۰ سال پیش پایان یافت (یا متوقف شد). این موضوع، باعث تغییرات محیطی چشمگیر در بسیاری از بخش‌های جهان شد- به ویژه در نیمکره‌ی شمالی. جنوب غربی آمریکا گرم‌تر و خشک‌تر شد، و به شکل صحرای امروزی درآمد. و وقتی چنین شد، گیاه «بوته قطران»^{۱۳} نیز سروکله‌اش در این منطقه پیدا شد.



این گیاه اصالتاً آرژانتینی است، و احتمالاً بذرهايش از طریق مهاجرت پرنندگان به شمال انتقال یافته است. این گیاه توانست در این صحراها گسترش یابد و این مرهون برگ‌های پوشیده از صمغ بوت‌ه‌قطران؛ ریشه‌های انبوه جانبی‌اش (که گیاهان رقیب را شکست می‌دهد)؛ و ریشه‌ی

^{۱۳} creosote bush: نام علمی (Larrea tridentata) یک گیاه دارویی است که در جنوب غربی ایالات

متحده، شمال مکزیک و آرژانتین می‌روید-م

عمودی اصلی‌اش است که می‌تواند تا ۴.۵ متر در زمین فرو رود. در حال حاضر، تعدادی از حشرات در آن و بر روی آن زندگی می‌کنند: برخی از آنها به قدری تخصصی شده‌اند که از هیچ چیز دیگری غیر از این گیاه نمی‌توانند تغذیه کنند. مثلاً نوعی حشره از گونه‌ی «چوبک‌سان» به نام «چوب متحرک»^{۱۴} هست که از نظر ظاهری کاملاً شبیه به شاخه‌های این گیاه است.



یک گونه ملخ نیز هست که روی بدنش وصله‌هایی نقره‌ای دارد که با درخشش صمغ گیاه هماهنگ است، و از شکل برگ‌های این گیاه تقلید می‌کند. نکته اینجاست که تمامی این حشرات تخصصی گیاه بوت‌ه‌قطران - که امروز در جنوب غرب آمریکا زندگی می‌کنند، دارای نیاکانی در بخش شمالی آمریکا هستند، و نه جنوب آمریکا. و این، (با توجه به مسئله‌ی عصر یخبندان و عمر گیاه بوت‌ه‌قطران در منطقه -م) یعنی تمامی فرایند تخصصی شدن این حشرات صرفاً طی ۱۰ هزار سال گذشته رخ داده است. [۶]

^{۱۴} creosote bush walking-stick

پایان عصر یخبندان همچنین باعث شد تا سطح آب دریاها در سرتاسر جهان بالا بیاید. لایه‌های یخ قاره‌ای که چندین مایل ضخامت داشتند آب شدند، و سطح دریا صدها فوت بالا آمد. وقتی آب‌ها بالا آمدند، برخی کوه‌ها تبدیل به جزیره شدند، و گروه‌های کوچکی از گونه‌های مختلف به حالت انزوا درآمدند. این جزایر، بسیار کوچک‌تر از آن بودند که بتوانند جمعیت‌هایی از صیادان بزرگ را در خود جا دهند، و در نبود این صیادان بزرگ، مزایای بزرگ‌بودن از نظر جثه نیز ناپدید شد. در عوض، فیل‌های کوچک بر فیل‌های بزرگ مزیت یافتند، شاید به این دلیل که آنها به غذای کمتری نیاز داشتند و با سرعت بیشتری تولیدمثل می‌کردند. این شد که تنها ظرف ۵ هزار سال، فیل‌ها به شکل چشمگیری از نظر جثه کوچک شدند- از یک قامت اصالتاً ۳.۶ متری به فیل‌های کوچکی به قد ۱.۵ متر. لازم به ذکر است که توالی نسل‌ها در فیل‌ها حدوداً بیست ساله است- یعنی چیزی شبیه به توالی نسل‌های انسان.



اما صرفاً کوچک شدن از نظر جثه، نمی‌تواند نمونه‌ی چندان چشمگیری از تغییرات تکاملی محسوب شود. در این راستا، جان توبی و لدا کاسمیدس (دو تا از بنیان‌گذاران روان‌شناسی تکاملی امروزی) گفته‌اند که، "با توجه به طولانی بودن تولید هر نسل انسان {حدوداً ۲۰ سال-م}، و با در نظر گرفتن این نکته که دوران کشاورزی-دامپروری تنها کمتر از ۱٪ از تاریخ تکاملی سَرده^{۱۵} انسان را شامل می‌شود، بعید است که در انسان، هرگونه سازگاری پیچیده برای سبک زندگی کشاورزی-دامپروری (یا صنعتی) تکامل یافته باشد." [۷] یک سازگاری پیچیده اشاره دارد به هر نوع سازگاری که نقشی تمایزبخش در «برازندگی تولیدمثلی» آن گونه ایجاد کند و کنش‌های هماهنگ بسیاری را در ژن‌ها شامل شود. معنای این گفته این است که این مدت زمان کوتاه‌تر از آن است که طی آن در انسان‌ها بتواند چیزهایی نظیر بال، چشم سوم، یا هرگونه رفتار سازشی جدید و واقعاً پیچیده تکامل یابد. توبی و کاسمیدس در جایی دیگر نیز عنوان کرده‌اند که به همین دلیل، وجود تفاوت‌های ذهنی جدی بین جمعیت‌های انسانی متغی است. [۸]

بلی، این استدلال در رابطه با تکامل سازگاری‌های پیچیده‌ی جدید صحیح است، اما این استدلال، اهمیت سازگاری‌های ساده را دست‌کم می‌گیرد- یعنی سازگاری‌هایی که شامل تغییر در یک یا تعداد اندکی از ژن‌ها هستند. این نتیجه‌گیری که تمامی انسان‌ها عملاً یکسان هستند پذیرفتنی نیست. ما در ادامه خواهیم دید که نه تنها ما از نظر زیستی با آهنگ سریعی تکامل یافته‌ایم، بلکه خواهیم دید که این فرایند تکامل زیستی، در جمعیت‌های متفاوت در قالب مسائل متفاوتی جلوه کرده است. در واقع، طی زمان، با انباشت این تفاوت‌ها بین جمعیت‌ها، ما بیشتر و بیشتر از یکدیگر متفاوت شده‌ایم.

^{۱۵} Genus: سرده یا جنس، یکی از هشت طبقه آرایه‌شناختی در طبقه‌بندی علمی جانداران است. بسیاری از سرده‌ها خود نیز به زیرسرده‌هایی تقسیم می‌شوند-

سگ‌ها

بیاید دوباره نگاهی به سگ‌ها بیاندازیم، زیرا آنها نمونه‌ی ملموسی از تکامل سریع هستند. آنها تقریباً از همان زمانی که انسان شروع به کشاورزی و دامپروری کرده است اهلی شده‌اند، و طی این مدت آنها به شکل قابل توجهی تغییر کرده‌اند. می‌توان نشان داد که رفتارهای سگ‌ها، از سازش‌های رفتاریِ گرگ‌ها ناشی شده است - یعنی گونه‌ی اجدادی‌شان. سه مثال می‌زنیم:

۱. نژادهایی از سگ‌ها نظیر سگ شکاری ایرلندی به خوبی هدف را دنبال می‌کنند، و نژادهایی نظیر سگ گله‌ی اسکاتلندی نیز وجود دارند که برای جمع کردن سایر حیوانات مهارت دارند. هر دو نژاد، رفتارهایی را نشان می‌دهند که ما در گرگ‌ها می‌بینیم. وقتی گرگ‌ها سراغ یک صید می‌روند، اعضای دسته‌ی پیشرو خشک‌شان می‌زند و با جدیت به سمت بو تیز می‌شوند. (این ظاهراً خاستگاه همان رفتاری است که امروز در سگ شکاری ایرلندی مشاهده می‌کنیم - م). غریزه‌ی گردآوری نژاد سگ گله‌ی اسکاتلندی نیز باید از الگوهای محاصره‌ی صید توسط گرگ‌ها ریشه گرفته باشد، اما در این نژاد از سگ‌ها این رفتار بسیار تشدید شده است.

۲. سگ‌ها بسیار بازیگوش‌تر از گرگ‌ها هستند، و این موضوع را احتمالاً می‌توان به عنوان رفتارهای حفظ‌شده‌ی دوران نوجوانی توضیح داد. (اصطلاحاً به آن «نئوتونی»^{۱۶} گفته می‌شود.) حفظ رفتارهای نوجوانی، بسیار آسان‌تر از تکامل دادن یک رفتار از صفر است.

