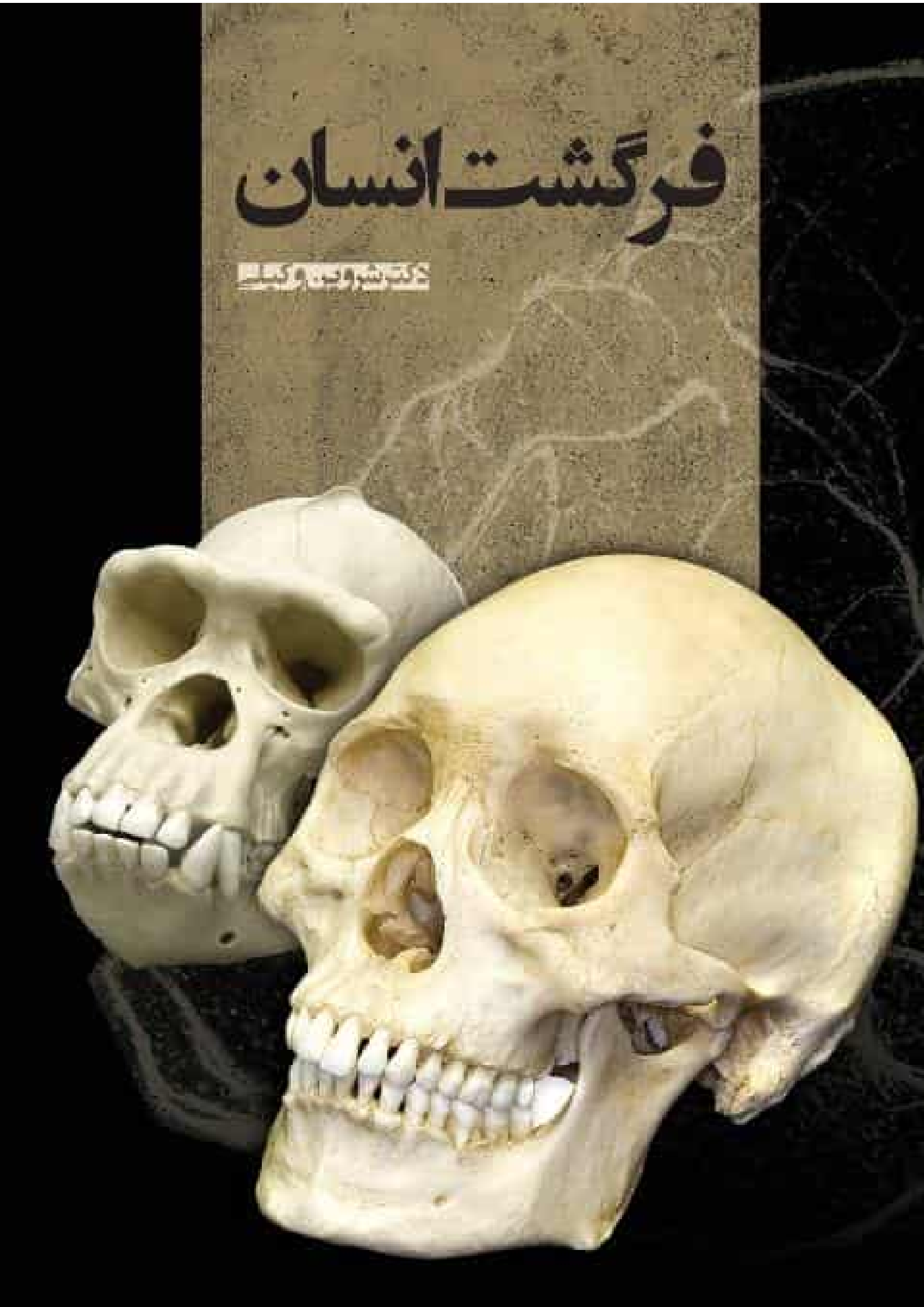
فرگشت انسان



فرگشت انسان

نویسنده: دکتر شروین وکیلی

ww.soshians.ir

(https://telegram.me/sherwin_vakili)

طراح جلد: مریم تاج بخش

(شماره صفحه‌ها در چاپ کاغذی با نسخه الکترونیکی متفاوت است)

چاپ نخست: ۱۳۹۴- تهران

بخش نخست

تعریف انسان

فصل نخست: سیستم‌های پیچیده

کلیات[۲]

ماده/ انرژی/ اطلاعات

در یک نگاه کلی، می‌توان موضوع کل دانش تجربی را به سه قلمرو ماده، انرژی و اطلاعات تقسیم کرد. از آنجا که تمام پدیدارهای شناخته‌شده برای ما به صورت ترکیبی از این سه عنصر وجود دارند، لازم است کمی بیشتر در مورد آن‌ها بدانیم.

ماده قدیمی‌ترین و مشهورترین شکل از عناصر سازنده‌ی پدیدارهاست. ماده آن عاملی است که با جرم نمایندگی می‌شود و توسط واحد گِرَم شمارش‌پذیر می‌گردد. مدل‌ها و نظریه‌های تفسیرکننده‌ی ماده از قدمتی بسیار برخوردارند و طیف وسیعی از دیدگاه‌ها را ــ از تالس تا انیشتین ــ در بر می‌گیرند. ماده را از دیرباز به عنوان واحد وجود داشتنِ عناصر ــ و گاه به عنوان تنها تجلی وجودها ــ در نظر می‌گرفته‌اند. به همین

---

۱. مفاهیم این گفتار به شکلی بسیار فشرده تنظیم شده‌اند. خوانندگانی که با نظریه‌ی سیستم‌های پیچیده آشنایی ندارند می‌توانند از این فصل بگذرند. برای آشنایی با این نظریه نگاه کنید به (وکیلی ۱۳۸۹ [الف])

دلیل هم ترازو، که یکی از مشتقات جرم ــ یعنی وزن ــ را می‌سنجد، یکی از آشناترین و معتبرترین ابزارهای سنجش در تمدن‌های باستانی بوده است، تا بدان حد که فرشته‌ی عدالت نیز معمولاً با ترازویی در دست تصویر می‌شود. با وجود این سابقه‌ی طولانی، تا زمان گالیله تلاش موفقی برای صورت‌بندی ریاضی مفهوم ماده انجام نشد و تنها در عصر نیوتون بود که اولین صورت‌بندی موفق این مفهوم به اندیشمندان معرفی شد. اگر از دیدگاه‌های اساطیری و انسان‌واره[۳] بگذریم، می‌بینیم که قدمت مفهوم علمی انرژی بسیار کمتر از ماده است. نخستین نظریه‌هایی که انرژی را به عنوان عامل دگرگونی در ماده صورت‌بندی می‌کردند، در جریان عصر روشنگری شکل گرفتند. اگر از صورت‌های ساده‌انگارانه‌ی تفسیر این مفهوم ــ مانند نظریه‌ی فلوژیستون ــ بگذریم، باید تبار این واژه را در نورشناسی نیوتون و نظریه‌ی میدانی/ ذره‌ای برق جست‌وجو کنیم. مکانیک نیوتونی و معادلات ماکسول نخستین تلاش‌های موفق برای ریاضی‌گونه کردن مفهوم انرژی بوده‌اند. واحد اندازه‌گیری انرژی در زیست‌شناسی کالری است که با مقدار انرژی لازم برای یک درجه گرم کردن یک گرم آب برابر دانسته می‌شود. بنابراین، از ابتدا انرژی را بر مبنای دگرگونی در ماده می‌سنجیدند.

اطلاعات جدیدترین مفهوم از بین این سه است. این مفهوم به عنوان کلیدواژه‌ای با بار معنایی غنی در بسیاری از فرهنگ‌ها وجود داشته است، اما نخستین صورت‌بندی ریاضی آن و اولین تلاش برای کمی کردن آن در اواسط قرن گذشته توسط ویورِ و شانون[٤] انجام گرفت. اطلاعات بر مبنای وضعیت چیده شدن ماده و انرژی

---

۲. anthropomorphic

3- Weaver and shanon, 1951

در یک سیستم تعریف می‌شود. این مفهوم را با واحد بیت (bi t) ــ کوتاه شده‌ی عبارت «واحد دوتایی»[5] ــ کمّی می‌کنند یک بیت مقدار اطلاعاتی است که برای انتخاب یک گزینه از بین دو حالت همسان لازم است. در یک بیان ساده‌انگارانه، باید ماده را به عنوان شکل بدیهی و ملموس هستی ــ یعنی آنچه جرم دارد ــ در نظر گرفت، و انرژی را به عنوان توانایی تغییر ماده بر مبنای آن تعریف کرد. به این ترتیب، اطلاعات هم بر اساس ارتباطات بین ماده و انرژی تعریف‌پذیر می‌شود. جدای از آن‌که این تعریف تنها در سطح خاصی از توصیف (سطح کلان) معنا دارد، و گذشته از این‌که در فیزیک جدید معانی کاملاً متفاوت و گاه متحدشونده‌ای به این سه عنصر منسوب می‌شود، همین تعبیر ساده را کافی فرض می‌کنیم و سه کلیدواژه‌ی یادشده را به همین ترتیب به کار می‌گیریم. به این ترتیب در علم، هر پدیدار تجربه‌پذیر که مشاهده می‌شود آمیخته‌ای از این سه عنصر است.

پیچیدگی[6]

پویایی ماده، انرژی و اطلاعات سازنده‌ی چیزی است که ما به نام جهان تجربی می‌شناسیم. جهان، با تمام پدیده‌های زیرمجموعه‌اش، از پویایی این سه عنصر ایجاد می‌شود و شناسایی روندهای حاکم بر این سه عنصر کلیدی و روابط میان‌شان خشت پایه‌ی شناسایی ماهیت پدیدارها محسوب می‌شود. مهم‌ترین ویژگی یک پدیده حد و مرز ــ فیزیکی یا معنایی ــ ماده/ انرژی/ اطلاعات مربوط به آن با محیط خارج است. به این ترتیب، می‌توان هر واحد متشکل و در هم پیوسته از ماده/ انرژی/ اطلاعات را که مرزی طبیعی یا قراردادی

---

[5] Binary Digit
[4-] complexity

با جهان پیرامونش دارد به عنوان یک «سیستم» یا «سامانه» در نظر گرفت. واژه‌ی سیستم[7] از ریشه‌ی یونانی

«سون» (**συν**) به معنای «با هم» و «استِما» (**στημα**) به معنای «متصل و هم‌راستا» مشتق شده است و سامانه

هم به معنای نظم و سامان‌یافتگی است. با این توضیح، می‌توان هر چیزی را که در نظام شناختی ما به عنوان یک پدیده در نظر گرفته می‌شود نوعی سیستم دانست. دانش تجربی و کلاسیک، به‌تازگی، مفهوم سیستم را به دامنه‌ی واژگان تحلیلی و تخصصی حوزه‌ی علوم دقیق وارد کرده است و از کاربرد و نظریه‌پردازی در مورد این واژه کمتر از یک قرن می‌گذرد.

امروز، ابزارهای ریاضی و تحلیلی گوناگونی در قالب «نظریه‌ی عمومی سیستم‌ها» (**GST**)[8] برای بررسی پویایی ماده/ انرژی/ اطلاعات در سیستم‌ها ابداع شده است؛ ابزارهایی که می‌کوشند تا از روش ساده‌ی تجزیه و تحویل کردن[9] رخدادها به اجزای خردترشان چشم‌پوشی کنند و کل رفتار سیستم را به صورتی کل‌گرا تفسیر نمایند.[10]

اگر با این ابزارهای تحلیلی به روابط سه عنصر یادشده بپردازیم، دیر یا زود به عامل مهم و تعیین‌کننده‌ای به نام «پیچیدگی» برخورد می‌کنیم. پیچیدگی، می‌تواند با دو شاخص تعریف شود. نخست؛ تعداد عناصر موجود در یک سیستم (یعنی تعداد واحدهای تفکیک‌شدنی یا شمارش‌پذیرِ مادی، انرژیایی و اطلاعاتی موجود در سیستم)، و دوم؛ تعداد روابط بینابینی موجود در میان این عناصر. در یک تصور نمایه‌ای، چگالشِ گره‌های

---

[7] system
8. General Systems Theory
9. Reduction
10. Jantsch, 1980.

معرف عناصر سیستم، و انبوهیِ خطوطی که نشانگر روابط بین این عناصر هستند، پیچیدگی سیستم را نشان می‌دهند.

پیچیدگی یک سیستم با تعداد شاخص‌هایی که برای صورت‌بندی کردن رفتارش مورد نیاز است ارتباط مستقیم دارد. یعنی هرچه تعداد متغیرهای مورد نیاز برای پیش‌بینی رفتار یک سیستم بیشتر باشند، آن سیستم پیچیده‌تر است.

سلسله‌مراتب[۱۱]

اگر سیستم‌ها را بر اساس درجه‌ی پیچیدگی‌شان مرتب کنیم به یک نظام لایه‌بندی می‌رسیم که هر سیستمی، بر اساس درجه‌ی پیچیدگی‌اش، جایگاهی در آن می‌یابد. با توجه به این‌که یکی از شاخص‌های تعریف پیچیدگی تعداد عناصر درونی سیستم بود، این ساختار لایه‌بندی تا حدودی با اندازه‌ی سیستم‌ها (یعنی مقدار کّمی ماده/ انرژی/ اطلاعات در آن‌ها) هم‌خوانی پیدا می‌کند. به این ترتیب، می‌توان لایه‌های موجود در این سلسله‌مراتب پیچیدگی را بر اساس اندازه‌ی سیستم‌ها مرتب کرد و با کمی ساده‌انگاری پیچیدگی را به محور اندازه تحویل کرد. به این شکل، سلسله‌مراتب پیچیدگی به صورت سیستم‌هایی که در درجات بزرگ‌نمایی گوناگون قابل مشاهده هستند جلوه می‌کند. به این ترتیب، از سطح ابعاد پلانکی ($۱۰^{-۴۰}$متر) و پدیدارهای کوانتومی به سطح مگاپارسک‌ها و پدیدارهای کیهان‌شناختی می‌رسیم. نکته‌ی جالب این‌که نظام دانایی ما نیز در طول محوری مشابه با این لایه‌بندیِ پیچیدگی شکل گرفته است و شاخه‌های گوناگون علم تجربی (فیزیک،

۱۱. hierarchy

شیمی، زیست‌شناسی و...) را می‌توان به عنوان نظام‌های دانایی متمرکز بر سطوح گوناگون پیچیدگی در نظر گرفت.

هم‌افزایی[۱۲]

صورت‌بندی سنتی علم تجربی تا اواسط قرن بیستم، بر پیش‌فرض تحویل‌انگاری[۱۳] استوار بود. این پیش‌فرض چنین بیان می‌کرد که قوانین رفتار سیستم‌ها در سطوح گوناگون پیچیدگی یکسان است و پدیدارهای قابل مشاهده در سطوح بالاترِ سلسله‌مراتب پیچیدگی، همتاهایی با ماهیت هستی‌شناختی یکسان در سطوح پایین‌تر هم دارند. به این ترتیب، تلاش می‌شد تا تمام پدیدارهای موجود در سطوح بالاترِ پیچیدگی به پایین‌ترین سطح مشاهده ــ یعنی فیزیک ــ تحویل شود. این انگاره، از روابط کل‌گرا و چندگانه‌ی موجود در بین عناصر یک سیستم، به نفع روابط دو به دو چشم‌پوشی می‌کرد و تنها بر صورت‌بندی ارتباط‌های دوتایی متمرکز شده بود. مکانیک نیوتونی نمونه‌ای مشهور از این نگرش است و امروز هم ردپای این رویکرد را در روش‌شناسی مکانیستی برخی از علوم می‌بینیم. چنان‌که آشکار است، این روش ماده ــ و تا حدودی انرژی ــ را با دقت مورد بررسی قرار می‌داد، اما از پرداختن به اطلاعات عاجز بود؛ چرا که شالوده‌ی اصلی اطلاعات ــ یعنی روابط ــ در جریان شکسته شدن عناصر سیستم به جفت‌های دوتایی از هم می‌گسیخت و از بین می‌رفت.

12. synergetics
13. reductionism

در دهه‌ی هفتاد قرن گذشته‌ی میلادی، برخی از دانشمندان زیست‌شناس و فیزیکدان که از «نظریه‌ی عمومی سیستم‌ها»[۱۴] و نگرش دانشمندی به نام فون برتالنفی[۱۵] تأثیر پذیرفته بودند، دیدگاهی به نام «هم‌افزایی» را ایجاد کردند. فیزیکدانی به نام هرمان هاکن[۱۶] ــ که مشهورترینِ این افراد بود ــ از نظریه‌ی نوپای خود برای تحلیل شواهد زیست‌شناختی، شیمیایی و فیزیکی استفاده کرد و لزوم نگرشی کل‌گرا و تحلیلی را گوشزد کرد.[۱۷] نگرشی که کل روابط موجود در میان عناصر یک سیستم پیچیده را هم‌زمان تحلیل کند و در برابر رفتارهای نوظهورِ ناشی از پیچیدگی نابینا نباشد. در «نظریه‌ی هم‌افزایی»، مجموعه‌ی عناصر یک سیستم هویتی فراتر از حاصل‌جمع روابط یک به یک‌شان دارند و رفتارهایی نوظهور را در سطوح بالاتر پیچیدگی ایجاد می‌کنند که در سطوح پایینی سابقه نداشته‌اند. این پدید آمدن رفتارها و پدیدارهای نو را «زایش»[۱۸] می‌نامند.[۱۹] امروز «نظریه‌ی هم‌افزایی» و «نظریه‌ی سیستم‌های پیچیده» (CST)[۲۰] بخشی از بالنده‌ترین اطلاعات در مورد رفتار و پویایی نظام‌های پیچیده را تولید می‌کنند.

خودسازماندهی

---

۱۴. فون برتالنفی، ۱۳٦٦.

۱۵. Von Bertalanfy

۱٦. Herman Haken

۱۷. Haken, 1990

۱۸. emergence

۱۹. Bushev, 1994

۲۰. Complex Systems Theory

بر طبق قانون دوم ترمودینامیک، تمام سیستم‌های بسته در طول زمان به سوی تعادل گرمایی با محیط‌شان پیش می‌روند. این بدان معناست که سیر طبیعی تحول در عناصر یک سیستم بسته، با گذر زمان بی‌نظمی (آنتروپی) را زیاد می‌کند و از نظم و ساختاریافتگی می‌کاهد. قانون دوم ترمودینامیک، با وجود اهمیت بنیادینش در ترمودینامیک کلاسیک، در مورد سیستم‌های باز مصداق ندارد. در واقع، ما در بسیاری از سیستم‌های باز با عکس این قاعده ــ یعنی بیشتر شدن نظم در طول زمان ــ روبه‌رو هستیم. یکی از شاخه‌های مهم دانش هم‌افزایی ــ مکتب روسی ــ تحلیل همین افزایش پیچیدگی در برخی از سیستم‌های باز را وجهه‌ی همت خود قرار داده است.

امروز ما می‌دانیم که در تمام سیستم‌های بازِ پیچیده امکان نقض موضعی قانون دوم ترمودینامیک وجود دارد. این سیستم‌ها در برش‌هایی از زمان ــ یا در محدودیت‌های مکانی مشخص ــ با اصل دوم ترمودینامیک مخالفت می‌کنند و پیچیدگی درونی خود را افزایش می‌دهند. این افزایش پیچیدگی، در قالب بیشتر شدن اطلاعات در داخل سیستم نمود می‌یابد. اگر این اطلاعات و یا خاطره‌ی مسیرهای منتهی به تولیدشان در ساختار مادی سیستم تبلور یابد، زمینه برای پیدایش سیستم‌های تکاملی فراهم می‌آید.

با این حساب، خودسازماندهی عبارت است از توانایی سیستم باز، برای این‌که اطلاعات درونی خود را به طور موقت در طول زمان افزایش دهد. این توانایی در بسیاری از سیستم‌های غیرزنده هم دیده می‌شود، ولی بهترینِ نمود خود را در ساختارهای زنده می‌یابد. خودسازماندهی شکلی خاصی از پویایی سیستم است که در آن مسیرهای دگرگونی ماده و انرژی توسط اطلاعاتِ انباشته‌شده در سیستم کنترل می‌شود و بخشی از انرژی گرمایی تلف‌شده را برای بیشتر کردن سازمان‌یافتگی درونی به داخل سیستم باز می‌گرداند. ساده‌ترین

اشکال خودسازماندهی را می‌توان در پدیده‌هایی فیزیکی مانند سلول‌های بِنارد[۲۱] بازیافت.[۲۲] در «نظریه‌ی سیستم‌های پیچیده» می‌توان مفهوم پیچیدگی و نظم را به شکلی صورت‌بندی کرد که تعارض ظاهری پدیده‌ی خودسازماندهی با قانون دوم ترمودینامیک از میان برود.[۲۳]

سیستم تکاملی

سیستم پیچیده‌ی خودسازماندهی که سه ویژگی زیر را داشته باشد سیستمی تکاملی است:

نخست این‌که توانایی تکثیر و همانندسازی اطلاعات درون ساختار خود را داشته باشد؛ دوم این‌که این تکثیر را با دقت کامل و مطلق انجام ندهد، یعنی در جریان کار خطاهایی را هم مرتکب شود؛ و سوم این‌که در محیطی حضور داشته باشد که بخت تکثیر برخی از این نسخه‌های همانندسازی‌شده‌ی آغشته به خطا از بقیه بیشتر باشد. این شرط‌ها، برای زیست‌شناسان آشناست، چون آن‌ها را به ترتیب با نام‌های تولید مثل، جهش، و انتخاب طبیعی نام‌گذاری کرده‌اند.

همه‌ی سیستم‌های تکاملی خودسازمانده هم هستند، چرا که در طول زمان امکان بروز جهش‌های منتهی به پیچیده‌تر شدن سیستم وجود دارد و این جهش‌ها می‌توانند در شرایط خاصی ــ مثلاً وقتی رقابت بر سر منابع وجود داشته باشد ــ انتخاب شوند. با وجود این، همه‌ی سیستم‌های خودسازمانده تکامل نمی‌یابند و بخش

---

21. Benard

۲۲. اگر لایه‌ای نازک از مایعی مانند آب را بر سطحی که از زیر به‌طور یکنواخت گرم می‌شود قرار دهند، جریان‌های همرفتی درون مایع به شکل سلول‌های شش ضلعی منظمی درمی‌آید که به نام سلول‌های بنارد شهرت دارند.

۲۳. وکیلی، ۱۳۷۷ [الف]

مهمی از آن‌ها این توانایی افزایش اطلاعات درونی را تنها برای برهه‌ای از زمان در خود آشکار می‌کنند و خیلی زود به حالت پایه‌ی غیرخودسازمانده‌شان بازگشت می‌کنند.[۲۴]

فضای حالت[۲۵]

اگر به ازای هر متغیرِ مؤثر در پویایی یک سیستم پیچیده محوری فرض کنیم، به طوری که بخش‌های مختلف این محور مقادیر متفاوتی از متغیر مورد نظر ما را نشان دهد، می‌توان به ازای هر سیستمِ دارای N متغیر، فضایی N بُعدی تصور کرد که هر بعد آن یکی از محورهای مزبور باشد. به این ترتیب، می‌توانیم هر حالت سیستم را با یک نقطه بر این فضا نمایش دهیم. این مدل چندبعدی را در نظریه‌ی سیستم‌ها فضای حالت می‌نامند.

اگر یکی از محورهای فضای حالت ما زمان باشد، می‌توان به ازای تغییرات سیستم در طول زمان، خطی را بر فضای حالتش ترسیم کرد که در واقع از به هم پیوستن نقاط پیاپی معرف حالات متوالی سیستم تشکیل یافته است. این خط را «خط‌راهه» یا «خمینه‌ی[۲۶] پویایی» سیستم می‌نامند. در سیستم‌های ساده‌ای که رفتار خطی و پیش‌بینی‌پذیر دارند، شکل این خمینه ساده است و می‌تواند با معادلات ریاضی ساده‌ای بیان شود. در برابر، خمینه‌ی پویایی دستگاه‌های پیچیده‌تر ممکن است آشوبناک[۲۷] یا دارای چند شاخه[۲۸] باشد. خمینه‌ی سیستم‌ها

---

۲۴. وکیلی، ۱۳۷۷ [الف].

25. phase space
26. trajectory
27. chaotic
28. bifurcation

نقاط یا خطوطی به نام «بستر جذب» یا «جذب‌کننده»[۲۹] را در خود دارند که به عنوان مناسب‌ترین و پایدارترین حالت در میان نقاط مجاور شناخته می‌شود و نقطه‌ی نمایشگر حالت سیستم اگر در همسایگی این نقاط باشد، به سوی این خط یا نقطه‌ی جذب‌کننده کشیده می‌شود.

در سیستم‌های تکاملی پیچیده رفتارهای آشوبناک و غیرقابل پیش‌بینی زیاد دیده می‌شوند. این رفتارها، با وجود خمینه‌ی بغرنج و به ظاهر نامنظم‌شان، از قواعدی پیروی می‌کنند. بستر جذب این سیستم‌ها ساده و خطی نیست، اما قانون‌مندی و نظم خاص خود را دارد. معمولاً بستر جذب این سیستم‌ها از مسیرهایی منشعب و بغرنج تشکیل یافته‌اند که دو ویژگی دیفرانسیل‌ناپذیری[۳۰] و خودهمانندی[۳۱] را دارا هستند. این بدان معناست که بستر جذب این سیستم‌ها را نمی‌توان در قالب معادله‌ی دیفرانسیلی ساده بیان کرد و بخش‌های مختلف این بستر جذب، بسته به درجه‌ی درشت‌نمایی‌اش، الگوهایی مشابه را در سطوح مختلف سلسله‌مراتب تکرار می‌کنند. اشکالی که این دو ویژگی را داشته باشند در شاخه‌ای ویژه از ریاضیات به نام هندسه‌ی برخالی[۳۲] مورد وارسی قرار می‌گیرند. اگر بخواهیم به زبان ریاضی سخن بگوییم باید بگوییم سیستم‌های آشوبناک سیستم‌هایی هستند که بستر جذب‌شان برخالی است.

بخش‌هایی از فضای حالت که شاخص‌های تعیین‌کننده‌ی سیستم در آن، وضعیت مناسبی را برای پیدایش پویایی خاصی داشته باشند، «فضای مجاز» آن پویایی نامیده می‌شوند. به عنوان مثال، یک سیستم زنده پویاییِ خاص موسوم به زندگی را در عناصر خود نشان می‌دهد. این پویایی در دامنه‌ی مشخصی از متغیرهای

29. attractor
30. indifferenciablity
31. self-similarity
32. fractal geometry

تعیین‌کننده‌ی وضعیت سیستم ممکن است. به عنوان مثال در شرایطی که دما، فشار و... در خارج از دامنه‌ی مجاز تغییر کنند پویاییِ مربوط به موجود زنده امکان تداوم نخواهد داشت. بخش‌هایی از فضای حالت که این متغیرها را در دامنه‌ی قابل‌تحمل برای پویاییِ خاصی مشخص می‌کنند، فضای مجازِ آن حالت نامیده می‌شوند. مثلاً فضای مجازِ پویایی زندگی، دمای بین ۴۰ ـ ۰ درجه‌ی سانتی‌گراد را در بر می‌گیرد.

تمام پدیدارهای قابل مشاهده در یک سیستم، در داخل فضای مجاز ویژه‌ای رخ می‌دهند که شرط‌های اولیه‌ی ظهور آن پدیده را برآورده می‌کنند. به عبارت دیگر، کل پدیده‌هایی که ما می‌بینیم برش‌هایی زمانی از بخش‌های گوناگون خمینه‌ی پویایی سیستمِ هستی هستند، که در شرایط امکانِ (فضای مجاز) ویژه‌ای تعریف‌پذیرند و در همان چارچوب هم مشاهده و تفسیر می‌شوند.

با توجه به آنچه گذشت، می‌توان هر سطح از رده‌بندی جانوران را به عنوان سیستمی تکاملی در نظر گرفت که در سطوح سلسله‌مراتبی متفاوتِ مولکولی، فیزیولوژیک، رفتارشناختی و بوم‌شناختی، رفتاری هم‌افزا را از خود بروز می‌دهد؛ در فضای حالتی بسط‌یابنده دچار شاخه‌زایی می‌شود؛ و گونه‌های جدیدی را پدید می‌آورد. فضای حالت حضور هر گونه را در سطح بوم‌شناسانه «کنام»[۳۳] می‌نامند.

33. niche

تکامل زیستی

سیستم جاندار

سیستم‌های تکاملی زنده اطلاعات درونی خود را در جریان شبکه‌ای تودرتو از کنش و واکنش‌های شیمیایی چرخه‌ای تداوم می‌بخشند. در سیاره‌ی ما تنها شکل زندگی طبیعی بر بستری از فعل و انفعالات شیمیایی رشد کرده که بر محور مولکول‌های آلی کربنی و آب استوار شده‌اند. به این ترتیب، ذخیره، حفظ و بازتولید اطلاعات در سیستم‌های زنده‌ی معمولی در قالب مولکول‌های آلی‌ای انجام می‌گیرد که توانایی همانندسازی را دارند. تمام جانداران در این معنا دارای ساختار شیمیایی همگنی هستند. مولکول‌های نگه‌دارنده و تکثیرکننده‌ی اطلاعات (RNA و DNA)، مولکول‌های نگه‌دارنده‌ی انرژی و ساختار مادی (عمدتاً قندها و چربی‌ها) و مولکول‌های عملگر و کنترل‌کننده‌ی پویایی سیستم (پروتئین‌ها) در تمام شاخه‌های متنوع حیات ماهیت شیمیایی یکسانی دارند و حتی از نظر کدهای اطلاعات ژنتیکی و معنای پروتئینی و کارکردی‌شان هم خویشاوندی نزدیکی را با هم نشان می‌دهند.

بر اساس شواهد زیست‌شناسی مولکولی، آنچه امروز به عنوان تنوع زیستی چشمگیری شاهدش هستیم چیزی جز بسط و گسترش یک شکل اولیه و منفرد حیات دیرینه نیست. این گسترش در اصل همان شاخه‌شاخه شدنِ خمینه‌های همسایه‌ی پویایی سیستم‌های زنده، در فضای حالت مجازشان است. عبارت لاتینِ evolvere که واژه‌ی تکامل (evolution) از آن مشتق شده است، در اصل، به معنای از هم باز شدن و

گشودگی معنا می‌داده است.[۳۴] این عبارت، در معنای اولیه‌اش، به خوبی فرآیند تحول حیات بر زمین را متبلور می‌کند. تکامل حیات، در واقع، چیزی جز همین واگشودگی قالی زندگی در زمانی به درازای چند میلیارد سال نیست. تکامل، باز شدن کلاف پیچیده و فشرده‌ی یک سیستم خودسازمانده‌ی اولیه است، به رشته‌هایی واگرا که گام به گام پیچیدگی‌شان افزون می‌شود، و این فرآیندی است که تنها در جریان چند میلیارد سال آزمون و خطا امکان‌پذیر است.

کل جهانِ زنده، توده‌ای از ترکیبات بیوشیمیایی است که در جریان کنش‌ها و واکنش‌های پیچیده و درهم‌بافته‌ی متابولیک برسطح سیاره‌ی ما بسط می‌یابد و در مراکزی که از نظر مادی/ انرژیایی شرط تداومش را برآورده نمایند، گسترده می‌شود. آنچه ما یک موجود زنده‌ی منفرد می‌دانیم، در واقع، تکه‌ای از این روند فراگیر است که به عنوان یک واحد همانندساز در پی تکثیر اطلاعات درونی خویش است.

به این ترتیب، موجود زنده سیستمی باز، پیچیده و خودسازمانده است که مانند تمام سیستم‌های دیگر از در هم آمیختن ماده، انرژی و اطلاعات پدید آمده است. سیستم زنده، به دلیل باز بودنش، نسبت به بخشی از تحولات محیط خویش گشوده است. این بدان معنا است که همواره بخشی از نوسانات و دگرگونی‌های محیط جاندار به داخل حد و مرزهای آن نشت می‌کند و تعادل آن را بر هم می‌زند. مرز بدن یک جاندار با محیط پیرامونش، آن آستانه‌ای است که پویایی ترمودینامیکی، غیرزنده و ساده‌ی محیط از تحولات بغرنج و خودسازمانده درونِ سیستم زنده جدا می‌شود. این حد و مرز، پویایی درون و بیرون بدن موجود زنده را از هم متمایز می‌کند و تقارن قبلی‌ای را که در روندهای ترمودینامیکی محیط وجود داشت می‌شکند.

---

34. این واژه از دو بخشِ ex (= به بیرون) و volere (= پیچیدن و چرخیدن) ساخته شده، و در ابتدا درباره‌ی کلاف‌های نخِ ریسیده‌شده و تار و پود پارچه کاربرد داشته است.

مفهوم این حد و مرز را می‌توان با مثالی ساده روشن‌تر کرد. یک تکه سنگ را در نظر بگیرید. این سنگ، به عنوان یک سیستم، حد و مرزی ملموس و فیزیکی با جهان خارج دارد. حد و مرزی که مثلاً توسط ساختار بلوری ویژه‌اش، یا چگالی‌اش، و یا خواص فیزیکوشیمیایی دیگرش تعیین می‌شود. اگر پویایی عناصر سه‌گانه‌مان را در این مرز پی‌گیری کنیم، می‌بینیم که پویایی درونی و بیرونی این مرز، تفاوت چشمگیری از نظر ماهیت با هم ندارند. ممکن است رسانایی گرمایی سنگ کم باشد و دیرتر از هوای اطرافش گرم شود، یا حد خارجی شبکه‌ی بلوری گرد و غباری را که بر روی سنگ می‌نشیند در دام اندازد. اما در نهایت جریان ماده، انرژی و اطلاعات در داخل و خارج سنگ، آن‌قدر با هم تفاوت ندارند که پیدایش پدیدارهای جدید و هم‌افزایانه‌ای را در اثر نظم درونی اجزای سنگ پدید آورند. بنابراین وقتی به پویایی درونی و بیرونی یک سنگ نگاه می‌کنیم نوعی تقارن را در دو سوی این حد و مرز حاکم می‌بینیم؛ تقارنی که به معنای یک‌جور بودن و هم‌ریختی پویایی یادشده در دو سوی حد و مرز تعریف‌کننده‌ی سنگ است.

البته ناگفته پیداست که تشخیص این پدیدارهای خودزای جدید بستگی کامل به معیار سنجش ما و شاخص‌های مشاهداتی ما دارد. پدیدارهای جدیدی که در این‌جا مورد نظرند، حوادثی پردامنه و برجسته مانند رفتارهای هم‌افزا و خودسازماندهی هستند که در سنگ دیده نمی‌شود. بدیهی است که بالاخره عناصر درونی یک تکه سنگ هم رفتارهایی سیستمی از خود نشان می‌دهند. اثر پیزوالکتریک برای برخی از سنگ‌ها که ترکیبات خاصی دارند یک نمونه‌ی کوچک از این رفتارهاست.

اما قضایا در مورد یک سیستم زنده شکلی دیگر به خود می‌گیرد. موجود زنده در ساده‌ترین شکل خود ــ یعنی یک سلول یکتا ــ مجموعه‌ای از عناصر را در بر می‌گیرد که حد و مرزی مشخص با جهان خارج دارد. پویایی عناصر محیطی در برخورد با این حد و مرز تغییر شکل می‌یابند، تصفیه می‌شوند، تشدید می‌گردند و

به شکلی پالایش‌شده در داخل سیستم زنده بازنمایی[۳۵] می‌شوند. رفتار درونی سیستم زنده الگویی متفاوت با پویایی خارجی را از خود نشان می‌دهد و به نوعی، تقارن قبلی موجود در پویایی محیط را می‌شکند.

حد و مرز درون و بیرون بدن موجود زنده در مسیر تکامل پیچیده‌تر شده است و کارکردهایی بغرنج‌تر را در درون خود تولید کرده است. این حد و مرز در سطح میکروسکوپی همان غشای سلول یا غشاهای دیگر را در بر می‌گیرد. در ابعاد کلان‌تر، ما بافت پوششی را داریم که کارکردی مشابه را برای بدن جانداران پرسلولی انجام می‌دهد. غشای سلول، یک ساختار پیچیده‌ی بیوشیمیایی است که برای کنترل کردن درون‌دادهای[۳۶] وارد شده به درون سیستم زنده تخصص یافته است.[۳۷] مواد از راه کانال‌ها و مجراهای تخصص‌یافته و مشخصی وارد سیستم سلولی می‌شوند، و بخش عمده‌ی موادی که عبورشان از این مرز پیش‌بینی نشده موفق به عبور از غشا نمی‌شوند. انرژی هم به همین ترتیب با عبور از مجاری خاصی به سلول وارد می‌شود، و سودمندترین مجرا برای انتقال آن مولکول‌هایی است که پیوندهای سستِ پرانرژی دارند و می‌توانند آن را با تغییر شکل و تجزیه‌ی خود آزاد کنند. از سوی دیگر، اطلاعات هم از راه گیرنده‌هایی پروتئینی که پیام‌های خاصی را با معانی مشخص درک می‌کنند، وارد سیستم می‌شود.

در یک سلول، عدم تقارنی میان پویایی بیرونی و درونی وجود دارد. انرژی ورودی، برخلاف آنچه در سنگ دیدیم، رخدادهای منتشر، نامنظم و کاتوره‌ای محیط اطراف را در داخل سیستم بازتولید نمی‌کند. برعکس، در

---

۳۵. Represent

۳۶. lnputs

۳۷. Bonner, 1988.

مجاری کنترل‌شده و از پیش تعیین‌شده‌ای جاری می‌شود، تا سازمان‌یافتگی و نظم درونی سیستم ــ و به این ترتیب اطلاعات آن را ــ افزایش دهد.

بدن یک موجود زنده گره‌ای در پویایی محیط است؛ گره‌ای که جریان‌های محیطی ماده/ انرژی/ اطلاعات در برخورد با آن تغییر شکل می‌یابند، و به طور موضعی نظم و اطلاعات را افزایش داده و از آنتروپی سیستم می‌کاهند. به بیانی دیگر، این پویاییِ ویژه‌ی درونی بدن موجود زنده را می‌توان به موجی ترمودینامیکی تشبیه کرد. موجی که بر منحنی نمایش آنتروپی بر زمان ایجاد می‌شود و افزایش یافتن اطلاعات سیستم را برای مدتی کوتاه به تصویر می‌کشد. اطلاعات درونی یک سیستم زنده، پویایی محیط پیرامون خود را تغییر شکل می‌دهد، و آن را برای افزودن بر مقدار اطلاعات درونی خود مصرف می‌کند. سیستمی که در حالت عادی باید نظم داخلی خود را به تدریج از دست بدهد و با محیط بی‌جان خود به تعادل ترمودینامیک برسد، به دلیل سازمان‌یافتگی چشمگیر خود، برای لحظه‌ای با این سرنوشت محتوم مقابله می‌کند و پویایی اطلاعات در بازه‌ی زمانی کوچکی بر جریان ماده و انرژی غلبه می‌کند. این تمایز یافتن از محیط، و این زایش خودجوشِ پیچیدگی درونی سیستم زنده، حادثه‌ی هم‌افزایانه‌ای است که گه‌گاه از چگالش بالای اطلاعاتِ متبلورشده در ساختار یک سیستم پیچیده ناشی می‌شود.[۳۸]

نظارت اطلاعات بر مجاری حرکت و دگرگونی ماده و انرژی، می‌تواند آن‌قدر بغرنج باشد که سیستم زنده پیش از سپری شدن این لحظه‌ی کوتاهِ رهایی از بند قانون دوم ترمودینامیک، نسخه‌ای فشرده و خلاصه‌شده از اطلاعات درونی خود را بازتولید کند. این نسخه‌ی دوم، بذری است که پس از فرونشستن موج اولیه و

---

۳۸. Brooks and Wiley, 1988.

مرگ سیستم والد، بار دیگر امکان تکرار همان الگوی قبلی را فراهم می‌آورد و می‌تواند پویایی ویژه‌ی سیستم زنده‌ی قبلی را بار دیگر بازتولید و یا تکثیر نماید. با این همه، این نسخه‌برداری از اطلاعات والد، هرگز دقتی در حد کمال پیدا نمی‌کند و، مانند هر فرآیند مادی دیگر، با خطا و اشتباه آغشته می‌شود و همین اشتباه‌آمیز بودن تکثیرِ خود است که زمینه را برای پیدایش فرزندانی پیچیده‌تر از والدین هموار می‌سازد.

زندگی در واقع نوعی پویایی زنجیره‌ای، درازمدت و دگرگون‌شونده است. پویایی پیوسته و تکامل‌یابنده‌ای که هر قدم از مسیرش، یکی از این موج‌های نابودشونده و خودتکثیرکننده است. هر یک از این گام‌ها، یک موجود زنده نامیده می‌شود. از آنجا که خودِ ما نمونه‌هایی از آن هستیم، اصالت این واحدها در نگاه‌مان بیش از اهمیت کل مسیر زندگی است. عمر ما، چیزی جز همان لحظه‌ی کوتاه مخالفت با پویایی جهان خارج نیست. لحظه‌ای کوتاه که به دلیل خلاصه شدن کل زندگی‌مان در آن، به نظرمان درازمدت و مهم می‌رسد. روزها و سال‌هایی که با آن دوام و حضور خویش بر زمین را می‌شماریم، در واقع جز لحظه‌هایی گذرا بر این موجِ کوچک نیستند که ما برای اغراق در تداوم خود اختراع‌شان کرده‌ایم.

تکامل در سیستم‌های زنده

موجود زنده، سیستمی باز است که بر زمینه‌ای از ماده/ انرژی/ اطلاعات می‌چرخد و نظم درونی خود را تا سطح بحرانی لازم برای تولیدمثل بالا می‌برد. وقتی موجود به این مرحله‌ی بحرانی رسید، نظم درونی ساختارش عمری درازتر از خودِ ساختارش پیدا می‌کند و این امکان را می‌یابد که پس از نابود شدن سیستم نخستین، در قالب جدیدِ سیستم فرزندی به بقا ادامه دهد. این تناسخ پیاپی اطلاعات در زنجیره‌ی کالبدهای خودسازماندهِ کوتاه عمر، جریانی پایدار در طول زمان را رقم می‌زند که آن را همان پویایی جهان زنده می‌نامیم. این زنجیره‌ی رویدادهای بیوشیمیایی می‌تواند با تمرکز بر هر یک از زوایای گوناگونش به اشکال گوناگون

معنا شود. می‌توان موجودات زنده را ماشین‌هایی ساخته‌شده از مواد آلی دانست که توسط هسته‌ای مرکزی از اطلاعات جاویدان ــ ولی نه تغییرناپذیرِ ــ کدشده در DNA برای تکثیر همین اطلاعات به‌کار گرفته می‌شود. و می‌توان از سوی دیگر ژنوم را بهانه‌ای برای پیدایش فردی جدید در نظر گرفت که در برهه‌ی کوتاه موج عمر زندگی می‌کند و به بسط اطلاعات اکتسابی و میرای مخصوص به خود می‌پردازد.

افزایش اطلاعات درونی سیستم تا سطحی که به تکثیر خودِ سیستم بینجامد، به منابعی وابسته است که تغذیه شدن سیستم توسط ماده/ انرژی/ اطلاعات را تضمین نمایند. مقدار مشخصی انرژی، نوع تخصص‌یافته‌ای از ماده و حجمی مشخص از اطلاعات باید در محیط وجود داشته باشد تا سیستم زنده بتواند در تکثیر خود کامیاب شود. به عبارت دیگر، تکثیر موجود زنده نیازمند صرف هزینه‌ای از سوی محیط است. شرایط اولیه‌ی موجود بر کره‌ی زمین در چهار میلیارد سال پیش برای پرداخت چنین هزینه‌ای مناسب بود و به همین دلیل هم نخستین جانداران در قالب مولکول‌های همانندسازی پدیدار شدند که نظم درونی خود را در قالب مولکول‌هایی شبیه با خود بازتولید می‌کردند. تکثیر این موجودات، در شرایط مساعد محیطی به شکلی نامحدود ادامه می‌یافت تا آنجا که منابع موجود در محیط برای پشتیبانی از تمام نسخه‌های تکثیرشده بسنده نباشد. نخستین چالشِ موجود بر سر سیستم‌های زنده، این بود که با زیاد شدن تعداد همانندسازهای فرزند، منابع موجود برای حفظ و تغذیه‌ی همه‌شان وجود نداشت. به این شکل بود که قدرت دستیابی به منابع، تعیین‌کننده‌ی بخت همانندسازی ــ و بنابراین بقا ــ شد و انتخاب طبیعی ــ یعنی سومین شرط سیستم‌های تکاملی ــ ظهور کرد. قحطی، در این ساده‌ترین شکلش، نخستین رانه‌ی تکاملی است، چرا که رقابت بین همانندسازها را ممکن می‌کند و به این ترتیب همانندسازهایی را که نمی‌توانند با بازده و توانایی بیشتر تولیدمثل کنند از دور مسابقه‌ی تکاملی حذف می‌کند.

رقابت بر سر منابع، و انقراض‌های اجتناب‌ناپذیرِ ناشی از آن، آنگاه که با جهش‌پذیری اطلاعات درونی سیستم زنده ترکیب شود، شانس پیچیده‌تر شدن موجود زنده را فراهم می‌کند.[۳۹] همانندسازها در تلاش برای بهینه کردن سرعت تولیدمثل خود و بیشینه کردن تعداد نسخه‌های تکثیرشده از اطلاعات درونی‌شان ناچار می‌شوند تغییر کنند. جهش‌یافتگانی که توانایی‌شان در بیشتر تکثیر شدن، بهتر صرف کردن منابع یا کمتر کردن انرژی هدر رفته، اندکی بیشتر از دیگران این امکان را دارند که فرزندانِ خود را به تدریج جایگزین فرزندان همانندسازهای دیگر کنند، و به این ترتیب ترکیب اطلاعاتِ ژنومی در جمعیت‌های گوناگون مرتب دگرگون می‌شود. از آنجا که این مسابقه‌ی تکاملی در بین گونه‌های دارای روابط پیچیده با یکدیگر صورت می‌پذیرد، ما با تغییراتی در بافت جمعیتی بوم‌های گوناگون روبه‌رو هستیم، و نه با همانندسازهایی که در خلأ با هم رقابت کنند. روابط گوناگون همانندسازها ــ از شکارگری گرفته تا همزیستی ــ شبکه‌هایی به هم پیوسته از همانندسازهای مختلف را پدید می‌آورد که به یکدیگر تبدیل می‌شوند، توسط اشکال نوظهوری جایگزین می‌شوند و در نهایت، همگی به نوبه‌ی خود منقرض می‌گردند.[۴۰]

موجوداتی که در مسابقه‌ی دستیابی به منابع شکست می‌خورند می‌توانند دو سرنوشت پیدا کنند. ساده‌ترین و رایج‌ترین امکان، آن است که منقرض شوند و جای خود را به گونه‌ها و نسخه‌های ژنومی تواناتر دهند. این، اتفاقی است که دیر یا زود رخ می‌دهد. یعنی به عنوان یک قاعده، اگر به اندازه‌ی کافی صبر کنیم، همه‌ی گونه‌ها منقرض می‌شوند.

---

۳۹. Meynard-Smith and Freeman,1995.

۴۰. Krebs and Davis, 1993.

اما یک امکان دیگر هم برای سیستم‌های شکست خورده وجود دارد. سیستم‌هایی که در رقابت ناکام مانده‌اند و از دستیابی به منابع مورد نیازشان محروم مانده‌اند، می‌توانند نمایشنامه‌ی کهن‌سالِ خودسازماندهی را در تماشاخانه‌ای بزرگ‌تر به پرده برند و به جای نابود شدن، نیازهای خود را دگرگون سازند و با منابعی جدید سازش یابند و پشتیبانی بخش‌هایی ناشناخته از محیط را به دست آورند.

به این ترتیب، شکست‌خوردگان مرتب به دنبال منابعی جدید و فضاهایی تازه برای زیستن می‌گردند. در این میان، آن جاندارانی پیروز می‌شوند که اطلاعات درونی‌شان امکان سازگار شدن با محیط‌های جدید را برای‌شان فراهم نماید. کدهای ژنتیکی، که به طور تصادفی جهش می‌کنند، امکان پدیدار ساختن الگوهایی نوظهور از ساختاربندی موجودات زنده را به دست می‌دهند. این ساختارهای نوظهور معمولاً در بخش‌های غیرمجاز از فضای حالت سیستم قرار می‌گیرند و به همین دلیل جهش‌ها معمولاً به مرگ فرزندانِ ناهنجار منتهی می‌شود؛ اما همین تحولات تصادفی گه‌گاه امکان تجربه‌ی بخش‌هایی مجاز ــ اما ناشناخته ــ از فضای حالت را برای سیستم زنده فراهم می‌کند. در چنین شرایطی فرزندان جهش یافته می‌توانند در صورت مساعد بودن شرایط محیطی، به فتح بوم‌هایی نو و تسخیر فضاهایی دست‌نخورده از محیط امیدوار باشند. فضاهایی که سرشار از منابع سودمند و قابل استفاده هستند، و تنها به دلیل بی‌سابقه بودن حضور همانندسازهای مصرف‌کننده‌شان، هم‌چنان تجربه‌ناشده باقی مانده‌اند.

شرایط نوظهوری که موجود جهش‌یافته با آن دست و پنجه نرم می‌کند، معمولاً، از محیطی که توسط والدین شکست خورده‌اش تجربه می‌شده دشوارتر است. بخش‌های غنی، آسان‌یاب و در دسترسِ محیط، که منابع مورد نیاز سیستم زنده را به سادگی برایش فراهم می‌کنند، در مسیر تکامل زودتر تجربه می‌شوند و سریع‌تر توسط همانندسازهای رقیب اشغال می‌گردند. آن جاندارانی که از این محیط‌های مساعد و آرام رانده می‌شوند و ورود به محیطی نو را بر انقراض ترجیح می‌دهند، ناچارند با مجموعه‌ای پیچیده‌تر از شرایط دشوار محیطی

رویارو شوند و چالش‌هایی بغرنج‌تر را حل نمایند. به همین دلیل هم معمولاً جهش‌هایی بخت بقای شکست‌خوردگان را زیاد می‌کند که به پیچیدگی بیشترشان بینجامد.

به این شکل، همانندسازها در مسیر زمان برای دستیابی به بهره‌وری بالاتر از منابع موجود پیچیده‌تر می‌شوند تا منابعی را که در بخش‌هایی دشوارتر و دست‌نخورده‌تر از فضای حالت‌شان قرار دارند، مورد استفاده قرار دهند. این رانده شدن تدریجی شکست‌خوردگانِ رقابت به محیط‌ها و کنام‌های دشوارتر و پیچیده‌تر شدن‌شان برای سازگاری با این محیط‌ها را در بوم‌شناسی تکاملی «طرد رقابتی»[۴۱] می‌نامند.

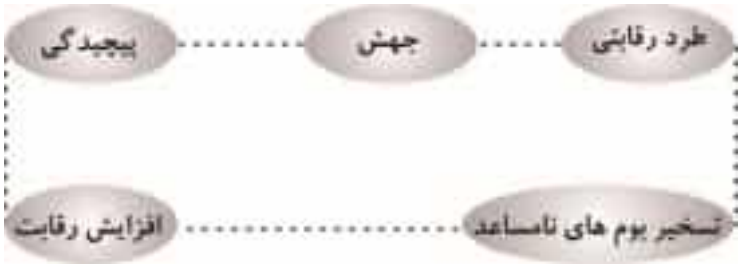
اصل طرد رقابتی، جدایی تدریجی کنام موجوداتِ دارای منابع مورد نیاز یکسان را بیان می‌کند. بر این مبنا، برخی از موجودات به دلیل غیرقابل تحمل شدن فشار رقابت بر سر منابع موردنیازشان مرتباً از محیط بهینه‌ی اولیه‌شان خارج می‌شوند. تک‌یاخته‌ای‌هایی که روزگاری در دریاها از محیطی با رطوبت، دما، فشار اسمزی و مواد غذایی دلخواه برخوردار بودند، ناچار شدند برای دستیابی به کنامی که این شرایط را داشته باشد با هم رقابت کنند.

برخی از رقیبانی که در این مسابقه شکست می‌خوردند، موفق شدند به زندگی در شرایطی دشوارتر ــ مثلاً در خشکی ــ خو بگیرند و هزینه‌ی بالای نامساعد بودن شرایط را با سودِ سبک‌تر بودنِ بار رقابت جبران کنند. زیستن در شرایط دشوار به پیچیدگی بیشتری نیاز دارد و این پیچیدگی بیشتر خود موجب تشدید رقابت در بومِ تازه فتح‌شده می‌شود. به این ترتیب، چرخه‌ی بسته‌ی مقابل به بروز بازخوردی مثبت می‌انجامد که در

---

۴۱. Competetive exclusion

نهایت پیچیدگی و تنوع جانداران را به طور مستمر افزایش می‌دهد و این همان است که سیر تکامل جانداران خوانده می‌شود.[۴۲]



به عنوان یکی از روش‌های تعریف پیچیدگی، می‌توان از تعداد متغیرهای مؤثر بر رفتار سیستم یاد کرد. هرچه موجود پیچیده‌تر باشد، تعداد شاخص‌های تعیین‌کننده‌ی پویایی آن نیز بیشتر خواهد شد. بنابراین بالا رفتن یک سیستم تکاملی از نردبان سلسله‌مراتب پیچیدگی، مترادف افزایش تعداد ابعاد فضای حالت آن هم محسوب می‌شود. یک اسب از یک آمیب پیچیده‌تر است و به همین دلیل هم شاخص‌های بیشتری در تعیین رفتارش نقش دارند. بنابراین اگر بخواهیم پویایی سیستم یک اسب را بر فضای حالتی نشان دهیم به تعداد بیشتری بُعد نیازمند خواهیم بود. این حرف مترادف آن است که تعداد ابعاد فضای حالت سیستم اسب را از ابعاد مشابه آمیب بیشتر بدانیم.

بنابراین، وقتی می‌گوییم در مسیر تکامل، و به دلیل کارکرد هم‌زمان رقابت و انتخاب طبیعی، پیچیدگی افزایش می‌یابد در واقع مشغول بیان این نکته هستیم که در طول زمان تعداد ابعاد فضای حالت سیستم‌های پیچیده بیشتر می‌شود. تکامل، در این معنا، عبارت است از افزوده شدن تدریجی بر تعداد ابعاد فضای حالت موجودات

۴۲. Bonner, 1988.

زنده‌ای که می‌کوشند تا به بخش‌های مجاز ولی تسخیرناشده‌ی این فضا چنگ بیندازند و بخش‌های جدیدی از بوم را اشغال کنند.

روند تکثیر، رقابت و انقراض به پیچیده‌تر شدن موجودات در طول زمان می‌انجامد. پیچیدگی بیشتر به معنای حساس‌تر بودن به شرایط محیطی هم هست. موجودات پیچیده‌تر در خطراهه‌ی پویایی سیستم‌های زنده، شاخه‌هایی فرعی‌تر و دوردست‌تر را تشکیل می‌دهند. از آنجا که پیدایش یک بوم زیست‌شناختی تنها در حضور شبکه‌ی جاندارانی که آن را اشغال کرده‌اند تعریف‌شدنی است، می‌توان به سادگی به این نتیجه رسید که جانداران تنها به اشغال کردن بوم‌های خالی نمی‌پردازند؛ بلکه آن‌ها، با تغییرات تصادفی ژنوم‌شان و با به دست آوردن امکان بهره‌برداری از منابعی که در محیط‌هایی متفاوت وجود دارند، در واقع کنام و بوم مخصوص به خود را می‌آفرینند.[۴۳]

جهان زنده، شبکه‌ای در هم تنیده از میلیون‌ها گونه‌ی زنده است. مجموعه‌ی درهم‌بافته‌ای از الگوهای متنوع ژنومی که حدود ۳/۷ میلیارد سال پیش از یک نسخه‌ی بسیار ساده‌ی باستانی مشتق شده‌اند و شاخه‌های بی‌شماری را از آن بذر اولیه پدید آورده‌اند.[۴۴]

این نیای مشترک اولیه را واپسین نیای عمومی (LUA)[۴۵] یا واپسین نیای عمومی مشترک (LUCA)[۴۶] می‌نامند و داروین بود که برای نخستین بار به شکلی علمی از آن سخن به میان آورد.[۴۷] ردیابی تبار ژنتیکی

---

۴۳. Foxkeller and loyd, 1992.

44. Doolittle, 2000: 90-95.

۴۵. Last Unicersal Ancestor

۴۶. Last Unicersal Common Ancestor

۴۷. Darwin, 1859: 490.

جانداران امروزین نشان می‌دهد که چنین نیای مشترکی به راستی وجود داشته و در دوران پالئوآرکین[۴۸] می‌زیسته است.[۴۹] شباهت خزانه‌ی ژنومی جانداران به قدری است که نشان می‌دهد همه‌ی سیستم‌های زنده‌ی کنونی خویشاوند هستند و ساختار اولیه‌ی اطلاعات وراثتی خود را از نیای مشترکی به ارث برده‌اند.[۵۰]

برخی از دانشمندان قرن نوزدهم به وجود اجدادی متکثر باور داشتند و فکر می‌کردند شاخه‌های گوناگون جانداران ــ مثلاً باکتری‌های پروکاریوت و پرسلولی‌های یوکاریوت ــ از چند نیای متفاوت مشتق شده باشند، اما امروز توافقی عمومی در مورد یکتا بودن این نیای مشترک وجود دارد. در واقع محاسبه‌ها نشان می‌دهد که احتمال دارا بودن نیای مشترک $۱۰^{۲۸۶۰}$ بار بیشتر از تکامل موازی از چند نیای بی‌ربط است![۵۱] یعنی تقریباً قطعی است که حیات بر زمین به درختی می‌ماند که ساقه و ریشه‌ی مشترکی در گذشته‌های بسیار دور دارد. تمام جاندارانی که امروز می‌بینیم، نتیجه‌ی تکثیر اطلاعات ژنتیکی این نیای آغازین هستند و با یک خط پیوسته‌ی دودمانی به آن متصل می‌شوند،[۵۲] اما در گذر زمان چندان دگردیسی یافته‌اند که دیگر شباهتی با آن خاستگاهِ آغازین ندارند. یعنی آن نیای مشترک، نیای هیچ‌یک از گونه‌هایی که امروز بر زمین حضور دارند نبوده است. آزمون‌ها و پژوهش‌های فراوان نشان می‌دهد[۵۳] که آنچه ما در پیرامون خویش می‌بینیم شاخه‌های روییده بر درختی کهن است که از ریشه‌اش بسیار فاصله دارد.

---

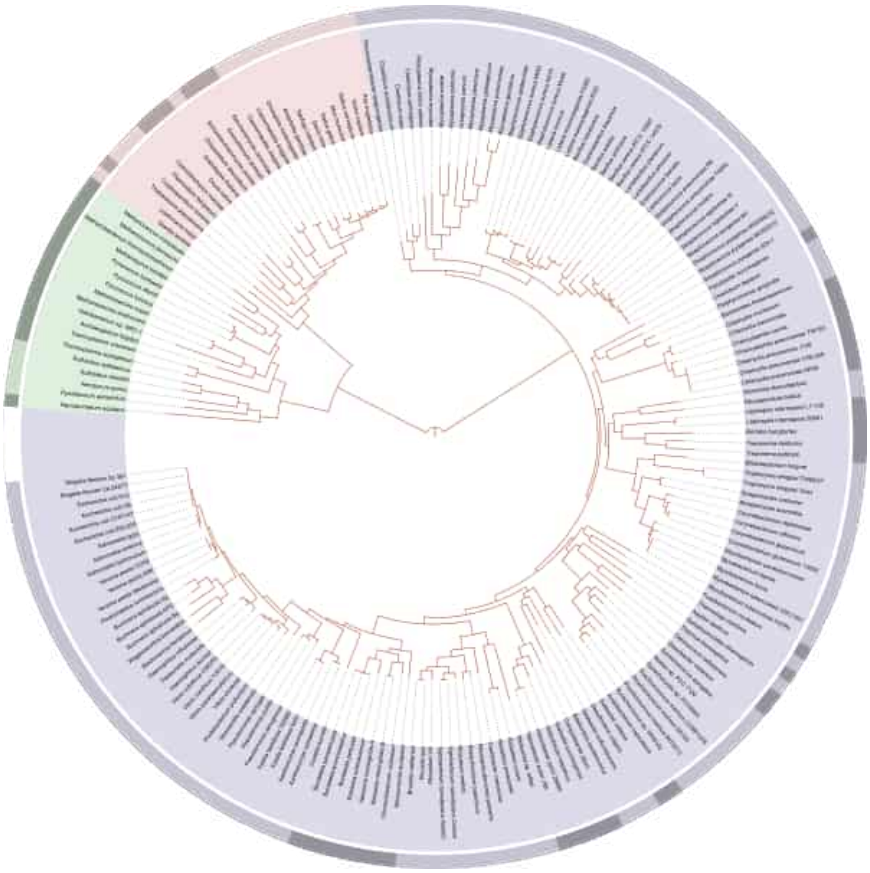
48. Paleoarchean
49. Glansdorff, 2008: 29.
50. Theobald, 2010: 219-22.
51. Hesman Saey, 2010.
۵۲. Woese, 1998: 6854-9.
۵۳. Steel, 2010: 168-9.

هر از چند گاه، یکی از شاخه‌های این درخت تنومند جوانه‌ای تازه پیدا می‌کند و گونه‌ای نوظهور زیر فشار رقابت با اطرافیانش به دامان بومی ناشناخته و دشوار پرتاب می‌شود. اگر این شاخه‌های تصادفی خط‌راهه‌ی پویایی حیات زیر فشار شرایط محیطی نابود نشوند و پیچیدگی لازم برای جذب منابع از محیط را به دست آورند، این بخت را خواهند داشت که خود به مرتبه‌ی شاخه‌ای اصلی ارتقا یابند و به تدریج شاخه‌های فرعی‌تر دیگری را به داخل قسمت‌های دورافتاده‌تر فضای حالت‌شان گسیل سازند.[٥٤] حلقه‌هایی از این بافتنی شگفت‌انگیز، که در رقابت با دیگران از خود ضعف نشان دهند، به تدریج از کل بافت بوم‌شناختی اطراف‌شان حذف می‌شوند و این روند انتخاب‌ها و حذف‌های پیاپی تکاملِ کلِ زیست‌کره‌ی[٥٥] سیاره‌ی ما را رقم می‌زند.

---

٥٤. وکیلی، ١٣٧٧ [الف]

55. Biosphere



درخت زندگی و شاخه‌هایش بر مبنای خویشاوندی ژنتیکی دودمان‌ها با هم[٥٦]

٥٦. Ciccarelli, et al, 2006: 1283-7.

فصل دوم: تکامل انسان

پیش‌پا افتاده‌ترین، سرراست‌ترین و غنی‌ترین زاویه‌ی نگاه به انسان نگاه زیست‌شناختی است. اگر بخواهیم با چاقوی جراحی دانش تجربی برشی در مفهوم انسان ایجاد کنیم باید از جایگاه انسان در جهان زنده، از ویژگی‌هایش و از ارتباطاتش با دیگر جانداران آغاز کنیم. از آنجا که مقصودمان در این نوشتار به دست دادن متنی مرجع در مورد تمام اطلاعات موجود در زمینه‌ی انسان‌شناسی زیست‌شناختی نیست در این بخش تنها به مهم‌ترین مواردی که در این زمینه مطرح است و به ویژه بر گره‌هایی معنایی، که در تحلیل مورد نظرمان ثمربخش‌اند، می‌پردازیم.

رده‌بندی انسان

جایگاه انسان

امروزه سه رویکرد کلی برای رده‌بندی جانداران وجود دارد. رویکرد سنتی‌تر، آن است که جانداران را بر مبنای ساخت خویشاوندی‌شان و ارتباطات اجدادی‌شان بر درخت‌های تکاملی مرتب کنیم و به این ترتیب، عنصر خویشاوندی را مهم‌ترین عامل جایگیری جانداران در یک درخت رده‌بندی بدانیم. این روش را کلادیستیک[۵۷] می‌نامند.

روش دوم، آن است که عامل سازگاری را مبنا بگیریم و جانداران را بر مبنای سازش‌های‌شان با شرایط گوناگون دسته‌بندی کنیم. این روش به تمرکز بر ویژگی‌های ریختی می‌انجامد و با نام دیدگاه فنتیک[۵۸] مشهور است.

روش سوم، آن است که شاخص‌های مربوط به سازگاری و خویشاوندی را با هم ترکیب کنیم و به این ترتیب مدلی فراگیرتر و دقیق‌تر را به دست آوریم. این روش تاکسونومی[۵۹] خوانده می‌شود. در این متن، معیارهای رده‌بندی را با این روش سوم تطبیق داده‌ایم.

اسم علمی انسان Homo sapiens sapiens است. این نام‌گذاری بر مبنای روش دواسمی لینه[۶۰] تولید شده است و یکی از نام‌هایی است که از نوشته‌های خود لینه برای ما به یادگار مانده است. لینه هم، به پیروی

57. Cladistic
58. Phenetic
59. Taxonomy
60. Linnean binominal nomenclature

از سایر اندیشمندان عصر روشنگری، این نام را از ریشه‌ی لاتین گرفته است. اسم جنس انسان (Homo) به معنای «انسان» بوده و از ریشه‌ی لاتین Humo گرفته شده که به معنای «خاک» است و به داستان آفرینش انسان از خاک اشاره دارد. اسم گونه و زیرگونه‌ی انسان مشابه است (sapiens) و «خردمند» معنا می‌دهد. پس اسم علمی همه‌ی ما «انسان خردمند خردمند» است. نام هومو ساپینس را در سال ۱۷۵۸ م. کارل لینه بر گونه‌ی انسان نهاد.[۶۱]

لینه نخستین کسی بود که درخت خویشاوندی انسان با سایر جانوران را رسم کرد و او را در طبقه‌ای قرار داد که، علاوه بر انسان، میمون‌ها و برخی از پستانداران دیگر را هم در بر می‌گرفت. لینه به پیروی از «کتاب مقدس» معتقد بود انسان نخستین آفریده‌ی روی زمین است و به همین دلیل هم این شاخه‌ی رده‌بندی را با واژه‌ی نخستی‌ها (Primata) نامید. به همین ترتیب، او دو شاخه‌ی دیگر از جانوران یعنی دومی‌ها (Deuterata) و سومی‌ها (Tretiata) را هم برمبنای تفاوت‌های‌شان با انسان نام‌گذاری کرد. در عصر روشنگری، لینه بزرگ‌ترین دانشمند رده‌بندی بود که، بر مبنای شاخص‌های ریخت‌شناختی و تجربی، انسان را در میان دیگر جانوران طبقه‌بندی نمود.

با وجود این، لینه در مورد اهمیت گونه‌ی انسان و قدمتش اشتباه می‌کرد. انسان، در واقع، یکی از جوان‌ترین گونه‌های پستاندارِ ساکن بر زیست‌کره‌ی زمین است و از چشم ناظری بی‌طرف می‌تواند به سادگی در ازدحام گونه‌های متنوع و معمولاً پرجمعیت‌تر و قدیمی‌ترِ دور و اطرافش گم شود. بنا بر تخمین‌های بوم‌شناختی، بر روی سیاره‌ی ما بین ده تا صد میلیون گونه‌ی جاندار وجود دارد. این تعداد کمتر از نیم درصد کل گونه‌هایی

61. Stearn, 1959: 4.

است که در طول تاریخ زمین بر این سیاره زیسته‌اند. از میان این تنوع زیستیِ خیره‌کننده چیزی در حدود یک میلیون و چهارصد هزار گونه شناسایی شده‌اند که بیش از یک میلیون گونه از آن به فرمانروی (سلسله‌ی) جانوران تعلق دارند و انسان خردمند یکی از این گونه‌هاست.

پس از نظر رده‌بندی، انسان به فرمانروی جانوران[۶۲] ــ یعنی یوکاریوت‌های مصرف‌کننده‌ی متحرک ــ وابسته است. شاخه‌ای که انسان در آن قرار می‌گیرد به نام طناب‌داران[۶۳] شهرت یافته است و با وجود در بر گرفتن سنگین‌ترین جانوران زمینی، از تنوع زیستی چندانی برخوردار نیست. شاخه‌ی طناب‌داران گروهی از جانوران را شامل می‌شود که در دوران جنینی ستونی غضروفی و سخت در پشت دارند و طناب عصبی‌شان در پشت لوله‌ی گوارشی قرار گرفته است. این شاخه، گروهی با تنوع اندک و جثه‌ی بزرگ هستند که دستگاه عصبی توسعه‌یافته‌ای دارند و همراه با حشرات از پیچیده‌ترین جانداران تکامل‌یافته بر سطح زمین محسوب می‌شوند. موجوداتی که در لایه‌های بالایی سلسله‌مراتب پیچیدگی جانداران قرار می‌گیرند و به دلیل اندازه‌ی بزرگ و محدودیت فراوان‌شان در یافتن کنام مناسب هرگز نتوانسته‌اند مانند شاخه‌های متنوع‌تر جانوری (مانند بندپایان) گونه‌زایی کنند. شاخه‌ی طناب‌داران در حدود هفتاد هزار گونه دارد. یعنی تنوع‌شان از برخی از راسته‌های حشرات ــ مثلاً سوسک‌های قاب‌بال یا پروانه‌ها ــ کمتر است.

انسان به رده‌ی پستانداران تعلق دارد. رده‌ای از جانوران خشکی‌زی خونگرم با بدنِ پوشیده از مو که بزرگ‌ترین و سنگین‌ترین جانوران تکامل‌یافته بر سطح زمین را شامل می‌شود. خونگرم بودن پستانداران بدان معناست که متابولیسم و سرعت سوخت‌وساز در اعضای این رده چنان بالاست که ثابت نگه داشتن دمای بدن را

62. Phylum Animalia
63. Chordata

مستقل از شرایط محیطی ممکن می‌سازد. تا شصت و پنج میلیون سال پیش تعداد و تنوع پستانداران این‌قدر زیاد نبود، اما پس از انقراض دایناسورها و خالی شدن کنام‌هایی که قبلا توسط خزندگان اشغال شده بود این موجودات بوم‌های بزرگ را فتح کردند. پستانداران بیش از چهار هزار گونه دارند. انسان به راسته‌ی نخستی‌ها تعلق دارد. نامی که، بنابر آنچه گذشت، توسط لینه انتخاب شده بود. نخستی‌ها جانورانی هستند که برای شناختن دقیق‌تر انسان باید بیشتر در موردشان بدانیم.

ویژگی‌های نخستی‌ها

نخستی‌ها راسته‌ای از پستانداران هستند که به همراه راسته‌های جوندگان، خرگوشان، موش‌های درختی[۶۴]، و لمورهای پرنده[۶۵] یا پوست‌بالان[۶۶] (خانواده‌ی سینوسِفالیده)[۶۷] دودمانی به نام اوآرکونتوگلیرِس[۶۸] را پدید می‌آورند. این دودمان یکی از چهار شاخه‌ی اصلی مهره‌دارانِ جفت‌دار[۶۹] است.[۷۰] اعضای این گروه یک دودمان تکاملی منسجم و مستقل از باقی گروه‌ها را تشکیل می‌دهند و به خاطر داشتن ویژگی‌های ژنومی مانند «عناصر کوتاهِ پراکنده» (SInEs)[۷۱]، که نوعی ترانسپوزون است، از بقیه متمایز هستند.[۷۲]

64. Treeshrews / Scandentia
65. Colugo
66. Dermoptera
67. Cynocephalidae
68. Euarchontoglires
69. Eutheria
70. Murphy et al., 2001: 2348-2351.
71. Short INterspersed Elements
72. Kriegs et al., 2006: e91.

در نگاه نخست، شش گروه بزرگ از جانوران هستند که در راسته‌ی نخستی‌ها جای می‌گیرند: لِمورها[۷۳]، لوریس‌ها[۷۴] و گالاگوها[۷۵]، تارسیه‌ها[۷۶]، میمون‌های دنیای قدیم[۷۷]، میمون‌های دنیای نو[۷۸] و میمون‌های انسان‌نما. تعداد کل گونه‌های وابسته به این شش گروه، به بیش از سیصد و پنجاه تا می‌رسد.[۷۹] با این توضیح آشکار است که نخستی‌ها راسته‌ای با تعداد متوسط در میان پستانداران، و بسیار کوچک در میان کل جانوران محسوب می‌شوند. در مقام مقایسه، در نظر داشته باشید که یک راسته‌ی معمولی حشرات ــ یعنی نازک‌بالان ــ بیشتر از صد و سی هزار گونه دارد. همه‌ی این سیصد و پنجاه گونه‌ی یاد شده از نظر تبارشناسی با راسته‌های ابتدایی‌تر پستانداران ــ به ویژه حشره‌خواران[۸۰] ــ خویشاوندی دارند.[۸۱]

این گونه‌ها را، در علم رده‌بندی جانوری، با معیارها و شاخص‌های متفاوتی دسته‌بندی می‌کنند و آن‌ها را در خانواده‌ها و جنس‌های گوناگونی با روابط خویشاوندی متفاوت نسبت به هم می‌گنجانند. پیش از پرداختن به شیوه‌ی رده‌بندی این جانوران، نخست باید ببینیم ویژگی‌های مشترکی که باعث جایگیری همه‌ی این موجودات در یک راسته‌ی یگانه شده کدام است.

---

73. Lemurs
74. Lorises
75. Galagos
76. Tarsiers

۷۷. یعنی اروپا، آسیا و آفریقا که تا پیش از عصر نوزایی برای اروپاییان شناخته شده بودند.

۷۸. یعنی آمریکا و استرالیا که پس از عصر نوزایی توسط اروپاییان شناخته شدند.

79. Groves, 2001.

۸0. Insectivora

۸۱. Martin, 1990

نخستی‌ها در کل موجوداتی درخت‌زی هستند. محیط زیست معمولِ آن‌ها درختان جنگل‌های انبوه است و به جز چند گونه‌ی استثنایی، که برای زندگی در دشت‌ها سازش یافته‌اند، بقیه ساختار ویژه‌ی جانوران درخت‌زی را از خود نشان می‌دهند. ساده و به نسبت ابتدایی بودن استخوان‌بندی بدن یکی از این ویژگی‌هاست. چنان‌که می‌دانیم، یکی از قواعد حاکم بر تکامل مهره‌داران کاهش تدریجی تعداد استخوان‌های بدن است. سازش‌های محیطی مهره‌داران باعث شده که استخوان‌های همکار و همسایه با هم جوش بخورند و به این ترتیب تعداد کل استخوان‌های بدن موجود را کاهش دهند. برجسته‌ترین نمود این تلفیق استخوان‌ها را در جمجمه می‌بینیم. استخوان‌های پرشماری که جمجمه‌ی ماهیان اولیه را تشکیل می‌داده‌اند، امروز به دو استخوان جمجمه و فک پایین در پستانداران و پرندگان و خزندگان تبدیل شده‌اند.

بر خلاف روند معمول در میان پستانداران، در نخستی‌ها استخوان‌های کوچک‌تر اندام‌ها و تنه به یکدیگر جوش نمی‌خورند و استخوان‌های درشت‌تر و معدودتری را تشکیل نمی‌دهند. این جدا باقی ماندن استخوان‌هایی مانند زندِ زیرین و زبرین یا درشت‌نی و نازک‌نی، قابلیت تحرک زیادی را برای نخستی‌ها فراهم می‌کند. این تحرک بالا برای جانوری که در میان درختان زندگی می‌کند و به شیوه‌ای آکروباتیک حرکت می‌نماید، آشکارا ارزش سازشی دارد.

ویژگی دیگر نخستی‌ها، تحلیل رفتن اندام‌های بویایی و اهمیت یافتن حس بینایی در آن‌هاست. به این ترتیب، بیشتر نخستی‌ها پوزه‌ی کوتاهی دارند و چشمان‌شان در کنار هم ــ و نه در دو سوی سر ــ قرار گرفته است.

بزرگ بودن نسبی مغز ویژگیِ دیگر نخستی‌هاست. در این موجودات مغز ــ به ویژه مخ[۸۲] ــ رشد زیادی کرده و از جلو بر روی پیاز بویایی و از عقب بر مخچه سنگینی می‌کند.

دست و پای نخستی‌ها هم برای افزایش درجه‌ی آزادی حرکت ویژگی یافته و معمولاً بلند و متحرک است. این اندام‌های حرکتی به انگشتانی ختم می‌شوند که در آن شست در مقابل سایر انگشتان قرار گرفته است. این ریخت خاص دست و پا در میان تمام جانوران درخت‌زی که ناچارند شاخه‌های درختان را با دست و پا بگیرند دیده می‌شود. هم‌چنین در بیشتر این موجودات پنجه‌ی نوک‌تیز به ناخنی مسطح و صاف تبدیل شده است و این خود عمل گرفتن را ساده‌تر می‌کند.