^{۱۶} Neoteny: یا نوجوان‌سازی اشاره دارد به یکی از دو طریقی که طی آن می‌توان «ریخت کودکانه» ایجاد کرد. «ریخت کودکانه» به معنای حفظ صفاتی در بزرگسالان است که پیش از آن، تنها در نوجوانان دیده می‌شده است. این موضوع در شاخه‌ی زیست‌شناسی تکوینی بررسی می‌شود. در نئوتونی، تکوین فیزیولوژیک یک ارگانیسم (غالباً یک حیوان) آهسته یا به تاخیر می‌افتد. در مقابل، در پروژنز، تکوین جنسی سریع‌تر اتفاق می‌افتد. هر دوی این فرایندها منجر به ایجاد «ریخت کودکانه» می‌شود - م

۳. بسیاری از اشکال تعاملی سگ‌ها با انسان‌ها را نیز می‌توان یک کاربرد جدید از سازگاری‌های رفتاری‌ای که برای یک گله‌ی گرگ طراحی شده است دانست - به شکلی که این بار، انسانی که صاحب آن سگ است، نقش رهبر دسته را ایفا می‌کند. می‌توان گفت که سازگاری رفتاری پیچیده‌ای در سگ‌ها وجود ندارد که پیش‌ساز قابل تشخیصی در گرگ‌ها نداشته باشد؛ اما این به آن معنا نیست که تمام نژادهای سگ‌ها شبیه به یکدیگر هستند. شواهد و مدارک، چیز دیگری می‌گویند: مثلاً گاز گرفتن، یک رفتار جهان‌شمول در سگ‌ها است که به طور نامتوازی در میان نژادهای مختلف سگ‌ها توزیع شده است. یک مطالعه بر روی حملات سگ‌ها در ایالات متحده بین سال‌های ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۶ نشان داده است که در این مدت، تنها ۱ مورد آسیب بدنی توسط سگ گله‌ی اسکاتلندی صورت گرفته است، در حالیکه موارد مربوط به نژاد تریر^{۱۷}، به ۱۱۱۰ مورد می‌رسد. [۹]

در حالیکه احتمالاً فرایند انتخاب برای ایجاد سازگاری‌های کاملاً جدید در سگ‌ها زمان کافی نداشته است، اما قطعاً برای از بین بردن برخی از این سازگاری‌ها زمان کافی داشته است -



گاهی در تمامی نژادهای و گاهی تنها در زیرگروهی از نژادهای سگ‌ها. مثلاً گرگ ماده، برای زادوولد حفره‌ای در زمین ایجاد می‌کند، در حالیکه نژادهای اندکی از سگ‌ها هنوز این کار را انجام می‌دهند، و اکثرشان دیگر چنین کاری نمی‌کنند.

به همین شکل، گرگ‌ها به شکلی باقاعده و منظم، و در زمانی ثابت از سال وارد دوره‌ی زادآوری می‌شوند، در حالیکه تعداد کمی از نژادهای سگ چنین هستند، و اکثرشان اینطور

^{۱۷} pit bull terriers

نیستند. گرگ‌ها برای بچه‌های از شیرگرفته‌شده‌شان غذا را از معده‌ی خود برمی‌گردانند، اما سگ‌ها دیگر چنین نمی‌کنند. گرگ‌های نر به مراقبت از نوزادان کمک می‌کنند، اما سگ‌ها دیگر چنین نمی‌کنند. می‌توان گفت که هرگونه سازگاری - خواه بدنی یا رفتاری - زمانی که به واسطه‌ی تغییر محیط دیگر کارآمدی نداشته باشد می‌تواند سریعاً از بین برود، به ویژه اگر هرگونه هزینه‌ی قابل‌توجه برای گونه‌ی مذکور داشته باشد. مثلاً ماهی‌هایی که در غارهای بی‌نور زندگی می‌کنند بینایی‌شان را در کمتر از چند هزار سال از دست داده‌اند - یعنی در مدتی بسیار سریع‌تر از مدت زمانی که طول کشیده است تا چشم‌هاشان تکامل یابد.

این تغییرات تکاملی که اکثراً شامل از دست دادن کارکرد یا تشدید و تغییر مسیر یک کارکرد می‌شوند تا حدی زیادی تغییراتی سطحی محسوب می‌شود. اگرچه تغییراتی از این نوع نمی‌تواند چیزهایی نظیر آبشش یا سیستم سونار^{۱۸} ایجاد کند، اما همچنان می‌تواند چیزهای حیرت‌انگیزی تولید کند. برای مثال، باید بدانید که سگ‌ها اگرچه همگی در یک «گونه» قرار می‌گیرند، اما آنها از نظر ریخت‌شناسی، متنوع‌تر از هر پستاندار دیگری هستند و در آنها بسیاری توانایی‌های عجیب تکامل یافته است، از جمله توانایی‌های یادگیری: نژادهای سگ از نظر سرعت و ظرفیت یادگیری با یکدیگر بسیار متفاوت هستند. تعداد دفعات تکراری که برای آموختن یک دستور جدید به سگ لازم است می‌تواند به واسطه‌ی ده‌ها عامل، از نژادی به نژاد دیگر متفاوت باشد. مثلاً سگ گله‌ی اسکاتلندی غالباً می‌تواند یک دستور جدید را تنها پس از ۵ بار تکرار یاد بگیرد و تا ۹۵٪ از مواقع آنچه یاد گرفته را صحیح انجام دهد، در حالیکه برای نژاد سگ شکاری پاکوتاه، ۸۰ تا ۱۰۰ بار تکرار لازم است تا بتواند در ۲۵٪ مواقع دستور را درست اجرا کند.

^{۱۸} منظور، سیستمی است که در برخی موجودات نظیر خفاش تکامل یافته است. حیوانات مجهز به این سیستم، با استفاده از انتشار امواج صوتی مسیریابی می‌کنند - م

دکمه‌ها و دستگیره‌ها

به همین شکل، انتظار داریم که اکثر تغییراتِ اخیرِ که در انسان رخ داده است نیز از نظر تکاملی «سطحی» باشد، و عموماً عمق‌شان در حدِ یک جهش باشد. مثلاً ممکن است برخی سازگاری‌های کهن در برخی از گروه‌های انسانی از بین رفته باشد اما در سایرین باقی مانده باشد. ما دست‌کم یک نمونه از این موارد را می‌شناسیم که در بخش ۴ آن را توضیح خواهیم داد و آن تولیدِ ملانین است: برخی از جمعیت‌هایی که پوستِ روشن دارند، به ویژه مردمِ اروپایِ شمالی، بخشِ اعظمِ توانایی‌شان برای تولیدِ ملانین را از دست داده‌اند.

بسیاری از چنین تغییراتی را می‌توان چیزی شبیه به فشار دادنِ یک دکمه یا پایین‌کشیدنِ دستگیره‌های ژنتیکی در نظر گرفت. در واقع، آن دسته از فرایندهایی زیستی که زمانی به طور سفت و سخت تنظیم شده بودند می‌توانند به اشکالِ مختلف هر زمان تغییر یابند. مثلاً:

- به کلی فعال شوند: همانطور که برای ژنِ مربوط به تحملِ لاکتوز چنین شده است.
- به کلی غیرفعال شوند: همانطور که در موردِ ژنِ کاسپیس ۱۲ دیده می‌شود. این ژن، در حالتِ دست‌نخورده خطرِ عفونتِ باکتریایی را افزایش می‌دهد و در اکثر جمعیت‌های امروزی به کلی غیرفعال شده است؛ [۱۰]
- یا به طور انتخابی غیرفعال شود: آنطور که در موردِ جهشِ «دافی»^{۱۹} صادق است؛ این جهش نوعی دفاع در برابرِ مالاریا محسوب می‌شود که به واسطه‌ی آن، مولکولِ گیرنده‌ی معینی از بیان‌شدن در سلول‌های قرمز بازداری می‌شود، در حالیکه به بیان‌شدن در سایر نقاطِ بدن ادامه می‌دهد.

^{۱۹} Duffy

• یا حالتی شبیه به افزایش حجم (گاهی تا آخرین حد) اتفاق بیفتد: همانطور که در برخی گروه‌های انسانی امروزی که دارای کپی‌هایی اضافی از ژن تولیدکننده آمیلاز هستند دیده می‌شود. (آمیلاز، نوعی آنزیم است که در بزاق حضور دارد و به گوارش نشاسته کمک می‌کند.) [۱۱]

• یا در استرژهای رفتاری تغییر رخ دهد: برخی تغییرات رفتاری نیز می‌تواند بر اثر پررنگ شدن یا کمرنگ شدن استراتژی‌های رفتاری دیگری رخ دهد که تحت تاثیر عوامل ژنتیکی هستند- نظیر آنهایی که در بازی «شاهین و قمری»^{۲۰} درگیرند. (در بخش ۳ به این موضوع خواهیم پرداخت). به عبارت دیگر، ممکن است انتخاب طبیعی، در این اواخر در برخی جمعیت‌ها به یک استراتژی رفتاری معین پایان داده باشد یا ممکن است فراوانی برخی استراتژی‌های موجود را در جمعیت تغییر داده باشد. در واقع، در بسیاری از حیوانات اجتماعی، استراتژی‌های رفتاری متنوعی وجود دارد. مثلاً گرگ‌ها را در نظر بگیرید. برخی گرگ‌ها از نظر ژنتیکی برای تلاش جهت تبدیل شدن به رهبران گله تکامل یافته‌اند، در حالیکه در سایر گرگ‌ها احتمالاً صفت‌های مربوط به



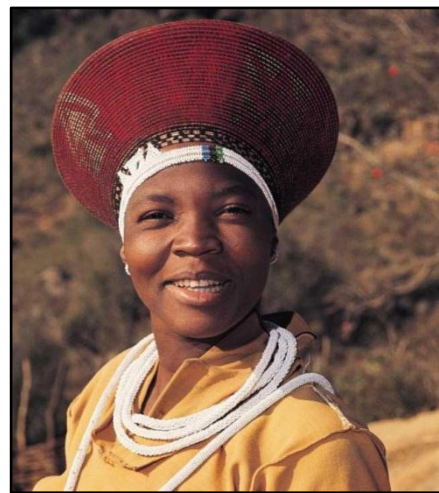
«تابعیت و دنباله‌روی» تکامل یافته است. به نظر می‌رسد که سگ‌ها نیز یک زیرگروه از استراتژی‌های رفتاری گرگ‌ها را نمایش دهند، یعنی زیرگروهی که با شرایط اهلی شدن سازگار است. به عبارت دیگر، سگ‌ها احتمالاً تعداد بالاتری از خصیصه‌های رفتاری از نوع «تابع و فرمان‌بر» را دارا هستند.

^{۲۰} hawk-dove game : بازی مرغ، که با نام‌های شاهین-قمری و برف توده نیز شناخته می‌شود، یک مدل برای بررسی تلافی‌های دو بازیکن در «نظریه‌ی بازی‌ها» است. قانون بازی این است که در حین اینکه هیچ یک از دو بازیکن تمایلی به تسلیم شدن در مقابل دیگری ندارد، بدترین نتیجه این است که هیچ‌کدام تسلیم نشوند-

به همین شکل، انتظار داریم تفاوت‌های بین گروه‌های قومی انسان نیز از نظر کیفی شبیه به تفاوت‌هایی باشد که بین نژادهای سگ‌ها وجود دارد- یعنی این تفاوت‌ها، از نظر تکاملی از نوع سطحی باشند، اکثراً شامل از دست دادن کارکرد، تشدید سازگاری‌های از پیش موجود، حفظ نوجوانی (نئوتنی)، و از این قبیل تغییرات. اگرچه چنین تغییراتی نمی‌تواند سازگاری‌هایی واقعاً پیچیده ایجاد کند، اما همین تغییرات انجام‌شده در این صدها یا هزاران دکمه و دستگیره‌ی ژنتیکی می‌تواند منجر به انواعی از تغییرات تکاملی شود که ما در سگ‌ها و سایر گونه‌های اهلی شده می‌بینیم؛ و اتفاقاً این تفاوت‌ها- نظیر آنهایی که بین نژاد سگ‌های گریت‌دین و چی‌هوهو، یا بین تئوسینت و ذرتِ امروزی می‌بینیم- چندان هم کوچک نیستند. به زبان دیگر، با در نظر گرفتن این موضوع، همچنان به وجود آمدن تغییرات تکاملی چشمگیر در واکنش به عصر کشاورزی-دامپروری امری شدنی است.



نه تنها دلایل محکمی وجود دارد که نشان می‌دهد تغییرات قابل توجه در تکامل زیستی انسان طی ۵۰ هزار سال اخیر از نظر تئوریک امکان‌پذیر و حتی محتمل است، بلکه در عمل نیز کاملاً واضح است که چنین چیزی اتفاق افتاده است؛ زیرا نژادهای انسانی واقعاً متفاوت از یکدیگر به نظر می‌رسند. این به ویژه در مورد جمعیت‌هایی صادق است که به واسطه‌ی فاصله‌ی زیاد و موانع جغرافیایی از یکدیگر جدا هستند. در این مواقع، این تفاوت‌ها غالباً به قدری برجسته است که حتی در ظاهر افراد این نژادها نیز دیده می‌شود. هیچ شخص فنلاندی نمی‌تواند با یک فرد از قبیله‌ی زولو^{۲۱} اشتباه گرفته شود؛ و هیچ شخصی از قبیله‌ی زولو نیز نمی‌تواند با یک فنلاندی اشتباه گرفته شود. (دو تصویر پایین) تفاوت‌های ظاهری موجود بین نژادهای مختلف، تبیین ژنتیکی دارد. ما می‌دانیم که از زمان پراکنده شدن انسان امروز در بیرون از آفریقا، تغییرات ژنتیکی قابل توجهی در انسان‌ها صورت گرفته است - تغییراتی که در همه‌ی جمعیت‌های انسانی به یک شکل و اندازه صورت نگرفته است.



گفته شده است که تفاوت‌های بین جمعیت‌های انسان «سطحی» هستند و تنها شامل ویژگی‌های ظاهری نظیر رنگ پوست یا رنگ مو می‌شوند و نه تفاوت در ویژگی‌های

^{۲۱} Zulu

پیچیده‌ای نظیر کارکرد کبد یا تکوین مغز. «چاک لم»، در نامه‌ای به وینس ساریچ و فرانک میل در مجله‌ی متعلق به انجمن شکاکان، می‌نویسد، "درون نژادهای مختلف، همچون بیرون آنها متفاوت و متکثر نیست." و اینکه عمق تفاوت‌های ظاهری بین نژادها، تنها به پوست‌شان محدود می‌شود. [۱۲] لم فکر می‌کند که این تفاوت‌های سطحی احتمالاً محصول «انتخاب جنسی» هستند و از این رو آنها را باید بیشتر شبیه به چیزی مثل مُد در نظر گرفت. [۱۳]

ما با این نقطه‌نظر مخالفیم. با توجه به اینکه متخصصان به راحتی قادرند نژادها را از روی مشخصات اسکلتی‌شان شناسایی کنند، به نظر می‌رسد این تفاوت‌های سطحی و منحصر به پوست، راه خود را تا استخوان باز کرده‌اند. در واقع، پژوهش‌های اخیر نشان داده است که بین جمعیت‌های مختلف از نظر ژن‌هایی که بر تکوین مغز تاثیر می‌گذارند تفاوت وجود دارد. در بخش ۴ به این موضوع خواهیم پرداخت.

برای نسل‌های قبلی «انسان‌شناسان بدنی»^{۲۲}، این امری طبیعی بود که به تفاوت‌هایی توجه کنند که به راحتی قابل مشاهده است، اما این هرگز به آن معنا نبود که تمامی تفاوت‌ها را می‌شد به راحتی مشاهده کرد. در واقع، این خود دانشمندان بودند که سطحی بودند، نه تفاوت‌های بین جمعیت‌ها.