در مورد چگونگی پیدایش این صفات در نخستی‌ها مدل‌ها و نظریه‌های گوناگونی وجود دارد. مشهورترین دیدگاه سنتی ــ نظریه‌ی درختی[۸۳] ــ این صفات را به شیوه‌ی زندگی درختی نسبت می‌دهد. در این نگرش علتِ پدید آمدن تمام این صفت‌های مشترک به محیط زیست نخستی‌ها تحویل می‌گردد و به عنوان سازشی نسبت به زندگی درختی در نظر گرفته می‌شود. مثلاً کاهش یافتن اهمیت پیاز بویایی و کوچک شدن بخش‌های عصبی مربوط به این حس، به کم‌اهمیت بودن اطلاعات بویایی در زندگی درختی نسبت داده می‌شود. بزرگی چشمان و مغز هم با اشاره به ضرورت ادراک فضایی زیاد برای پردازش اطلاعات حرکتی متنوع توضیح داده می‌شود. هر چند برخی از جنبه‌های این تحلیل درست به نظر می‌رسد، ولی این رویکرد برای تفسیر کل صفات مشترک نخستی‌ها توانایی کافی ندارد.

---

82. Telencephalon
83. Arboreal theory

مهم‌ترین ایرادی که به این دیدگاه وارد است، به این حقیقت برمی‌گردد که سایر راسته‌های پستانداران درخت‌زی فاقد این صفات هستند. مثلاً پیاز بویایی و پوزه‌ی سنجاب تحلیل نرفته است و چشمانش در خط میانی چهره قرار نگرفته‌اند. زندگی درختی هم دلیل کافی برای بزرگ شدن مغز نیست، چرا که وزن نسبی مغز سنجاب از موش بیشتر نبوده و مغز کوآلای درخت‌زی از مغز کیسه‌داران غیردرخت‌زیِ هم‌وزنش ــ مثل وومبَت[۸۴] ــ درشت‌تر نیست.

دیدگاه دوم در مورد تکامل صفات مشترک نخستی‌ها، که جدیدتر هم هست، با نامِ نظریه‌ی شکار/ بینایی[۸۵] شهرت یافته است. نخستی‌ها، بر مبنای این دیدگاه، یکی از راهکارهای حل مسائلی را به نمایش می‌گذارند که در سایر پستانداران به اَشکالی دیگر حل شده است. به بیان دیگر، نخستی‌ها یکی از شاخه‌های خط‌راهه‌ی پویایی زیستی را انتخاب کرده‌اند که موازی با سایر خط‌راهه‌های تکاملی است و مسأله‌هایی مشابه را حل می‌کند.[۸۶]

در این مدل شکل خاص نخستی‌ها با توجه به محیط زیست درختی و شیوه‌ی زندگی شکارگریِ گاه و بی‌گاه‌شان توضیح داده می‌شود. یعنی دارا بودن چشمان بزرگ و کنار هم ــ که به چشمان گربه و جغد شباهت دارد ــ به شکل تغذیه‌ای مشابه ــ یعنی شکار در شب ــ منسوب می‌شود. با توجه به این‌که نخستی‌ها از نیاکانی حشره‌خوار مشتق شده‌اند، و در خانواده‌های ابتدایی‌ترشان این صفت را هم‌چنان حفظ کرده‌اند، این تفسیر معقول به نظر می‌رسد. این دیدگاه شکل دندان‌بندی و طریقه‌ی قرار گرفتن انگشت شست در برابر

84. Wombat
۸۵. Visual-Predatory theory
۸۶. Culotta, 1992

بقیه‌ی انگشتان را هم، به همین ترتیب، توضیح می‌دهد. رویکرد شکار/ بینایی امروزه در محافل علمی از پذیرش بیشتری برخوردار است.

راسته‌ی نخستی‌ها دو زیرراسته دارد، نخست: زیرراسته‌ی پیش‌میمون‌ها:[۸۷]

Infraorder	Superfamily روخانواده	Family خانواده	Subfamily زیرخانواده
Plesiadapiformes		Plesiadapidae	
		Paromonyidae	
		Carpolestidae	
		Picrodontidae	
		Microsyopidae	
		Saxonellidae	
Lemuriformes	Adapoidea	Adapidae	Adapinae
			Notharctinae
	Lemuroidea	Lemuridae	Lemurinae
			Lepilemurinae
		Indridae	
		Doubentoniidae	
		Megaladapidae	
Lorisiformes	Lorisoidea	Lorisidae	Lorisinae
			Galaginae
tarsiiformes	Tarsioidea	Omomyidae	Omomyinae
			Microchoerinae
			Anaptomotphinae
		Tarsiidae	

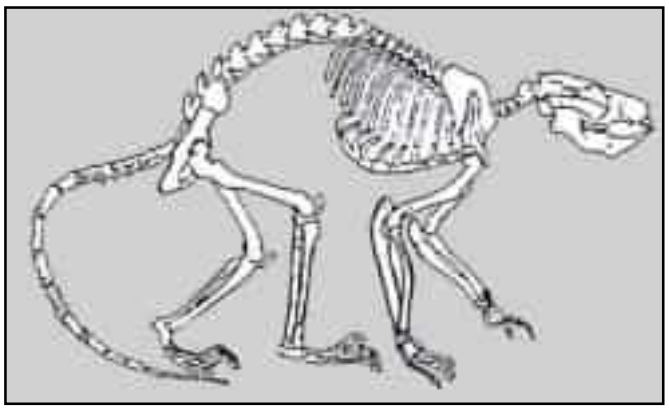
۸۷. Cambridge, 1992: 21.

دوم: زیرراسته‌ی میمون‌ها

زیرخانواده Subfamily	خانواده Family	روخانواده Superfamily	Infraorder
Cebinae	Cebidae	Ceboidea	Platyrrini
Aotinae			
Atelinae			
Alouattinae			
Pitheciinae			
Cebupithecinae			
Callimiconinae			
	Callitrichidae		
Parapithecinae	Cercopithecidae	Cercopithecoidea	Catarrhini
Victoriapithecinae			
Cercopithecinae			
Colobinae			
	Oreopithecidae	Hominoidea	
Pliopithecinae	Hylobatidae		
Hylobatinae			
Dryopithecinae	Pongidae		
Ponginae			
Australopithecinae	Hominindae		
Homininae			

رده‌بندی نخستی‌ها

رده‌بندی فیلوژنیک، نخستی‌ها را به دو گروه پلسیاداپیفرم[۸۸] و نخستی‌های راستین[۸۹] تقسیم می‌کند. گروه نخست اجداد نخستی‌های کنونی را در بر می‌گیرد که به لمورهای پرنده‌ی کنونی (جنس درِموپترا[۹۰]) شباهت داشته‌اند و بر بدنی نازک و پوزه و دمی دراز را حمل می‌کرده‌اند. کهن‌ترین نمونه‌ی شناخته‌شده از نخستی‌ها جنسِ پلِسیاداپیس[۹۱] است که بین **۵۹ـ۵۵** میلیون سال پیش می‌زیسته است. نمایی از اسکلت این موجود را در تصویر می‌بینید.[۹۲] با وجود این، روش ساعت ژنتیکی نشان می‌دهد که نمونه‌های اولیه‌ی نخستی‌ها زودتر از این نمونه و در حدود ۸۵ میلیون سال قبل از سایر راسته‌ها جدا شده‌اند.[۹۳] نخستی‌ها به عنوان راسته‌ای مستقل بی‌شک از ٦٥ میلیون سال پیش بر زمین وجود داشته‌اند.[۹٤]



اسکلت بازسازی **شده‌ی** Plesiadapis cuspidens

۸۸. Plesiadapiforma

۸۹. Euprimata

۹۰. Dermoptera

۹۱. Plesiadapis

۹۲. Cambridge, 1992: 200

93. Chatterjee, Ho, Barnes and Groves, 2009: 259.

94. Williams, Kay, and Kirk, 2010: 4797- 4804.

این گروه از نخستی‌های اولیه در اواخر دوره‌ی ائوسن[۹۵] منقرض شدند. گروه دوم، که تمام وابستگان به راسته‌ی نخستی‌های امروزی را در بر می‌گیرد، به دو زیرراسته‌ی پیش‌میمون‌ها[۹۶] و میمون‌ها[۹۷] تقسیم می‌شود.[۹۸]

پیش‌میمون‌ها: این زیرراسته، خانواده‌های ابتدایی‌تر و قدیمی‌ترِ نخستی‌ها را در بر می‌گیرد.

تمام جانوران وابسته به این زیرراسته، دارای این ویژگی‌های مشترک هستند:

الف) بخش چپ و راست آرواره‌ی پایین‌شان به هم جوش نخورده و با مفصلی در چانه به هم متصل شده است. این شکل از جدایی دو نیمه‌ی فک پایین، وضعیتی ابتدایی است که در بسیاری از پستانداران دیگر ــ مانند سم‌داران[۹۹] ــ هم دیده می‌شود.

ب) در این زیرراسته سیستم بویایی زیاد تحلیل نرفته و اهمیت خود را حفظ کرده است. به همین دلیل هم پیاز بویایی و پوزه‌ی آن‌ها به نسبت بزرگ است و شبکه‌ای از استخوان‌های کوچک به نام اِتموتوربینال[۱۰۰] پیاز بویایی و عصب اول مغزی را در خود جای می‌دهد.

---

۹۶. Eocene

۹۶. Prosimian

۹۷. Simian

۹۸. Goodman et al ., ۱۹۹۰: ۲۶۰-۲۶۶.

۱۰۰. Ungulata

۱۰۰. Ethmoturbinal

پ) مغز این جانوران چندان بزرگ نیست. همچنین دستگاه عصبی پیش‌میمون‌ها برای زیستن در شب سازگار شده و به همین دلیل هم شبکیه‌ی چشم‌شان مانند سایر جانورانِ شب‌خیز فاقد لکه‌ی زرد است و از پوششی آیینه‌مانند[۱۰۱] پوشیده شده که نور خفیف شب را باز می‌تاباند.

ت) انگشت دوم دست در آن‌ها فاقد ناخنِ تخت است و پنجه‌ای تیز دارد که جانور برای خاراندن خود از آن استفاده می‌کند.

ث) هم‌چنین در بیشتر گونه‌ها (به استثنای آی‌آی[۱۰۲] و بعضی تارسیه‌ها) دندان‌های پیشینِ فک پایین رشد کرده‌اند و به شکل شانه‌هایی درآمده‌اند. جانور از این دندانِ تخصص‌یافته برای تمیز کردن پوست خود استفاده می‌کند.

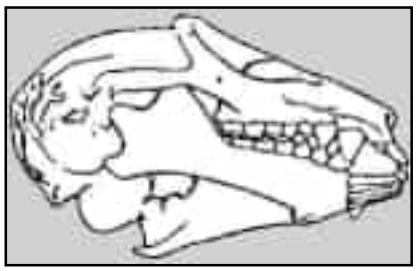
نمونه‌ای از پیش‌میمون‌ها: تارسیه‌ی فیلیپینی

101. Tapenum lucidum
103. Aye-Aye

خانواده‌های مهم پیش‌میمون‌ها عبارت‌اند از:

۱. خانواده‌ی لِمور[۱۰۳]: این نام از واژه‌ی یونانی لِموروس (Λεμυρος) به معنای روح گرفته شده است. لمورها موجوداتی شب‌خیز، پشمالو و گیاهخوار هستند که سری شبیه به روباه دارند و در ماداگاسکار به وفور یافت می‌شوند. ماداگاسکار تکه‌ای از خشکی است که از هفتاد میلیون سال پیش به این سو از نظر جغرافیایی از سایر خشکی‌های عمده‌ی زمین جدا بوده است و بنابراین دارای بافت بوم‌شناختی، تنوع زیستی و جریان‌های تکاملی خاصِ خود است. تا دو هزار سال پیش، که نخستین انسان‌ها خود را به ماداگاسکار رساندند، لمورها تنها نمایندگان رده‌ی پستانداران در این جزیره‌ی عظیم بودند. اعضای این خانواده در طول میلیون‌ها سال سکونت‌شان در ماداگاسکار شاخه‌زایی تکاملی فشرده‌ای را از سر گذراندند و طیفی گسترده از کنام‌ها را اشغال نمودند.

تا همین چند هزار سال پیش، در این جزیره انواع گوناگونی از لمورها زندگی می‌کرده‌اند. لمورهایی که زیستگاه‌هایی متنوع ــ از کنام گرگ گرفته تا میمون ــ را تسخیر کرده و نوعی شاخه‌زایی کلان را در تاریخ خود تجربه نموده بودند. در تصویر، جمجمه‌ی لموری از گونه‌ی فانِر فورسیفِر[۱۰۴] را می‌بینید که در آن شانه‌ی دندانی ــ که از رشد دندان‌های پیشین و نیشِ پایینی ایجاد شده ــ به خوبی مشخص است.



103. Lemuridae
104. Phaner furcifer

۲. خانواده‌ی ایندرا[۱۰۵]: اعضای این خانواده برگ‌خوار[۱۰۶] هستند و پاهایی بلند دارند. روش حرکت‌شان خیز برداشتن در میان درختان است و در هند و آسیا زیاد دیده می‌شوند. این میمون‌ها کمابیش به لمورها شباهت دارند.

۳. خانواده‌ی آی‌آی[۱۰۷]: این خانواده فقط یک گونه‌ی بومی ماداگاسکار را شامل می‌شود که دوبِنتونیا ماداگاسکارِنسیس[۱۰۸] نامیده می‌شود و مردم محلی آن را به عنوان آی‌آی می‌شناسند. این میمون دندان‌های پیش بلندی شبیه به جوندگان دارد که در تمام طول عمر جانور به رشد خود ادامه می‌دهد و آی‌آی از آن برای کندن خاک و شکار حشرات خاکزی استفاده می‌کند. انگشت سوم دست این حیوان بسیار دراز است و برای بیرون کشیدن حشرات از حفره‌های درون گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. آی‌آی پوزه‌ای بلند و گوش‌هایی گرد و دراز دارد.

٤. خانواده‌ی کِیروگِلوس[۱۰۹]: این پیش‌میمون‌های کوچک شب‌خیز دارای پنج جنس هستند که کِیروگِلوس[۱۱۰] و میکروسِبوس[۱۱۱] در آن میان مشهورترند. جنس اخیر کوچک‌ترین نخستی‌های شناخته‌شده را در بر می‌گیرد.

---

105. Indridae
106. folivorous
۱۰۷. Doubentonidae
۱۰۸. Doubentonia madagascarensis
۱۰۹. Cheirogaleidae
۱۱۰. Cheirogaleus
۱۱۱. Microcebus

۵. خانواده‌ی لوریس[۱۱۲]: پیش‌میمون‌هایی کوچک و شب‌خیز را شامل می‌شود که خود در دو زیرخانواده رده‌بندی می‌شوند:

ـ زیرخانواده‌ی گالاگو[۱۱۳] که اندازه‌اش از موش تا گربه متغیر است، بدنی پشمالو، دمی دراز و پاهایی بلند شبیه به پای خرگوش دارد. گوش‌هایش بزرگ است و شیوه‌ی حرکتش جهیدن از روی شاخه‌های درختان است.

ـ زیرخانواده‌ی لوریس[۱۱۴] که تفاوتش با زیرخانواده‌ی قبلی، نداشتن دم و غیرمتحرک و کوچک بودن گوش‌هاست. این جانوران با احتیاط و کندی بر روی درختان حرکت می‌کنند و همیشه با دستان‌شان تکیه‌گاه‌شان را محکم می‌گیرند و روی شاخه‌های افقی راه می‌روند.

٦. خانواده تارسیه[۱۱۵]: فقط یک جنس به نام تارسیوس[۱۱٦] دارد که بومی فیلیپین، سوماترا و برونئی است. این موجودات هم کوچک‌اندام و شب‌خیز هستند و گوش‌هایی کوچک و چهره‌ای صاف و چشمانی بسیار درشت دارند که فاقد لایه‌ی آیینه‌ای است و لکه‌ی زرد بسیار کوچکی دارد. مثل لوریس‌ها دست و پاهایی باریک و ظریف دارند اما، بر خلاف آن‌ها، به صورت عمودی از شاخه‌های درختان بالا و پایین می‌روند و در همان وضعیت بر شاخه‌ها استراحت می‌کنند. تارسیه‌ها با بقیه‌ی پیش‌میمون‌ها در چند مورد تفاوت دارند. در این موجودات بینی و سیستم بویایی تحلیل رفته است و در مقابل دستگاه بینایی رشد زیادی نموده است. با وجود

---

۱۱۲. Lorisidae

۱۱۳. Galaginae

114. Lorisinae

۱۱۵. Tarsiidae

۱۱٦. Tarsius

این، هنوز مغز چندان بزرگ نیست و صفات مشترک پیش‌میمون‌ها ــ مثل فک زیرینِ دو تکه و شب‌خیز بودن ــ در میان‌شان دیده می‌شود. تارسیه‌ها از نظر جنین‌شناختی با بقیه‌ی پیش‌میمون‌ها تفاوت دارند. جنین آن‌ها در حوضچه‌هایی، که توسط خون مادر محاصره شده، رشد می‌کند. این الگو با لمورها و سایر پیش‌میمون‌ها، که دارای پرده‌ای بین جنین و خون هستند، تفاوت می‌کند و به میمون‌های عالی شباهت بیشتری دارد.

به این ترتیب، برخی از متخصصان رده‌بندی تارسیه‌ها را در گروهی وابسته به میمون‌ها رده‌بندی می‌کنند و معیاری متفاوت را برای تقسیم‌بندی نخستی‌ها پیشنهاد می‌کنند.

گوشزد: یک راه دیگر هم برای رده‌بندی نخستی‌ها وجود دارد. در این راه دوم، تمام پیش‌میمون‌ها، به جز تارسیه‌ها، در گروهی به نام استرپسیرینی[۱۱۷] قرار می‌گیرند و تارسیه به همراه میمون‌ها در گروهی به نام هاپلورینی[۱۱۸] رده‌بندی می‌شود. معیار این رده‌بندی، گسترش‌یافته بودن یا تحلیل رفتن سیستم بویایی، اندازه‌ی پوزه و شکل جفت و الگوی رشد جنینی است. چنان‌که دیدیم، تارسیه با سایر پیش‌میمون‌ها در این مورد تفاوت دارد. تفاوت‌های دیگر بین تارسیه‌ها و پیش‌میمون‌ها هم در این شیوه از رده‌بندی تأثیر داشته است.

میمون‌ها: جانورانی پیچیده‌تر و بزرگ‌تر هستند. مغزی بزرگ دارند و روزخیزند. فاقد پوشش براق شبکیه برای دید در شب هستند و لکه‌ی زرد مشخص دارند. میمون‌ها به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

---

۱۱۷. Strepsirhini

۱۱۸. Haplorhini

گروه اول) پلاتی‌رینی[۱۱۹]: که بومی قاره‌ی آمریکا و جهان نو هستند و به شکل باستانی و اجدادی میمون‌ها شباهت بیشتری دارند. نام‌شان را از ریشه‌ی یونانی «پلاتی» (πλατω) به معنای پهن و صاف و «رینی» (ρινι) به معنای بینی گرفته‌اند و می‌توان اسم‌شان را به میمون‌های پهن‌بینی ترجمه کرد. این موجودات تنوع زیادی دارند و در خوشه‌های خویشاوندی انبوه و فشرده‌ای رده‌بندی می‌شوند. مهم‌ترین خانواده‌های آن عبارتند از:

۱. خانواده‌ی سِبوس: این بزرگ‌ترین خانواده‌ی میمون‌های دنیای نو است. میمون‌های بزرگی در آن قرار دارند که در زیرخانواده‌های متعددی تقسیم شده‌اند. مهم‌ترین زیرخانواده‌های آن عبارتند از:

الف) آتِلینه[۱۲۰] که میمون‌های عنکبوتی[۱۲۱] را شامل می‌شود، زیرخانواده‌ای است با گونه‌های بزرگ که می‌توانند تا پانزده کیلوگرم وزن داشته باشند. ویژگی مشترک تمام میمون‌های این گروه، داشتن دمی دراز و متحرک است که به عنوان دست پنجم میمون عمل می‌کند و حیوان می‌تواند به کمک آن به شاخه‌ها بند شود. نوک دم این میمون‌ها سخت و شاخی شده و به پنجه شباهت پیدا کرده است.

ب) آلواتینه[۱۲۲] یا میمون‌های زوزه‌کش[۱۲۳] که به زیرخانواده‌ی قبلی شباهت دارد و گاهی همراه با آن‌ها در یک زیرخانواده‌ی یگانه رده‌بندی می‌شوند. این میمون‌ها بزرگ‌تر بوده و به ندرت از دم‌شان به شاخه‌ها آویزان

---

۱۱۹. Platyrrhini

120. Atelinae
121. spider monkeys
122. Aluattinae
123. howler monkeys

می‌شوند. در بیشتر موارد به حالت چهار دست و پا روی شاخه‌های درختان حرکت می‌کنند و از این نظر اختلافی اساسی با میمون‌های عنکبوتی دارند.

پ) سِبینه[۱۲۴] که زیرخانواده‌ی اصلی سِبیده[۱۲۵] است. میمون‌های این گروه وزنی متوسط دارند و با وجود داشتن دم بلند، دست و پای‌شان برای شکل خاصی از حرکت تخصص پیدا نکرده است. مشهورترین جنس در این دسته کاپوچین[۱۲۶] (جنس سِبوس[۱۲۷]) است.

ت) سایمیرینه[۱۲۸] که وابستگان به این زیرخانواده شباهت زیادی با اعضای سِبینه[۱۲۹] دارند و گاه همراه با آن‌ها رده‌بندی می‌شوند. مشهورترین نمونه در این گروه، میمون سنجابی (جنس سایمیری[۱۳۰]) است.

ث) پیتِسینه[۱۳۱] که میمون‌های درشت و بزرگی را با دم کوتاه در بر می‌گیرد. مشهورترین نمونه‌های آن اوآکاری‌ها (جنس کاکاجائو[۱۳۲]) هستند که جمجمه‌ی سرخ و بدون موی‌شان با بدن پشمالوی‌شان در تضاد است. نمونه‌ی دیگر، جنس پیتِکیا[۱۳۳] است که زمانی در قاره‌ی آمریکا فراوان بود.

---

124. Cebinae
125. Cebiidae
126. Capuchin
127. Cebus
128. Saimiriinae
129. Cebinae
130. Saimiri
131. Pithecinae
132. Cacajao
133. Pithecia

ج) آئوتینه[۱۳۴]. این زیرخانواده تنها میمون[۱۳۵] شب‌خیز را در بر می‌گیرد. آئوتوس[۱۳۶]، که تنها جنسِ این زیرخانواده است، با نام میمون جغدی[۱۳۷] هم شناخته می‌شود چرا که مانند جغد چشمانی درشت و نزدیک به هم دارد.

چ) کالیمیسنه[۱۳۸]. تنها یک گونه به نام کالیمیکو گولدی[۱۳۹] دارد. میمونی است که دندان‌های آسیای کامل دارد و در هر فصل یک بچه می‌زاید. به همین دلیل هم آن را در خانواده‌ی سِبیده رده‌بندی می‌کنند، هر چند برخی از صفات دیگرش به وابستگان به خانواده‌ی کالیتریکیده شباهت دارد.

۲. خانواده‌ی کالیتریکده[۱۴۰]. برخی از متخصصان این خانواده را به عنوان زیرخانواده‌ی کالیتریکینه[۱۴۱] در خانواده‌ی سبیده رده‌بندی می‌کنند. ما در اینجا از رده‌بندی منشعب‌تری[۱۴۲] که در دیرین‌شناسی انسانی رایج‌تر است استفاده می‌کنیم و این سطح را به عنوان خانواده در نظر می‌گیریم. این خانواده میمون‌های کوچکی مانند مارموزت‌ها[۱۴۳] (جنس‌های سِبوئِلا[۱۴۴] و کالیتریکس[۱۴۵]) و تامارین‌ها[۱۴۶] (جنس‌های لئونتوپیتِکوس[۱۴۷] و

134. Aotinae
135. Simian
136. Aotus
137. Owl monkey
138. Callimicinae
139. Callimico goeldii
140. Callitrichidae
141. Callitrichinae
142. Cladistic
143. Marmoset
144. Cebuella
145. Callitrix
146. Tamarines
147. Leonthopithecus

ساگوینوس[۱۴۸]) را شامل می‌شود. برخی از وابستگان به این خانواده ــ مثل مارموزت‌ها ــ فقط صد گرم وزن دارند و از کوچک‌ترین نخستی‌های شناخته‌شده محسوب می‌شوند. این میمون‌ها همگی دوقلوزا هستند و فرزندان در غیاب مادر توسط پدر یا سایر برادر و خواهران بزرگ‌ترشان حمل و تغذیه می‌شوند. غذای اصلی این میمون‌ها پوست درخت و برگ و میوه است و فاقد دندان آسیای سوم هستند. همه‌ی انگشتان این میمون‌ها ــ بر خلاف پیش‌میمون‌ها ــ دارای ناخن است، هر چند اهمیت تکاملی آن معلوم نیست.

راست: بابون زیتونی (پاپیو آنوبیس)[۱۴۹]، میان: ماندریل (ماندریلوس اسفینکس)[۱۵۰]

چپ: کاپوچین (سِبوس کاپوسینوس)[۱۵۱]

148. Saguinus
149. Papio anubis
150. Mandrillus sphinx
151. Cebus capucinus

گروه دوم) کاتارینی[۱۵۲]: میمون‌های جهان کهن را در بر می‌گیرد. این میمون‌ها به دلیل داشتن تیغه‌ی بینی نازک‌تر به این نام خوانده شده‌اند، چرا که در زبان یونانی «کاتا» **(cata)κατα** به معنای باریک و «رینی» **(rhini)ρινι** به معنای بینی است. میمون‌های جهان کهن، به دو روخانواده‌ی بزرگ تقسیم می‌شوند:

۱. سِرکوپیتِکوئیدِه[۱۵۳]: میمون‌هایی دم‌دار هستند و در نشیمن‌گاه‌شان دارای پینه‌ی پوستی[۱۵٤] بی‌مویی هستند که برای نشستن سازش یافته است. این میمون‌ها دارای دندان‌های آسیای نوک‌داری هستند که تاج بلند و مرتفعی دارد. دندان نیشِ فک بالای این میمون‌ها بسیار رشد کرده و به عنوان ابزار دفاعی نیرومندی کاربرد یافته است. اولین پیش‌آسیای فک پایین، برای این‌که جا را برای قرار گرفتن این دندان نیش بزرگ باز کند، تغییر شکل داده و به تیغه‌ای شبیه شده است. دندان‌های این میمون‌ها برای خوردن برگ سازش یافته‌اند. مهم‌ترین زیرگروه‌های این روخانواده عبارت‌اند از:

الف) زیرخانواده‌ی کولوبینِه[۱۵۵]: این جانوران برگ‌خوار هستند و انگشت شست‌شان کوچک شده یا تحلیل رفته است. معده‌ای چندبخشی و پر از باکتری‌های تجزیه‌کننده، مثل معده‌ی نشخوارکنندگان، دارند. با وجود این‌که رفتار تاب خوردن در بین شاخه‌ها را از خود نشان نمی‌دهند، دست‌ها و پاهایی لاغر و بلند دارند که

---

۱۵۲. Catarhini
۱۵۳. Cercopithecoidea
۱۵٤. Ischial callosities
۱۵۵. Colobinae

برای این نوع حرکت بسیار مناسب است. چهره‌ی این میمون‌ها ظریف و طاق ابروان‌شان برجسته است، دم بلندی دارند و پاهای‌شان از دستان‌شان بلندتر است. میمون دماغ‌دراز[۱۵۶] نمونه‌ای مشهور از این گروه است.

ب) زیرخانواده‌ی سِرکوپیتِسینِه[۱۵۷]: بزرگ‌ترین و مشهورترین زیرخانواده‌ی سِرکوپیتِکوئیده[۱۵۸] است. میمون‌های بزرگ میوه‌خواری در این گروه قرار می‌گیرند که مانند جوندگان کیسه‌ای در پشت گونه‌های‌شان دارند و می‌توانند به هنگام فراوانی، غذا را در دهان‌شان انبار کنند و بعداً سر فرصت آن را بجوند و ببلعند. معمولاً در میان درختان زندگی می‌کنند، اما نمونه‌های ساکن دشت ــ مانند بابون ــ هم در میان‌شان دیده می‌شود. جنس‌های مشهور آن عبارتند از: بابون[۱۵۹]، ماندریل[۱۶۰] که شبیه به بابون است و جنس نر آن تزئینات آبی و قرمز چشمگیری بر چهره‌اش دارد، سِرکوپیتِکوس[۱۶۱] که در جنگل‌های گرمسیری آفریقا زندگی می‌کند، و میمون ماکاک[۱۶۲] که تنها نمونه‌ی بومی آسیاست و اصلاً در آفریقا یافت نمی‌شود.

۲. هومینوئیدِه[۱۶۳]: میمون‌هایی بزرگ و سنگین را شامل می‌شود که معمولاً در میان درختان زندگی می‌کنند، اما قادر به حرکت و فعالیت بر روی زمین هم هستند. از نظر تکاملی، به جز گونه‌ی انسان، سایر گونه‌های

---

۱۵۶. Nasalis larvatus
۱۵۷. Cercopithecinae
۱۵۸. Cercopithecoidea
۱۵۹. Papio
۱۶۰. Mandrillus
۱۶۱. Cercopithecus
۱۶۲. Macaca
۱۶۳. Hominoidaea

این روخانواده چندان موفق نبوده‌اند و معمولاً توسط گونه‌های روخانواده‌ی سرکوپیتکوئیده جایگزین شده‌اند.

این گروه دارای سه خانواده‌ی مهم است:

راست: یک خانواده ماکاک دم‌مُهری (ماکاکا آرکتیودِس)[۱۶۴] و چپ: یک جفت ژیبون (هیلوباتِس لار)[۱۶۵]

الف) هیلوباتیدِ[۱۶۶] که همان خانواده‌ی ژیبون‌هاست. این گروه میمون‌هایی بزرگ و ظریف را در بر می‌گیرد که دست و پایی بسیار دراز دارند و با پریدن از شاخه‌ای به شاخه‌ی دیگر در میان درختان حرکت می‌کنند.

ب) پونتیدِ[۱۶۷]، خانواده‌ای است که اورانگ‌اوتان‌ها را در بر می‌گیرد. این‌ها میمون‌های بزرگ و هوشمندی هستند که با دو یا چهار دست و پا حرکت می‌کنند و در درخت‌ها و روی زمین زندگی می‌کنند. زیست‌شناسانِ قدیمی شامپانزه و گوریل را هم به دلیل پرمو بودن بدن‌شان و شیوه‌ی زندگی درخت‌زی‌شان در این خانواده قرار می‌دادند. اورانگ‌اوتان‌ها نام خود را از اسمِ سوماترایی این جانور گرفته‌اند که «مرد جنگلی» معنی می‌دهد.

---

164. Macaca arctoides
165. Hylobates lar
۱۶۶. Hylobatidae
۱۶۷. Pongidae

این جانور دو گونه‌ی سوماترایی (پونگو پیگمایئوس)[۱۶۸] و بورنئویی (پونگو آبِلی)[۱۶۹] دارد که برخی از جانورشناسان آن را در خانواده‌ی هومینیده می‌گنجانند.

پ) هومینیدِه[۱۷۰]: خانواده‌ای است که بنا بر رده‌بندی قدیمی گونه‌ای منفرد یعنی هوموساپینس را شامل می‌شود. اما زیست‌شناسان امروزین شامپانزه و گوریل را هم در این خانواده قرار می‌دهند.[۱۷۱] شامپانزه‌ها دو گونه‌ی معمولی (پان تروگلوتیدس)[۱۷۲] و کوتوله (بونوبو یا پان پانیسکوس)[۱۷۳] دارند و گوریل‌ها هم به دو نوع غربی (گوریلا گوریلا)[۱۷۴] و شرقی (گوریلا گراوِری)[۱۷۵] تقسیم می‌شوند. معمولاً دو وابسته‌ی غیرانسانِ این خانواده (شامپانزه و گوریل) را به همراه اورانگ‌اوتان‌ها با نام عمومی میمون‌های بزرگ[۱۷۶] می‌شناسند.[۱۷۷]

شیوه‌ی زندگی نخستی‌ها

چنان‌که گفتیم، سیستم استخوان‌بندی نخستی‌ها بسیار ابتدایی است و استخوان‌های همسایه به یکدیگر جوش نخورده‌اند. این الگوی مشترک را در تمام پستانداران درخت‌زی می‌توان یافت و گویا نوعی سازش برای افزودن بر درجه‌ی آزادی حرکت اندام‌هاست. نخستی‌ها، به دلیل شیوه‌ی زندگی خاص‌شان، سوخت‌وساز

168. Pongo pygmaeus
169. Pongo abelii
170. Homonidae
171. Benton, 2005: 371.
172. Pan troglodytes
173. Pan paniscus
174. Gorilla gorilla
175. Gorilla graueri
176. Great apes
177. Begun, 1994.

بالایی دارند و بنابراین نسبت به نوع غذایی که می‌خورند سازش‌هایی یافته‌اند. بیشتر نخستی‌ها (به استثنای انسان و شامپانزه که تا حدودی گوشت‌خوار است) گیاه‌خوار یا حشره‌خوار هستند و معمولاً به طور انتخابی از بخش‌های گوناگون گیاهان استفاده می‌کنند. نمونه‌های حشره‌خوار هم هم‌چنان از رژیم غذایی اجدادی‌شان پیروی می‌کنند و تخصص‌هایی مشابه را در مورد حشرات درخت‌زی یافته‌اند.

الف) اندازه و تغذیه: تفاوت اندازه در میان بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین نخستی‌ها کاملاً چشمگیر است. یک گوریل کوهستانی نر می‌تواند تا ۱۱۷ کیلوگرم وزن داشته باشد، و این حدود هزار و هشت‌صد بار سنگین‌تر از سبک‌ترین نخستی ــ مثلاً گالاگو دِمیدووی[۱۷۸] و میکروسبوس مورینوس[۱۷۹] ــ است که حدود ٦٥ گرم وزن دارند.[۱۸۰]

چنین دامنه‌ی نوسان وزنی در میان میمون‌ها[۱۸۱] به همین شدت دیده می‌شود. گوریل سنگین‌ترین، و مارموزت کوتوله[۱۸۲] (سِبوئِلا پیگمِئا)[۱۸۳] با ۷۲ گرم وزن سبک‌ترین میمون شناخته شده است. اما در میان پیش‌میمون‌ها تغییرات وزن بدن به این شدت نیست. ایندری ایندری[۱۸٤]، که بزرگ‌ترین پیش‌میمون است، شش کیلوگرم وزن دارد که فقط ۹۲ بار از سبک‌ترین پیش‌میمون ــ گالاگو دِمیدووی ــ سنگین‌تر است.

178. Galago demidovi
179. Microcebus murinus
180. Martin,1990.
181. Simian
182. Pygmy marmoset
183. Cebuella pygmaea
184. Indri indri

اگر وزن نخستی‌ها را با شیوه‌ی زندگی‌شان مقایسه کنیم، به الگوهای فراگیری دست خواهیم یافت. تمام نخستی‌های شب‌خیز (به جز آی‌آی) بزرگ هستند و بیشتر از یک کیلوگرم وزن دارند. هم‌چنین تمام حشره‌خواران کوچک هستند و وزن‌شان کمتر از ۲۵۰ گرم است.[۱۸۵]

اصلی در فیزیولوژی جانوری وجود دارد که به نام قانون کلایبرگ[۱۸۶] شهرت یافته است. این قانون نشان می‌دهد که سرعت سوخت‌وساز پایه‌ی جانورانِ خون‌گرم با وزن‌شان نسبتی نمایی دارد. به عبارت دیگر: $\mathbf{BMR = KW_b^{۰/۷۵}}$ که در آن BMR برابر با سرعت سوخت‌وساز پایه[۱۸۷]، W_b عبارت از وزن بدن و K ضریبی ثابت است. با توجه به این‌که سرعت سوخت‌وساز با توان کوچک‌تر از واحدِ وزن بدن نسبت دارد، می‌توان چنین نتیجه گرفت که شدت متابولیسم پایه‌ی واحد وزن یک جانور کوچک از مقدار مشابه برای جانوری بزرگ بیشتر است. به همین ترتیب، می‌توان نتیجه گرفت که انرژی ــ یا مقدار غذای ــ مورد نیاز برای زنده نگه‌داشتن یک واحد وزنی از بدن جانوری کوچک بیشتر از موجودی بزرگ‌تر است.

یک گونه، دو راه برای بالا بردن مقدار انرژی دریافت‌شده در رژیم غذایی‌اش دارد. نخست این‌که حجم مواد غذایی دریافت‌شده را زیاد کند و دیگر این‌که کیفیت غذا و ارزش و محتوای انرژی خوراکش را بالا ببرد. در نخستی‌ها هر دو این راهکارها دیده می‌شود.