برخی عنوان کرده‌اند که تفاوت‌های موجود بین جمعیت‌های انسانی کوچک است و چندان معنادار نیست. مثلاً در سال ۱۹۷۲، ریچارد لونتین^{۲۳} به شیوایی عنوان کرده است که اکثر تفاوت‌های ژنتیکی، درون جمعیت‌های انسانی یافت می‌شود و نه بین گروه‌های مختلف. حدوداً ۸۵٪ از تنوع ژنتیکی انسان درون گروه به چشم می‌خورد تا بین گروه‌ها، و تنها ۱۵٪ از آن بین گروه‌ها دیده می‌شود. لونتین و سایرین استدلال کرده‌اند که این به آن معناست که تفاوت‌های ژنتیکی بین جمعیت‌های انسان، بایستی کمتر از تفاوت‌های موجود در داخل

^{۲۲} physical anthropologists

^{۲۳} Richard Lewontin

جمعیت‌های انسانی باشد. [۱۴] اما نکته اینجاست که در سگ‌ها نیز تنوع ژنتیکی به شکلی مشابه توزیع شده است: ۷۰٪ از تنوع ژنتیکی درون نژاد قرار دارد، در حالی‌که ۳۰٪ دیگر بین نژادها وجود دارد. با استدلالی مشابه با استدلالی که لوونتین در مورد جمعیت‌های انسانی مطرح کرده است، یک نفر می‌تواند مدعی شود که تفاوت‌های بین اعضای درون نژاد گریت‌دین بایستی بیشتر از تفاوت‌های میانگین بین نژاد گریت‌دین و چی‌هواها باشد. اما همان‌طور که می‌دانیم چنین چیزی واقعیت ندارد.

اگرچه توزیع تنوع ژنتیکی همان‌طور است که لوونتین می‌گفت، اما تفسیر او بر این داده نادرست بوده است. دلیلش هم این است که داده‌های مربوط به توزیع تنوع ژنتیکی، اساساً هیچ اطلاعاتی در مورد اندازه یا اهمیت تفاوت‌های رخ داده در صفات {متناظر با آن ژن‌ها-م} نمی‌دهد. تفاوت‌های برجسته‌ای که ما امروز در صفاتی نظیر قد، وزن، قدرت، سرعت، رنگ پوست جمعیت‌های مختلف مشاهده می‌کنیم تفاوت‌هایی واقعی هستند؛ امکان ندارد بتوان آنها را انکار کرد. اما با آمارهای ژنتیکی نمی‌توان فهمید که چه نوع تفاوت‌هایی در سایز، قدرت، طول عمر، یا خصلت‌های جمعیت‌های مختلف را باید انتظار داشت.

امروز می‌دانیم که آنچه اهمیت دارد همبستگی^{۲۴} های موجود بین این تفاوت‌های ژنتیکی است. در مواقعی که تفاوت‌های ژنتیکی دو جمعیت در جهت خاصی - در راستای ترجیح یک روند معین - باشد این تفاوت‌ها می‌توانند بر روی هم انباشت شوند و اثر بزرگی ایجاد کنند. برای نمونه، شکی نیست که تعدادی از ژن‌ها هستند که بر روی رشد جثه‌ی سگ‌ها تاثیر می‌گذارند، به شکلی که برخی آلل‌ها (نسخه‌ها)ی این ژن‌ها، رشد را افزایش می‌دهند و برخی دیگر بازداری می‌کند. اما نکته اینجاست که حتی اگر ما بتوانیم ژن‌های افزایش‌دهنده و بازداری

^{۲۴} Correlation: اشاره دارد به میزان ارتباط یا بستگی دو یا چند پدیده به یکدیگر. بدین معنا که اگر در یکی از آنها تغییری ایجاد شود در دیگری نیز تغییری به وجود خواهد آمد یا نه-م

رشد را هم در نژادِ گریت‌دین و هم چی‌هواها شناسایی کنیم، باز هم آنچه تعیین‌کننده است تفاوتِ موجود در روند و جهتِ کلی است. مثلاً آل‌هایی که رشد را ترویج می‌دهند بایستی در نژادِ گریت‌دین شایع‌تر باشند. اگرچه یک سگِ گریت‌دینِ معین ممکن است یک آلِ از-نظر-رشد-کاهنده از یک ژنِ معین را داشته باشد، و یک سگِ معین از نژادِ چی‌هواها یک آلِ از-نظر-رشد-فزاینده از یک ژنِ معین را داشته باشد، اما مجموعِ تاثیراتِ این همه ژن‌های مختلف تقریباً به طورِ قطع در راستای ترجیحِ رشدِ جنه‌ی بیشتر در نژادِ گریت‌دین خواهد بود. به این گفته می‌توان اطمینان کرد زیرا تا آنجا که می‌دانیم، هیچ سگِ بالغی از نژادِ چی‌هواها تاکنون به بزرگیِ یک گریت‌دینِ بالغ نبوده است. درست همانطور که، در یک روزِ معین می‌تواند در نیومکزیکو بیشتر از هاوایی باران بیاید، اما طیِ کلِ یک سال، تقریباً به طورِ قطع هاوایی پر باران‌تر از نیومکزیکو خواهد بود. این موضوعی است که با بررسیِ آمارهای مربوط به میزانِ بارندگی نیز تایید می‌شود.



مثالی نزدیک‌تر می‌زنیم. مقایسه‌ی میزانِ مقاومت در برابرِ مالاریا بینِ مردمِ اروپاییِ شمالی و آفریقای مرکزی. برخی از مردمِ نیجریه دارای یک جهشِ «سلولِ داسی‌شکل» هستند (که نوعی دفاعِ شناخته‌شده در برابرِ انگلِ فالسیپارومِ

مالاریا محسوب می‌شود)، در حالیکه به ندرت کسی از اروپای شمالی چنین سلولی دارد؛ اما حتی در بینِ اکثریتِ نیجریه‌یی‌ها که حاملِ این سلولِ داسی‌شکل نیستند نیز همچنان اکثرشان در مقایسه با هر سوئدی نسبت به مالاریا بسیار مقاوم‌تر هستند. دلیلش هم این است که بسیاری از ژن‌های آنها، از نوعِ نسخه‌های مقاوم در برابرِ مالاریا هستند. بنابراین، الگوی غالبی که انتخابِ طبیعی در یک جمعیت ایجاد می‌کند مجموعه‌ای از تغییراتِ همبسته است که

همه‌ی این تغییرات جهتِ عمومیِ یکسانی دارند و همگی نوعی واکنش فشارِ انتخابیِ یکسانی محسوب می‌شوند.

یک موضوع پراهمیتِ دیگر این است که تغییرات در یک ژن منفرد، گاه می‌تواند پیامدهای بزرگی به همراه داشته باشد. مثلاً ما بیماری‌های ژنتیکی هولناکی را می‌شناسیم که تنها می‌تواند به واسطه‌ی یک تغییر در یک ژن منفرد ایجاد شود، و همین‌طور می‌دانیم که برخی از تغییرات کلیدی‌ای که در فرایندِ اهلی‌سازیِ حیوانات و گیاهان رخ داده‌اند به واسطه‌ی جهش‌های رخ داده در یک ژن منفرد صورت گرفته است.



برای نمونه، مغز بادام وحشی، حاوی آمیگدالین است. آمیگدالین، یک ماده‌ی شیمیایی تلخ است که وقتی مغز بادام خورده می‌شود تبدیل به سیانید^{۲۵} می‌شود. از این رو، خوردن چند دانه مغز بادام وحشی می‌تواند کشنده باشد. اما در درخت‌های بادام اهلی‌شده، تنها در یک ژن منفرد جهش‌هایی صورت گرفته که مانع تولید آمیگدالین می‌شود، و مغز بادام را قابل خوردن می‌سازد. [۱۵]

چنین پیامدهای چشمگیری که به واسطه‌ی یک تغییر ژنتیکی کوچک رخ می‌دهند به این دلیل امکان‌پذیر هستند که سازوکارِ DNA تا اندازه‌ای شبیه به یک دستورِ راهنما یا یک برنامه‌ی کامپیوتری است: گاهی تغییر تنها یکی از حروف می‌تواند تاثیرِ عظیمی داشته باشد. در یک مثالِ اغراق‌آمیز، شایع‌ترین نوعِ کوتولگی، به واسطه‌ی یک تغییر در یک نوکلئوتید منفرد ایجاد می‌شود، چیزی شبیه به زمانی که کل معنای یک کتاب به دلیل یک اشتباه تایپی تغییر کند. با توجه به این واقعیت، این امری امکان‌پذیر است که تفاوت‌ها در یک ژن منفرد بتواند بین جمعیت‌های انسانی باعث تفاوت‌های معنادار در ویژگی‌ها شود.