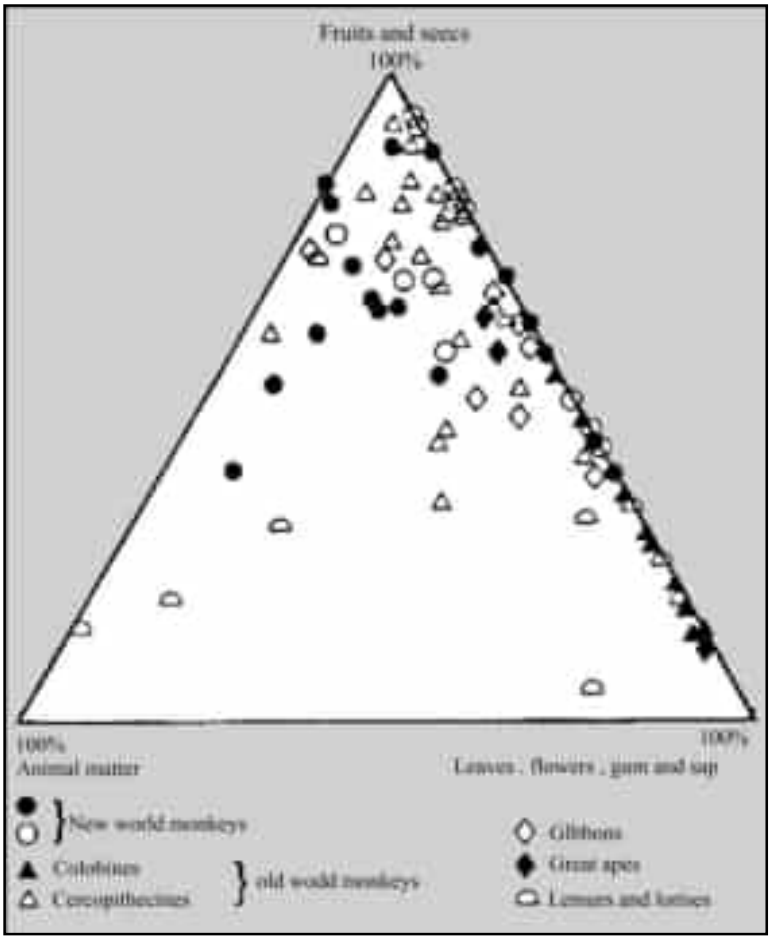
در شکل، نمودار سه‌بعدی رژیم غذایی پیش‌میمون‌ها و میمون‌ها را بر اساس جایگاه‌شان در رده‌بندی نخستی‌ها می‌بینید. هر گوشِ این مثلث، نمایانگر یکی از سه حالت حشره/ گوشتخواری، برگ/ گل‌خواری و میوه/

185. Cambridge,1992.

186. Kleiberg's law

187. Basic Metabolic Rate

دانه‌خواری است. چنان‌که می‌بینید، سه خط‌راهه‌ی تکاملی مستقل برای استفاده‌ی بهینه از این غذاهای خاص تخصص یافته است.[۱۸۸]



چنان‌که دیدیم، نخستی‌هایی که اندازه‌ی کوچک دارند از رژیم غذایی غنی حشره‌خواری بهره می‌برند. این رژیم احتمالاً در نیاکان کوچک‌اندام‌ترِ نخستی‌ها هم وجود داشته است و چنان‌که گفته شد، یکی از نظریات

۱۸۸. Cambridge, 1992: 61

مربوط به چگونگی تکامل نخستی‌ها را تشکیل می‌دهد.[۱۸۹] نخستی‌هایی که اندازه‌ای متوسط دارند بیشتر از میوه و پوست درختان تغذیه می‌کنند و نمونه‌های بزرگ‌تری مانند گوریل و اورانگ‌اوتان بیشتر برگ‌خوار هستند. در این میان یک چرخش رفتاری مشخص در شامپانزه‌ها و انسان دیده می‌شود. در این گونه‌ها اندازه‌ی بزرگی و هوشمندی، گوشت‌خواری را ممکن ساخته است. شامپانزه‌ها، به ویژه در فصل جفت‌گیری که ماده برای تغذیه‌ی جنین به مواد غذایی اضافی نیاز دارد، به شکار جوندگان و میمون‌های دیگر می‌پردازند و میمون‌های کوچک‌تر جنس کولوبوس[۱۹۰] را می‌خورند. در انسان این رفتار شکارگری بیشتر نهادینه شده است و می‌تواند در تمام فصول سال انجام گیرد. چنین به نظر می‌رسد که افزایش وزن بدن، به همراه هوشمندتر شدن و رشد رفتار گروهی در میان اجداد انسان، خط‌راهه‌ی تکاملی جدیدی را در شیوه‌ی زیست انسان ایجاد کرده باشد، و این همان خطی است که انسان امروزی را به شکل کنونی رسانده و چنان‌که خواهیم دید، بقای انسان در عصر یخبندان را ممکن ساخته است.[۱۹۱]

رفتار انسان هم بنا بر رژیم غذایی گوشتخواری‌اش تغییر کرده است.[۱۹۲] گوشت‌خواران، بر خلاف گیاه‌خواران، غذایی کم‌حجم و غنی از نظر مواد پرورده‌شده را می‌گوارند و بنابراین مدفوع‌شان کم‌حجم و مملو از باکتری‌های روده‌ی بزرگ است که می‌تواند برای خود حیوان بیماری‌زا باشد. جانوران گیاه‌خواری که حجم زیادی مدفوع کم‌گوارده‌شده و نیمه‌هضم‌شده را دفع می‌کنند، در واقع محیط زیستی برای کودرست‌ها و

---

۱۸۹. Milton, 1993.

۱۹۰. Colobus

۱۹۱. Milton, 1993.

۱۹۲ . موریس، ۱۳٦٤.

مدفوع‌خواران گیاهی گوناگون ایجاد می‌کنند که آسیبی به خودشان نمی‌رسانند و خاصیت بیماری‌زایی ندارند. اما در مورد مدفوع گوشت‌خواران چنین حرفی مصداق ندارد. به همین دلیل هم، بیشتر گوشت‌خواران رفتار دفعی ویژه دارند. گوشت‌خواران متحرک و مهاجری مانند سگ‌سانان نگرانی کمتری در مورد آلودگی مدفوع‌شان دارند، اما آن‌هایی که در جای مشخصی لانه می‌کنند مدفوع‌شان را در نقاطی دورافتاده می‌ریزند و یا آن را خاک می‌کنند. این رفتارِ خاک کردنِ مدفوع چیزی است که در گربه‌ی خانگی هم باقی مانده است و به شکلی دیگر در انسان هم وجود دارد. یکی از پیامدهای وجود مدفوع گوشت‌خوارانه، بالا رفتن شانس بقای انگل‌هایی است که بر مدفوع تخم‌ریزی می‌کنند و به دلیل بافت مدفوع گوشت‌خوارانه، نوزادان خود را بر مدفوع میزبانان‌شان رشد می‌دهند. یک نمونه‌ی مشهور از این انگل‌ها کک است که انگل بسیاری از گونه‌های گوشت‌خوار است، اما در نخستی‌ها ــ به استثنای انسان ــ دیده نمی‌شود. برخی از نظریه‌پردازان، برهنه شدن آدم و از بین رفتن موی بدن را نیز نوعی ترفند تکاملی ضدانگلی دانسته‌اند، چرا که بخش مهمی از این انگل‌ها زیر پوشش مو زندگی می‌کنند.

ب) شیوه‌ی حرکت: نخستی‌ها از نظر شیوه‌ی حرکت حالات گوناگونی را به نمایش می‌گذارند. پنج نوع اصلی حرکت در نخستی‌ها عبارت است از:[۱۹۳]

۱. آویزان شدن[۱۹۴] که در میمون‌هایی مانند ژیبون‌ها به طور برجسته دیده می‌شود. دراز شدن دست‌ها، متحرک بودن مفصل‌های بازو، بلند بودن استخوان ران، سبک شدن بدن و معمولاً نبودِ دم از سازش‌های رایج برای

193. Cambridge,1992:76.

194. hanging

این نوع حرکت هستند. در این جانوران استخوان کتف بیشتر در پشت قرار می‌گیرد و تنه حالتی فشرده و جمع شده پیدا می‌کند.

۲. پریدن[۱۹۵]، که در گالاگوها زیاد دیده می‌شود، به بدنی سبک و دست و پایی بلند با پنجه‌هایی متحرک نیاز دارد. هم‌چنین ستون مهره‌ها و عضلات چرخاننده‌ی تنه هم باید تحرک بالای بدن را تضمین کنند.

۳. چهارپایی درختی[۱۹۶] در بسیاری از میمون‌ها و پیش‌میمون‌ها دیده می‌شود. در این موجودات استخوان کتف به کناره‌های پشت رانده شده است، اندازه‌ی دست و پا تقریباً برابر است و هر دو دارای پنجه‌هایی گیرنده هستند که شست‌شان در برابر سایر انگشتان قرار می‌گیرد و امکان گرفتن شاخه‌ها را به آن‌ها می‌دهد. بیشتر این میمون‌ها دارای دم بلندی هستند که به حفظ تعادل‌شان کمک می‌کند.

٤. چهارپایی زمینی[۱۹۷]، که به طور برجسته در بابون‌ها دیده می‌شود و دارای این ویژگی‌هاست: دست و پای بلند و هم‌اندازه، انگشتان کوتاه، دم کوتاه و مفصل کتفِ جمع‌شده و دارای تحرک کم.

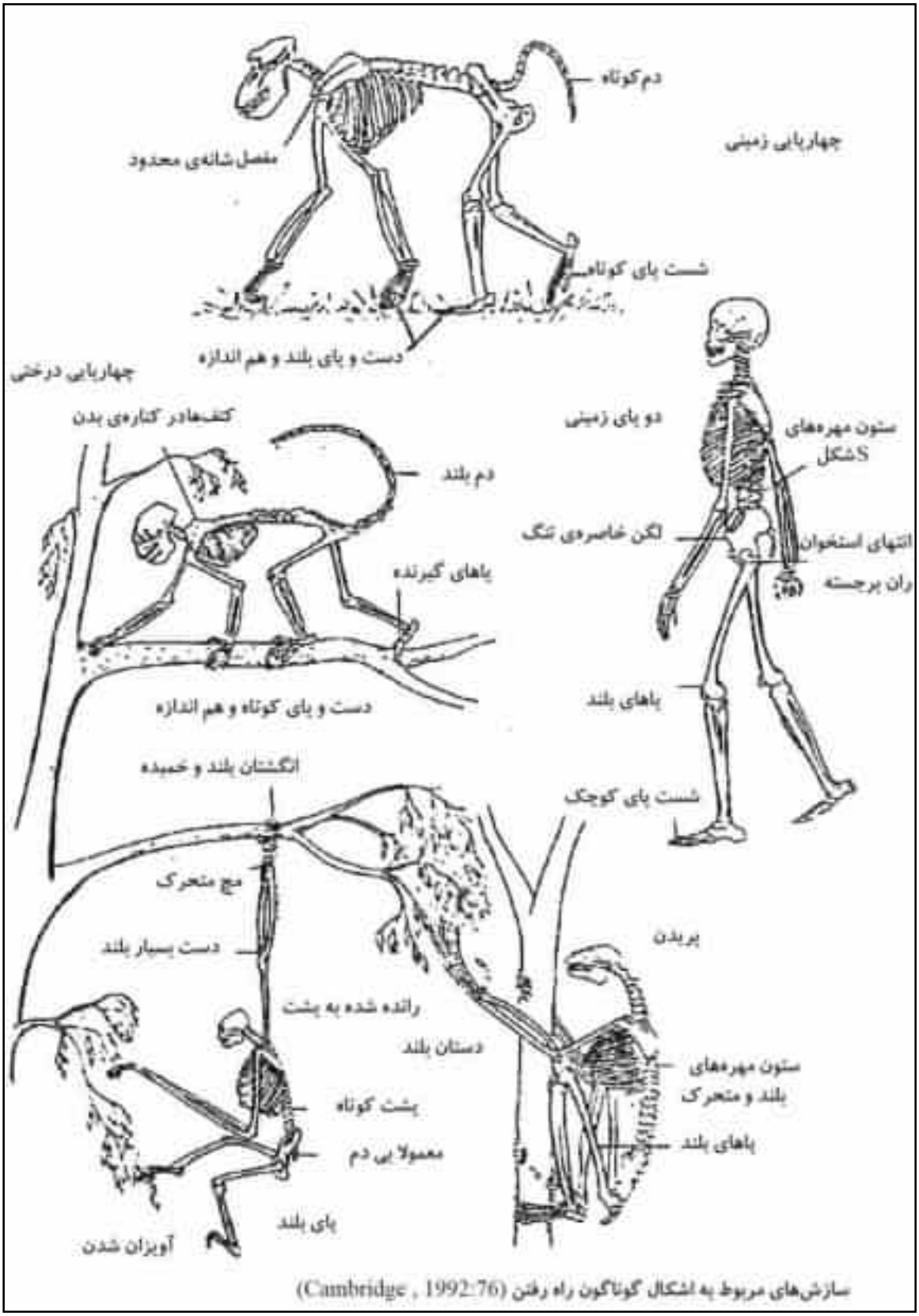
۵. دوپایی زمینی[۱۹۸] که فقط در انسان و اجداد منقرض‌شده‌اش دیده می‌شود. سازش‌های مربوط به این نوع از حرکت عبارتند از: ستون مهره‌های خمیده و شبیه S، سوراخ زیر جمجمه[۱۹۹] که در زیر سر قرار گرفته، لگن خاصره‌ی باریک و فشرده، پاهای بلند و کشیده، پاشنه‌ی بزرگ و انگشتان پای کوتاه و هم‌راستا.

---

195. leaping
196. Arboreal quadripedal
197. Terrestrial quadripedal
198. Terrestrial bipedal
200. Foramen magnum سوراخی است که مغز از راه آن با نخاع اتصال می‌یابد.

اندازه‌ی بدن، در انتخاب نوع حرکت هم نقشی تعیین‌کننده دارد. مقدار انرژی لازم برای حرکت بر مبنای معادله‌ی $\mathbf{M = ۰/۵۳۳W_b^{-۰/۳۱۶}}$ با وزن بدن تناسب دارد، که $\mathbf{M}$ در آن برابر است با مقدار سانتی‌متر مکعب اکسیژن مصرف‌شده برای یک متر حرکت دادنِ یک کیلوگرم از وزن بدن. با توجه به این‌که ما در اینجا هم با نوعی ارتباط نمایی روبه‌رو هستیم، و باز با توجه به این‌که حرکت کردن در میان درختان (سه نوع اولِ حرکت کردن) معمولاً با جابه‌جایی عمودی بدن در میان شاخه‌ها همراه است، می‌توان به این نتیجه رسید که برای نخستی‌های درشت‌هیکل حرکت کردن بر زمین ساده‌تر است. شاید به همین دلیل باشد که همه‌ی میمون‌های دارای وزن بیشتر از ده کیلوگرم زمین‌زی هستند و بر درختان زندگی نمی‌کنند.

شیوه‌ی حرکت نخستی‌ها، علاوه بر ارتباط با عوامل یادشده، با دو شاخص دیگر نیز مربوط است. عامل نخست رژیم غذایی است، که گفتیم با وزن بدن هم رابطه دارد. به این ترتیب، رابطه‌ای سه‌جانبه میانِ وزن بدن و رژیم غذایی و شیوه‌ی حرکت برقرار است. عامل دیگر جایگاه گونه در سلسله‌مراتب رده‌بندی است. شیوه‌ی حرکت، وزن بدن، رژیم غذایی و دیگر عوامل اصلی زیست‌شناختی مربوط به گونه در اثر سازگاریِ نمودهای رفتاری ژنوم با کنام‌های خاصِ موجودات تعیین می‌شوند. برنامه‌ی ژنتیکی‌ای که این سازگاری را ممکن می‌سازد، خود بخشی از یک خزانه‌ی ژنومی بزرگ‌تر و غنی‌ترِ تکاملی است. به این ترتیب، کل عوامل یادشده تحت تأثیر روابط خویشاوندی گونه‌ی مورد نظرمان با سایر جانوران هم قرار می‌گیرد.



سازش‌های مربوط به اشکال گوناگون راه رفتن (Cambridge , 1992:76)

ج) رشد و نمو: تنها هدف عینی سیستم‌های زنده، افزایش شایستگی زیستی[۲۰۰]، و بیشینه کردن بخت انتقال ژنوم به نسل بعد است. با توجه به این‌که تمام جانداران در نهایت همانندسازهایی بسیار پیچیده هستند و با توجه به این‌که تنها شاخص موفقیت‌شان در رقابت بر سر منابع تعداد نسخه‌هایی است که از ژنوم خود تکثیر می‌کنند، این هدف بدیهی می‌نماید. با فرض این‌که هدف همه‌ی جانداران بیشینه کردن تعداد نسخه‌های بارور از ژنوم خودشان است، می‌توان طیف وسیعی از ویژگی‌ها و الگوهای رفتاری جانداران را تحلیل کرد.

جانوران می‌توانند از دو راهکار بقای گونه را تضمین کنند. نخست با بیشینه کردن تعداد فرزندان ــ مستقل از شانس بقای هر یک ــ و دوم با صرف هزینه‌ی بالاتر و بیشینه کردن شانس بقای فرزندان، و به ناچار کم کردن تعداد آن‌ها. به این ترتیب، دو راهکار کمی و کیفی برای تکثیر ژنوم وجود دارد که می‌تواند به عنوان دو الگوی متفاوت و حتی متعارض برای بالا بردن شایستگی زیستی در نظر گرفته شود. این دو راهکار را در بوم‌شناسی با نام راهبردهای **k/r** نام‌گذاری کرده‌اند. در جدول زیر مشخصات اصلی این دو راهبرد ذکر شده‌اند.[۲۰۱]

---

۲۰۰. Fitness

۲۰۱. Foley, 1989: 137.

	راهبرد کمی	راهبرد کیفی
اقلیم	آشفته، پویا، غیرقابل پیش‌بینی	پایدار، قابل پیش‌بینی، قانونمند
مرگ و میر	غیروابسته به جمعیت، فاجعه‌آمیز، غیرخطی	وابسته به جمعیت، خطی
شانس بقای فرزندان	کم	زیاد
اندازه‌ی جمعیت	متغیر، کمتر از گنجایش محیط	پایدار، متعادل با محیط، نزدیک گنجایش محیط
دگرگونی و گونه‌زایی	سریع و پرشاخه	آرام و کم شاخه
طول عمر افراد	کم	زیاد
شمار فرزندان در هر نسل	زیاد	کم
پیچیدگی بدن / مغز	کم	زیاد

مشخصات اصلی دو راهبرد بقای گونه

نخستی‌ها، به طور کلی از راهکار دوم استفاده می‌کنند. تعداد فرزندان آن‌ها در هر زایمان اندک، و زمان و نیرویی که والدین صرف بزرگ کردن فرزندان می‌کنند زیاد است.

بعضی از پیش‌میمون‌ها به طور هم‌زمان تا سه جفت بچه می‌زایند. این تعداد در میمون‌ها به یک جفت می‌رسد و شمار گونه‌هایی که هم‌چون انسان در هر زایمان تنها یک بچه بزایند کم نیستند. کم بودن تعداد فرزندان هنگامی نمود خواهد یافت که آن را با چهارده بچه‌ای که یک جونده در هر زایمان به دنیا می‌آورد مقایسه

کنیم. کم بودن تعداد فرزندان پیامدهایی را برای موجود به ارمغان می‌آورد. وسیع بودنِ دامنه‌ی سازش‌های مربوط به راهبرد کیفی را می‌توان در متغیرهای ریخت‌شناختی (مانند کم شدن تعداد پستان‌ها و منتقل شدن‌شان از شکم به سینه) و دگرگونی‌های رفتاری (مثل مراقبت از بچه و حمل شدن بچه توسط مادر) مشاهده کرد.

نوزاد پستانداران، بر مبنای کامل بودن نوزاد، به دو گروه تقسیم می‌شوند. برخی از پستانداران فرزندانی به نسبت کامل و درشت‌جثه را می‌زایند که توانایی حرکت و درک محرک‌های حسی ــ مانند نور ــ را به خوبی دارند. این نوع نوزادان را رسیده[۲۰۲] می‌نامند. سُم‌داران بهترین مثال از پستاندارانِ دارای این شیوه از تولیدمثل هستند. برخی دیگر، نوزادانی ناقص و کور و بی‌مو را در شرایطی می‌زایند که هنوز رشد جنینی نوزاد تکمیل نشده است. این گروه از پستانداران ناچارند برای مدتی ــ که می‌تواند طولانی هم باشد ــ از نوزادانِ ناتوان‌شان مراقبت کنند و تغذیه و حفاظت از آن‌ها را بر عهده بگیرند. این نوع نوزادان نارس[۲۰۳] خوانده می‌شوند و نوزادان انسان و بقیه‌ی نخستی‌های عالی نمونه‌هایی از آن هستند. به عنوان مثال، در انسان دوره‌ی رشد جنینی بیست و یک ماه به طول می‌انجامد، و تنها نُه ماه از این زمان طولانی در داخل رحم مادر سپری می‌شود.

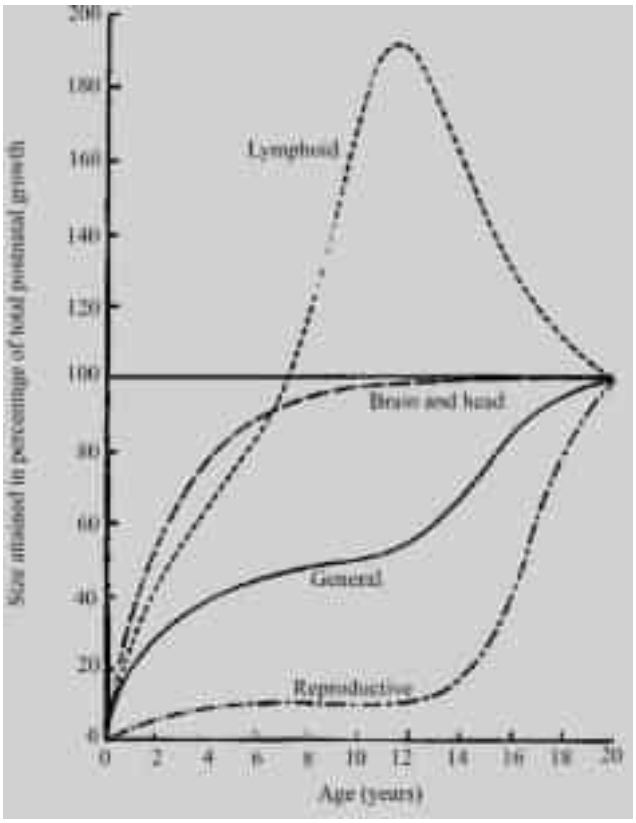
در نخستی‌ها سرعت رشد جنین، نسبت به واحد وزنش، کمتر از سایر پستانداران است. یعنی در این موجودات، سرعت افزایش وزن بدن جنین به نسبت کم است. تنها بخش بدن جنین نخستی‌ها که سریع‌تر از جنین سایر پستانداران رشد می‌کند مغز است. سرعت افزایش جرم مغز در دوره‌ی جنینی نخستی‌ها حدود دو برابر مقدار متوسط رشد مغز در سایر پستانداران هم‌اندازه‌شان است. رشد مغز در شامپانزه‌ها یک سال پس از

---

۲۰۲. precocial

۲۰۳. altricial

تولد متوقف می‌شود، اما مغز انسان تا شش ـ هفت سالگی به رشد خود ادامه می‌دهد. این روند بیشتر در نخستی‌های عالی (یعنی میمون‌ها) نمود دارد. نوزاد یک میمونِ مربوط به گروه هاپلورینی، وزنی در حدود سه برابر نوزاد یک پیش‌میمونِ استرپسیرینیِ همتایش دارد. در نخستی‌ها تعداد فرزندانی که به طور هم‌زمان در رحم مادر تغذیه می‌شوند کم است و بنابراین وزن یک جنین منفرد می‌تواند خیلی زیاد شود و به ده درصد وزن بدن مادر برسد. با توجه به این‌که جنین پس از تولد هم‌چنان تا مدتی توسط مادر حفاظت می‌شود و به رشد خود ادامه می‌دهد، این الگو را می‌توان نمونه‌ای موفق از راهکار کیفی تکثیر نسخه‌های ژنومی در نظر گرفت.



در نمودار بالا چهار الگوی اصلی در منحنی رشد بخش‌های مختلف بدن انسان از دوران جنینی تا سن بلوغ را می‌بینید. هر خط بر مبنای اندازه‌ی اندام مورد نظر نسبت به اندازه‌ی نهایی آن در سن بلوغ تصویر شده

است. سیستم ایمنی و گره‌های لنفی در سن کودکی و نوجوانی از حد نهایی خود بیشتر رشد می‌کنند و به تدریج به حجم و وزن نهایی خود در زمان بلوغ میل می‌کنند. رشد دستگاه تولیدمثلی نسبت به کل اندام‌های بدن بسیار دیر و رشد سیستم عصبی بسیار زود رخ می‌دهد.

د) دوشکلی جنسی:[۲۰٤] دوشکلی جنسی بیشتر در جانورانی دیده می‌شود که دارای اندرکنش اجتماعی پیچیده‌ای در میان نرها باشند. در این موجودات انتخاب جفت از راه رقابت رویاروی نرها انجام می‌گیرد. به عنوان یک قاعده در میان پستانداران هرچه میزان چندهمسری در یک گونه بیشتر باشد نمودهای دوشکلی جنسی در آن گونه بیشتر است.

دوشکلی جنسی در نخستی‌ها به این اشکال دیده می‌شود:

۱. تفاوت در وزن بدن و سیستم عضلانی، که به طور مشخص در انسان و گوریل دیده می‌شود.

۲. تفاوت در رنگ و پوشش بدن. نمونه‌ای از آن وجود ریش در چهره‌ی مردان است. برجستگی روی گونه‌ی اورانگ‌اوتان نر، و تزیینات رنگی روی چهره‌ی ماندریل نر نمونه‌هایی دیگر هستند.

۳. اندام‌های خاصی مانند بینی بزرگ میمون دماغ‌دراز و سینه‌های انسان ماده که فقط در یک جنس به شکل برجسته وجود دارند.

٤. تغییرات متفاوت وابسته به سن، مثل تغییر رنگ و شکل پوشش بدن و یا اندام‌ها.

در میان میمون‌های جهان نو، میمون‌های زوزه‌کش بیشترین تمایز جنسی را از خود نشان می‌دهند. در این جانوران، میمون نر ۳۵ درصد از ماده سنگین‌تر است. با وجود این تمایز آشکار، سایر میمون‌های دنیای نو

---

۲۰٤. Sexual dimorphism

تفاوت جنسی زیادی را از خود نشان نمی‌دهند و حتی در جانوری مثل تامارین، جنس ماده کمی از جنس نر درشت‌تر هم هست.

در مقابل، در دنیای کهن دوشکلی جنسی به شکلی بارز دیده می‌شود. در بابون‌ها و ماندریل‌ها وزن بدن نر ممکن است تا دو برابر از ماده بیشتر باشد، و طول دندان نیش هم در بیشتر میمون‌های نر بیشتر از ماده است. این امر به ویژه در مورد ماکاک و تِروپیتکوس[۲۰۵] مصداق بیشتری دارد.

تبارشناسی انسان: روش‌ها و ابزارها

دیرین‌شناسی[۲۰۶] جانوری شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به بررسی گونه‌های منقرض‌شده‌ی جانوری می‌پردازد و چارچوبی نظری را فراهم می‌کند تا به کمک شواهد فسیلی تکاملی، ریخت‌شناسی، رده‌بندی و بوم‌شناسی، جانوران منقرض‌شده بازسازی شوند. اگر بخواهیم در مورد تبار انسان و سلسله‌ی نیاکان دوردستش ــ که امروز منقرض شده‌اند ــ صحبت کنیم، نخست باید به دیرین‌شناسی انسان بپردازیم و ببینیم رشته‌ی تکاملی منتهی به گونه‌ی انسانِ کنونی چه ویژگی‌هایی داشته است.

جهانی که ما بر آن زندگی می‌کنیم، سیستمی پیچیده و بغرنج است که پویایی خود را در اطراف محور زمانی نامتقارنی سازماندهی می‌کند. این نامتقارن بودنِ زمان بدان معناست که وضعیت سیستم در گذشته با حالتش در آینده متفاوت است. چنان‌که در ابتدای این نوشتار دیدیم، قانون دوم ترمودینامیک، بیانی حرارتی از همین عدم تقارن است. عدم تقارن محور زمان، به تاریخمند بودن پدیدارها می‌انجامد.

---

۲۰۵. Theropithecus

206. Paleonthology

تاریخمند بودن جهان بدان معناست که همه‌ی پدیدارها، از جمله کل زیست‌کره‌ی زمین، دارای حافظه است. منظور از حافظه در اینجا آن است که ردپای حوادثی که در گذشته روی داده‌اند به شکلی در ساختار سیستم، یعنی مجموعه‌ی پیچیده‌ی ماده/ انرژی/ اطلاعاتِ سازنده‌ی آن ثبت می‌شود و یک پژوهشگر هوشمند، اگر به قدر کافی دقیق باشد، می‌تواند برخی از این ردپاهای قدیمی را بخواند و حوادث گذشته‌ی زمین را بازسازی کند. این کاری است که در این گفتار می‌خواهیم انجام دهیم. اما پیش از پرداختن به تصویری که دانشمندان از این گذشته‌ی فراموش‌شده به دست آورده‌اند، نخست بهتر است به روش‌ها و راهکارهایی بپردازیم که بازسازی این تصویر را ممکن می‌کند.

Era	Period	Age mya
Paleozoic	Permian	251 – 290
	Carboniferous	290 – 353.7
	Devonian	353.7 – 408.5
	Silurian	408.5 – 439
	Ordovician	439 – 500
	Cambrian	500 – 543

Era	Period		Epoch	Age mya
Cenozoic	Quaternary		Holocene	0.01
			Pleistocene	1.8
	Tertiary	Neogene	Pliocene	5.2
			Miocene	23.8
		Paleogene	Oligocene	33.5
			Eocene	55.6
			Paleocene	65.0
Mesozoic	Cretaceous			144.0
	Jurassic			206.0
	Triassic			251.0

دوره‌های عمده‌ی زمین‌شناختی

مهم‌ترین ماده‌ی خامی که در دسترس یک دیرین‌شناس قرار دارد، تکه‌پاره‌هایی از بدن جانداران منقرض‌شده یا آثار زندگی آن‌هاست که به شکلی در فرآیندهای زمین‌شناختی حفظ شده و تا روزگار ما باقی مانده‌اند. این

سنگواره‌ها می‌توانند طیف وسیعی، از استخوان‌ها گرفته تا سنگ‌های بلعیده‌شده توسط جانوران، را در بر بگیرند. یک دیرین‌شناس، به کمک روش‌هایی تخصصی، بیشترین اطلاعات ممکن را از این شواهد آزمایشگاهی استخراج می‌کند. امروزه ما دانش کافی برای دوباره‌سازی ساختار ریخت‌شناختی، بافت بوم‌شناختی و شیوه‌ی زندگی یک جانور را بر اساس استخوان‌ها و سنگواره‌های باقی‌مانده از آن در دست داریم. در این میان، مهم‌ترین داده‌ای که باید از یک سنگواره استخراج شود سن آن است. یعنی تعیین این‌که جاندار مربوط به یک سنگواره در چه زمانی زندگی می‌کرده است، مهم‌ترین شاهد برای بازسازی گذشته‌ی آن است. با توجه به این‌که پرداختن به روش‌های فنی دیرین‌شناسان موضوع اصلی این نوشتار نیست، در اینجا فقط فهرستی کوتاه از مهم‌ترین روش‌های تعیین سن در دیرین‌شناسی را ذکر می‌کنیم.

روش‌های تعیین سن فسیل‌ها را بر اساس نوع نتایجی که به دست می‌دهند و رابطه‌شان با سایر شیوه‌ها به دو دسته‌ی نسبی و مطلق تقسیم می‌کنند.[۲۰۷]

اول) روش‌های نسبی: در این روش‌ها تاریخ‌گذاری به کمک مقایسه‌ی شواهد گوناگونی که از گوشه و کنار گردآوری می‌شود انجام می‌پذیرد. مهم‌ترین شیوه‌های نسبی عبارت‌اند از:

الف) مغناطیس دیرینه:[۲۰۸] می‌دانیم که کره‌ی زمین نوعی آهن‌ربای بسیار بزرگ است و میدان مغناطیسی بزرگی را در دو قطب خود تولید می‌کند. به دلایلی ناشناخته، هر از چند گاهی این میدان مغناطیسی تغییر جهت می‌دهد. یعنی قطب شمال و جنوب مغناطیسی زمین، در قطب‌های شمال و جنوب جغرافیایی نوسان می‌کنند. با توجه به این‌که فعالیت‌های آتشفشانی تقریباً همیشه بر زمین وجود داشته و دارند، همواره مقداری

207. Lewin, 1998: 83-93.

208. Paleomagnetism

از ترکیبات آهن به صورت مذاب از دل زمین خارج می‌شده‌اند و در قالب مواد مذاب و گدازه‌های آتشفشانی به تدریج سرد و منجمد می‌گشته‌اند. ذرات آهن و آهن‌رباهای موجود در این گدازه‌ها، پیش از سرد شدن در راستای میدان مغناطیسی زمین قرار می‌گیرند و با تحلیل شکل آن‌ها و تطبیق دادن آن با سن‌شان، می‌توان به زمان تغییر جهت‌های مغناطیسی زمین پی برد. از این راه می‌توان سن سنگ‌های آتشفشانی را تعیین کرد و به این ترتیب تعیین سن سنگواره‌های یافت‌شده در آن‌ها هم ممکن می‌شود.

در چهار میلیون سال گذشته، چهار بار جهت میدان مغناطیسی زمین تغییر کرده است. به این ترتیب می‌توان، در طول چند میلیون سال گذشته چهار دوران مهم مغناطیسی را در زمین‌شناسی تشخیص داد. قدیمی‌ترین این دوران‌ها گیلبرت[۲۰۹] نام دارد و از ۳/۵ تا ٤/۲ میلیون سال پیش به طول انجامیده است. در این دوران جهت میدان مغناطیسی بر خلاف حالت امروزین‌اش بوده است. در حدود ۳/۵ میلیون سال پیش این جهت تغییر کرد و به شکلی نزدیک به میدان مغناطیسی کنونی تبدیل شد. این شکل جدید را که تا ۲/٤ میلیون سال پیش ادامه یافت به نام دوران گاوس[۲۱۰] می‌شناسند. بعد از آن بار دیگر نوعی معکوس‌شدگی در الگوی قرارگیری ذرات مغناطیسی دیده می‌شود. این دوران را ماتویاما[۲۱۱] می‌نامند که تا ۰/۷ میلیون سال پیش ادامه می‌یابد. دوران کنونی که از ۰/۷ میلیون سال پیش آغاز شده، دوران برونخِس[۲۱۲] نام گرفته است.

ب) هم‌خوانی بوم‌شناختی: این روشی است که در آن فسیل‌های یافت شده در یک لایه‌ی رسوبی به عنوان ردپایی از شبکه‌ی به هم پیوسته‌ی گونه‌هایی در نظر گرفته می‌شوند که در گذشته‌ی دور، زیستگاه‌های منطقه‌ی

209. Gilbert
210. Gauss
211. Matuyama
212. Brunches

مورد نظر را اشغال می‌کرده‌اند. به این ترتیب، قدمت گونه‌هایی که در همسایگی فسیل مورد نظر یا لایه‌ی رسوبی مشابهی یافت شده‌اند هم‌چون کلیدی عمل می‌کند که حدود تقریبی سن سنگواره‌ها را به دست می‌دهد.

پ) چینه‌شناسی:[۲۱۳] با توجه به این‌که فرآیند رسوب‌گذاری و نشست کردن زمین به صورتی سطحی و لایه‌ای انجام می‌شود، در ساختار زمین بافتِ سنگ‌شناختی خاصی را به نام چینه داریم که در واقع از رسوب‌های متوالی و روی‌هم قرارگرفته تشکیل شده است. لایه‌های پایین‌تر یک چینه، به طور معمول، دارای سن بیشتری هستند. با توجه به قدمت نسبی لایه‌های مختلف، می‌توان سن سنگواره‌ای را که در یکی از این لایه‌ها یافت شده است تعیین کرد.

دوم) روش‌های مطلق: در این روش‌ها نیازی به مقایسه‌ی داده‌های گوناگون وجود ندارد و یک روش به تنهایی سن گونه‌ی منقرض‌شده را تعیین می‌کند. مهم‌ترین شیوه‌های مطلق عبارت‌اند از:

الف) تاریخ‌گذاری با فلوئور: فلوئور یکی از عناصری است که به طور طبیعی در آب‌های جاری بر سطح زمین وجود دارد. استخوان‌های جانوران مدفون‌شده در زمین، اگر در جریان این آب‌های زیرزمینی قرار بگیرند، فلوئور را جذب می‌کنند. هرچه عمر سنگواره‌ای استخوانی در زیر زمین بیشتر باشد مقدار فلوئور جذب‌شده در آن هم بیشتر است. به کمک روش‌هایی، می‌توان مقدار فلوئور را با سن سنگواره ــ که از راه دیگری تعیین شده ــ تطبیق داد و جدول‌هایی درست کرد که عمر یک سنگواره را تنها بر اساس مقدار فلوئور موجود در آن به دست دهد.

---

213. Stratography

ب) تاریخ‌گذاری با تشعشع‌سنجی[۲۱۴]: برخی از ایزوتوپ‌های ناپایدارِ عناصر در طول زمان با روندی ثابت و تصادفی به ایزوتوپ‌های پایدارتر همان ماده یا عنصری دیگر تبدیل می‌شوند. با دانستن سرعت این تبدیل، و اندازه‌گیری نسبت ایزوتوپ‌های پایدار یک عنصر به ایزوتوپ‌های ناپایدار آن، می‌توان سن یک سنگواره‌ی دارای عناصر یادشده را تعیین کرد. مشهورترین عنصرهای مورد استفاده در دیرین‌شناسی عبارتند از پتاسیم ـ آرگون، روبیدیوم ـ استرنسیوم، اورانیوم ـ توریوم ـ سرب و بالاخره کربنِ ۱٤. این آخری، با وجود شهرت زیادش، دست بالا تا شصت هزار سال را زمان‌سنجی می‌کند و بیشتر برای پژوهش‌های باستان‌شناسان کاربرد دارد تا دیرین‌شناسی.

از میان این ایزوتوپ‌ها، کارآمدترین‌شان پتاسیم ـ آرگون است. پتاسیم عنصری است که در جریان فعالیت‌های آتشفشانی وارد پوسته‌ی زمین می‌شود و در بلورهایی مانند فلدسپات یافت می‌شود. این ماده در گذر زمان به ایزوتوپ پتاسیم تبدیل می‌شود و پس از مدتی به آرگون ۳۹ می‌شکند. در آزمایشگاه، می‌توان با بمباران کردن تشعشعیِ کریستالی که دارای پتاسیم ۳۹ پایدار است، آرگون ٤۰ ناپایدار را تولید کرد. با اندازه‌گیری مقدار این ماده‌ی اخیر، مقدار کل پتاسیم موجود در بلور به دست می‌آید. اگر بلور را در این مرحله با تابشی لیزری گرم کنیم، دو ایزوتوپ آرگون ۳۹ و ٤۰ به صورت بخار از بلور خارج می‌شوند. این بخار را می‌توان به کمک تکنیک‌های کروماتوگرافی گازی از هم تفکیک کرد و به این ترتیب نسبت دو ایزتوپ آرگون را، که یکی از آن‌ها معرف مقدار پتاسیم اولیه است، به دست آورد. این مقدار، زمانی را که از تشکیل بلور می‌گذرد نشان خواهد داد. به این ترتیب، سن سنگواره‌های یافت‌شده در نزدیکی بلور نیز تعیین می‌شود.[۲۱۵]

---

214. Radiometric dating
215. Chen et al, 1996.

پ) تشدید اسپین الکترونی (ESR)[۲۱۶] و تابش حرارتی[۲۱۷]: مبنای این روش آن است که الکترون‌های بسیاری از مواد معدنی در برخورد با رادیوایزوتوپ‌های فعالی مانند اورانیوم، توریوم و پتاسیم (که می‌توانند در پرتوهای کیهانی یا پوسته‌ی زمین وجود داشته باشند) برانگیخته می‌شوند. این الکترون‌ها از جایگاه اولیه‌ی خود در شبکه‌ی اتم‌ها کنده شده و سوراخ‌هایی با بار مثبت را پشت سر خود بر جای می‌گذارند. در شرایط عادی این الکترون‌ها پس از حرکتی کوتاه در حفره‌های مثبتی که در همسایگی‌شان ایجاد شده است گیر می‌افتند و بار دیگر به وضعیت تعادل می‌رسند. اما ناخالصی موجود در تمام مواد، می‌تواند از این وضعیت جلوگیری کند و الکترون‌ها را در شبکه‌ی اتمی خویش با سطحی میانه از انرژی نگه دارند. اگر ماده‌ی مورد نظر در این شرایط با حرارت بالایی روبه‌رو شود[۲۱۸]، این الکترون‌ها را از دست می‌دهد. الکترون‌ها در این حال از ناخالصی‌ها کنده شده و بار دیگر در شبکه‌ی حفرات مثبت اطراف‌شان جذب می‌شوند. این تقریباً معادل است با کوک شدن ساعت اتمی و شروع تیک‌تاک کردنش. از آن‌جا که روند معکوسِ کنده شدن الکترون‌ها و جذب شدن‌شان در ناخالصی‌ها با آهنگی ثابت همواره ادامه دارد، می‌توان با اندازه‌گیری الکترون‌های به دام افتاده در این بخش‌ها، زمان آخرین دفعه‌ای را که ماده (مثلاً استخوان سوخته‌ی یک جانور، یا یک ظرف سفالی) حرارت دیده است تعیین کرد. در روش ESR ماده‌ی مورد نظر را در معرض میدان مغناطیسی شدیدی قرار می‌دهند و علایمی را که از تغییر اسپین الکترون‌های به دام افتاده صادر می‌شود، ثبت می‌کنند. یک روش دیگر، حرارت دادن ماده‌ی مورد نظر است. در این شرایط بار دیگر الکترون‌های به دام

---

216. Electron Spin Resonance
217. Thermolumenescence
۲۲۰. در مورد ذرات شن حتی تابش آفتاب تابستانی هم برای تولید این مقدار حرارت کافی است.

افتاده رها می‌شوند و هنگام جذب شدن‌شان در چاله‌های بار مثبت اطراف، فوتونی را رها می‌کنند که می‌تواند با ابزارهای بسیار دقیق ردیابی شود. این روش اخیر را تابش حرارتی می‌نامند.[۲۱۹]

ت) تحلیل ژنوم: با توجه به این‌که تمام گونه‌های جانداران کنونی نیایی مشترک داشته‌اند، کدهای ژنتیکی همه‌ی جانداران امروزین هم شباهت‌هایی بنیادین را در ساختار و معنای اطلاعات وراثتی از خود نشان می‌دهد. با تکیه بر این شباهت‌ها و با سنجش نوع و میزان تفاوت در ساختار و معنای کدها، می‌توان زمان نسبی جدایی گونه‌ها از یکدیگر را بر مبنای روشی موسوم به ساعت مولکولی به دست آورد.

یک راه ساده برای مقایسه‌ی محتوای ژنومی نخستی‌ها بررسی کروموزوم‌های آن‌هاست. در بررسی کروموزوم‌ها از چنین روش‌هایی استفاده می‌شود:

۱. تحلیل نوارهای G[۲۲۰] که برای تشخیص کروموزوم‌ها از یکدیگر و بررسی ساختاری کلی‌شان کاربرد دارد.

۲. تحلیل نوارهای C[۲۲۱] که روشی است برای رنگ کردن نقاط انتخابی کروموزوم. با تحلیل نوارهای C امکان تشخیص تغییرات درون‌گونه‌ای و جمعیتی کروموزوم‌ها فراهم می‌شود.

۳. تحلیل نوارهای NOR[۲۲۲] که نامش را از عبارت «سازمان‌دهندگان هسته‌ای»[۲۲۳] گرفته است و از مواد وراثتی کدکننده‌ی اطلاعات ریبوزوم‌ها برای مقایسه‌ی کروموزوم‌های گوناگون استفاده می‌کند.

---

219. Lewin, 1998: 91
220. G-banding
221. C-banding
222. NOR-banding
223. Nucleolar Organizers

٤. کدهای ماهواره‌ای[۲۲٤] که در حدود ٤٠ درصد کل ژنوم را تشکیل می‌دهند و از بخش‌هایی تکراری با چند میلیون بار تکرار تشکیل یافته‌اند. این کدها جایگاه‌های مشابهی در کروموزوم‌ها دارند و در انسان و سایر میمون‌های بزرگ چهار ترکیب اصلی مشترک دارند. یکی از این توالی‌ها sat-II در انسان و گوریل واورانگ‌اوتان مشترک است اما در شامپانزه دیده نمی‌شود.[۲۲٥]

به کمک این روش‌ها، امکان بازسازی تاریخ طبیعی گونه‌ی انسان ممکن می‌شود. در اینجا از ذکر بسیاری از جزئیات ــ که گاه بسیار جذاب هم هستند ــ چشم‌پوشی می‌کنیم چرا که این مفاهیم بیشتر به تاریخ علم مربوطند تا بحث ما. آنچه به دنبال این سطور خواهد آمد، چکیده‌ای است از ویژگی‌های گونه‌های منقرض‌شده‌ای که به نوعی خویشاوند با انسان فرض می‌شوند. بیشتر شواهد پشتیبانِ تصویری که به زودی خواهید دید، توسط راهکارهای نام‌برده به دست آمده‌اند.

---

۲۲٤. Satellite - DNA

۲۲٥. Leaky and Lewin, 1992

اجداد انسان

الف) از ابتدای دوران سنوزوئیک تا آخر دوره‌ی میوسن

۱. پلِسیاداپیس: حدود شصت و پنج میلیون سال پیش، بخش عمده‌ی خزندگانی که پیچیده‌ترین و متنوع‌ترین رده‌ی مهره‌داران خشکی‌زی آن زمان بودند در اثر یک بحران زیست‌محیطی منقرض شدند. انقراض این طبقه‌ی پیچیده و موفقِ تکاملی احتمالاً به برخورد شهاب‌سنگ بزرگی به زمین مربوط می‌شود. پس از انقراض دایناسورها، رده‌ای به نام پستانداران که تا آن هنگام اهمیت و تنوع چندانی نداشتند، به دلیل خونگرم بودن و سوخت‌وساز پایه‌ی بالا، سریع‌تر از سایر رده‌ها موفق شدند بخش عمده‌ی بوم‌های اشغال‌شده توسط نیاکان خزنده‌ی خود را پر کنند. به این ترتیب بود که در همین برش زمانی، شاخه‌زایی شدیدی در رده‌ی پستانداران رخ داد و راسته‌های امروزین از آن مشتق شدند. یکی از این راسته‌ها، نخستی‌ها بود که ویژگی‌هایش را در گفتار گذشته دیدیم.

قدیمی‌ترین نخستی شناخته‌شده، موجودی با بدن باریک و کشیده و پوزه‌ی دراز و دم بلند متحرک است که پلسیاداپیس نامیده می‌شود. این جانور به لمورهای امروزی شباهت داشته و انگشتانش به جای ناخن، پنجه‌هایی داشته که شبیه‌اش را در سایر پستانداران نیز می‌بینیم. پلسیاداپیس در حدود ۵۷ میلیون سال پیش در آفریقا می‌زیست. این نمونه، قطعی‌ترین و قدیمی‌ترین فسیل از اجداد نخستی‌هاست و شاخص این راسته در دوره‌ی پالئوسن محسوب می‌شود. به این ترتیب، می‌توان قاره‌ی آفریقا را کانون پیدایش راسته‌ی نخستی‌ها دانست.

۲. آگیپتوپیتکوس:[۲۲۶] فسیل این موجود در منطقه‌ی فَیّوم در مصر یافت شد و از آن رو چنین نامی را رویش گذاشتند که به یونانی میمون مصری معنا می‌دهد.[۲۲۷] منطقه‌ی صحرایی یادشده در دوران اولیگوسن[۲۲۸] جنگلی انبوه و استوایی بوده است و قدیمی‌ترین سنگواره‌های نخستی‌های آفریقایی را در آنجا کشف کرده‌اند. میمون مصری دندان‌هایی کمتر از سایر فسیل‌های خویشاوند هم‌دوره‌اش داشته است. این ویژگی و حدقه‌ی استخوانی اطراف چشمانش، او را به میمون‌های امروزین شبیه می‌کرده است. گویا این موجود به زمانی تعلق داشته باشد که هنوز میمون‌های کوچک[۲۲۹] از میمون‌های بزرگِ انسان‌نما[۲۳۰] جدا نشده بودند. به همین دلیل هم می‌توان میمون مصری را جد مشترک این دو شاخه‌ی تکاملی دانست. میمون مصری اندازه‌ای برابر با میمون‌های زوزه‌کش داشته و با دست و پاهایش شاخه‌های درختان را می‌گرفته است. در جانور نر دندان نیش بزرگ‌تر از ماده بوده و طول پوزه‌اش هم بیشتر از میمون‌های امروزی بوده است.

۳. دِندروپیتِکوس:[۲۳۱] از قدیمی‌ترین میمون‌های دوره‌ی میوسن[۲۳۲] محسوب می‌شود. این موجود نام خود را از عبارتی یونانی گرفته که «میمون درختی» معنا می‌دهد. سنگواره‌های دندروپیتکوس در شرق آفریقا یافت شده و حدود ۲۲ میلیون سال قدمت دارد. این موجود به آگیپتوپیتکوس شبیه بوده و مانند او رژیم غذایی

---

226. Aegiptopithecus

۲۲۹. پیتِکوس (πιτεκυς) به یونانی یعنی میمون.

۲۳۰. این دوره از ۳۶ تا ۲۴ میلیون سال پیش را در برمی‌گیرد.

229. Monkey
230. Ape
۲۳۱. Dendropithecus

۲۳۴. این دوره از ۵ تا ۲۴ میلیون سال پیش را در بر می‌گیرد.

گیاه‌خواری داشته است. نقاط اختلاف آن با میمون مصری، تحرک بیشتر دست‌ها و پاها، گِردتر بودن سر و کوتاه‌تر بودن پوزه است.

٤. پروکونسول:[۲۳۳] میمونی بوده که شباهت بسیار زیادی با شامپانزه‌ی کنونی داشته است. تنها تفاوت مهم آن با شامپانزه ــ که دست‌هایی بلندتر از پاهایش دارد ــ هم‌اندازه بودن طول دست و پایش می‌باشد. دیرین‌شناسانی که برای نخستین بار سنگواره‌ی این موجود را در شرق آفریقا کشف کردند، به افتخار شامپانزه‌ای به نام کنسول[۲۳٤] که شیرین‌کاری‌هایش در باغ وحش لندن شهرت داشت، اسمش را پروکنسول گذاشتند که یعنی کنسول اولیه یا پیش‌کنسول.

پروکنسول در فاصله‌ی ۲۵ تا ۵ میلیون سال پیش، یعنی در عصر میوسن، در شرق آفریقا می‌زیسته است. چنان‌که از روی سنگواره‌های به جا مانده از وابستگان به این جنس برمی‌آید، وزن آن در دامنه‌ی بزرگی تغییر می‌کرده است. به همین دلیل دست‌کم شش گونه‌ی مجزا را به این جنس منسوب می‌دانند. یکی از آن‌ها (پروکنسول آفریکانوس)[۲۳۵] حدود سیزده کیلوگرم وزن داشته و حجم مغزش به ١٦٥ میلی‌لیتر می‌رسیده است. دیگری پروکنسول نیانزای[۲۳٦] است که تقریباً هم‌قد و هم‌وزن یک شامپانزه‌ی معمولی بوده، و سومی تقریباً هم‌وزن گوریل بوده و با نام پروکنسول ماژور[۲۳۷] شهرت یافته است. چهارمی پروکنسول هسلونی[۲۳۸] نام دارد که شاید شکل دیگری از یکی از سه گونه‌ی پیشین باشد. بیشتر دیرین‌شناسان این گونه را نیای انسان نمی‌دانند

233. Proconsul
234. Consul
235. Proconsul africanus
236. Proconsul nyanzae
237. Proconsul major
238. Proconsul heseloni

و آن را یک شاخه‌ی موازی با مسیر تکاملی انسان در نظر می‌گیرند.[۲۳۹] نکته‌ی مهم در مورد جنس پروکنسول این است که در جمجمه‌اش دارای سینوس‌های پیشانی[۲۴۰] است. این حفره‌های استخوانی فقط در میمون‌های بزرگ و انسان دیده می‌شود و در سایر نخستی‌ها وجود ندارد.[۲۴۱]

۵) موروتوپیتکوس بیشوپی:[۲۴۲] گونه‌ای است که در حدود بیست میلیون سال پیش در منطقه‌ی موروتو در اوگاندا می‌زیسته است.[۲۴۳] این میمون با پروکنسول خویشاوند بوده[۲۴۴] و احتمالاً در حدود زمانی که نیاکان ژیبون‌ها از سایر میمون‌های بزرگ جدا شدند، می‌زیسته است. شواهدی در دست است که این میمون بر روی دو پا راه می‌رفته است.

بقایای اسکلت پروکنسول نیانزای در موزه‌ی ملی تاریخ طبیعی پاریس

239. Andrews and Martin 1987: 101-118.
240. Frontal sinus
241. Walker and Teaford, 1989.
242. Morotopithecus bishopi
243. Young and MacLatchy, 2004: 163-184.
244. Maclatchy, 2004: 90-103.

٦. دریوپیتکوس[۲٤٥]: میمونی است که برای نخستین بار سنگواره‌اش را در سال ۱۸۵٦م. در جنوب فرانسه کشف کردند. اما به تدریج نمونه‌های دیگری از آن هم در آلمان و اسپانیا به دست آمد. نام این موجود، از ریشه‌ی لاتینی dryad گرفته شده که «پری جنگل بلوط» معنی می‌دهد. این نام به این دلیل انتخاب شد که دیرین‌شناسان در کنار نخستین اسکلت‌های یافت‌شده از این جانور چندین دانه‌ی درخت بلوط هم پیدا کردند. دریوپیتکوس در حدود چهارده تا نُه میلیون سال پیش زندگی می‌کرده است. کمی بزرگ‌تر از پروکنسول بوده و دندان‌های نیش بلندتری داشته، اما از این اختلافات که بگذریم شباهتی چشمگیر با این جنس و هم‌چنین شامپانزه‌های امروزی دارد. به دلیل همین شباهت‌هاست که برخی از متخصصانِ رده‌بندی، این جنس را با پروکنسول یکی می‌گیرند و وابستگان به جنس دریوپیتکوس را به عنوان گونه‌ای خاص از پروکنسول در نظر می‌گیرند. در صورت درست بودن این فرض، با توجه به این‌که قاره‌ی آفریقا تا هجده میلیون سال پیش جزیره‌ای جدا از سایر خشکی‌های زمین بوده، می‌توان پراکنده شدن جنس پروکونسول ـ دریوپیتکوس در قاره‌ی اروپا را به عنوان نخستین مهاجرت مستند نخستی‌ها به خارج از قاره‌ی زادگاه‌شان در نظر گرفت.

۷. هلیوپیتکوس:[۲٤٦] نامش به یونانی میمون آفتاب معنا می‌دهد. حدود هفده میلیون سال پیش در عربستان می‌زیسته و دندان‌هایش پوشش مینایی ضخیمی داشته که به دندان‌های میمون‌های انسان‌نما شباهت دارد.

۸. کِنیاپیتکوس:[۲٤۷] به دلیل این‌که سنگواره‌هایش در کنیا یافت شده، به این نام خوانده می‌شود. میمونی بوده که چهارده میلیون سال پیش در آفریقا می‌زیسته است. محیط زندگی‌اش دارای درختان میوه‌دار کمتر و

---

۲٤٥. Dryopithecus

۲٤٦. Heliopithecus

۲٤۷. Kenyapithecus

دشت‌های بیشتری بوده و به همین دلیل پوشش مینای دندان‌هایش از هلیوپیتکوس بیشتر است. با توجه به شکل دندان‌بندی‌اش به نظر می‌رسد برای خوردن دانه‌های گیاهی و زیستن در شرایط دشوار تخصص یافته باشد.

۹. سیواپیتکوس (راماپیتکوس)[۲۴۸]: در حدود سیزده تا هفت میلیون سال پیش، یعنی در اواخر دوره‌ی میوسن، در اروپای شرقی و هند و پاکستان زندگی می‌کرده است. این برش زمانی از نظر اقلیمی هم‌زمان است با گرم و خشک شدن هوای این منطقه و تبدیل شدن جنگل‌های انبوه شرق اوراسیا به چمن‌زارهای بزرگ. به همین دلیل هم سازش‌های تکاملی این جنس با آب و هوایی که در آن می‌زیسته است تناسب دارد. این میمون باستانی، توسط دو کاشف گوناگون به دو نام مختلف خوانده شد. امروز این دو نام، یعنی راماپیتکوس و سیواپیتکوس، را مترادف می‌دانند. بخش نخست هر دو این نام‌ها به دو تا از خدایان اساطیری هند اشاره دارند. این میمون هم مانند دریوپیتکوس جثه‌ای بزرگ و دندان‌هایی با مینای ضخیم داشته است. برای مدت‌ها راماپیتکوس را از اجداد دوردست انسان تصور می‌کردند، اما امروزه با تحلیل بیشتر ساختار فک و دندان‌بندی سنگواره‌های به‌جامانده نشان داده شده که این تلقی درست نبوده است و این جنس را باید جد مشترک اورانگ‌اوتان‌ها دانست. به این ترتیب، این موجود نسبت به خط‌راهه‌ی تکاملی انسان‌ها شاخه‌ای فرعی محسوب می‌شود. امروز کنیاپیتکوس را هم در این گروه رده‌بندی می‌کنند.

---

۲۴۸. Sivapithecus (Ramapithecus)

۱۰. گیگانتوپیتکوس:[۲۴۹] با وجود شباهتش به راماپیتکوس، بسیار درشت‌تر و عظیم‌تر بوده است. این موجود حدود سه متر قد و بیش از پانصد کیلوگرم وزن داشته است. از آنجا که دوشکلی جنسی در آن‌ها زیاد بوده، نوع نرشان ۳/٦ متر قد و ٥٤٠ کیلوگرم وزن داشته و بنابراین غول‌پیکرترین نخستی‌هایی بوده‌اند که بر زمین زیسته‌اند. بیشتر سنگواره‌های این موجود به یک میلیون سال پیش مربوط می‌شوند، اما احتمالاً نمونه‌های اولیه‌شان در اواخر دوره‌ی میوسن در جنگل‌های خیزران آسیا تکامل یافته‌اند. به تازگی شواهدی به دست آمده که نشان می‌دهد برخی از جمعیت‌های این گونه تا صد هزار سال پیش در چین و اندونزی و هند باقی مانده بوده‌اند.[۲۵۰] به این ترتیب، باید این موجود را برای مدتی همسایه و همزیست با انسان خردمند کنونی دانست.[۲۵۱] ارتباط آن با خط‌راهه‌ی تکاملی انسان‌ها درست روشن نیست، اما گروهی معتقدند که گونه‌های ناشناخته و به ظاهر افسانه‌ای مشهوری مانند یتی (در تبت) و پاگُنده (در قاره‌ی آمریکا) از بازماندگان این شاخه‌ی تکاملی باشند.

۱۱. اورِئوپیتِکوس[۲۵۲]: اولین فسیل آن در معدن زغال‌سنگی در ایتالیا کشف شد. به زودی تعداد زیادی از استخوان‌های این موجود در گوشه و کنار اروپا یافت شد، که چندین اسکلت تقریباً کامل در آن میان وجود داشت. این موجود دستانی بسیار بلند داشته و فاقد دم بوده و با وجود برخی از خصوصیاتش که او را به میمون‌های انسان‌مانند نزدیک می‌کند، در شاخه‌ی تکاملی‌ای نزدیک به میمون‌های دنیای نو قرار می‌گیرد. این

---

۲٤۹. Gigantopithecus

250. Christmas, 2005.

251. Ciochon et al., 1996: 3016-3020.

۲۵۲. Oreopithecus

موجود بی‌تردید درخت‌زی و برگ‌خوار، و تقریباً هم‌اندازه‌ی یک شامپانزه بوده است. دستانش شبیه به قلاب بوده و برای تاب خوردن و آویزان شدن به شاخه‌های درختان سازش یافته بود. این میمون از آخرین وابستگان به خانواده‌ی انسان‌نماهاست که در دوره‌ی میوسن می‌زیست.

ب) از دوره‌ی میوسن تا به حال

در اواخر عصر میوسن، تغییرات زمین‌شناختی مهمی در سراسر کره‌ی زمین رخ داد که به خشک شدن محیط و کاهش یافتن مساحت مراکز مستعد برای سنگواره‌سازی انجامید. به دنبال این تغییرات، احتمال باقی ماندن استخوان‌های جانوران در لایه‌های رسوبی کاهش یافت و در نتیجه در بازه‌ی زمانی هشت تا چهار میلیون سال پیش، نوعی سکوت و خاموشی در مدارک فسیلی دیده می‌شود. این دوره را به نام «گسست آخر میوسن»[۲۵۳] می‌شناسند. بر اساس شواهد به دست آمده، در این دوره نخستین میمون‌های انسان‌نما از گونه‌های ساده‌ترِ دوره‌ی میوسن مشتق شده‌اند.[۲۵٤] این جدایی و شاخه‌زایی نخستی‌های اولیه، در زمینه‌ای از روندهای زمین‌شناختی و تغییرات اقلیمی رخ داده، که بدون دانستن آن، فهم کامل این ممکن نمی‌شود.

در حدود ده میلیون سال پیش، حرکات تکتونیک صفحه‌ای منجر به جدا شدن دو صفحه‌ی آسیایی و آفریقایی از هم شد. خط جداکننده‌ی این دو صفحه، بر محوری که از ترکیه، فلسطین، دریای سرخ، اتیوپی، تانزانیا و موزامبیک می‌گذرد، منطبق است. در نتیجه‌ی این جدایی، از یکسو دریای سرخ وسیع‌تر و پهناورتر شد، و از سوی دیگر گدازه‌های بیرون ریخته از محل این گسست، دو گنبد بزرگ زمین‌شناختی را در اتیوپی و کنیا ایجاد کردند که هر یک بیشتر از دو هزار متر ارتفاع داشتند و تأثیر اقلیمی شدیدی بر محیط اطراف خود

253- Late Myocene gap
[254] Cartmill,1986.

گذاشتند. هم‌چنین در محور یادشده، دره‌هایی عمیق و بزرگ هم ایجاد شدند که «دره‌ی بزرگ ستیغ»[۲۵۵] در آفریقا نمونه‌ای از آن است.[۲۵۶]

در اثر جنبش‌های زمین‌زایی یادشده، بوم قدیمی آفریقا که انباشته از جنگل‌های استوایی گرمسیری بود به موزائیکی از بوم‌های گوناگونِ همسایه تجزیه شد. این بوم‌های جدید، محیط‌هایی با شرایط زیستی گوناگون ــ از بیابان گرفته تا کوه‌های بلند و سرد ــ را تولید کردند. این حوادث، به نخستین موج بزرگِ گونه‌زایی و انقراض عمومیِ قاره‌ی آفریقا در آخر دوره‌ی میوسن دامن زد. به این ترتیب، مهاجرت نخستی‌های بزرگ از بالای درختان به دشت‌های نوظهورِ یادشده آغاز شد و بر مبنای قواعدی که گفتیم، گونه‌هایی درشت‌هیکل، برگ/ علف‌خوار و روزخیز از نخستی‌ها بر زمین گام نهادند.

برای دیرزمانی متخصصان بر این باور بودند که جد مشترک تمام این گونه‌ها احتمالاً در اواخر دوران اولیگوسن، یعنی حدود سی میلیون سال پیش، در آفریقا می‌زیسته است. اما در سال ۱۹۸۰ م. سنگواره‌ی نمونه‌ای از این دودمان (جنس نوتارکتوس)[۲۵۷] . در آلمان کشف شد که نشان داد احتمالاً توزیع جغرافیایی این گونه‌ی اجدادی گسترده‌تر بوده است. برخی از پژوهشگران حتی پیشنهاد کرده‌اند که تکامل این شاخه‌ی کهن در اوراسیا تکمیل شده و بعدتر نوادگان این موجودات به جنوب و آفریقا کوچیده باشند.[۲۵۸]

در حدود هشت میلیون سال اقلیم استوایی در آفریقا دچار چروکیدگی شد و در نتیجه نخستی‌های مقیم این منطقه دستخوش گونه‌زایی شدند. ابتدا گوریل و بعد شامپانزه از خط دودمانی انسان جدا شدند. این جدایی

---

255 great rift valley
256 Lewin,1983:12.
257 *Notharctus*
258 Kordos and Begun, 2001: 17–39.

با دگرگونی اندکی در محتوای ژنتیکی همراه بود، طوری که در کل تنها حدود یک درصد از ژنوم انسان و شامپانزه با هم تفاوت دارد. خط دودمانی منتهی به انسان به زنجیره‌ای از گونه‌ها منتهی شد که جنس‌ها و گونه‌هایش به خوبی شناخته شده‌اند. احتمالاً کهن‌ترین نمونه در این خط تکاملی، که برخی آن را جد مشترک انسان و شامپانزه هم می‌دانند، انسان ساحلیِ چادی (ساحل‌آنتروپوس چادِنسیس)[۲۵۹] بوده که در حدود هفت میلیون سال پیش در چاد زندگی می‌کرده است.[۲۶۰]

جمجمه‌ی انسان ساحلی چادی

[259] *Sahelanthropus tchadensis*
[260] Brunet et al, 1995: 273-275.

موج گونه‌زایی ناشی از گسستِ آخر میوسن، پس از دو میلیون سال، با رشته‌ی دیگری از تحولات زمین‌شناختی همراه شد و روند پیدایش انسان کنونی را به سرانجام رساند. این موج دوم، اعصار چهارگانه‌ی یخبندان را در دو و نیم میلیون سال پیش پدید آوردند. چنان‌که به زودی خواهیم دید، موج نخست به پیدایش میمون جنوبی، و موج دوم به تکامل جنس انسان انجامید.

از منظر زمین‌شناسی کلاسیک، چهار عصر یخبندان در آخر دوران سنوزوئیک وجود داشته است. هر یک از این دوره‌های یخبندان با پیشروی یخ‌های قطبی در نیمکره‌ی شمالی و مدفون شدن آمریکای شمالی، شمال اوراسیا و تبت در زیر لایه‌های قطور یخ همراه بوده است. در هر دوره پیشروی یخ، سطح اقیانوس‌ها به دلیل انجماد حجم عظیمی از آب تا حدود صد متر پایین‌تر از میزان کنونی فروکش کرده و بنابراین راه‌های ارتباطی کوچکی را بین آلاسکا و سیبری و استرالیا و جنوب شرقی آسیا ایجاد نموده است. این چهار دوره‌ی یخبندان، به ترتیب گونتس[۲۶۱] (۶۵۰ هزار سال پیش)، میندل[۲۶۲] (۴۵۰ هزار سال پیش)، ریس[۲۶۳] (۱۵۰ هزار سال پیش) و وورم[۲۶۴] (۵۰ هزار سال پیش) خوانده می‌شوند.

در سال ۱۹۷۰ م. گروه زمین‌شناسی CLIMAP به کمک ابزارهای مشاهداتی دقیق و جدیدشان از یخچال‌های قطبی نمونه‌برداری کردند و دوره‌های یخبندان را مورد بازبینی قرار دادند.

261- Gunz
262- Mindel
263- Riss
264- Wurm

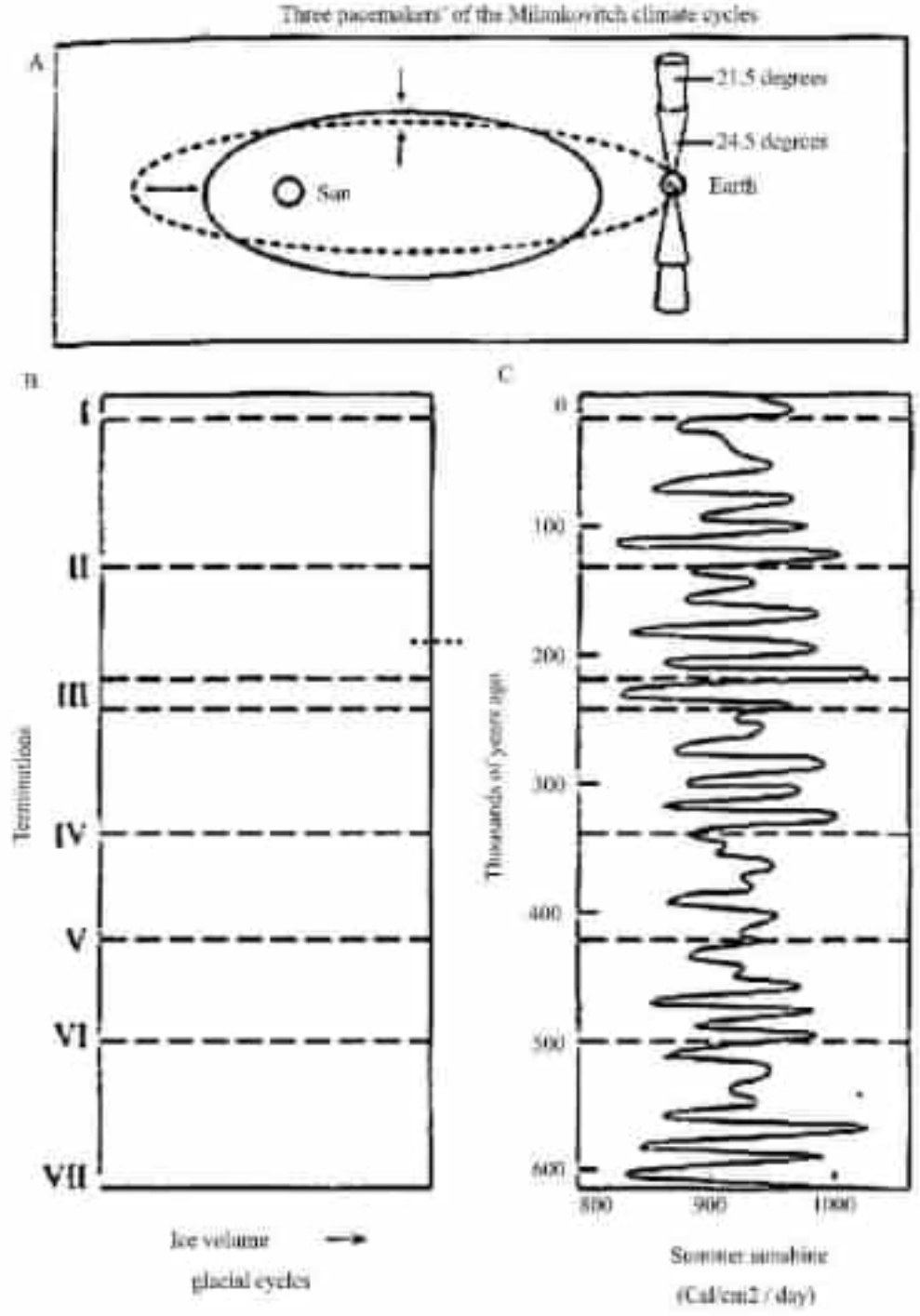
نتایج پژوهش‌های این گروه نشان داد که در یک میلیون سال گذشته دست‌کم هشت دوره‌ی زمین‌شناختی (و نه چهارتا) وجود داشته است. نتایج به دست آمده در مورد دوره‌های پیشروی و پسروی یخ‌های قطبی، با مدلی که یک دانشمند صرب به نام میلوتین میلانکوویچ[۲۶۵] ارائه کرده بود کاملاً هم‌خوانی داشت.

این دانشمند تغییرات زاویه‌ی حرکت وضعی زمین را مورد تحلیل قرار داده بود و سه چرخه‌ی منظم را در دگرگونی‌های آن یافته بود. این چرخه‌ها به ترتیب به دگرگونی در زاویه‌ی میل گردش زمین (چرخه‌ی صد هزار ساله)، حجم کلاهک یخ در قطب‌ها (چرخه‌ی چهل و سه هزار ساله) و اثر تابش تابستانه‌ی خورشیدی بر طول‌های جغرافیایی بالا (چرخه‌ی بیست و سه هزار ساله) مربوط می‌شوند.[۲۶۶] در نمودار این سه چرخه به ترتیب در اشکال A، B و C نمایش داده شده‌اند.[۲۶۷]

بر اساس نتیجه‌ی مشترک این دو شاخه‌ی پژوهشی، چرخه‌های موجود در حرکت زمین به عنوان نوعی رانه‌ی تنظیم‌کننده‌ی دوره‌های یخبندان عمل می‌کند و بر سایر تغییرات اقلیمی تأثیر می‌گذارند.

در گیرودار این تحولات زمین‌شناختی، و در فاصله‌ی زمانی پنج میلیون ساله‌ای که از پایان میوسن تا به حال گذشته، دو شاخه‌ی تکاملی از روخانواده‌ی آنتروپوئیده[۲۶۸] جدا شدند. یک شاخه گونه‌های وابسته به انسان کنونی را ایجاد کرد، و دیگری به شامپانزه‌ها و گوریل‌ها ختم شد که با وجود شباهت‌شان به انسان، به دلیل کم بودن حجم مغز، پرمو بودن بدن، درازتر بودن دست از پا، حفظ زندگی درختی، و مینای کمِ دندان‌های آسیا، از خطراهه‌ی تکاملی انسان جدا فرض می‌شوند.

265- Milutin Milanković
266 Hays et al., 1976: 1121–1132.
267 Lewin, 1998:55.
268 Anthropoidaea


Three pacemakers' of the Milankovitch climate cycles
A
21.5 degrees
24.5 degrees
Sun
Earth
B
I
II
III
IV
V
VI
VII
Terminations
Ice volume
glacial cycles
C
0
100
200
300
400
500
600
Thousands of years ago
900
1000
Summer sunshine
(Cal/cm2 / day)

پ) میمون جنوبی[۲۶۹] و شبه‌انسان[۲۷۰]

در اوایل دوره‌ی پلیوسن، موجودی در شرق آفریقای امروزین زندگی می‌کرد که از میمون‌های دوره‌ی میوسن بسیار پیچیده‌تر بود. در حدود ۵/٦ میلیون سال پیش جنس آردیپیتِکوس (گونه‌ی آ. کادابا)[۲۷۱] در آفریقا تکامل یافت، و تا ٤/٤ میلیون سال پیش گونه‌ی دیگری از آن به نام آردیپیتکوس رامیدوس[۲۷۲] در این منطقه حاضر بود.[۲۷۳] این موجود هنوز به میمون شبیه بود، و در مورد این‌که حرکت دوپایی یا چهارپایی داشته، ابهام وجود دارد. امروز این موجود را به عنوان یکی از شاخه‌های فرعی درخت تکاملی انسان می‌شناسند. نخستین سنگواره‌ی کشف‌شده از این خط‌راهه‌ی تکاملی، آرواره‌ای بود که در منطقه‌ای موسوم به رَمید در حبشه کشف شد. به همین دلیل هم کاشفانش آن را با نام آردیپیتکوس رامیوس[۲۷٤] شناسایی کردند.[۲۷۵] این کشف، با وجود این‌که تبارشناسی نخستی‌های شبیه به انسان را بسیار روشن‌تر می‌کرد، اما نشانی از نیاکان مستقیم انسان نداشت. با وجود این، بسیاری از پژوهشگران این نمونه را با میمون جنوبی، که از اجداد مستقیم انسان بوده، مرتبط می‌دانند.

یکی از قدیمی‌ترین آثار اجداد مستقیم انسان کنونی، در منطقه‌ای به نام لایتولی کشف شد، که در نزدیک چهل کیلومتری منطقه‌ی اولدووای[۲۷٦] در شمال تانزانیا قرار دارد. در سال ۱۹۷۸ م. سنگواره‌ی ردپاهایی در این

---

269 Australopithecus
270 Paranthropus
271 *A. kadabba*
272 *Ardipithecus ramidus*
273 White et al, 2009: 75–86.
274 Ardipithecus ramius
275 Tattersal, 2000.
276 Olduvai gorge

منطقه کشف شد که هیجان زیادی را در جوامع علمی برانگیخت. این ردپاها بین ۳/٦ تا ۳/۷ میلیون سال قدمت داشتند[۲۷۷] و در اثر عبور دو موجود انسان‌نما از روی خاکسترهای آتشفشانی ایجاد شده بودند. ظاهراً در آن روزگاران دور، به دنبال آتشفشانی که این خاکسترها را به اطراف پراکنده بوده، بارانی در گرفته و اطراف محل فرورفتگی ردپاها را به ماده‌ای سیمان‌مانند تبدیل نموده، و به طور طبیعی آن را قالب‌گیری کرده بود. بر این خاکسترهای آتشفشانی ردپاهای متنوع و فراوانی از جانوران گوناگون کشف شد، که مهم‌ترین‌اش به دو موجود انسان‌مانند تعلق داشت.[۲۷۸]

بر اساس آنچه از تحلیل ردپاها برمی‌آید، دو موجود انسان‌مانندی که به هنگام آتشفشان بر خاکسترها دویده‌اند، اندازه‌ی یکسانی نداشته‌اند. شواهد نشان می‌دهد که ردپای سمت چپی به موجودی کوچک‌تر تعلق داشته که توسط موجود تنومندتری همراهی می‌شده است.[۲۷۹] یکی از آن‌ها که گویا ماده بوده، حدود صد و بیست سانتی‌متر قد داشته و اندازه‌ی دیگری که احتمالاً نر بوده، به حدود صد و چهل سانتی‌متر می‌رسیده است.[۲۸۰] امروز این ردپاها را به جنس میمون جنوبی مربوط می‌دانند.[۲۸۱]

[277] Raichlen et al, 2010.
[278] Leakey, 1981: 81-86.
[279] Cambridge, 1992:325.
[280] Tuttle, 2008: 158-165.
[281] Tuttle et al., 1991: 193-200.

نکته‌ی اساسی در مورد صاحبان این دو ردپا آن است که هر دو روی دو پای‌شان راه می‌رفته‌اند.[۲۸۲] در تصویر بالا نموداری رایانه‌ای از ردپاهای لایتولی را می‌بینید.

ردپاهای لایتولی، نخستین شاهد در مورد اجداد آفریقایی انسان نبود. مدت‌ها پیش از کشف فسیلِ این ردپاها، جمجمه‌ای از یک کودک در آفریقای جنوبی کشف شد، که گویا به گونه‌ی مشابهی تعلق داشت. کاشف این جمجمه، دیرین‌شناسی به نام ریموند دارت بود که در هفتم فوریه‌ی سال ۱۹۲۵ م. در مجله‌ی *طبیعت* مقاله‌ای منتشر کرد و ادعا کرد که سرنخی مهم از اجداد مستقیم انسان را یافته است.[۲۸۳] بنابر ادعای او، سنگواره‌ای که در دست داشت به اواخر گسست آخر میوسن تعلق داشت، و بنابراین برگه‌ای مهم در ردیابی سیر تکاملی انسان محسوب می‌شد.