تأثیر تفاوت‌های ژنتیکی بر بدن و ذهن، بیشتر به میزان اهمیت تأثیر آن دسته از تفاوت‌های ژنی بستگی دارد که بین جمعیت‌های انسانی وجود دارد تا درون یک جمعیت. از این منظر، آللهایی که تفاوت‌شان تأثیرات عظیمی ایجاد می‌کند بیش از آنهایی که تفاوت‌شان تأثیرات اندکی ایجاد می‌کنند اهمیت دارند. قبول دارید؟ اما استدلال لوونتین فرض را بر این گرفته است که تأثیر متوسط آللهایی که بین جمعیت‌ها متفاوت هستند و آللهایی که درون جمعیت متفاوت هستند یکسان است، و این یک دیدگاه نادرست است.

از آنجاییکه تمامی انسان‌ها دارای نیای مشترک نسبتاً متأخری در حدود ۱۰۰ هزار سال پیش هستند - و انسان‌هایی که در بیرون از آفریقا هستند دارای نیای مشترک حتی متأخرتری (حدوداً ۵۰ هزار سال) هستند - بنابراین تفاوت‌های قابل‌مشاهده بین جمعیت‌ها بایستی به سرعت تکامل یافته باشد، و چنین تکامل سریعی تنها زمانی می‌تواند اتفاق بیفتد که آللهای دخیل در این تفاوت‌ها، دارای مزیت‌های انتخابی قدرتمندی بوده باشند. به عبارت دیگر، آللهایی که محدود به یک منطقه هستند، و مسئول تفاوت‌های بین جمعیت‌ها هستند، حتماً تأثیرات مهمی بر «برازندگی ژنتیکی» آن جمعیت داشته‌اند. این چیزی است که اصول ژنتیک جمعیت ایجاب می‌کند، و اطلاعات ژنومی نیز امروز آن را تایید می‌کند. این به آن معناست که اکثر یا همه‌ی آللهایی که مسئول تفاوت‌های بارز ظاهری بین جمعیت هستند - نظیر تنوعات ژنی مربوط به رنگ پوست یا چشم آبی - به واسطه‌ی فشار انتخابی قدرتمندی صورت گرفته‌اند. در این مورد، منظور از «تأثیر مهم» بر برازندگی ژنتیکی، چیزی حدود ۲ یا ۳٪ افزایش در «برازندگی» به بالاست. با قضاوت از روی آهنگی که فراوانی آللهای جدید در جمعیت گسترش یافته است، می‌توان نشان داد که این موضوع در مورد ژن‌های مربوط به رنگ پوست (SLC24A5)، رنگ چشم (HERC2)، تحمل لاکتوز (LCT)، و خشک‌بودن چرک گوش (ABCC11) صادق است. تصور کنید. [۱۶]

در بسیاری موارد، نیای مشترک جمعیت‌ها حتی از این هم متأخرتر است. مثلاً سرخپوستان آمریکا و ساکنان شمالی آسیا، ظاهراً تنها چیزی حدود ۱۵ هزار سال پیش از یکدیگر واگرایی پیدا کرده‌اند. در مورد این جمعیت‌ها، فرایند انتخاب حتی زمان کمتری برای عمل کردن داشته است، از این رو می‌توان نتیجه گرفت که تفاوت‌های مشاهده‌شده بین این نوع جمعیت‌ها، حتماً تأثیر حتی بزرگتری بر برازندگی ژنتیکی این جمعیت‌ها داشته است.



بنابراین، ما بر این باوریم که تفاوت‌های مشاهده‌شده بین گروه‌های نژادی، محصول تنوعات ژنتیکی‌ای هستند که اخیراً فراوانی‌شان در جمعیت افزایش یافته است و تأثیر بزرگی بر برازندگی ژنتیکی داشته‌اند. دو مثال می‌زنیم:

- چشمان آبی که تنها در بین اروپایی‌ها و همسایگان نزدیک‌شان یافت می‌شود نتیجه‌ی یک نسخه‌ی جدید از DNA است که بیان ژن OCA2 - که دست‌کم در اروپا تحت فشار انتخابی قوی قرار دارد - را کنترل می‌کند.
- خشک‌بودن واکس گوش، در چین و کره متداول است، اما در اروپا نادر است و در آفریقا به کلی ناشناخته است: آلل مربوط به واکس خشک گوش، محصول یک فشار انتخابی قوی متأخر است.

می‌توان قویاً پیش‌بینی کرد که بسیاری (شاید اکثر) آنچه تاکنون به عنوان ناشناخته‌های تفاوت‌های نژادی معرفی شده نیز محصول انتخاب‌های متأخر است. برای نمونه، به نظر می‌رسد که پلک چشم نقابی^{۲۶} (تصویر زیر) که در جمعیت‌های آسیای شمالی دیده می‌شود به احتمال بالا محصول یک انتخاب قوی متأخر است.



همه‌ی اینها به این معنی است که درست همانطور که انسان ۴۰ هزار سال پیش به طور قابل توجهی متفاوت از نیاکانش که ۱۰۰ هزار سال پیش می‌زیستند بوده است، (به ویژه، در این مدت بسیار ممتدتر شده بوده است)، انسان‌های امروزی نیز از بسیاری جهات از نیاکان ۴۰ هزار سال پیش از میلادشان متفاوت هستند، و با در نظر گرفتن آهنگ شتابناک این تغییرات، می‌توان نتیجه گرفت که ما حتی از نیاکان دوره‌های تاریخی اخیرتر نیز متفاوت هستیم. به این ترتیب، اگرچه می‌توان با قهرمانان ایلید (یا آدیسه) همدردی کرد، اما باید بدانید که ما با آنها یکی نیستیم.

پیش از پیدایش زیست‌شناسی مولکولی مدرن، توانایی ما برای مطالعه‌ی تکامل انسان با محدودیت‌های زیادی مواجه بود. در آن زمان، همه‌ی آنچه ما با آن سروکار داشتیم اصول ژنتیک بود: بررسی تفاوت‌های قابل مشاهده بین افراد نظیر رنگ پوست، و دانشی دقیق از تعداد محدودی از ژن‌ها، (اکثراً پروتئین‌های خون و آنهایی که منجر به بیماری‌های ژنتیکی می‌شوند نظیر کم‌خونی داسی شکل).

^{۲۶} یک نقاب پوستی واقع در پلک بالایی چشم که گوشه‌ی داخلی چشم را می‌پوشاند-م

اما حتی در آن زمان نیز، به واسطه‌ی شناخت‌مان از جزئیات تولیدمثل حیوانات و گیاهان، و همین‌طور، مشاهده‌ی نمونه‌های بسیار از تکامل سریع در طبیعت می‌دانستیم که رخ‌دادن تغییرات تکاملی چشمگیر طی ۱۰ هزار سال یا کمتر امری امکان‌پذیر است. همچنین واضح بود که تفاوت‌های ژنتیکی خفیف بین گروه‌ها می‌تواند منجر به تفاوت‌های بزرگ در صفات شود. در واقع، تفاوت در یک ژن منفرد می‌تواند منجر به ایجاد استراتژی‌های حیات به کلی متفاوت (واگرا) شود. مثلاً مورچه‌های آتشین را در نظر بگیرید.



مورچه‌هایی که یک نسخه از یک گیرنده‌ی فرمون^{۲۷} را دارند در کولونی‌های مستقل زندگی می‌کنند، و هر کدام یک ملکه‌ی جدا دارند، در حالیکه آنهایی که سایر نسخه‌های آن

گیرنده‌ی فرمونی را دارند در یک فراکولونی پراکنده، با تعداد زیادی ملکه زندگی می‌کنند. [۱۷] حتی پیش از رخ‌دادن انقلاب در ژنومیک^{۲۸}، به قدر کافی واضح بود که علاوه بر داشتن نیای مشترک متأخر، می‌تواند تفاوت‌های قابل توجهی بین جمعیت‌های انسان در تقریباً هر صفت دلخواه وجود داشته باشد. واضح بود که این با آنچه از علم ژنتیک می‌دانیم سازگار است، و همین‌طور می‌شد دید که دست‌کم برخی از این نوع تفاوت‌ها، در مواردی نظیر رنگ پوست، جثه، ریخت‌شناسی، و متابولیسم وجود داشتند.

اما همان‌طور که انقلاب مولکولی طی سال‌های اخیر پیش رفته است، ما چیزهای بسیار بیشتری آموخته‌ایم. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که بسیاری از ژن‌ها، در حال حاضر با آلل‌های

^{۲۷} فرمون‌ها مواد شیمیایی هستند که اعضای برخی از گونه‌ها از خود آزاد می‌کنند و واکنش اجتماعی دیگر

اعضای آن گونه را باعث می‌شود-م

^{۲۸} علم تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات ژنتیکی بخصوص ژنوم موجودات-م

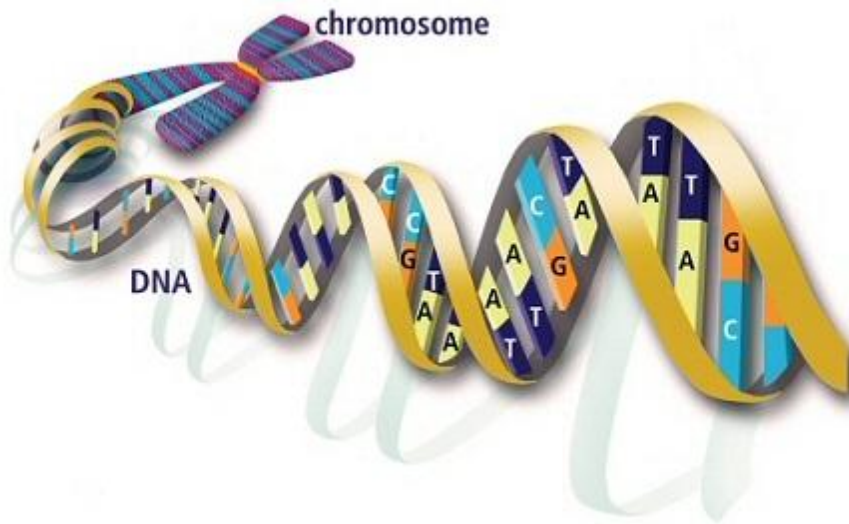
جدیدشان جایگزین شده‌اند- از همه قوی‌تر در بین اوراسیایی^{۲۹} ها. و دیگر اینکه آن ژن‌هایی که به واسطه‌ی فشار انتخاب‌های اخیر ترجیح داده شده‌اند در بیشتر بخش‌هایشان، در جمعیت‌ها متفاوت هستند. این تفاوت‌های آشکار بین جمعیت‌ها که ما طی چند سال گذشته از آنها باخبر شده‌ایم تنها نوک بیرون آمده از یک کوه‌یخ پنهان در زیر آب محسوب می‌شوند.

^{۲۹} اشاره دارد به افرادی با ترکیبی از نیای آسیایی و اروپایی -م

اتصال

اکثر مطالعات اخیر از داده‌های بدست آمده از «هپ‌مپ»^{۳۰} استفاده می‌کنند، یعنی یک بانک داده که حاوی الگوهای رایج از تنوع ژنتیکی انسانی است. این بانک داده، توسط گروهی بین‌المللی از محققان تولید شده است. برای طرح «هپ‌مپ» چهار جمعیت انتخاب شدند - ۹۰ نفر از نیجریه، ۹۰ آمریکایی با نیای اروپایی، ۴۵ نفر از توکیو، و ۴۵ نفر از بیجینگ چین. در این کتاب، به برخی دلایل، ما ژاپنی‌ها و چینی‌ها را با هم در یک گروه به عنوان گروه «آسیای شرقی» قرار خواهیم داد.

ژنوم انسان از حدوداً ۳ میلیارد باز نوکلئوتیدی تشکیل شده است (منظور از باز نوکلئوتیدی، ۴ ساختار مولکولی است که بر روی هم DNA را می‌سازند). این بازها در ۴۶ دسته‌ی جداگانه از DNA به نام «کروموزوم»ها سازمان‌دهی شده‌اند. ترتیب قرار گرفتن این بازها در اکثر بخش‌های DNA، در تمام انسان‌ها یکسان است، اما در بین هر چندصد باز، یک بخش متغیر نیز به چشم می‌خورد. اینها تنها بخش‌هایی هستند که در آنها احتمال دارد بازهای DNA از یک فرد به فرد دیگر متغیر باشند.



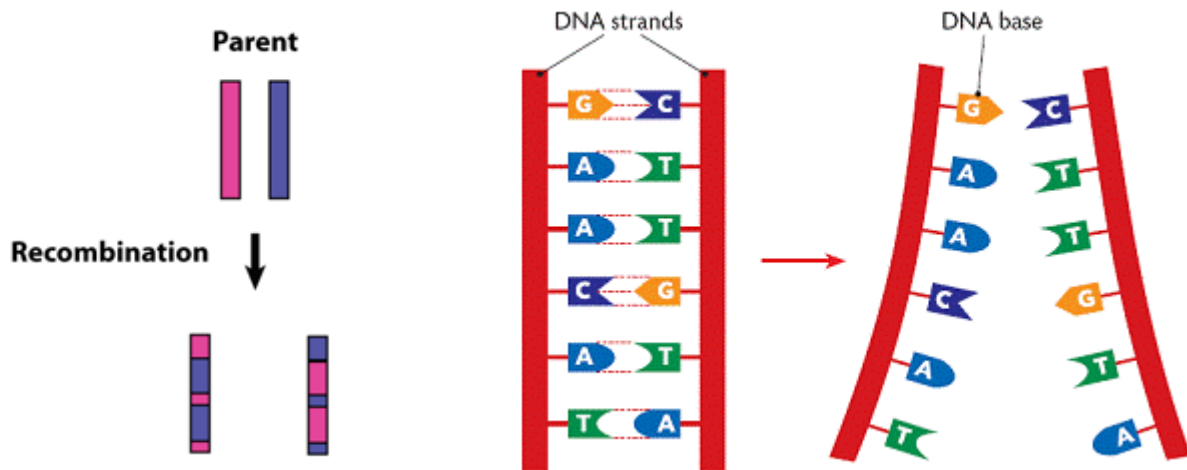
^{۳۰} HapMap

به هر یک از اشکال مختلفی که بازها در این مناطق در کنار هم چیده می‌شوند اصطلاحاً یک «هاپلوتایپ» گفته می‌شود. مثلاً یک تکه‌ی سه قسمتی را تصور کنید- خانه‌ی اول می‌تواند از G یا C ساخته شده باشد (یعنی از گوانین یا سیتوزین)، خانه‌ی دوم می‌تواند A (آدونین) یا G باشد، و سومی می‌تواند T (تیامین) یا C باشد. مثلاً یک فرد معین می‌تواند در اولین بخش C داشته باشد، در دومین بخش A داشته باشد، و در بخش سوم T. به این ترتیب هاپلوتایپ او CAT خواهد بود- در حالیکه هاپلوتایپ فردی دیگر می‌تواند CGT باشد. یک هاپلوتایپ، همانند یک دست کارت در بازی پوکر است- هر یک از بازهای نوکلئوتیدی هم در حکم یک کارت هستند.

HAPLOTYPE PATTERNS	
Person A	ATTGAT CGGAT...CCATCGGA...CTAA
Person B	ATTGAT AGGAT...CCAGCGGA...CTCA
Person C	ATTGAT CGGAT...CCATCGGA...CTAA
Person D	ATTGAT AGGAT...CCAGCGGA...CTCA
Person E	ATTGAT CGGAT...CCATCGGA...CTAA

و درست مثل کارت‌ها، هاپلوتایپ‌ها هم از کارت‌هایی اتفاقی تشکیل شده‌اند. کروموزوم‌های یک فرد جدید، از روی کروموزوم‌های به ارث رسیده از مادر و پدرش ساخته می‌شود. تقریباً مثل زمانی است که فرد دو دست از کارت‌هایش را با هم قاطی کند و یک دست کامل جدید درست کند. به این فرایند اصطلاحاً «بازآرایی»^{۳۱} می‌گویند. در واقع، طی همین فرایند «بازآرایی» است که آن چند بریدگی می‌تواند رخ دهد: در انسان‌ها، به طور متوسط در هر کروموزوم بین یک تا سه بریدگی اتفاق می‌افتد.