ماجرا از این قرار بود که دارت در منطقه‌ای موسوم به تاونگ[۲۸٤]، جمجمه‌ی تقریباً کامل کودکی را یافته بود که در حدود سه میلیون سال قدمت داشت. او این جمجمه را به گونه‌ای جدید متعلق دانست و آن را با نام اوستراپیتکوس آفریکانوس[۲۸۵] مشخص کرد. نامی که بنابر ریشه‌ی یونانی‌اش، «میمون جنوبی آفریقایی» معنا

---

[۲۸۲] White and Suwa, ۱۹۸۷: ٤٨٥–٥١٤.

[۲۸۳] Dart, ۱۹۲٥: ۱۹٥–۱۹۹.

[284]- Taung

[285] *Australopithecus africanus*

می‌دهد. بر مبای تحلیل‌های جدیدتر، جمجمه‌ی تاونگ، به کودکی ده ساله تعلق داشته است. اگر این کودک بالغ می‌شد، حجم مغزش به ۵۵۰ ـ ٤٥٠ میلی‌لیتر می‌رسید و وزن بدنش به سی و پنج کیلوگرم بالغ می‌شد. ادعای دارت به دلیل ناهمخوانی‌اش با پیش‌داوری‌های علمی رایج در آن زمان برای مدت بیست و دو سال نادیده انگاشته شد. دانشمندان در آن دوره بر این باور بودند که در سیر تکامل انسان ابتدا حجم مغز افزایش یافته و بعد دندان‌ها به سمت ساده شدن و ظریف شدن پیش رفته‌اند، در حالی که در جمجمه‌ی تاونگ، برعکس این موضوع دیده می‌شد. موجودی که صاحب این جمجمه بود، به وضوح دندان‌هایی پیشرفته و شبیه به انسان داشت، و در عین حال حجم جمجمه‌اش کم بود. از سوی دیگر در آن زمان همه فکر می‌کردند منشأ اولیه‌ی انسان آسیاست، و قاره‌ی سیاه را بنا بر طرز تلقی نژادمدارانه‌ی رایج در آن عصر، به قدر کافی برای پروردن نخستین آدمیان، اصیل و نجیب نمی‌دانستند. به این ترتیب، نظریه‌ی دارت به دلیل پیوند نخوردن به بافت مرسومِ علمی زمانه‌اش برای مدت دو دهه طرد شد. دانشمندان تا بیست و دو سال بعد، جمجمه‌ی تاونگ را به نوعی بچه شامپانزه مربوط دانستند.[۲۸٦]

دامنه‌ی این پیش‌داوری علمی تا حدی گسترده بود که وقتی در سال ۱۹۱۲ م. جمجمه‌ای ساختگی و جعلی در انگلستان یافته شد که این دیدگاه عمومی را تقویت می‌کرد، بدون نقد و بررسی دقیقی، به عنوان نمونه‌ای اصیل پذیرفته شد و دارنده‌ی فرضی‌اش انسان پیلتداون[۲۸۷] نام گرفت.[۲۸۸] این جمجمه، در واقع، از سرهم کردن کاسه‌ی سر انسان و فک میمون ساخته شده بود و کاملاً با دیدگاه رایج که افزایش حجم مغز را بر

---

[286] Lewin, 1999: 112.
[287]- Piltdown
[288] Feder, 2008: 73–101.

کوچک شدن دندان‌ها مقدم می‌دانست، هم‌خوانی داشت.[۲۸۹] هویت کسی که این جمجمه‌ی جعلی را ساخته بود هم‌چنان ناشناخته باقی مانده، و به احتمال زیاد مردی به نام چارلز داوسون[۲۹۰] که جمجمه را کشف کرد مسئول این خطاست. با وجود این، در میان فهرست مظنون‌های این پرونده به نام‌های مشهوری مثل تیار دو شاردن (فیلسوف مشهور فرانسوی) و آرتور کنان دویل (خالق شرلوک هولمز) برمی‌خوریم![۲۹۱]

یکی از معدود دانشمندانی که ادعای دارت را باور کرد و در آفریقا به دنبال اجداد انسان گشت، پژوهشگری بود به نام بلوم[۲۹۲] که به کاوش‌هایش در منطقه ادامه داد و به فاصله‌ی چند سال پس از انتشار مقاله‌ی دارت، بقایای انسان‌نمای درشت و تنومندی را کشف کرد. بلوم این نمونه را پارانتروپوس[۲۹۳] نامید که به زبان یونانی «شبه‌انسان» معنی می‌دهد. این گونه به نام‌های دیگری هم خوانده شده است اما اسم مشهور دیگر آن، اوسترالوپیتکوس روبوستوس[۲۹٤] است که یعنی «میمون جنوبی تنومند». به هر صورت، دستاوردهای بلوم هم به همراه دارت نادیده گرفته شد، و جز در برخی از محافل علمی ویژه، بهای چندانی برایش قایل نشدند.

در سال ۱۹۵٦ م. یک دیرین‌شناس آمریکایی به نام لویس لیکی[۲۹۵] به اتفاق همسرش مری لیکی برای کاوش‌های دیرین‌شناختی به منطقه‌ی اولدووی در تانزانیا سفر کرد. در طی این پژوهش‌ها بود که خانم لیکی جمجمه‌ای با قدمت ۱/۷ میلیون سال را در این منطقه کشف کرد. او بر اساس نام فارسیِ سیاه‌پوستان (زنگ/

---

289 Gee, 1996.
290 Charles Dawson
291 de Bono, 2005.
292- Bloom
293 *Paranthropus boisei*
294 *Australopithecus robustus*
295- Louis Leaky

زنج در عربی)، یا نام منطقه (زنگبار) که آن هم از فارسی مشتق شده، این نمونه را زینجانتروپوس[۲۹۶] نامید که به معنای انسان زنگی است.[۲۹۷] این اسکلت به نخستی قوی‌هیکلی تعلق داشت که دندان‌های بزرگ و محکمش برای شکستن دانه‌های گیاهی سازگاری یافته بودند. خیلی زود معلوم شد که این موجود همان شبه‌انسان بلوم است و به این ترتیب، وجود منشأ آفریقایی نیاکان انسان به رسمیت شناخته شد. امروز این گونه را شبه‌انسانِ بویسِئی (پارانتروپوس بویسئی) می‌نامند.[۲۹۸] این گونه موجودی تنومند با چهره‌ای عضلانی و آرواره‌ای نیرومند بوده و حجم مغزش به نیم لیتر (۵۵۰ میلی‌لیتر) می‌رسیده است. بدن او برای زندگی در ساواناها و مناطق پردرخت سازش یافته و دوشکلی جنسی نمایانی در بدنش دیده می‌شود. به شکلی که نرها در این گونه ٦٨ کیلوگرم و ماده‌ها تنها ٤٥ کیلوگرم وزن داشته‌اند. آرواره‌ی این نخستی برای جویدن گیاهان تخصص یافته و سطح دندان آسیای عقبی‌اش دو برابر انسان کنونی بوده است.[۲۹۹] برای مدت‌ها این ویژگی‌ها را علامت آن می‌دانستند که این جانور از خوراک سخت و دانه‌های خشک و فشرده تغذیه می‌کرده است،[۳۰۰] در حدی که برخی از نویسندگان او را به خاطر استخوان‌های پهن و بزرگ دندان و ضخامت چشمگیر مینای دندانش، انسانِ فندق‌شکن می‌نامیدند. اما پژوهش‌های تازه نشان داده که ساختار عاج دندان این گونه با آنچه در شبه‌انسان تنومند (پارانتروپوس روبوستوس) می‌بینیم تفاوت دارد و بنابراین رژیم غذایی عادی این موجود

---

296 Zinjanthropus
297 Leaky and Lewin,1992.
298 Watson, 2002: 486–487.
299 McHenry and Coffingw 2000: 125–146.
300 Klein, 1999.

از میوه و خوراک‌های گیاهی نرم‌تر تشکیل می‌شده و تنها در شرایط ضروری به خوردن مواد سخت‌تر روی می‌آورده است.[۳۰۱]

در سال ۱۹۷۳ م. پژوهشگری به نام دونالد جانسون[۳۰۲] که توجهش را از جنوب آفریقا به شمال شرقی این قاره معطوف کرده بود، در منطقه‌ای به نام آفار در اتیوپی، اسکلتی جدید را پیدا کرد. این اسکلت جدید، کامل‌ترین نمونه‌ای بود که تا آن هنگام از انسان‌نماهای بعد از میوسن کشف شده بود. جانسون صاحب این اسکلت را با الهام از یک ترانه‌ی گروه بیتل‌ها که در آن زمان مشهور بود، لوسی نامید.[۳۰۳] چهل درصد استخوان‌های لوسی در جریان خاکبرداری منطقه‌ی آفار کشف شد و این بدان معنا بود که تقریباً تمام ویژگی‌های کالبدشناختی اسکلتش قابل بازسازی بود. با تحلیل این استخوان‌ها روشن شد که لوسی در حدود بیست سالگی مرده بود. او در هنگام حیات ۱۱۵ سانتی‌متر قد و بیش از سی کیلوگرم وزن داشته است. جانسون این نمونه را به عنوان گونه‌ی اوسترالوپیتکوس آفارنسیس[۳۰۴] نام‌گذاری کرد که میمون جنوبی آفاری معنا می‌دهد.

میمون جنوبی آفاری بومی شرق آفریقا بوده و در سایر نقاط این قاره پراکنده نشده است. این گونه به مدت یک میلیون سال (از ۳/۹ تا ۲/۹ سال پیش) در این منطقه می‌زیسته است. در دوران یادشده، گونه‌ای که نزدیک‌ترین شباهت را به انسان کنونی داشته، این نخستی بوده است.[۳۰۵] این موجود دندان‌هایی کوچک‌تر از

---

301 Ungar et al, 2008: e2044.
302- Donald Johnson
303 Johanson, 2009: 693–697.
304 *Australopithecus afarensis*
305 Cartmill et al, 2009: 151.

نیاکانش داشته که هم‌چنان از دندان‌های انسان امروزین بزرگ‌تر بوده‌اند. مغز این میمون جنوبی به نسبت کوچک بوده و حجم آن به ۳۸۰ تا ٤۳۰ میلی‌لیتر بالغ می‌شده، که با حجم مغز شامپانزه برابر است. تحلیل رفتن انگشت شست پا و از میان رفتن امکانِ گرفتن چیزها با پا، نشان می‌دهد که این جانور همواره بر دو پا راه می‌رفته و حرکتش به میمون‌های امروزین شباهتی نداشته و انسان‌وار بوده است.[۳۰٦]

در سال ۲۰۰٦ م. در منطقه‌ای نزدیک به محل کشف شدن اسکلت لوسی، جمجمه‌ای تقریباً کامل از یک دختر سه ساله از همین گونه کشف شد که نشان می‌داد ویژگی‌های ریختی این گونه چیزی بین میمون‌های جنوبی قدیمی‌تر و انسان بوده است.[۳۰۷] دارنده‌ی این سنگواره آن را با الهام از واژه‌ای در زبان آمهاریِ حبشی، که صلح معنی می‌دهد، سالِم نام نهاد. در سال ۲۰۱۱ م. نیز یک استخوان کف پای ۳/۲ میلیون ساله در منطقه‌ی هادار در اتیوپی پیدا شد که به روشنی نشان می‌داد این گونه قوسی در کف پایش داشته و بنابراین با حرکت دوپایی سازگار بوده است.[۳۰۸]

جمجمه‌ی سالم (میمون جنوبی آفاری)

[306] Latimer et al, 1990: 125–33.
[307] Wong, 2006.
[308] Ward et al, 2011: 750.

از زمان کشف لوسی تا به حال، دو الگوی متفاوت از اسکلت‌بندیِ سنگواره‌ها در این منطقه کشف شده است. یکی از این انواع، اسکلت‌هایی کوچک و ظریف را شامل می‌شود که با الگوی دوم ــ یعنی اسکلت‌های بزرگ‌تر و زمخت‌تر ــ تفاوت زیادی دارند. گروهی معتقدند که هر دو این ساخت‌های استخوان‌بندی به جنس نر و ماده‌ی گونه‌ی یکسانی (که همان میمون جنوبی آفاری باشد) مربوط می‌شوند. در این صورت دو شکلی جنسی شدیدی در این گونه وجود داشته است.[۳۰۹] گروهی دیگر، که امروز در اقلیت قرار دارند، تمایل دارند اسکلت‌های ظریف‌تر را به انواع ابتدایی جنس انسان (هومو) نسبت دهد. در این حالت هر دو جنس نر و ماده‌ی میمون جنوبی آفاری بدنی زمخت و تنومند پیدا می‌کنند، و تاریخ پیدایش جنس انسان یک میلیون سال عقب می‌رود. از میان این دو، نگرش نخستین امروز اعتبار بیشتری دارد و ما نیز در اینجا همان را می‌پذیریم.

میمون جنوبی آفاری، در حدود ۳ تا ۳/۸ میلیون سال پیش در تانزانیا و حبشه می‌زیسته است و احتمالاً نیای میمون جنوبی آفریقایی ــ که دارت کشف کرد ــ بوده است. موجود اخیر در حدود سه میلیون سال قدمت دارد و اگر فرضیه‌ی مشتق شدنش از میمون جنوبی آفاری راست باشد، نوعی مهاجرت در جهت جنوب را نشان می‌دهد. چرا که سنگواره‌های میمون جنوبی آفریقایی را بیش از هر جا در آفریقای جنوبی یافته‌اند. انگشت شست این موجود خمیدگی‌ای داشته که نشانه‌ی استفاده از دست برای تاب خوردن بر درختان بوده است. با وجود آن‌که شکل لگن خاصره و استخوان‌های پای این موجود شکی در دو پا راه رفتنش بر جا

[309] McHenry, 1991.

نمی‌گذارد، شکل استخوان شست او نشان می‌دهد که هنوز تا حدودی عادات مربوط به زندگی در میان درختان را هم حفظ نموده است.[۳۱۰]

امروز ما شواهد کافی برای بازسازی دقیق‌تر درخت تکاملی میمون‌های جنوبی را در دست داریم. به نظر می‌رسد که نیای قدیمی‌تر میمون جنوبی آفاری، موجودی به نام اوسترالوپیتکوس آنامِنسیس[۳۱۱] بوده باشد. این نوع میمون جنوبی در حدود ٤/٢ میلیون سال پیش در کنیای امروزین می‌زیسته و از روی بقایای آرواره‌اش شناسایی شده است.[۳۱۲] این گونه تنها دویست‌هزار سال دیرتر از آردیپیتکوس رامیدوس می‌زیسته است. لیکی، که آن را یافته و نامگذاری کرده است، نام علمی‌اش را از آنام گرفته که واژه‌ای به زبان محلیِ تورکانا است و دریاچه معنا می‌دهد.[۳۱۳]

شاخه‌ی فرعی دیگری که گویا هم‌زمان با میمون جنوبی آفاری در بخش‌های دیگر آفریقا زندگی می‌کرده، میمون جنوبی بحرالغزلی[۳۱٤] است[۳۱۵] که بقایایش به سال ۱۹۹۳ م. در منطقه‌ی بحرالغزل در چاد کشف شد.[۳۱٦] این موجود بین ۳/٦ تا ۳ میلیون سال پیش در این منطقه می‌زیسته است.[۳۱۷] برخی از پژوهشگران آن را نمونه‌ای خاص و جمعیتی حاشیه‌ای از میمون جنوبی آفاری در نظر گرفته‌اند،[۳۱۸] اما کاشف آن هم‌چنان بر

---

310 Lewin, 1998:248-253.

311 *Australopithecus anamensis*

312 Leaky, 1995.

313 Leakey et al, 1998: 62–66.

314 Australopithecus bahrelghazali

315 Brunet, 1996.

316 Brunet et al, 1995: 273-275.

317 Lebatard et al, 2008: 3226-3231

318 Schwartz and Tattersal, 2005.

این‌که گونه‌ای مستقل را کشف کرده، پافشاری دارد.[۳۱۹] این تنها نمونه از میمون‌های جنوبی است که در آفریقای مرکزی یافت شده است. چنین می‌نماید که در تاریخ یادشده، میمون جنوبی آفاری، بحرالغزلی، و سایر خویشاوندان ناشناخته‌شان در زیستگاه‌های آفریقایی می‌زیسته‌اند و با هم بر سر منابع رقابت می‌کرده‌اند. این دسته از میمون‌های جنوبی، به زودی به مجموعه‌ای از گونه‌های فرزندی تحول یافتند که میمون جنوبی آفریقایی مشهورترین‌شان است. این نمونه بیشتر در جنوب آفریقا متمرکز بود و ویژگی‌های انسان‌گونه‌ی بیشتری را از خود نشان می‌دهد. نخستین نمونه از این گونه به کودکِ تاونگ تعلق دارد که در سال ۱۹۲۵ م. توسط ریموند دارت کشف شد. بقایای بازمانده از این گونه نشان می‌دهد که در حدود فاصله‌ی سه تا دو میلیون سال پیش، یعنی در اواخر دوران پلیوسن، فعال و پرشمار بوده است.[۳۲۰] اما این نمونه تنها نواده‌ی میمون جنوبی آفاری نبود. دست‌کم یک گونه‌ی خواهری دیگر به نام میمون جنوبی گرهی[۳۲۱] هم وجود داشته که در حدود دو و نیم میلیون سال پیش در حبشه زندگی می‌کرده و به میمون جنوبی آفریقایی شباهت داشته است. این گونه‌ی اخیر را در سال ۱۹۹۶ م. در اتیوپی کشف کردند و نامش را با الهام از کلمه‌ی «گَرْهْ» انتخاب کردند که در زبان بومیان منطقه، «شگفتی» معنی می‌دهد. حجم مغز این گونه به ٤٥٠ میلی‌لیتر می‌رسیده که در میان میمون‌های جنوبی بیشینه است. این گونه بی‌شک به شاخه‌ی ظریف‌ترِ میمون‌های جنوبی تعلق داشته، اما از بقیه تنومندتر بوده و برخی از ویژگی‌های نزدیک به شبه‌انسان بویسئی (پارانتروپوس بویسئی) را نیز از خود نشان می‌دهد. میمون جنوبی گرهی از این نظر هم اهمیت دارد که دارنده‌ی کهن‌ترین شواهد و بقایای

---

[319] Brunet et al, 1996: 907-913.
[320] Herries and Shaw, 2011: 523-539.
[321] Australopithecus gahri

ابزارسازی است. در کنار اسکلت این موجود ابزارهای سنگی‌ای یافت شده که تا حدودی به صنعت اولدوون شباهت دارد.

نظر غالب در قرن بیستم میلادی آن بود که انسان‌های کنونی از میمون جنوبی آفریقایی مشتق شده‌اند. اما امروز شواهدی در دست داریم که نشان می‌دهد جنس هومو زودتر یا هم‌زمان با میمون جنوبی آفریقایی وجود داشته است. از این رو یا تاریخ جدا شدن این دو شاخه‌ی تکاملی در سپیده‌دم ظهور گونه‌ی میمون جنوبی قرار داشته، و یا میمون جنوبی آفاری یا نمونه‌ی ابتدایی دیگری ــ شاید کنیانتروپوس پلاتیوپس[۳۲۲] که ۳/۵ ـ ۳/۲ میلیون سال پیش می‌زیست ــ جد جنس انسان بوده باشد. این گونه‌ی اخیر را در سال ۱۹۹۹ م. در کنیا یافتند. لیکی آن را به عنوان کهن‌ترین نمونه‌ی جنس هومو رده‌بندی کرده، اما پژوهشگران دیگر آن را در میان میمون‌های جنوبی (و نزدیک به گونه‌ی آفاری) می‌گنجانند.[۳۲۳]

بازمانده‌ی جمجمه‌ی کنیانتروپوس پلاتیوپس

بازسازی چهره‌ی لوسی (میمون جنوبی آفاری)

بنابراین یکی از خط‌راه‌های تکاملی اصلی اجداد انسان به میمون‌های جنوبی و گونه‌های خویشاوندش منتهی می‌شود. با وجود این، این خط‌راهه تنها مسیری نبود که اجداد انسان تجربه کردند. شاخه‌ی مهم دیگری از این درخت تکاملی، به سوی تنومندتر شدن و افزایش حجم عضلات و نیرومندتر شدن ارواره‌ها گرایش پیدا

[322] *Kenyanthropus platyops*
[323] Leakey *et al.* 2001: 433–440.

کرد. این گروه شاخه‌ای را تشکیل داد که نخستین سنگواره‌اش توسط بلوم یافته شد. این موجودات در ابتدا با نام میمون‌های جنوبی تنومند شهرت یافتند، اما امروز بیشتر دانشمندان آن‌ها را به عنوان جنس جدیدی به رسمیت می‌شناسند و به پیروی از بلوم به عنوان جنس پارانتروپوس[۳۲۴] رده‌بندی‌شان می‌کنند. بیشتر شواهد این حدس را تأیید می‌کند که جنس پارانتروپوس از نوعِ ظریف‌تر میمون جنوبی (جنس اوسترالوپیتکوس) مشتق شده باشد.[۳۲۵] در واقع این گرایش روز به روز بیشتر می‌شود که نمونه‌های تنومند و متأخر را در زیر عنوان جنس پارانتروپوس و انواع ظریف‌تر و قدیمی‌تر را با نام جنس اوسترالوپیتکوس شناسایی کنند.[۳۲۶] وابستگان این جنس، از ۲/۷ میلیون سال پیش بر صحنه پدیدار شدند و تا یک و نیم میلیون سال پیش، یعنی هم زمان با نخستین وابستگان به جنس انسان، در همسایگی ایشان زندگی می‌کرده‌اند. پس، باید پذیرفت که شایستگی زیستی این موجودات تنومند به نسبت زیاد بوده است. این موجودات مدت‌ها پس از انقراض سایر میمون‌های جنوبی در آفریقا باقی ماندند و تنها پس از پیدایش نخستین اجداد انسان راست‌قامت بود که منقرض شدند. حجم مغز آن‌ها از میمون جنوبی کهن بیشتر بوده و برخی از ابزارهای سنگی یافت شده در جنوب و شرق آفریقا را به ایشان منسوب کرده‌اند.[۳۲۷]

قدیمی‌ترین نمونه‌ی کشف شده از این شاخه‌ی تکاملی، شبه‌انسان اتیوپی (پارانتروپوس اتیوپیتکوس)[۳۲۸] است که در سال ۱۹۶۸ م. یک جمجمه‌ی به نسبت کاملش در اتیوپی یافت شد. این جمجمه به خاطر وجود املاح

---

[324] Paranthropus
[325] Dawkins, 2004: 77.
[326] Pilbeam, 1988: 104–143.
[327] Susman, 1988: 781–4.
[328] *Paranthropus aethiopicus*

منگنز در زمین تیره‌رنگ شده بود و از این رو آن را به نام جمجمه‌ی سیاه می‌شناسند. دارنده‌ی این جمجمه در حدود ۲/۷ـ ۲/۵ میلیون سال پیش می‌زیسته و بنابراین از قدیمی‌ترین نمایندگان جنس پارنتروپوس به شمار می‌رود. شبه‌انسان اتیوپی بسیاری از صفات میمون جنوبی آفاری را در خود حفظ کرده است و از این رو به احتمال زیاد نواده‌ی مستقیم این گونه بوده است. پوزه‌ی برآمده، قوسِ گونه و قوس ابروی برجسته، و حجم مغز به نسبت اندکِ ٤١٠ میلی‌لیتری عناصری است که آن را به نمونه‌های قدیمی‌تر شبیه می‌سازد. برخی از پژوهشگران این گونه را جدِ مشترک سایر شبه‌انسان‌ها (بویسئی و تنومند) دانسته‌اند. اما شواهد موجود در این زمینه هنوز برای نتیجه‌گیری قطعی کافی نیست.

از تمام این شواهد بر می‌آید که میمون‌های انسان‌نمایی که پس از گسست میوسن پدید آمدند، دارای چندین گونه‌ی مهم بوده‌اند. تمام این گونه‌ها تقریباً به طور هم‌زمان در آفریقا زندگی می‌کرده‌اند[۳۲۹] و امروزه برخی از دیرین‌شناسان همه را در زیرخانواده‌ی اوسترالوپیتسینه[۳۳۰] رده‌بندی می‌کنند. اوج فعالیت این گونه‌های موازی میمون‌های جنوبی، بین یک و نیم تا دو میلیون سال پیش بوده است. این موجودات در حدود یک و نیم متر قد داشته‌اند و وجود یک تاج استخوانی برجسته در وسط پیشانی وابستگان به جنس شبه‌انسان، تا حدودی آن‌ها را به گوریل شبیه می‌کرده است. وجود این تاج استخوانی شاهدی است مبنی بر این‌که عضلات فک و دندان‌های این موجود، بسیار قوی و محکم بوده‌اند و برای تغذیه از دانه‌های سخت گیاهی سازش یافته بوده‌اند.

329 Tattersal, 2000.
330 Australopithecinae

سه بازمانده از پارانتروپوس: جمجمه‌ی سیاه (راست)، و جمجمه‌ی پارانتروپوس بویسئی (میان و چپ)

تحلیل شیوه‌ی فرسایش یافتنِ دندان‌های دو شاخه‌ی اوسترالوپیتکوس و پارانتروپوس نشان می‌دهد که رژیم غذایی این دو گروه متفاوت بوده است.[۳۳۱] چنین می‌نماید که گونه‌ای مانند پارانتروپوس روبوستوس بیشتر از دانه‌ها و بخش‌های سخت گیاهی تغذیه می‌کرده و در شرایط دشوار به خوردن بخش‌های سفتِ دیگر نیز روی می‌آورده است. در حالی که اوسترالوپیتکوس آفریکانوس بیشتر گیاه‌خوار بوده است.[۳۳۲] ناگفته نماند که شواهد تازه به دست آمده نشان می‌دهد که میمون‌های جنوبی نیز گاه از لاشه‌ی جانوران تغذیه می‌کرده‌اند و حتی از ابزارهای سنگی ابتدایی برای شکستن استخوان‌ها و بریدن گوشت بهره می‌برده‌اند. به این ترتیب، سابقه‌ی نخستین اشکالِ ابزارسازی در نیاکان انسان به انواعِ پیشرفته‌ترِ میمون جنوبی در ۳/٤ میلیون سال پیش

331 Grine, 1986: 783–822.
332 Scott et al, 2005: 693–695.

بازمی‌گردد.[۳۳۳] حجم مغز وابستگان به این گونه تا نیم لیتر می‌رسیده است، که تقریباً با حجم مغز یک شامپانزه برابر است. در جدول زیر چکیده‌ای از اطلاعات پایه در مورد گونه‌های مهم این موجودات آورده شده است.

گونه	A.afarensis	A.africanus	P.boisei	P.robustus
بلندای قد (متر)	۱/۵ ـ ۱	۱/۱ـ۱/٤	۱/۲ ـ ۱/٤	۱/۱ ـ ۱/۳
وزن (کیلوگرم)	۷۵ ـ ۳۰	٦۰ ـ ۳۰	۸۰ ـ ٤۰	۸۰ ـ ٤۰
قدمت (میلیون سال)	۲/۵ ـ ٤	۳ ـ ۲/۵	۲/٦ ـ ۱/۲	۲ ـ ۱
مکان	شرق آفریقا	جنوب آفریقا	شرق آفریقا	جنوب آفریقا
شکل ظاهری	سینه شبیه به میمون‌ها، طول دست بیشتر از پا، ظریف، دوشکلی جنسی متعادل	دارای دوشکلی جنسی خفیف، دست بلندتر از پا، بدن ظریف و باریک	بدن بسیار تنومند و درشت، طول دست خیلی زیاد، دوشکلی جنسی خیلی شدید	تنومند، طول بازو زیاد، دارای دوشکلی جنسی زیاد

گونه	A.afarensis	A.africanus	P.boisei	P.robustus
آرواره	دندان نیش و پیش بزرگ، در فک بالا بین این دو فاصله‌ای وجود داشته، آسیای متوسط	طول دندان نیش کم و هم‌اندازه‌ی پیشین، فاقد فاصله‌ی بین دندان پیشین و نیش، دارای آسیای بزرگ‌تر از میمون آفاری	دندان نیش و پیشین کوچک، آسیاهای بسیار بزرگ، پیش آسیای بزرگ و شبیه به آسیا	شبیه به میمون بویسئی

[333] McPherron et al, 2010: 857–860.

شکل جمجمه	پیشانی تخت و کوتاه، چهره‌ی برجسته و پیش آمده، قوس ابروی بزرگ	پیشانی بلندتر از میمون آفاری، قوس ابرو کوچک‌تر و چهره‌ی ظریف‌تر	دارای تیغه‌ی پیشانی در فرق سر، چهره‌ی بزرگ و پهن با عضلات درشت و قوی آرواره	دارای تاج پیشانی شبیه به گوریل، صورت زمخت، ولی کمی ظریف‌تر از میمون بویسئی
حجم جمجمه (میلی لیتر)	٤٠٠ _ ٥٠٠	٤٠٠ _ ٥٠٠	٤١٠ _ ٥٣٠	٥٣٠

پذیرفته شدن جایگاه میمون جنوبی، تغییرات زیادی در نگرش رسمی دانشمندان نسبت به سیر تکامل انسان پدید آورد. تا پیش از یافته شدن انسان زنگی، همه فکر می‌کردند رشد حجمی مغز پیش از کوچک شدن دندان‌ها صورت گرفته است، اما با یافته شدن این اسکلت، عکس آن ــ که پیش از آن توسط دارت هم ادعا شده بود ــ تأیید شد.[٣٣٤]

پس از یافته شدن لوسی، پیش‌فرض دیگری هم مردود اعلام شد. این پیش‌فرض این بود که اجداد انسان ابتدا دست‌ورزی کرده و به ابزارسازی روی آورده‌اند، و بعد از آن حرکت بر دو پا را آغاز کرده‌اند. این پیش‌فرض بر مبنای مشاهداتی که از موجودات چهارپای ابزارمند ــ مانند شامپانزه ــ در دست بود متکی بود. اما اسکلت به نسبت کامل لوسی، که آشکارا دوپا و فاقد ابزار بود، این پیش‌فرض را رد کرد. لوسی با وجود دوپا بودن، در حدود چهار میلیون سال سن داشت، و این در حالی است که تاریخ ساخته شدن نخستین

[334] Aiello,1993.

ابزارهای انسانی به حدود دو میلیون سال پیش برمی‌گردد، پس، به این ترتیب بار دیگر به نظر می‌رسد که تکامل رفتاری از تکامل ریخت‌شناختی و فیزیولوژیک پیروی کرده باشد و جلودار آن نباشد.[۳۳۵]

در سال‌های اخیر نمونه‌های جدیدی از گونه‌های نخستی دوپا کشف شده که نشان می‌دهد این ویژگی کاملاً مستقل از افزایش وزن مغز در نیاکان میمون جنوبی تکامل یافته است. مثلاً گونه‌ی اورورین توگِنسیس[۳۳۶] که به خانواده‌ی هومینیده تعلق داشته[۳۳۷] و حدود شش میلیون سال پیش در کنیا می‌زیسته، به شکلی نمایان دو پا بوده است.[۳۳۸]

بقایای استخوان کمر میمون جنوبی دوشکلی جنسی نمایانی را نشان می‌دهد. بر مبنای این تفاوت ریختی می‌توان دریافت که مهره‌های کمر زنان در این گونه برای حمل وزن جنین سازگاری داشته است و این تنها زمانی ضرورت می‌یابد که با گونه‌ای دوپا سر و کار داشته باشیم. یعنی گونه‌هایی که چهار دست و پا راه می‌روند، وزن جنین را بر کل مهره‌های کمر و سینه‌ی خود توزیع می‌کنند. داده‌های کالبدشناختی نشان می‌دهد که تمرکز وزن جنین بر مهره‌های کمر تنها در گونه‌هایی وجود دارد که دوپارو هستند. از این رو، تردیدی نیست که میمون جنوبی آفریقایی نیز بر دو پایش راه می‌رفته است.[۳۳۹] با وجود این، برخی از صفات این گونه هم‌چنان ابتدایی می‌نماید. مثلاً خمیدگی انگشتان دست که در میمون‌ها سازشی برای تاب خوردن بر

---

335 Pilbeam,1984.
336 *Orrorin tugenensis*
337 Senut et al, 2001: 137–144.
338 Haviland et al, 2007: 141.
339 Avasthi, 2007.

شاخه‌ی درختان است، در این موجود نیز دیده می‌شده است. اندازه‌ی دست آن هم کمی از پا بلندتر بوده که صفتی است که مشابه‌اش را در شامپانزه‌ی امروزین می‌بینیم.

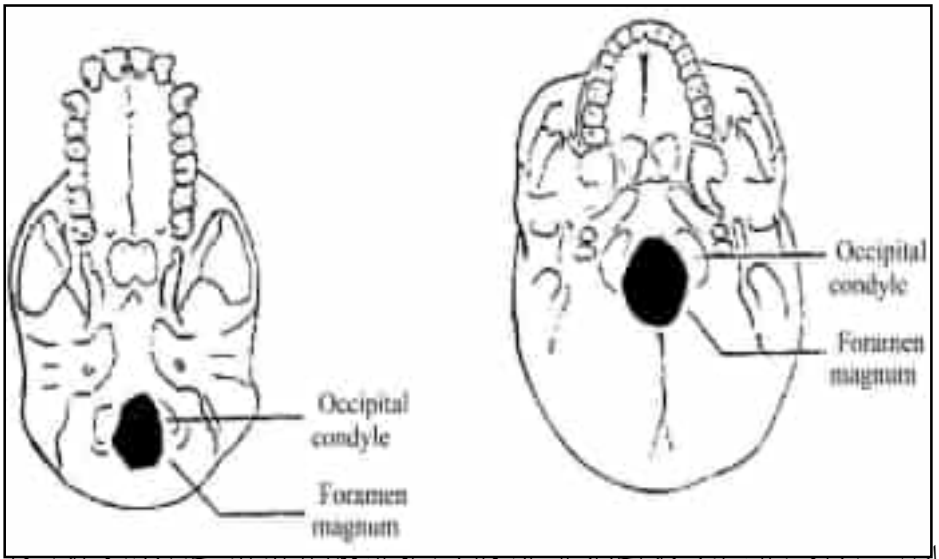
بازسازی چهره‌ی میمون جنوبی آفریقایی (راست)،

بازسازی چهره‌ی پارانتروپوس بویسئی (میان) و جمجمه‌ی کودک تاونگ (چپ)

پژوهش جالبی که به تازگی با بررسی ایزوتوپ استرنسیوم در دندان‌های پارانتروپوس روبوستوسِ نر و ماده انجام شده، نشان می‌دهد که ساختار خانوادگی این میمون‌ها پدرسالارانه بوده است. یعنی زنان از زادگاه خود دور می‌شده‌اند و برای زیستن به محل زندگی جفتِ نرینه‌ی خود کوچ می‌کرده‌اند.[۳۴۰] این نخستین شاهد در مورد «زن گرفتنِ» نیاکان انسان است و جدا شدن زن از خانواده‌ی مادری را در زمان ازدواج نشان می‌دهد.

[340] Copeland et al. 2011: 76–78.