^{۳۱} Recombination: به آن «نوترکیبی» نیز گفته می‌شود-



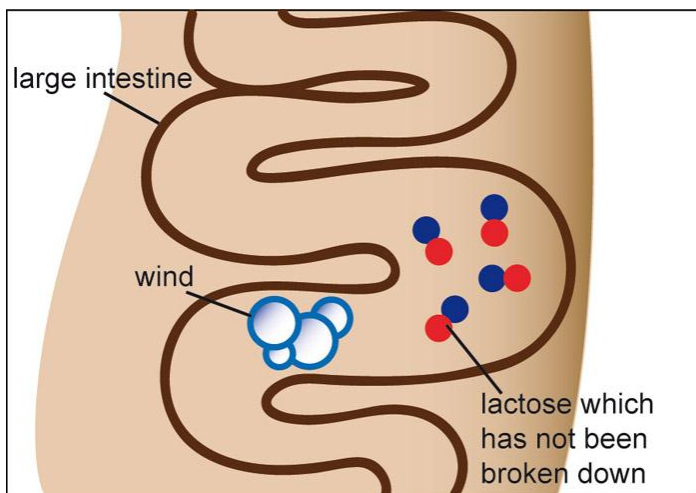
این به آن معناست که در هر نسل، هاپلوتایپ‌ها به طور جزئی شکسته می‌شوند: به این ترتیب، الگوی کاملی که در کروموزوم دست‌نخورده‌ی والدین وجود دارد پس از «بازآرایی»، دیگر دست‌نخورده نخواهد بود. با این وجود، بخش‌های کوچک‌تری از آن الگو احتمالاً بدون تغییر باقی می‌مانند، زیرا طول یک کروموزوم به درازای میلیون‌ها باز نوکلئوتیدی است، و از این رو چند بریدگی و شکستی که اتفاق می‌افتد احتمالاً فاصله‌ی زیادی از یکدیگر دارند.

با گذشت نسل‌های بسیار، هر هاپلوتایپ سرانجام به طور کامل دوباره به طور اتفاقی بازچیده خواهد شد. اما اگر یک جهش مطلوب {از نظر تکاملی-م} در یک کروموزوم رخ دهد، افرادی که این جهش را میزبانی می‌کنند به طور میانگین نسبت به دیگران، کودکان زنده‌ی بیشتری تولید خواهند کرد. و به این شکل، با گذر نسل‌ها افراد بیشتر و بیشتری آن جهش را حمل خواهند کرد. اگر آن مزیت به قدر کافی بزرگ باشد، آن جهش خواهد توانست پیش از آنکه «بازآرایی» به طور کامل هاپلوتایپ اصیل را به طور اتفاقی بازچینی کند به سرعت در آن جمعیت متداول شود- به قدری سریع که افراد میزبان آن جهش، همچنان هاپلوتایپ بومی اصیل را که به وقت به وجود آمدن آن را احاطه کرده بود با خود حمل می‌کنند. هرچه طول هاپلوتایپ گسترده‌شده در جمعیت طولانی‌تر باشد، حاکی از آن است که از عمر جهش مذکور

مدت کمتری می‌گذرد و اصطلاحاً آن جهش، «جوان‌تر» است. درست مثل وقتی که بخشی از آخرین دست کارت‌هایتان، با همان ترتیب در دست بعد دیده شود: شما حدس خواهید زد که ورق‌ها به قدر کافی بُر نخورده‌اند. و حق هم با شماست.

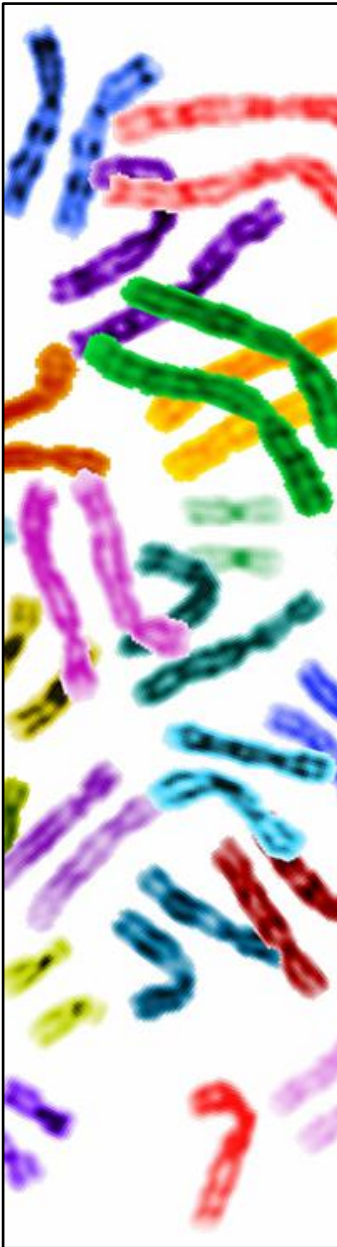
مطالعات HapMap به جستجوی هاپلوتایپ‌های طولانی (نواحی بُرنخورده‌ی طویل) در یک تعداد از افراد مورد بررسی پرداخته است. وجود چنین الگوهایی در یک جمعیت، می‌تواند یک نشانه‌ای از وجود فشار انتخابی قوی متاخر باشد - کاملاً متاخر، زیرا فرایند «بازآرایی» سرانجام تمامی چنین الگوهایی را به قطعات ریزتری خواهد شکست.

یک نمونه‌ی شناخته‌شده مربوط به ژنی است که «لاکتاز» را ایجاد می‌کند. لاکتاز یک آنزیم است که لاکتوز (قند موجود در شیر) را هضم می‌کند. در اکثر انسان‌ها، و به طور کلی در



پستانداران، تولید لاکتاز حدوداً در سن از شیرگرفته‌شدن متوقف می‌شود، اما در بسیاری از اروپایی‌ها و برخی از دیگر مردمان، تولید این آنزیم در سرتاسر عمر ادامه می‌یابد. این سازگاری به بزرگسالان امکان

می‌دهد تا بتوانند همچنان شیر مصرف کنند. به این ترتیب، اروپایی‌هایی که {به واسطه‌ی داشتن این آنزیم-م} نسبت به لاکتوز تحمل دارند حامل یک جهش ویژه هستند که عمرش تنها چند هزار سال است. از این رو می‌توان حدس زد که این اروپایی‌ها بخش زیادی از هاپلوتایپ اصیل را نیز حمل می‌کنند. در حقیقت، هاپلوتایپ مربوط به این جهش که در اجمعیّت اروپایی‌ها منتشر شده است، طولی بیشتر از ۱ میلیون باز دارد.



مطالعات اخیر، موفق به شناسایی صدها مورد از هاپلوتایپ‌های طویل شده‌اند که همگی از وجود فشارهای انتخابی متأخر خبر می‌دهد: گستردگی برخی از این هاپلوتایپ‌ها در جمعیت تقریباً به ۱۰۰٪ فراوانی رسیده است، بخشی کمی بیشتر از آنها دارای فراوانی متوسط هستند، و اکثرشان منطقه‌ای هستند. در واقع، تعداد زیادی از آنها بسیار متأخر هستند: اصالت آنها به حداکثر ۵۵۰۰ سال پیش در بین نمونه‌های اروپایی و چینی، و حداکثر ۸۵۰۰ سال پیش در نمونه‌های آفریقایی می‌رسد. به این ترتیب می‌توان گفت که طی چند هزار سال اخیر، بارها و بارها یک جهش مطلوب در برخی افراد رخ داده و از آنجا که مطلوب بوده-م} به طور گسترده در جمعیت منتشر شده است، تا زمانیکه امروز یک بخش قابل توجه از نژاد انسانی واجد این آلل جهش یافته هستند. گاهی نیز تقریباً همه‌ی افرادی که در یک ناحیه‌ی جغرافیایی بزرگ زندگی می‌کنند- مثلاً تمام مردم اروپا یا آسیای شرقی- در یک صفت با یکدیگر مشترک هستند و دلایل

به یک چنین آللهایی مربوط می‌شود. وقوع جهش می‌تواند بر بسیاری چیزهای متفاوت تاثیر بگذارد- رنگ پوست، متابولیسم، دفاع در برابر بیماری‌های مسری، مشخصات سیستم عصبی مرکزی، و تعداد بیشماری از دیگر صفت‌ها و کارکردها.

از زمانی که ما توالی ژنوم شامپانزه را شناسایی کرده‌ایم، به اندازه‌ی تفاوت‌های ژنتیکی بین شامپانزه‌ها و انسان‌ها پی برده‌ایم. از آنجاییکه که علاوه بر آن، ما برآوردی نسبتاً دقیق از زمانی که این دو گونه از یکدیگر جدا شده‌اند نیز در اختیار داریم، می‌توانیم آهنگ تغییرات ژنتیکی را طی این مدت طولانی محاسبه کنیم. این محاسبات نشان می‌دهد که آهنگ تغییرات، طی چند هزار سال گذشته بسیار سریع‌تر از همین آهنگ طی چند میلیون‌ها سال گذشته بوده است، چیزی حدوداً ۱۰۰٪ برابر سریع‌تر. در حالیکه اگر انسان‌ها همواره با این سرعت در حال تکامل بودند، می‌بایستی تفاوت‌های ژنتیکی بین ما و شامپانزه‌ها بسیار بیشتر از مقداری می‌بود که در حال حاضر هست. [۱۸]



علاوه بر این، ما آل‌های بسیار متأخرتر را بیشتر از آنکه در فراوانیِ نزدیک به ۱۰۰٪ بینیم در وضعیتِ فراوانیِ متوسط (۲۰٪ تا ۷۰٪) می‌بینیم. با توجه به اینکه یک آلِ جدیداً ترجیح‌داده‌شده برای مدتی طولانی در فراوانیِ پایین حضور دارد (ابتدا تنها با یک کپی شروع می‌شود)، و مدتِ کوتاهی را در فراوانیِ متوسط طی می‌کند، و سپس مدتِ زیادی را در فراوانیِ نزدیک به ۱۰۰٪ طی می‌کند، تنها تبیین این است که این آبشارِ فشارهای انتخابی، بسیار متأخر رخ داده است، به قدری که ژن‌های انتخابیِ اندکی فرصت داشته‌اند تا در مرحله‌ی نهاییِ افزایش و فراوانی‌شان قرار بگیرند.

در تحلیلِ نهایی، علتِ این تکاملِ شتابناکِ انسان در چند هزار سال گذشته، مجموعه‌ای از تغییراتِ ژنتیکی بوده است که افزایشِ تواناییِ انسان برای تغییر کردن یاری می‌کرده است. در این بین، پیدایشِ توانایی‌های زبانیِ پیچیده می‌تواند یک عاملِ کلیدی در نظر گرفته شود. می‌توان گفت که آل‌های جدید (خواه محصولِ جهش بوده‌اند و/یا ورودِ ژنتیکی^{۳۲}) که منجر به افزایش در این خلاقیتِ زبانی شدند جهش‌هایی «راهگشا» بوده‌اند زیرا با ظهورشان تغییراتی را باعث شدند که خود منجر به تغییراتِ تکاملیِ بیشتری شد- درست همانطور که پیدایشِ اولین بال‌های ساده در حشرات، نهایتاً منجر به پیدایشِ زنبورها، پروانه‌ها، و تعدادِ بیشماری از سوسک‌ها شد.

هر تغییرِ بزرگ، به فشارهای انتخابیِ جدیدی دامن زد و این فشارهای جدید، به نوبه‌ی خود منجر به تغییراتِ تکاملیِ بیشتری در گونه‌ی انسان شدند، و عظیم‌ترین تغییر در این بین، پیدایشِ کشاورزی-دامپروری بوده است.

^{۳۲} genetic introgression : اشاره دارد به حرکتِ یک ژن (شارشِ ژنی) از یک گونه به خزانه‌ی ژنیِ گونه‌ی

منابع بخش اول

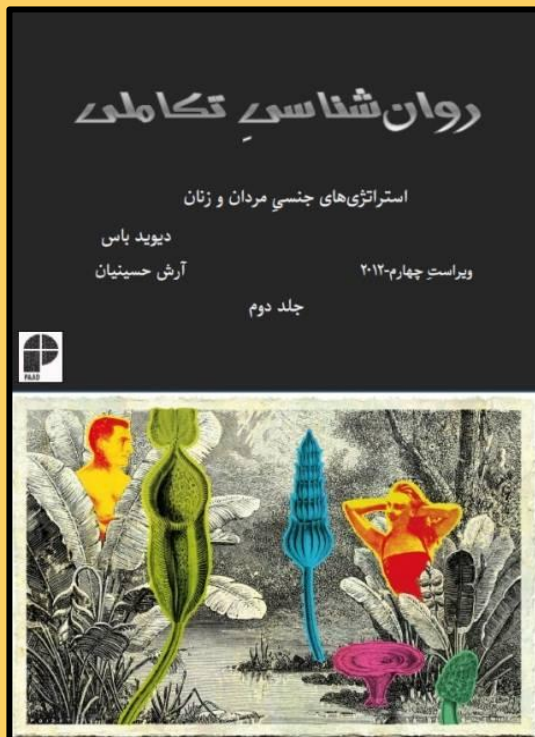
1. Sargon of Akkad, about 4,000 years ago, built one of the first empires in what is now Iraq. Imhotep was an early Egyptian architect, engineer, and physician.
2. "Behavioral modernity" is anthropological slang for the cultural creativity thought to be characteristic of modern humans.
3. John Hawks, "Adaptive Evolution of Human Hearing and the Appearance of Language," 77th Annual Meeting of the American Association of Physical Anthropologists, April 11, 2008, Columbus, Ohio.
4. Stephen J. Gould, "The Spice of Life," *Leader to Leader* 15 (Winter 2000): 14–19.
5. Lyudmila N. Trut, "Early Canid Domestication: The Farm-Fox Experiment," *American Scientist* 161 (1999): 161.
6. Jack C. Schultz and Ted Floyd, "Desert Survivor," *Natural History* 108, no. 2 (1999): 24–29.
7. John Tooby and Leda Cosmides, "On the Universality of Human Nature and the Uniqueness of the Individual: The Role of Genetics and Adaptation," *Journal of Personality* 58, no. 1 (1990): 17–67.
8. John Tooby and Leda Cosmides, "Evolutionary Psychology: A Primer," University of California Santa Barbara, <http://www.psych.ucsb.edu/research/cep/primer.html> (accessed October 1, 2008)
9. M. Clifton, "Dog Attack Deaths and Maimings," 2008, from <http://www.dogbitelaw.com/Dog%20Attacks%201982%20to%202006%20Clifton.pdf>
10. Yali Xue et al., "Spread of an Inactive Form of Caspase-12 in Humans Is Due to Recent Positive Selection," *American Journal of Human Genetics* 78, no. 4 (2006): 659–670.
11. George H. Perry et al., "Diet and the Evolution of Human Amylase Gene Copy Number Variation," *Nature Genetics* 39 (2007): 1256–1260. 229
12. Vincent Sarich is a professor of anthropology who played a key role in estimating the date of the divergence between humans and chimpanzees, Frank Miele is a senior editor at *Skeptic* magazine, and Chuck Lemme is a longtime reader of *Skeptic*.
13. Chuck Lemme, "Race and Sexual Selection," *Skeptic*, <http://www.skeptic.com/eskeptic/05-03-22.html> (accessed October 1, 2008).

14. Richard Lewontin, "The Apportionment of Human Diversity," *Evolutionary Biology* 6, no. 1 (1972): 381–398.
15. Mark Rieger, *Introduction to Fruit Crops* (New York: Food Products Press, 2006).
16. Koh-ichiro Yoshiura et al., "A SNP in the ABCC11 Gene Is the Determinant of Human Earwax Type," *Nature Genetics* 38 (2006): 324–330.
17. Laurent Keller and Kenneth G. Ross, "Selfish Genes: A Green Beard in the Red Fire Ant," *Nature* 394 (1998): 573; Michael J. B. Krieger and Kenneth G. Ross, "Identification of a Major Gene Regulating Complex Social Behavior," *Science* 295, no. 5553 (2002): 328–332.
18. John Hawks et al., "Recent Acceleration of Human Adaptive Evolution," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, no. 52 (2007): 20753.

از همین مترجم به شکل اینترنتی منتشر شده است:

روان‌شناسی تکاملی (جلد دوم)؛ اثر دیوید باس، ۲۰۱۲

آب پنهان (جلد دوم)؛ اثر تونی آلن، ۲۰۱۱



این کتاب‌ها و سایر آثار مترجم را می‌توانید در آدرس زیر بیابید:

Arash-hosseiniyan.blogspot.com





در کانال تلگرام کارنیل هر روز انگیزه خود را شارژ کنید 😊

<https://telegram.me/karnil>

 @karnil



در کانال تلگرام کارنیل هر روز انگیزه خود را شارژ کنید 😊

<https://telegram.me/karnil>

 @karnil