بر مبنای شواهد فسیل‌شناختی کنونی، میمون جنوبی نخستین جد مشترک آدمیان است که برخی از خصوصیات او را از خود نشان می‌داده است. سوراخ جمجمه[۳۴۱] در این موجودات در زیر سر قرار می‌گرفته، و این نشانگر آن است که برای راه رفتن همیشگی بر روی دو پا سازش یافته بودند. لگن خاصره‌ی این موجودات هم شباهت زیادی با لگن انسان جدید داشته و آشکارا برای راه رفتن دوپایی سازش یافته است.[۳۴۲] گذشته از این موارد، ریزه‌کاری‌های کالبدشناختی دیگر نیز نشان می‌دهد که بی‌شک جد مشترک تمام آدمیان و سایر گونه‌های جنس هومو، میمون جنوبی بوده است.[۳۴۳]



مقایسه‌ی جایگیری سوراخ کف جمجمه در انسان و شامپانزه (lewin, 1998:221)

پیش‌فرض نادرست دیگر، این بود که اجداد انسان مانند شامپانزه‌ها با لوله‌لوله خوردن، و به شکلی خمیده[۳۴۴] راه می‌رفته‌اند، و روند ایستاده حرکت کردن‌شان را از حالتی نیمه‌دوپا/ نیمه‌چهارپا آغاز کرده‌اند. مبنای این طرز تلقی، شکل راه رفتن خمیده‌ی شامپانزه‌ها و گوریل‌ها بود، که به اجداد انسان تعمیم داده می‌شد. فرض

341- Foranum magnum
342 Lovejoy, 1988: 82–89.
343 Toth and Schick, 2005: 60.
344 Knuckle walking

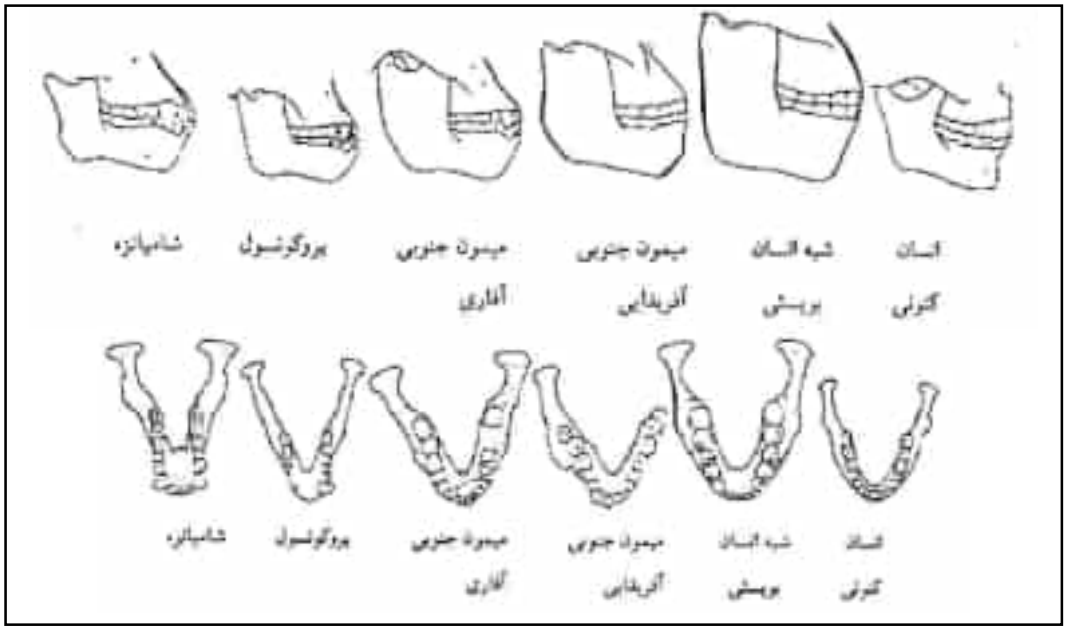
بر این بود که میمون‌های اولیه مانند گوریل و شامپانزه‌ی امروزین برای بالا رفتن از شاخه‌های عمودی سازش یافته بودند و به این ترتیب یاد گرفته بودند بر دو پای‌شان بایستند و با نهادن پشت دست بر زمین بخش عمده‌ی وزنشان را بر روی دو پا بیندازند. این پیش‌داشت منجر به این شده بود که دیرین‌شناسان نیمه‌ی اول قرن گذشته، میمون جنوبی را موجودی خمیده می‌دانستند که از ایستاده راه رفتن عاجز بوده است. تحلیل‌های جدیدتری که بر روی استخوان‌های لوسی و سایر میمون‌های جنوبی آفاری انجام شده، نشان می‌دهد که پهن بودن لگن خاصره و کم بودن طول پای این موجودات از نظر توانایی دوپارَوَی نقص مهمی محسوب نمی‌شده است. یعنی دو پاروی میمون جنوبی احتمالاً به‌طور مستقیم از دوپارَوَی میمون‌های درخت‌زی مشتق شده است.[۳۴۵] دست‌کم یک بررسی جدید نشان می‌دهد که کارآیی این شکل خاص از اندام‌های حرکتی که در میمون‌های جنوبی دیده می‌شده، حتی از انسان امروزی هم برای دو پا راه رفتن بیشتر بوده است.[۳۴۶]

ریچارد داوکینز در کتاب «*داستان نیاکان*» این نظریه را مطرح کرد که زمان جدایی شامپانزه و گوریل از شاخه‌ی تکاملی انسان نسبت به زمان ظهور میمون‌های جنوبی متأخرتر بوده است. یعنی گوریل از شاخه‌ی پارانتروپوس و شامپانزه و بونوبو و انسان از شاخه‌ی میمون جنوبی مشتق شده‌اند.[۳۴۷] این برداشت با این شاهد تقویت می‌شود که تناسب اندام‌های شامپانزه و ریخت کلی بدن به‌خصوص بونوبو کمابیش با آنچه در میمون جنوبی می‌بینیم برابر است.[۳۴۸]

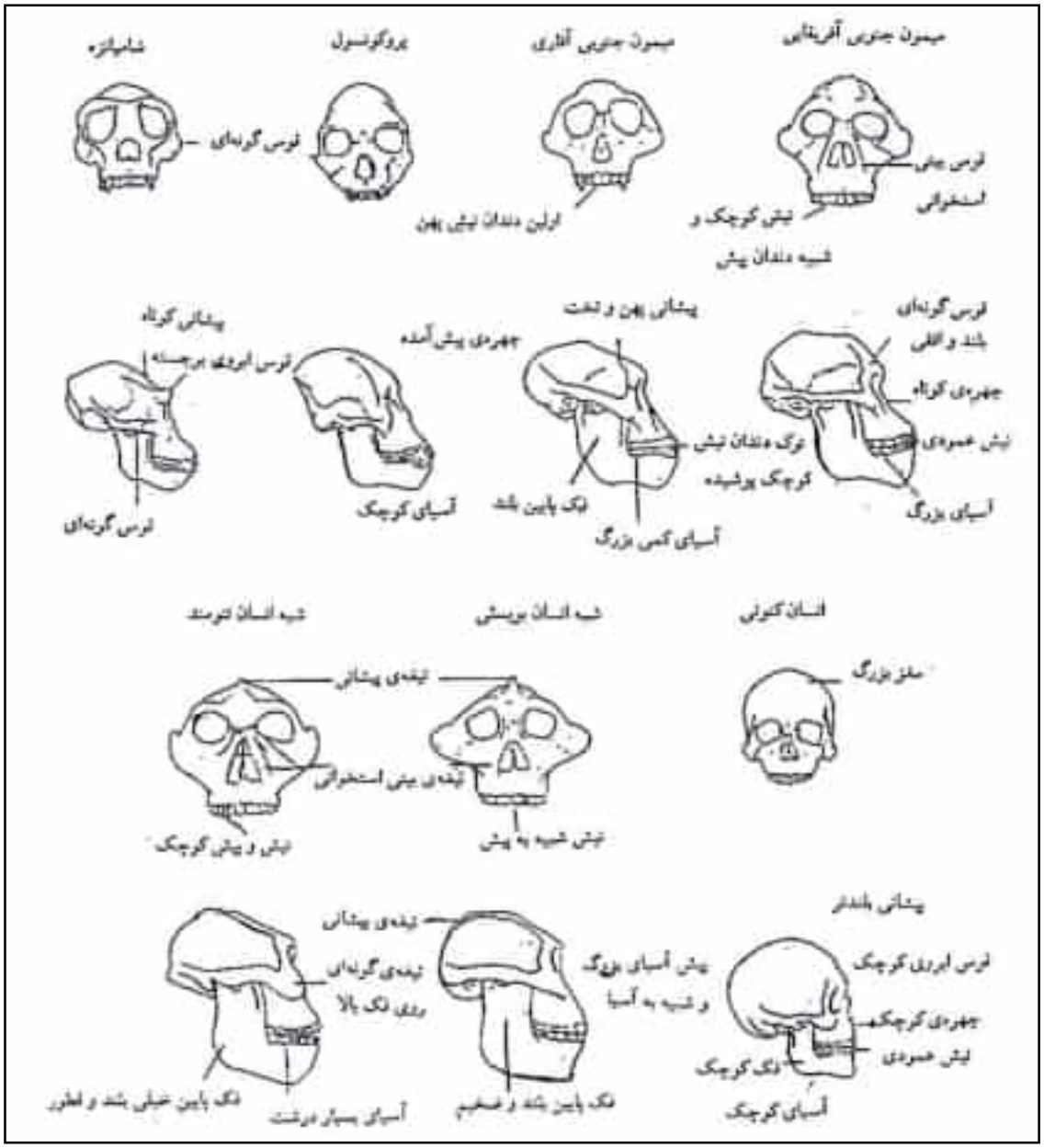
---

345 Kivell and Schmitt, 2009: 14241–6.
346 Kramer,1999.
347 Dawkins, 2004.
348 Zihlman et al,. 1978: 744-6.

علاوه بر راه رفتن روی دو پا، چهره‌ی صاف و بدون پوزه‌ی میمون جنوبی هم، شباهتش را با انسان‌های کنونی افزایش می‌داده است. اختلاف اصلی گونه‌های اوسترالوپیتسینه با آدمِ کنونی، تنومندی بدن و کوتاه بودن قامتش است. شکل قرارگیری دندان‌ها و عضلات چهره هم شباهتی با میمون‌های بزرگ داشته است. به طور کلی دوشکلی جنسی در این جانوران بیشتر از انسان بوده، و وزن جنس نر پارانتروپوس روبوستوس تا دو برابر ماده‌اش می‌رسیده است.



شکل آرواره و دندان‌بندی میمون‌های جنوبی و شبه‌انسان‌ها در مقایسه با انسان کنونی و شامپانزه (Cambridge , 1992:58)



شکل جمجمه‌ی چهار گونه‌ی اصلی از میمون‌های جنوبی و شبه‌انسان‌ها، در مقایسه با جمجمه‌ی انسان کنونی و پروکنسول، بدون رعایت اندازه‌ی نسبی جمجمه‌ها[۳۴۹]

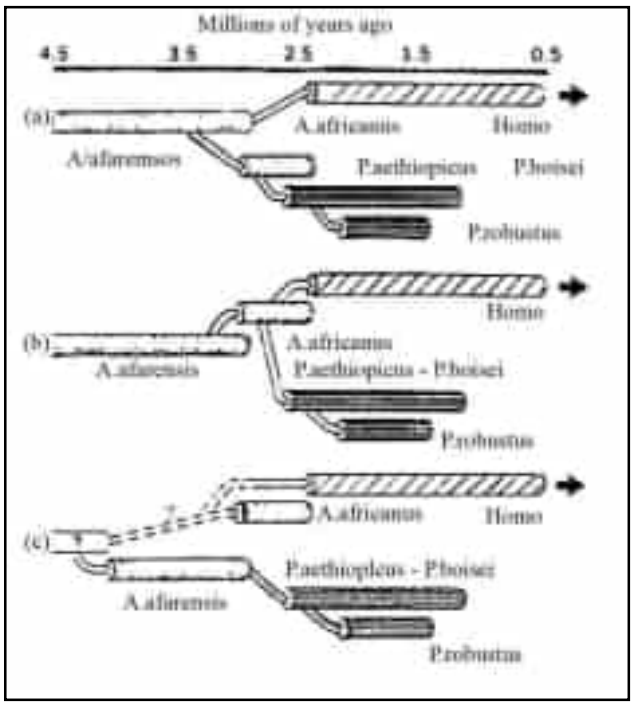
[349] Cambridge, 1992:258.

آخرین نمونه‌های میمون جنوبی که نماینده‌ی گونه‌ی مجزایی هستند، میمون جنوبی سِدیبا[۳۵۰] خوانده می‌شوند و در جایی به نام مالاپا در آفریقای جنوبی یافته شده‌اند. بقایای دست کم چهار تن از این گونه (یک نرِ جوان، یک نر و ماده‌ی بالغ و یک نوزاد هجده ماهه) تا به حال کشف شده که قدمت‌شان به کمتر از دو میلیون سال پیش باز می‌گردد.[۳۵۱] نام این گونه از کلمه‌ی سدیبا گرفته شده که در زبان تونگو به معنای چشمه است.[۳۵۲] این گونه ویژگی‌هایی دارد که آن را به نمونه‌ای حد واسط میمون جنوبی آفریقایی و انسان ابزارمند شبیه می‌سازد. حجم مغز این موجود ٤٢٠ سانتی‌متر مکعب بوده و دندان‌ها و آرواره‌ی آن ظریف‌تر و شکننده‌تر از میمون‌های جنوبی دیگر بوده است. استخوان‌های دست این موجود بسیار به انسان کنونی شبیه بوده و نشان می‌دهد که میمون جنوبی سدیبا توانایی ساخت ابزار را داشته است. به احتمال زیاد این گونه جدِ جنس هومو نبوده، بلکه یکی از گونه‌های خواهریِ نزدیک به هومو بوده که هم‌چنان ویژگی‌های میمون جنوبی را در خود حفظ کرده و هم‌زمان با نمونه‌های نوپای جنس هومو در آفریقا می‌زیسته است.[۳۵۳]

چنان‌که دیدیم، دست‌کم چهار گونه از میمون‌های جنوبی در بازه‌ی زمانی چهار تا یک و نیم میلیون سال پیش در آفریقا می‌زیسته‌اند. میمون جنوبی و شبه‌انسان نشانگر دو خط‌راهه‌ی تکاملی هستند که به ترتیب برای برگ/میوه‌خواری و دانه/ پوست‌خواری تخصص یافته‌اند. چنین می‌نماید که جنس انسان از تحول مسیر نخست ــ یعنی میمون‌های جنوبی ــ پدید آمده باشد.

---

350 *Australopithecus sediba*
351 Dirks et al. 2010: 205–208.
352 Berger et al. 2010: 195–204.
353 Balter, 2010: 154–155.



سه دیدگاه درباره‌ی روابط خویشاوندی میمون‌های جنوبی با هم و با انسان (combride, 1992)

ت) انسان ابزارمند[۳۵٤]

در فاصله‌ی ۲/۳ تا ۲/۵ میلیون سال پیش، در درون خانواده‌ی هومینیده جنسی تکامل یافت که امروز جنس انسان یا هومو نامیده می‌شود.[۳۵۵] این جنس نشانگر جهشی در مسیر تکامل بود و به زایش گونه‌هایی انجامید که انسان خردمند یکی از آن‌هاست.[۳۵٦] نام این جنس از واژه‌ی لاتینِ homo مشتق شده که انسان معنی می‌دهد

[354] Homo habilis
[355] Stringer, 1994: 242.
[356] McHenry, 2009: 265.

و کلمه‌ی انگلیسی human و فرانسه‌ی homme شکلی تازه‌تر از آن محسوب می‌شود. اصل کلمه از ریشه‌ی هندواروپایی **dhǵhem*** به معنای «خاک و زمین» برخاسته است.

نخستین نشانه‌های این جنس را لویس لیکی و همکارش فیلیپ توبیاس[۳۵۷] در سال ۱۹٦٤ م. در همان محلی که انسان زنگی یافته شده بود ــ یعنی در اولدووی ــ یافتند. آنان موفق شدند در همان‌جا استخوان‌های انسانی ناشناخته و ابزارهای سنگی وی را کشف کنند. استخوان‌های یافت شده در حدود ۱/۷ میلیون سال قدمت داشتند و به دلیل دارا بودن توانایی ابزارسازی ــ که نخستین وجه تمایز انسان و سایر میمون‌هاست ــ به نام هومو هابیلیس[۳۵۸] نامیده شدند، که به زبان لاتین انسان ابزارمند معنی می‌دهد.[۳۵۹]

انسان ابزارمند، در واقع، عضوی از یک خوشه‌ی پرجمعیت‌تر از گونه‌های مرتبط با هم بود. یکی از گونه‌های قدیمی‌تر و مشابهِ وابسته به آن، هومو رودولفنسیس[۳٦۰] نام دارد که در حدود دو میلیون سال پیش در شرق آفریقا می‌زیست. این گونه را در ابتدا پیتکانتروپوس رودولفونسیس می‌نامیدند، اما در نهایت معلوم شد که به جنس هومو تعلق دارند و بنابراین نامش را عوض کردند.[۳٦۱]

ردپای انسان ابزارمند از ۱/۹ میلیون سال پیش در آفریقای زیر صحرای بزرگ قابل ردیابی است. دانشمندان حدس می‌زنند که گونه‌های مشابه دیگری هم در ارتباط با این نخستین خوشه‌ی وابستگان به جنس انسان وجود داشته باشد. به احتمال زیاد این گونه از میمون جنوبی گَرهی مشتق شده است.[۳٦۲] این گونه احتمالاً

---

357 Phillip Tobias
358 Homo habilis
359 Leaky and Lewin,1992.
360 *Homo rudolfensis*
361 Wood, 1999: 115–118.
362 De Heinzelin et al, 1999: 625–9.

کهن‌ترین نماینده‌ی جنس انسان است که بر صحنه‌ی زمین پدیدار شده است. بیشتر ویژگی‌های بدنی آن به میمون جنوبی ظریف شباهت دارد، ولی حجم مغز آن به هفت‌صد میلی‌لیتر بالغ می‌شده که چشمگیر و زیاد است.[۳۶۳]

انسان ابزارمند، که مهم‌ترین نماینده‌ی این خوشه است، در وازه‌ی زمانی ۲/۳ – ۱/٤ میلیون سال پیش در آفریقا زندگی می‌کرده است. نخستین نمونه‌های این انسان را در دهه‌ی شصت میلادی در منطقه‌ی اولدووی یافتند و خصوصیات بدوی بدن آن که به میمون جنوبی شباهت داشت، به همراه جمجمه‌ی پیشرفته و حجم مغزش که به شش‌صد تا هفت‌صد میلی‌لیتر می‌رسید، به بحث‌های زیادی دامن زد.[۳٦٤] انسان ابزارمند با قدی در حدود ۱۳۵ سانتی‌متر، نزدیک به ٤٥ کیلوگرم وزن داشته است. بر خلاف میمون جنوبی که موجودی کوتاه‌قد و پهن و تنومند بوده است، انسان ابزارمند بلندتر و باریک‌اندام‌تر بوده است.[۳٦٥] این موجود به طور عمده گیاه‌خوار بود و گاه لاشه هم می‌خورد، اما نشانی از این‌که قادر به شکار جانوران بوده باشد در دست نیست.

در مورد علت جدا شدن جنس انسان از میمون جنوبی، دیدگاه‌های متفاوتی وجود دارد. معتبرترین نظریه، این دگردیسی ناگهانی را به سرد شدن ناگهانی هوا در اواسط دوره‌ی میوسن (بین ۳ – ۲/٤ میلیون سال پیش) مربوط می‌داند. این عصر یخبندان تغییرات عمیقی را در ساخت جمعیتی و تنوع زیستی آفریقا به بار آورده و

---

363 Bromage et al., 2008: 43–54.
364 Johanson et al, 1987: 205–209.
365 Mellars and Stringer,1989.

علاوه بر منقرض کردن بسیاری از گونه‌های سازگار با محیط گرم، نمونه‌هایی مانند آهوهای دشتی و گله‌های بزرگ گاوسانان[۳۶۶] را نیز ایجاد کرده و باعث افزایش جمعیت‌شان شده است.

ابزارهای به دست آمده در اولدووی بی‌تردید به انسان ابزارمند مربوط بوده‌اند.[۳۶۷] این ابزارها عبارتند از سنگ‌هایی کوچک که به طور ناقص و بسیار ساده تراش خورده‌اند و احتمالاً برای شکستن استخوان جانوران و بریدن پوست‌شان به‌کار می‌رفته‌اند. تمدن سازنده‌ی این ابزارها، به افتخار محل کشف‌شان، به نام تمدن (یا فرهنگ) اولدووَن[۳۶۸] خوانده می‌شوند.[۳۶۹]

قدیمی‌ترین آثار این فرهنگ، به دو و نیم میلیون سال پیش مربوط می‌شود. این آثار در نزدیکی شهر هَدَر در اتیوپی از زیر خاک خارج شده، و به طور کلی دو نوع ابزار را در بر می‌گیرد. نخست، مشته‌های[۳۷۰] سنگی که قلوه سنگ‌هایی برجسته و گرد با لبه‌های تراشیده و تیز هستند، و دیگری تیغه‌های[۳۷۱] سنگی که از تراش خوردن ناقص و دقیق‌تر سنگ‌های باریک‌تر و پهن‌تر ایجاد شده‌اند. ویژگی مشترک تمام ابزارهای فرهنگ اولدوون، وجود بخش‌های تراش‌نخورده در ابزار سنگی است. در تمام ابزارهای یادشده، سنگی که به طور طبیعی به شکل مورد نظر سازنده‌ی ابزار شباهت داشته انتخاب می‌شده و پس از کنده شدن بخش‌هایی از لبه‌ی آن، برای کار مورد استفاده قرار می‌گرفته است. احتمالاً بخش تراش‌نخورده در ابزار، به عنوان دستگیره کاربرد داشته است.

---

366 Bovidae
367 Wood,1991.
368 Oldowan
369 Parker,1992:82-94.
370. Core tools
371. Flake tools

پس از گذر این همه سال، هنوز هم منطقه‌ی اولدووی غنی‌ترین محل کاوش بقایای تمدن اولدوون محسوب می‌شود. در این منطقه، که روزی مسکن میمون‌های جنوبی هم بوده است، نسل‌های متوالی از انسان‌های ابزارمند در یک جا زندگی کرده‌اند و ابزارهای خود را به همراه استخوان‌های‌شان در لایه‌های مختلف زمین‌شناختی به یادگار گذاشته‌اند. لایه‌های گوناگون زمین این منطقه، به چهار بستر تقسیم می‌شوند. بستر نخست، که به تنهایی بیست اردوگاهِ دارای آثار فراوان را شامل می‌شود، در زیر سایر بخش‌ها قرار گرفته و عمیق‌ترین و بنابراین قدیمی‌ترین بقایا را شامل می‌شود. این بستر تنها شش نوع ابزار دارد، که بیشتر از نوع مشته‌ی سنگی هستند. قدمت این آثار در حدود ۱/۹ میلیون سال است.[۳۷۲]

بستر دوم، که به نام اولدوون پیشرفته هم مشهور است، به حدود هفت‌صد هزار سال پیش مربوط می‌شود. بین این آثار و بستر اول، در حدود چهل لایه از بقایای اردوگاه‌های انسان‌های ابزارمند روی هم قرار گرفته است، و از سکونت درازمدت اجداد انسان در این منطقه حکایت می‌کنند. در این لایه‌ها ده نوع ابزار یافت شده‌اند، که بیشتر به رده‌ی تیغه‌های سنگی تعلق دارند.

بستر سوم، ابزارهایی را شامل می‌شود که از نوع خاصی از سنگ ساخته شده‌اند. مواد خام مورد نیاز برای ساخت این ابزارها از معدن سنگی که در نُه کیلومتری محل زندگی انسان‌های ابزارساز قرار داشته به آن محل آورده شده است. این نخستین شواهد از انتقال مواد برای ساختن ابزار در تاریخ نخستی‌هاست. رفتار یادشده، یعنی حمل مواد خام از منبعی دور و استفاده از آن در ساختن ابزارهایی که می‌توانند در طول زمان مورد

372 Hill, 1992.

استفاده قرار گیرند، در هیچ نخستی دیگری دیده نمی‌شود و به این ترتیب می‌توان ادعا کرد که انسان‌های ابزارمند تا حدود زیادی به معنای امروزین انسان شده بودند.

بستر چهارم هم ابزارهایی مشابه را در خود نهفته است، با این تفاوت که معدن سنگ مربوط به این ابزارها در فاصله‌ی بیست کیلومتری محل اردو قرار داشت و به این ترتیب، نسبت به بستر سوم نوعی پیشرفت در انتخاب مواد خام را نشان می‌دهد.

ابزارهای سنگی فرهنگ اولدوون (راست)،

مشته‌های سنگی اولدوون از اتیوپی (۱/۷ میلیون سال پیش) (میان)

و فرهنگ آشولین (چپ)

ث) انسان راست‌قامت[۳۷۳]

در سال ۱۸۸۷ م. جراح و دیرین‌شناسی اروپایی به نام اوژن دوبوا[۳۷٤] که در استخدام شرکت هند شرقی هلند بود، پس از گشت‌وگذار فراوان در جاوه و سوماترا، به گردآوری سنگواره‌هایی که در این مناطق وجود داشت، پرداخت. دوبوا تا سال ۱۸۹۱ م. مجموعه‌ای بالغ بر دوازده هزار سنگواره را جمع‌آوری کرده بود. در همین سال، گزارشی در مورد یکی از این بقایا منتشر کرد، که به تکه‌ای استخوان ران و سقف جمجمه‌ای نیم میلیون ساله مربوط می‌شد که دارای ترکیبی از خصوصیات جمجمه‌ی میمون و انسان بود. پیش از دوبوا، زیست‌شناس بزرگ آلمانی ارنست هکل[۳۷۵] در کتاب بزرگ خود، *تاریخ آفرینش*، کشف حلقه‌ی گم‌شده‌ی داروین را پیش‌بینی کرده بود و نام پیتکانتروپوس[۳۷٦] را برای نامیدن آن به‌کار برده بود. نامی که در ریشه‌ی یونانی، «آدم ـ میمون» معنا می‌دهد. دوبوا به احترام خاطره‌ی هکل، نام گونه‌ای را که کشف کرده بود پیتکانتروپوس ارکتوس[۳۷۷] گذاشت و آن را نیای انسان‌های کنونی دانست.

از سوی دیگر، در سال ۱۹۲۱ م. منطقه‌ای غنی از نظر سنگواره در چین کشف شد، که در نزد اهالی محلی به نام تپه‌ی استخوان اژدها شهرت داشت. مردم محلی برای قرن‌ها در این محل کاوش می‌کردند و بقایای سنگواره‌ی به دست آمده را به عنوان استخوان‌های اژدها برای فروش عرضه می‌کردند و معتقد بودند این مواد خاصیت دارویی دارند. یک گروه تحقیقی سوئدی که برای بررسی این منطقه به چین رفته بود، موفق شد در

---

373 Homo erectus
374- Eugene Dubois
375- Ernst Haekel
376 Pithecanthropus
377 *Pithecanthropus erectus*

تپه‌ی مزبور سنگواره‌های فراوانی پیدا کند. تپه‌ی مورد نظر، در نزدیکی دهکده‌ای به نام چوکوتِین قرار دارد، و به همین دلیل هم این تپه به تدریج با این نام شهرت یافت. در طی چند سالی که گروه سوئدی در چین کاوش می‌کرد، مجموعه‌ای ارزشمند از سنگواره‌ها کشف و طبقه‌بندی شد، اما در جریان جنگ جهانی دوم و اشغال چین توسط ژاپن، این مجموعه ناپدید گردید.

در سال ۱۹۲۷ م. پژوهشگری به نام دیویدسون بلَک[۳۷۸] برای از سرگیری کار گروه سوئدی به چوکوتین رفت و موفق به یافتن بقایای گونه‌ای انسان‌مانند باستانی شد. او استخوان‌های یافت‌شده را به یکی از اجداد مستقیم انسان مربوط دانست و نام سینانتروپوس پِکینِنسیس[۳۷۹] را برایش برگزید که یعنی «انسان چینی پکنی».

قدمت این آثار ۵۰۰ ـ۲۵۰ هزار سال بود و به طور مشخص با آنچه دوبوا سال‌ها پیش یافته بود شباهت داشت. این دو نام هم‌چنان باقی بود، تا این‌که در دهه‌ی پنجاه قرن گذشته، متخصص بزرگ رده‌بندی، ارنست مایر[۳۸۰] سنگواره‌های به جا مانده از این دو نمونه را به دقت بررسی کرد و از آنجا که هوادار یک کاسه کردن طبقه‌های مشابه در رده‌بندی[۳۸۱] بود، هر دو را با نام هومو ارکتوس شناسایی کرد. به این ترتیب نام «انسان راست‌قامت» به دایره‌ی اسامی دیرین‌شناسی انسانی وارد شد.

---

[378]- Davidson Black
[379] *Sinanthropus pekinensis*
[380]- Ernst Mayr
3. مایر به اصطلاح Lumpist بود، یعنی از اضافه کردن سطوح غیرلازم در رده‌بندی پرهیز می‌کرد.

نخستین نمونه از این گونه را جان رابینسون[۳۸۲] در سال ۱۹۴۹ م. در آفریقای جنوبی کشف کرد و آن را تِلانتروپوس کاپِنسیس[۳۸۳] نامید. این انسان را متخصصان بعدی با نام انسان کارگر (هومو اِرگاستِر)[۳۸۴] شناسایی کردند.[۳۸۵] بعد از حکم مایر، این نام هم‌چنان تا به امروز برای انسان راست‌قامت بومی آفریقا به‌کار می‌رود. نام این گونه از کلمه‌ی یونانی اِرگاستر (ἐργαστήρ) به معنی کارگر گرفته شده است. این نام را از آن رو برایش برگزیده‌اند که فن‌آوری ابزارسازی به دست این انسان دستخوش تحول شده و به ظهور فرهنگ آشولین[۳۸۶] انجامیده است.[۳۸۷]

تا مدت‌ها تصور می‌شد که انسان ابزارمند و انسان راست‌قامت رابطه‌ی والد و فرزند با هم دارند و یکی پس از دیگری تکامل یافته‌اند. با وجود این، یافته‌های سال ۲۰۰۷ م. نشان می‌دهد که این تصور نادرست بوده و این دو گونه برای مدتی طولانی هم‌زمان با هم می‌زیسته‌اند. از این رو، احتمالاً به دو شاخه‌ی موازی تعلق داشته و دارای جدی مشترک باشند.[۳۸۸]

اگر بخواهیم هومو ارگاستر را به عنوان گونه‌ای جدا در نظر بگیریم، باید آن را به عنوان جد انسان راست‌قامت مورد نظر مایر فرض کرد. این موجود از ۱/۹ میلیون سال پیش در آفریقای شرقی وجود داشته است و گویا نخستین عضو از جنس انسان باشد که به بیرون از قاره‌ی آفریقا مهاجرت کرده است.[۳۸۹] معمولاً نوادگان

---

382 John T. Robinson
383 *Telanthropus capensis*
384 *Homo ergaster*
385 Wood and Collard, 2001: 63–74.
386 Acheulean
387 Beck et al., 1999.
388 Spoor et al, 2007: 688–691.
389 Larick and Ciochon,1996.

مهاجرش را با نام‌های دیگری (انسان گرجی در اروپا و انسان راست‌قامت در آسیا) می‌خوانند. انسان کارگر تا ۱/۳ میلیون سال پیش هم‌چنان زنده و فعال بود و در آفریقا می‌زیست.[۳۹۰] امروز پژوهشگران در این مورد توافق دارند که همین گونه از انسان ــ و نه انسان راست‌قامت ــ بوده که نیای مشترک گونه‌های بعدی (انسان خردمند، نئاندرتال) محسوب می‌شده است.[۳۹۱] ارتباط این گونه با انسان راست‌قامت هم‌چنان موضوع بحث‌های داغ است. برخی اعتقاد دارند که انسان کارگر جد انسان راست‌قامت بوده و جمعیت‌هایی که از آفریقا به آسیا کوچیده‌اند، انسان راست‌قامت را پدید آورده‌اند.[۳۹۲] برخی دیگر اعتقاد دارند که این دو با هم جد مشترک داشته‌اند.[۳۹۳] امروز توافق بیشتر بر سر آن است که انسان کارگر و چند تا از گونه‌های دیگرِ انسانِ معاصرش زیرگونه‌ها یا جمعیت‌های مجزای وابسته به یک گونه‌ی بزرگِ انسان راست‌قامت بوده‌اند. اما، به هر صورت، این دو با هم تفاوت‌هایی داشته‌اند. مثلاً جمجمه‌ی انسان کارگر نازک‌تر و ظریف‌تر از انسان راست‌قامت است و بر خلاف آن حفره‌ی بالای حدقه‌ی چشم[۳۹٤] را ندارد. جمجمه‌ی انسان کارگر نسبت به انسان هایدلبرگ بیشتر به جلو تمایل دارد و استخوان پیشانی پست‌تر و خمیده‌تری دارد. استخوان‌های بدنش نیز نازک‌تر از نوع هایدلبرگ است. تمایز اصلی آن نسبت به گونه‌های قدیمی‌تر آن است که دوشکلی جنسی

390 Hazarika, 2007.
391 Rightmire, 1998.
392 Tattersall and Schwartz, 2000.
393 Spoor et al., 2007: 688–691.
394 supraorbital foramen

در آن به شکل نمایانی کم شده است[۳۹۵]. حجم مغز این گونه به شکل افزایش یافته و از ۹۰۰ـ۷۰۰ میلی‌لیتر در نمونه‌های ابتدایی تا ۱۱۰۰ـ۹۰۰ میلی‌لیتر در انواع جدیدتر متغیر است.[۳۹۶]

انسان ابزارمند را نیای انسان کارگر دانسته‌اند. با وجود این، دوران زندگی این دو گونه دویست تا سیصد هزار سال هم‌پوشانی دارد و بنابراین احتمالاً هردو نیای مشترکی داشته‌اند.[۳۹۷] احتمال دیگر که این روزها هوادار بیشتری دارد، آن است که انسان کارگر خیلی زود در همان ابتدای دوران شکل‌گیری انسان ابزارمند از این شاخه‌ی تکاملی مشتق شده و به صورت گونه‌ای مستقل و رقیب به بقای خود در کنار گونه‌ی والد ادامه داده است. فن‌آوری و ابزارسازی خاص این گونه به نسبت دیر تکامل یافته است. این گونه که در کل به مدت پانصد هزار سال تداوم داشت، احتمالاً در دویست هزار سالِ آخر عمرش فرهنگ آشولین را ابداع کرده است. این به بعد از زمان جدا شدن انسان راست‌قامت و کوچیدن گونه‌ی اخیر به آسیا مربوط می‌شود. چون انسان راست‌قامت آسیایی فاقد فرهنگ آشولین بوده است.

خویشاوند آفریقایی انسان راست‌قامت، یعنی انسان کارگر (هومو ارگاستر)، در حدود ۱/۹ میلیون سال پیش در قاره‌ی سیاه می‌زیسته است. این برش زمانی با دورانی که انسان‌های ابزارمند در آفریقا ساکن بوده‌اند خیلی نزدیک است. با توجه به اختلاف زمانی کمِ بین این دو گونه، دو برداشت متفاوت می‌توان داشت. گروهی معتقدند که انسان ابزارمند نیای انسان راست‌قامت/کارگر بوده و این تفاوت زمانی اندک را با مدل تکاملی تعادل نقطه‌ای توضیح می‌دهند. به این معنا که این تبدیل را ناشی از تغییرات ناگهانی محیط زیست انسان‌های

395 McHenry, 1994.
396 Hazarika, 2007.
397 Urquhart, 2007.

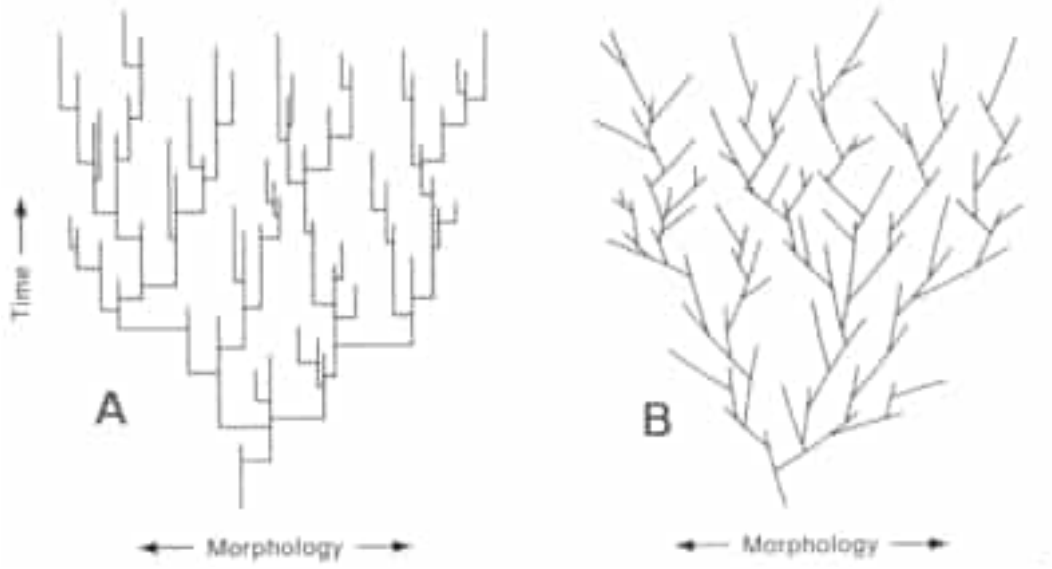
نخستین می‌دانند. در واقع هم، چنین تحولاتی در قالب دوره‌های یخبندان در ۱/۸ـ۱/۷ میلیون سال پیش رخ داده است. این دوره‌های یخبندان، چنان‌که به طور مختصر گفتیم، دست‌کم هشت موج پیاپی از سرمای فراگیر بوده‌اند که غرب اوراسیا، شمال آمریکا و گرینلند را به زیر لایه‌هایی از برف و یخ فرو بردند و زندگی گونه‌های بومی این مناطق را تهدید کردند. پیامد این تغییرات، انقراض بسیاری از گونه‌های قدیمی و پیدایش گونه‌هایی جدید بود. این تغییرات اقلیمی در تکامل انسان هم بسیار اثربخش بود. چرا که مساحت جنگل‌های گرمسیری را کاهش داد و بر وسعت جنگل‌های سردسیری و بیابان‌ها افزود. بنا بر نظر معتقدان به تعادل نقطه‌ای، گوشت‌خواری انسان راست‌قامت و کشف کردن آتش، پاسخ‌هایی تکاملی بودند که در خط‌راهه‌ی تکاملی انسان به وجود آمد تا بتواند با این شرایط دشوار دست و پنجه نرم کند.

تعادل نقطه‌ای[۳۹۸]: نظریه‌ای تکاملی است، که بر خلاف مدل کلاسیک، به انباشته شدن تدریجی تغییرات کوچک در طول زمان معتقد نیست. بر اساس این نظریه، تغییرات تکاملی تغییراتی ناگهانی و فراگیر هستند که پس از مدت درازی ثبات و پایداری رخ می‌دهند. در نظریه‌ی کلاسیک تکاملی که ابتدا توسط داروین پیشنهاد شد، چنین فرض شده بود که جهش‌های تصادفی به تدریج در جمعیت‌های رقیب انباشته می‌شوند و به تدریج باعث انقراض یک گونه و باقی ماندن گونه‌ی جدیدی که سازگارتر هم هست، می‌شوند. در نگرش کلاسیک، تغییرات تکاملی، ملایم، تدریجی، همیشگی و پیوسته هستند. اما در مدل تعادل نقطه‌ای، بر ناپایداری ذاتی سیستم‌های پیچیده‌ای مانند جمعیت‌های جانوری و رفتارهای آشوبناک آن‌ها تأکید می‌شود. در این مدل بخش عمده‌ی جهش‌های تصادفی ژنوم، خصلتی میرا و غیرمؤثر دارند و به تغییرات تدریجی سیستم منتهی نمی‌شوند.

398- Punctuated equilibrium

آنچه پیدایش گونه‌ای جدید را ممکن می‌سازد، تغییر ناگهانی در الگوی ژنومی غالب است، که خود پیامد تغییرات ناگهانی در شرایط محیطی می‌باشد. امروز نظریه‌ی تعادل نقطه‌ای به عنوان بیانی دقیق‌تر و قانع‌کننده‌تر از مدل کلاسیک شهرت یافته است. نظریه‌ی تعادل نقطه‌ای تحولاتی ناگهانی، کوتاه‌مدت، گسسته و بزرگ را در سیستم‌های تکاملی پیش‌بینی می‌کند.

دومین تفسیر از نزدیکی زمانی این دو گونه، به دیدگاه کسانی مربوط می‌شود که این دو گونه از انسان را پسر عمو، و نه پدر و پسر، می‌دانند. بر مبنای این دیدگاه، انسان راست‌قامت در مقطعی هم‌زمان با انسان ابزارمند زندگی می‌کرده و جمعیت‌های هر دو با وجود داشتن نیای مشترک به صورت دو خط موازی درآمده بودند و در بین خود تبادل ژنوم نداشته‌اند. بر مبنای این مدل توانایی‌های برتر انسان راست‌قامت در به‌کارگیری آتش و شکار، در نهایت باعث برنده شدنش در رقابت بر سر منابع شده و انسان ابزارمند را از دور خارج کرد.



دو الگوی متفاوت برای پیکربندی تکامل گونه‌ها: در مدل تعادل نقطه‌ای (A) گونه‌زایی و دگرگونی سریع و ناگهانی با وقفه‌های بینابین‌اش پیش‌بینی می‌شود، در حالی که در مدل کلاسیک (B) تغییر در سطح صفت‌ها بروز می‌کند و به تدریج انباشته می‌شود (تکامل فیلتیک).

احتمالاً بزرگ‌ترین دستاورد انسان کارگر این بوده که توانسته صنعتی را در ارتباط با آتش ابداع کند. فن‌آوری او، به احتمال، به روشن نگهداشتن آتش و منتقل کردنش محدود می‌شده، هرچند نشانه‌هایی در دست است که انگار روش برافروختن آتش را نیز می‌دانسته است.[۳۹۹] به هر صورت، تمام گونه‌های مشتق از او از جمله انسان راست‌قامت فن‌آوری تولید آتش را دارا بوده‌اند.

برای مدت‌ها فرض بر آن بود که انسان کارگر توانایی تولید صداهای متنوع را نداشته و فاقد هر شکلی از زبان بوده است. این فرض از آنجا ناشی شده بود که استخوان‌های ستون فقرات کودک تورکانا باریک‌تر از مهره‌های انسان امروزین بود و نشان می‌داد که دارنده‌اش توانایی کنترل عضلات تنفسی را برای تولید صدا نداشته است. با وجود این، در نمونه‌هایی از انسان کارگر که به سیصد هزار سال بعد از سنگواره‌ی تورکانا مربوط می‌شوند، ستون مهره‌هایی می‌بینیم که کاملاً با انسان امروزین شباهت دارند و به توانایی مشابهی برای کنترل تنفس دلالت می‌کنند.[۴۰۰] در ضمن، این نظریه هم وجود دارد که پسربچه‌ی تورکانا به دلیل یک بیماری از مهره‌هایی باریک‌تر و ضعیف‌تر از سایر اعضای گونه‌اش برخوردار بوده است.[۴۰۱] روی هم رفته چنین می‌نماید که انسان کارگر نخستین نمونه‌ای از نیاکان ما بوده که توانایی تولید طیفی وسیع از صداها را داشته است. هرچند دامنه‌ی واج‌بندی زبانش و توانایی تولید آرایه‌های پیچیده بی‌شک از انسان کنونی کمتر بوده است و نمی‌توان زبان او را گشتاری/ زایشی دانست[۴۰۲] اما به احتمال زیاد از نشانه‌های زبانی شامپانزه‌ها

---

399 Goren-Inbar et al., 2004: 725–727.
400 Bower, 2006: 275.
401 Wong, 2003.
402 Shreeve, 1995.

پیشرفته‌تر بوده است.[۴۰۳] با وجود این، در مغز انسان راست‌قامت ناحیه‌ی بروکا وجود داشته و بنابراین می‌توان پذیرفت که این انسان قادر به تولید توالی‌های پیچیده‌ای از واج‌ها بوده است.[۴۰۴]

نامدارترین خویشاوند انسان کارگر، انسان راست‌قامت است که در فاصله‌ی ۱/۸ـ۱/۳ میلیون سال پیش در قلمرو خاوری (چین، جاوه و هندوچین) می‌زیسته است.[۴۰۵] حجم مغز آن در نمونه‌های ابتدایی ۸۵۰ و در نمونه‌های متأخرتر ۱۱۰۰ میلی‌لیتر بوده است. دوشکلی جنسی آن کمی از انسان امروزین بیشتر بوده، به طوری که نرهای آن ۲۵ درصد از مادینه‌ها سنگین‌تر بوده‌اند. این انسان نسبت به قدش از انسان امروزین تنومندتر بوده، اما چهره و دندان‌هایی ظریف‌تر از انسان ابزارمند داشته است. فن‌آوری ابزارسازی آن از انسان‌های پیشین پیچیده‌تر بوده، اما هم‌چنان در حد ساخت تبر سنگی و افروختن آتش باقی مانده است. با وجود این، برخی اعتقاد دارند انسان راست‌قامت کهن‌ترین نیای انسان بوده که از کلک و قایق برای سفر بر روی آب بهره می‌برده است.[۴۰۶]

انسان راست‌قامت نخستین نیای آدمیان بود که در دسته‌های خانوادگی گسترده‌ای شبیه به قبیله‌های گردآورنده و شکارچی زندگی کرد.[۴۰۷] برخی از دانشمندان آن را به عنوان شاخه‌ای مهاجر از انسان کارگر در نظر می‌گیرند و برخی دیگر آن را هم‌چون گونه‌ای مستقل و متمایز از نیای آفریقایی‌اش در نظر می‌گیرند.[۴۰۸] ناگفته نماند که نظریه‌ی دیگری هم وجود دارد که معتقد است انسان راست‌قامت گونه‌ی اجدادی است و در

---

403 Ruhlen, 1994.
404 Leakey, 1992: 257–258.
405 Haviland et al., 2007: 162.
406 Gibbons, 1998: 1635–1637.
407 Boehm, 1999.
408 Klein, 1999.

اصل در منطقه‌ی پهناوری میان چین و ایران‌زمین تکامل یافته و بعدتر گروهی از آن به آفریقا کوچ کرده و گونه‌ی انسان کارگر را برساخته‌اند. این دیدگاه با این شاهد پشتیبانی می‌شود که بقایای یافت شده از ابزارهای انسان راست‌قامت در منطقه‌ی دمانیسی[۴۰۹] گرجستان ۱/۸۵ـ۱/۷۳ میلیون سال قدمت دارند که کمی قدیمی‌تر از کهن‌ترین آثار یافت‌شده از انسان کارگر در آفریقاست. با وجود این، هم‌چنان بیشتر پژوهشگران خاستگاه آفریقایی انسان راست‌قامت را می‌پذیرند.[۴۱۰]

سنگواره‌ی کهنی که در گرجستان یافت شد، امروز گاه با نام انسان گرجی[۴۱۱] خوانده می‌شود. این نمونه به موجودی تعلق داشته که حد واسط انسان راست‌قامت و انسان ابزارمند بوده است.[۴۱۲] حجم مغز این انسان ۶۰۰ میلی‌لیتر بوده و این ابتدایی‌ترین جمجمه‌ی هومینید است که خارج از آفریقا یافت شده است. دوشکلی جنسی این گونه نیز از سایر گونه‌های انسان بیشتر بوده و شباهتی به میمون‌های جنوبی داشته است.[۴۱۳]

حتی امروز هم مهم‌ترین خزانه‌ی اطلاعاتی ما در مورد انسان راست‌قامت همان تپه‌ی چوکوتین در نزدیکی پکن است. پس از سال ۱۹۴۹ م. محققان چینی خود به کاوش در این منطقه پرداختند و در جریان پژوهش‌هایی پردامنه، نشان دادند که انبوهی از سنگواره‌های انسان راست‌قامت در این جایگاه باقی مانده‌اند. در حال حاضر، در حدود بیست اسکلت کامل و بیش از بیست هزار ابزار سنگی مربوط به این منطقه شناسایی، تحلیل و طبقه‌بندی شده‌اند. نخستین نشانه‌های استفاده از آتش هم در چوکوتین یافت شده‌اند.

---

409 Dmanisi
410 Tattersall and Schwartz, 2001.
411 *Homo georgicus*
412 Vekua et al., 2002: 85–9.
413 Lordkipanidze et al., 2007: 305–310.

یافته‌های چوکوتین گاه به نظریه‌های بحث‌برانگیز و چالش‌برانگیزی منتهی شده‌اند. یکی از نخستین موارد از این دست، به رژیم غذایی انسان راست‌قامت مربوط می‌شود. در این منطقه استخوان‌های سوخته‌ی جانوران ــ و حتی انسان ــ به فراوانی یافت می‌شود، و به این ترتیب، در گوشت‌خوار بودن این انسان تردیدی وجود ندارد. حضور استخوان‌های انسان در این میان، به همراهِ این حقیقت که کف بیشتر جمجمه‌های انسانی یافت‌شده سوراخ بوده‌اند، برای مدت‌ها به عنوان مدرکی دال بر هم‌نوع‌خواری[٤١٤] انسان راست‌قامت به شمار می‌رفته است. بر طبق این نظریه، انسان‌های ساکن چوکوتین برای خوردن مغز انسان‌های دیگر، جمجمه‌های‌شان را سوراخ می‌کرده‌اند و بخش‌های مختلف بدن آدمیان دیگر را روی آتش می‌پخته و می‌خورده‌اند. با وجود رواج نگرشِ انسانِ آدم‌خوار، امروز تمایل بیشتری در راستای بازبینی و تفسیر دوباره‌ی این شواهد وجود دارد. تحلیل‌های جدیدتر نشان داده که سوراخ شدن جمجمه‌ها دلایلی طبیعی داشته و از ظریف‌تر بودن استخوان کف سر ناشی می‌شده است. برداشت‌های متفاوت دیگری هم از استخوان‌های سوخته انجام شده که تردیدهایی را درباره‌ی فرضیه‌ی هم‌نوع‌خواری انسان پکن برمی‌انگیزد.

انسان راست‌قامت شباهت بیشتری به انسان کنونی داشته است. قد او از انسان ابزارمند بلندتر بوده و طول پاهایش هم بیشتر بوده است. حجم مغز او به ۱۱۰۰ـ۹۰۰ میلی‌لیتر می‌رسیده، دندان‌هایی ظریف‌تر از انسان ابزارمند داشته و بر خلاف او فاقد دندان عقل بوده است. استخوان‌های او از انسان کنونی درشت‌تر و قطورتر است و بخش قشری آن عمق و استحکام بیشتری دارد. به این ترتیب، می‌توان حدس زد که این موجود از انسان امروزین تنومندتر و عضلانی‌تر بوده است.

414- Canibalsm

در مورد شیوه‌ی زندگی انسان راست‌قامت شواهد بسیاری وجود دارد. آثار زیادی از شکارهای این موجود یافت شده است که نوعی خصلت درندگی و خشونت را نشان می‌دهد. در نزدیکی دریاچه‌ی اولورگسایلی در نزدیکی نایروبی در کنیا، منطقه‌ای کاوش شده است که یکی از صحنه‌های فعالیت این نوع انسان‌ها را در برابر چشمان ما آشکار می‌کند. در این منطقه، آثاری مربوط به چهارصد هزار سال پیش یافت شده‌اند. در منطقه‌ی کوچکی از این بخش، که تنها ۱۳ در ۲۲ مترمربع وسعت دارد، فسیل چهارصد بابون بزرگ و قوی‌هیکل یافت شده است که همگی توسط تبرهای سنگی کشته شده‌اند. در همین منطقه چیزی حدود ده هزار تبر سنگی کشف شده که نشانگر تداوم حضور اردوگاه‌های انسانی در طول زمان بوده است. اما دلیل کشتار این همه بابون، که با توجه به ابعاد اسکلت‌های‌شان باید جثه‌ای نزدیک به یک گوریل تنومند می‌داشته‌اند، هنوز مشخص نیست.

تورولیا و آمبرونا[۴۱۵] دو سکونت‌گاه دیگر انسان راست‌قامت هستند که در مرکز اسپانیا قرار دارند. بقایای شکارهایی که در این منطقه یافت شده است، سیصد هزار سال پیشینه دارند و پنجاه اسکلت فیل، کرگدن و اسب را شامل می‌شوند. گویا این حیوانات در اثر گیر افتادن در تله‌ای مصنوعی یا طبیعی کشتار شده باشند. در هر صورت، چنین به نظر می‌رسد که انسان راست‌قامت علاوه بر خونریزی و خشونت، از توانایی فکری لازم برای سازماندهی یک حمله‌ی موفق به حیواناتی بزرگ‌تر از خویش هم برخوردار بوده باشد.

با وجود رایج بودن نظریه‌ی انسان راست‌قامت شکارچی، و مسلم بودن ارتباط فن‌آوری این موجود با رفتارهای خشونت‌آمیز، هنوز در مورد نقش معیشتی شکار کردن در جوامع انسان راست‌قامت تردید وجود

415- Torrolba and Ambrona

دارد. در دهه‌ی هفتاد قرن گذشته، گلین ایساک[٤١٦] و لویس بینفورد استخوان‌های یافت‌شده در چند اردوگاه فصلی انسان‌های راست‌قامت را با دقت مورد بررسی قرار دادند و آن‌ها را با استخوان‌های یافت‌شده در لانه‌های کفتارها مقایسه کردند. نتیجه‌ی تحقیقات آن‌ها این بود که صاحبان بخش مهمی از استخوان‌ها توسط انسان کشته نشده بودند و فقط لاشه‌شان مورد استفاده قرار گرفته بوده است. به بیان دیگر، شواهد به دست آمده توسط گلین و بینفورد نشان می‌دهند که انسان راست‌قامت بیش از آن‌که شکارچی باشد، لاشه‌خوار بوده است و به دنبال لاشه‌ی جانورانی که توسط شکارچیان دیگر کشته می‌شدند، می‌گشته و آن‌ها را از چنگ شکارچیان اصلی‌شان می‌ربوده و پس از حمل آن به اردوگاه با ابزارهای سنگی بدن‌شان را تکه‌تکه می‌کرده و مورد استفاده قرار می‌داده است.[٤١٧] بر مبنای نظریه‌ی این دانشمندان، رفتار شکارگری در اثر جهشی جدیدتر ــ و بر مبنای دیدگاه تعادل نقطه‌ای ــ به صورتی ناگهانی در حدود ۱۰۰ـ ۳۵ هزار سال پیش تکامل یافته است.[٤١٨]

آثار توانایی فکری انسان راست‌قامت، در ابزارهایی که ساخته‌اند متبلور شده است. فرهنگ خاص انسان‌های راست‌قامت، به نام آشولیَن شهرت دارد. این نام از منطقه‌ای به نام سنت آشول[٤١٩] در نزدیکی رود سُم[٤٢٠] در فرانسه گرفته شده است که یکی از مراکز مهم فسیل‌های انسان راست‌قامت است. ویژگی برجسته‌ی فرهنگ آشولین، تبرهای سنگی بزرگ و کارآمدی است که به دقت تراشیده شده و پیشرفت فنی نمایانی را نسبت به

416- Glynn lsaac
417 Blumenschine, 1992.
418 Shipman,1986.
419- St.Acheul
420- Somme

فرهنگ اولدوون نشان می‌دهد. دو فرهنگ آشولین و اولدوون برای زمانی نزدیک به نیم میلیون سال به طور موازی در بخش‌های گوناگون دنیای قدیم به بقای خود ادامه دادند. فرهنگ اولدوون که تا یک میلیون سال پیش در آفریقا باقی بود، در نهایت، دگرگونی کمی یافت و پیش از منقرض شدن تا شرق آسیا هم گسترش یافت. از سوی دیگر، فرهنگ آشولین در اروپا و آسیای غربی (قلمرو میانی) رواج یافت و پس از انقراض انسان‌های ابزارمند رقیب یکه‌تاز میدان شد.

در مورد این دو شاخه‌ی موازی ابزارسازی دو نظریه وجود دارد. گروهی شاخه‌ی آسیایی تمدن اولدوون را، به دلیل شباهت‌هایی که با نیای آفریقایی‌اش دارد، ابتدایی و ساده می‌دانند و تمدن شاخه‌ی غربی را اصولاً پیشرفته‌تر از اولدوون متأخر در نظر می‌گیرند. در مقابل، گروهی دیگر معتقدند که ساکنان آسیای شرقی ابزارهای دیگری را با نی خیزران که بومی آن منطقه است می‌ساخته‌اند. بر اساس این دیدگاه، کارکردهای منسوب به تبر سنگی در آسیای شرقی با ابزارهای نئین و چوبی انجام می‌شده، و فسادپذیری ماده‌ی اولیه‌ی این ابزارها علت اصلی باقی نماندن‌شان است.

فرهنگ آشولین به سه دوره تقسیم می‌شود. نخست دوره‌ی آبه‌ویلَین[۴۲۱] که به حدود ۱/۳ـ۱/۲ میلیون سال پیش مربوط می‌شود. این فرهنگ به آفریقا منحصر بوده و مشخصه‌ی آن تبرهای سنگی زمختی است که لبه‌هایش تعداد کمی برش می‌خورده و بخشی از انتهای آن ناتراشیده باقی مانده و به صورت دستگیره‌ای گِرد عمل می‌کرده است. این فرهنگ به سبک اولدوون بسیار شباهت دارد و برخی این دو را یکی می‌گیرند.

421- Abbevillian

ابزارهای سنگی آفریقا در دو سوی مرزی شش‌صد هزار ساله با هم تفاوت چشمگیری دارند و معلوم است که در این تاریخ چرخشی در فرهنگ ساکنان این قاره رخ داده است.

دوره‌ی دوم با نام شِلیَن[۴۲۲] مشهور است و به حدود هفت‌صد هزار سال پیش مربوط می‌شود. آثار مربوط به این دوره در آسیا و آفریقا یافت می‌شوند. ابزارسازانِ فرهنگ شلین تبرهای سنگی محکمی را با سطح کاملاً تراش خورده می‌ساخته‌اند. در انتهای این تبرها دسته‌ای وجود داشته که آن هم تراشیده می‌شده است. تعداد برش‌های موجود بر سنگ‌های این دوره بسیار افزایش یافته‌اند.

دوره‌ی سوم، لِوَلوازیَن[۴۲۳] نام دارد. این دوره تا دویست هزار سال پیش ادامه می‌یابد و آثار مربوط بدان در آسیا و اروپا یافت شده‌اند. این سبک در عمل به فرهنگ موستِرین می‌پیوندد. با وجود این، در اروپا کاوش‌های بیشتری انجام گرفته و نامگذاری‌ها هم چنان‌که می‌بینید بیشتر به کاوش‌گاه‌های فرانسه مربوط می‌شود. در این دوره تراشیدن تبرهای سنگی با ظرافت بیشتر انجام می‌گرفته و برای نخستین بار حلقه‌های تو در تویی در لبه‌های سنگ‌ها تراشیده می‌شده است. مهم‌ترین آثار به‌جا مانده از این دوره، چاقوها و تیغه‌هایی با انتهایی گرد و نوکِ تیز را شامل می‌شود.

422- Chellean
423- Levaloisian

نمونه‌های ابزار سنگی فرهنگ آشولین (راست) و یک تیغه‌ی دولبه از منطقه‌ی سنت آشول (چپ)

ابزارهای آشولین همواره در نزدیکی معادن سنگ ساخته و به‌کار گرفته می‌شده‌اند. چنین می‌نماید که تراشیدن تبرهای سنگی در میان قبایل گوناگون کارکردی فرهنگی داشته و از استفاده‌ی فیزیکی محض فراتر می‌رفته است.[٤٢٤] حتی برخی از پژوهشگران احتمال می‌دهند که مهارت تراشیدن این ابزارها در انتخاب جنسی انسان راست‌قامت مؤثر بوده باشد.[٤٢٥]

[424] Gamble, 1997: 105–9.
[425] Kohn and Mithen, 1999: 518–26.

ویژگی مشترک تمام این فرهنگ‌ها، پایداری و تغییرات بسیار کم آن‌ها در زمان بسیار طولانی حضورشان بر پهنه‌ی زمین است. با وجود نام‌های متفاوتی که به دوره‌های گوناگون فرهنگ آشولین داده شده، در طی دوران طولانی تداوم این فرهنگ تغییرات اندکی در فن‌آوری و شکل ابزارهای تولید شده پدید آمده است.

با وجود پایداری ابزارها و پیشرفت کُند صنعت دستی در این دوره، باید به یاد داشت که ساختن ابزاری سنگی، مانند تیغه‌ای برنده، به تجسم و تخیل زیادی نیاز دارد. موجود سازنده‌ی چنین ابزاری می‌بایست توانایی تجسم شکل نهایی ابزار و قدرت برنامه‌ریزی و اجرای نقشه‌ای به نسبت پیچیده برای ساختنش را داشته باشد. برخی از پژوهشگران، گذار از فرهنگ شلین به لولوازین را با نوعی تغییر حالت شناختی[٤٢٦] در انسان‌های راست‌قامت اولیه مربوط دانسته‌اند[٤٢٧]، اما نباید این نکته را از نظر دور داشت که در نهایت تمام ابزارهایی که در انتهای عصر پارینه‌سنگی میانی ساخته می‌شدند به شکلی ساده‌تر و محدودتر در ابتدای این دوره هم وجود داشته‌اند، و بنابراین در این دوران پذیرش جهش فرهنگی بزرگی که لایق نام تغییر حالت شناختی باشد خوش‌بینانه می‌نماید.

انسان راست‌قامت، به نسبت سایر جنس‌های انسانی، از عمری دراز بهره‌مند شد. این انسان نزدیک به ۱/۲ میلیون سال بر زمین زیست و در این فاصله با وجود تغییر نکردن ابعاد جثه و وزن بدنش، بر وزن مغزش بسیار افزوده شد. انسان‌های راست‌قامت اولیه مغزی با گنجایش نه‌صد میلی‌لیتر داشتند، و این مقدار برای آخرین نمونه‌ها تا هزار و صد میلی‌لیتر افزایش یافته بود. جدیدترین سنگواره‌های انسان راست‌قامت در منطقه‌ی دالی در چین یافته شده‌اند و به حدود دویست‌هزار سال پیش تعلق دارند. این گونه از انسان‌ها، در

426- Cognitive Phase transition

427 Brooks, 1988.

همین برش زمانی به طور ناگهانی منقرض شدند و جای خود را به نیاکان نزدیک‌تر ما دادند. جمعیت آن‌ها به هنگام انقراض، در حدود یک میلیون نفر تخمین زده می‌شود.[۴۲۸] انسان راست‌قامت، در نهایت، به چند گونه‌ی دیگر دگردیسی یافت که برخی از آن‌ها تا زمانی نزدیک به ما در مناطق دورافتاده می‌زیسته‌اند.

دیرپاترین شاخه از انسان راست‌قامت، به گونه‌ای تعلق دارد که در سال ۲۰۰۳ م. در جزیره‌ی فلورس در اندونزی کشف شد و انسان فلورِسی[۴۲۹] نام گرفت. این گونه را به خاطر شباهتش به نژادی در داستان ارباب حلقه‌ها هابیت[۴۳۰] نیز می‌نامند. در غاری در این جزیره بقایای اسکلت نُه نفر کشف شد که به ویژه جمجمه‌ی کامل یکی از آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار بود.[۴۳۱] نکته‌ی تکان‌دهنده در مورد این اسکلت‌ها آن بود که صاحبان‌شان تا دوازده هزار سال پیش در کنار نمونه‌های انسان خردمند در این منطقه زندگی می‌کرده‌اند.[۴۳۲] در غار یادشده لایه‌هایی بر هم انباشته از ابزارهای سنگی یافت شد که در فاصله‌ی ۹۴ تا ۱۳ هزار سال پیش ساخته شده بوده‌اند. از این رو، انسان فلورسی شاخه‌ای از انسان راست‌قامت بوده که تقریباً برای کل عمر انسان خردمند به طور هم‌زمان بر زمین می‌زیسته است.

---

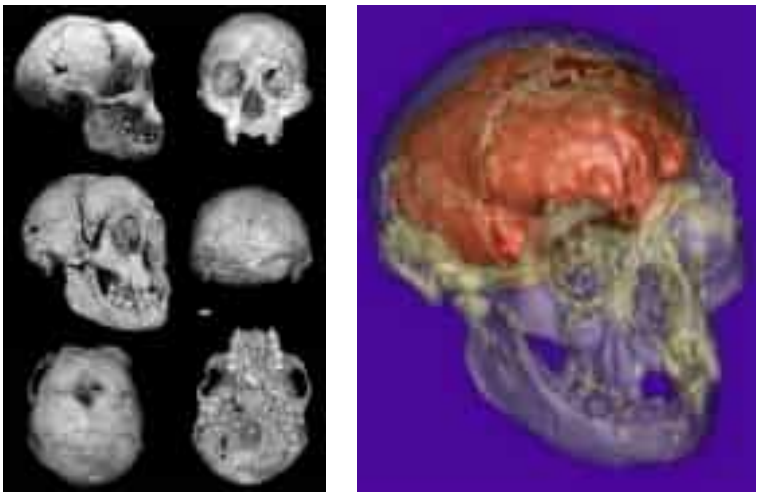
428 Wood, 1992.

429 *Homo floresiensis*

430 hobbit

431 Brown et al., 2004: 1055–1061.

432 Morwood et al., 2004: 1087–1091.



جمجمه‌ی انسان فلورسی و مدل‌سازی مغز آن

کشف این استخوان‌ها بحث‌هایی را در میان انسان‌شناسان برانگیخت. از سویی، کاشفان آن ادعا کردند که جنسی نو از نیاکان انسان را کشف کرده‌اند و آن را سوندانتروپوس فلورِسیانوس[٤٣٣] نامیدند. اما بررسی‌های بیشتر نشان داد که بی‌شک این موجود به جنس انسان (هومو) تعلق داشته است.[٤٣٤] حتی انسان‌شناسی اندونزیایی به نام توکو یعقوب[٤٣٥] ادعا کرد که استخوان‌ها به انسان خردمند امروزین تعلق دارد و جمجمه‌ی یافت‌شده را به انسانی مربوط دانست که دچار بیماری میکروسفالی بوده است.[٤٣٦] اما پژوهش‌های انجام شده بر جمجمه‌ی مورد بحث نشان داد که این برداشت نادرست بوده و صاحب این جمجمه یک انسان کامل و

433 *Sundanthropus floresianus*
434 Aiello, 2010: 167–179.
435 Teuku Jacob
436 Jacob et al., 2006.

سالم از گونه‌ای متفاوت بوده است.[۴۳۷] دانشمند دیگری با بازسازی سه بعدی جمجمه‌ی یافت‌شده نشان داد که این الگوی ریختی با هرآنچه در انسان خردمند یا نئاندرتال می‌شناسیم متفاوت است و تنها به انسان راست‌قامت شباهت دارد.[۴۳۸]

بعد از آن هم بحث و درگیری در این مورد تا چند سال ادامه داشت. چنان‌که دانشمندی به نام مارتین از ادعای یعقوب دفاع کرد[۴۳۹] و کاشف این استخوان‌ها یعنی مارووود آن را نادرست دانست.[۴۴۰] بعدتر این پیشنهاد طرح شد که نمونه‌های یافت‌شده به جمعیتی از انسان خردمند تعلق داشته‌اند که به طور آندمیک دچار نقص کارکرد تیروئید بوده‌اند و به این دلیل به این شکل درآمده‌اند.[۴۴۱]

مقایسه‌ی جمجمه‌ی انسان فلورسی (راست) با جمجمه‌ی انسان راست قامت (چپ)

[437] Falk et al., 2005: 242–5; Falk et al., 2007: 2513–8..
[438] Lyras et al., 2008: 33.
[439] Martin et al., 2006: 999.
[440] Falk et al., 2006: 999c.
[441] Obendorf et al., 2008: 1287–1296.

به نظرم قانع‌کننده‌ترین استدلال در این میان به مقاله‌ای مربوط می‌شود که در سال ۲۰۰۷ م. منتشر شد و با بررسی استخوان‌های مچ دست یافت‌شده و تحلیل شباهت‌های آن با استخوان‌های شامپانزه نشان داده بود که صاحب آن شباهت‌هایی به میمون جنوبی داشته است.[۴۴۲] پژوهش مشابهی که درباره‌ی مفصل شانه و بازو و پای انسان فلورسی انجام شده بود به نتیجه‌ی مشابهی انجامید.[۴۴۳] یک تحلیل گسترده‌تر کلادیستیک که در ۲۰۰۹ م. انجام شد نیز نشان داد که بر اساس کل داده‌های موجود درباره‌ی ابعاد استخوان‌ها و اندام‌ها، انسان فلورسی به گونه‌ای متفاوت از انسان خردمند تعلق داشته است[۴۴۴]. از این رو امروز توافق عمومی بر آن است که این اسکلت‌ها به گونه‌ای نو، نزدیک به انسان راست‌قامت تعلق داشته‌اند.

انسان فلورسی نزدیک به یک متر قد و حدود ۲۵ کیلوگرم وزن داشته و از این رو، کوچک‌ترین و سبک‌ترین عضوِ خانواده‌ی هومینیده محسوب می‌شود.[۴۴۵] علت کوچکی اندازه‌ی بدن این گونه، احتمالاً محدود بودنِ منابع غذایی در جزیره‌ی فلورس بوده است. این الگو در مورد شاخه‌های دیگر تکاملی نیز دیده می‌شود. یعنی گونه‌هایی از جانوران خونگرم که در جزیره‌ها تکامل می‌یابند برای سازگاری با منابع محدود اطراف‌شان و در غیاب شکارچی طبیعی به تدریج اندازه‌ای کوچک‌تر پیدا می‌کنند. این را کوتولگی جزیره‌ای[۴۴۶] می‌نامند. به

---

442 Tocheri et al., 2007: 1743–5.
443 Larson *et al.,* 2007: 718–31.
444 Jungers et al., 2008: 538–54; Argue et al., 2009: 623–639..
445 به عنوان مقایسه بد نیست بدانیم شامپانزه‌های امروزین که کوچک‌ترین عضو زنده‌ی هومینیده هستند چهل تا شصت و پنج کیلوگرم وزن دارند.
446 insular dwarfism

احتمال زیاد انسان فلورسی شاخه‌ای از انسان راست‌قامت بوده که به جزیره‌ی فلورس وارد شده و به تدریج در این اقلیم به سوی ابعادی کوچک‌تر پیش رفته و به گونه‌ای نو تبدیل شده است.[٤٤٧]

برخی از ویژگی‌های دیگر انسان فلورسی نیز شایان ذکر است. پای این موجود استخوان‌های کلفتی داشته، نسبت به ابعاد تن بلند و دراز بوده، و به کف پایی بسیار تخت ختم می‌شده است. انگشت شست پای او هم بسیار کوچک بوده و روی هم رفته از استخوان‌بندی پاها و لگنش برمی‌آید که نمی‌توانسته با سرعت زیادی راه برود.[٤٤٨]

انسان فلورسی، علاوه بر این موارد، به خاطر حجم اندکِ مغزش هم اهمیت دارد. گنجایش جمجمه‌ی این گونه تنها ٤٠٠ـ٣٨٠ میلی‌لیتر بوده و به این ترتیب اندازه‌ی مغز او به اندازه‌ی کم‌مغزترینِ شامپانزه‌ها و میمون‌های جنوبی بوده است.[٤٤٩] کوچکی مغز وی به ویژه وقتی نمود می‌یابد که آن را با مغزِ نیای مستقیمش، انسان راست‌قامت (١٠٠٠ـ٩٠٠ میلی‌لیتر)، مقایسه کنیم. اگر نسبت وزن مغز به بدن را در این گونه بسنجیم، آن را چیزی میان انسان راست‌قامت و شامپانزه خواهیم یافت.[٤٥٠] این چروکیده شدن مغز را در سایر گونه‌های جزیره‌نشین نیز می‌بینیم و می‌توان آن را به کوتولگی جزیره‌نشینان مربوط دانست. یعنی چنین می‌نماید که هنگام کم شدن ابعاد بدن در مسیر تکاملی جزیره‌نشینان، حجم مغز با شتابی بیش از وزن بدن کاهش می‌یابد. چنان‌که الگوی مشابهی را در مورد اسب آبیِ کوتوله‌ی ماداگاسکاری نیز کشف کرده‌اند.[٤٥١] با وجود این

---

447 Brown et al., 2004: 1055–1061.
448 Jungers *et al.,* 2008.
449 Falk et al., 2005: 242–5.
450 Falk et al, 2006: 999c.
451 Weston and Lister, 2009: 85–8.

مهم‌ترین شاخص هوشمندی در نخستی‌ها، اندازه‌ی ناحیه‌ی برودمن ۱۰[۴۵۲] در مغز است که به پردازش‌های عالی شناختی و تصمیم‌گیری مربوط می‌شود. این منطقه، که با قشر مخ در ناحیه‌ی پیش‌پیشانی[۴۵۳] برابر است، در انسان فلورسی اندازه‌ای همسان با انسان کنونی داشته و این با توجه به ابعاد اندک مغزش بسیار شگفت‌انگیز است. به دلیل همین توانایی عصبی بوده که فن ابزارسازی در این انسان بسیار پیشرفته بوده است. این انسان بی‌شک روش افروختن آتش را می‌دانسته است. ابزارهای به دست آمده از غار یادشده به صنعت دوران پارینه‌سنگی زبرین مربوط می‌شود که با آثار به‌جا مانده از انسان خردمند از این دوره قابل مقایسه است. هم‌چنین شکار فیل‌های استگودون بی‌شک به سازماندهی گروهی و برنامه‌ریزی سنجیده نیاز داشته است.[۴۵۴] کاشفان این گونه اعتقاد دارند که انسان فلورسی در حدود صد هزار سال پیش با نشستن بر کلک و قایق‌هایی ساخته شده از نی بامبو به این جزیره کوچ کرده است. بر مبنای همین پیش‌فرض، ایشان اعتقاد دارند که شکلی از زبان نیز در این موجودات وجود داشته است.

این انسان ابزارهایی به نسبت پیچیده درست می‌کرده است. در غارِ محل زندگی‌اش استخوان‌های زیادی از گونه‌ای باستانی و منقرض شده از فیل‌های استگودون[۴۵۵] یافت شده که احتمالاً توسط وی شکار می‌شده است.[۴۵۶] انسان‌های خردمند، تازه در حدود چهل و پنج هزار سال پیش به این جزیره رسیدند و این دو گونه بیش از سی هزار سال در کنار هم زندگی می‌کرده‌اند. انسان فلورسی دست‌کم تا دوازده هزار سال پیش زنده

---

452 Brodmann's area 10
453 prefrontal cortex
454 Morwood *et al.,* 2005.
455 *Stegodon*
456 Morwood et al., 2005: 1012–1017.

و فعال بود و این بدان معناست که وی دیرپاترین گونه‌ی خویشاوند انسان خردمند بوده که بر زمین زیسته است. علت انقراض آن، احتمالاً فعالیت آتشفشان جزیره‌ی فلورس در حدود دوازده هزار سال پیش بوده که در ضمن به انقراض فیل‌های استگودون نیز منجر شده است.[۴۵۷]

برخی از پژوهشگران بر این باورند که جمعیت‌هایی از این انسان تا دیرزمانی بعد از این ماجرا هم زنده مانده‌اند. قبیله‌ی اِبو گوگو[۴۵۸] که بومی این جزیره محسوب می‌شوند داستان‌هایی درباره‌ی آدم‌های پشمالوی کوتوله‌ای به نام ناگِه دارند که در غارها زندگی می‌کرده‌اند و زبانی نامفهوم داشته‌اند. بعید نیست این داستان‌ها به بقایای جمعیت انسان فلورسی مربوط بوده باشد.[۴۵۹] حتی گزارش‌هایی در دست است که مردم بومی تا ده سال پیش از کشف این سنگواره‌ها مردم ابو گوگو را در جزیره دیده بوده‌اند.[۴۶۰] در سوماترا نیز گزارش‌هایی از برخورد با نوعی انسان‌ریختِ کوتوله‌ی ۱/۵ـ۱ متری در دست است که مردم محلی آن را اورانگ پِنداک (یعنی آدم کوچولو) می‌نامند. کسانی که این گزارش‌ها را جدی می‌گیرند، بر این باورند که نمونه‌هایی از نوادگان انسان فلورسی هنوز در گوشه و کنار این منطقه باقی مانده‌اند.

چ) انسان خردمند باستانی[۴۶۱]

---

457 Morwood *et al.,* 2004.
458 *Ebu Gogo*
459 Forth, 2005: 13–17.
460 Sereno, 2005: 1–12.
461 Archaic Homo sapiens

در سال ۱۹۲۱ م. کشف جمجمه‌ی کامل و سالم انسانی در یک معدن «روی» در رودزیا باعث حیرت دیرین‌شناسان گردید. این جمجمه دارای حجم مغزی نزدیک به انسان کنونی بود، اما برخی از ویژگی‌های انسان‌های ابتدایی‌تر را هم در خود حفظ کرده بود. جمجمه‌ی رودزیا، که مانند جمجمه‌ی انسان مدرن مدور و گرد بود و مغزی به حجم ۱۳۰۰ میلی‌لیتر را در خود جای می‌داد، دارای قوس ابروان برجسته‌ای شبیه به انسان راست‌قامت بود، و فک و دندان‌هایی بسیار بزرگ‌تر و قدیمی‌تر از انسان امروزین را هم در دهان داشت. هر چند پوسیدگی دندان‌ها حاکی از این بودند که صاحب این جمجمه دچار بیماری‌های شدید فک و لثه بوده است، اما این حرف‌ها حقیقتِ تلفیقی نمودن این گونه را تغییر نمی‌داد.

عمر این جمجمه بین ۱۵۰ـ۱۳۰ هزار سال تخمین زده شد و با نام «انسان خردمند باستانی»[٤٦٢] شهرت یافت. به زودی نمونه‌های مشابهی در آفریقای جنوبی، تانزانیا و اتیوپی یافت شدند که بین ٤۰۰ـ۳۵۰ هزار سال قدمت داشتند. امروز این موجود را در گونه‌ای مستقل به نام انسان رودِزیایی[٤٦٣] جای می‌دهند. این موجود در فاصله‌ی سیصد تا یک‌صد و پنجاه هزار سال پیش در جنوب آفریقا می‌زیسته است. به باور دانشمندان، برخی از سنگواره‌های آن (مثلاً اسکلت یافت‌شده در دریاچه‌ی ندوتو)[٤٦٤] تا مرز چهارصد هزار سال نیز قدمت دارند.[٤٦٥] هر چند دیگران این نمونه‌های اخیر را نوعی انسان راست‌قامت می‌دانند.

462- Archaic Homo sapiens
463 *Homo rhodesiensis*
464 *Lake Ndutu*
465 Rightmire, 2005: 245–254.

احتمالاً قدیمی‌ترین عضو از گروه انسان‌های خردمند باستانی، هومو آنتِسِسور[٤٦٦] است. نام هومو آنتِسِسور «انسان پیشاهنگ» معنی می‌دهد. این موجود بین ۱/۲ میلیون سال تا هشت‌صد هزار سال پیش در جنوب اروپا می‌زیسته و کهن‌ترین نمونه‌ی جنس انسان در این منطقه است. برخی آن را با انسان هایدلبرگ مربوط و حتی همسان می‌دانند و برخی دیگر اعتقاد دارند که گونه‌ی مستقلی است که به‌طور مستقیم از انسان کارگر مشتق شده است.[٤٦٧]

بیشتر بقایای این گونه در دهه‌ی ۱۹۹۰ میلادی در اسپانیا کشف شد. بر روی این استخوان‌ها رد جسمی برنده باقی مانده بود که نشان می‌داد گوشت را با ابزاری از استخوان جدا کرده‌اند و این شاید نشانه‌ی هم‌نوع‌خواری باشد.[٤٦٨] انسان پیشاهنگ ۱/۸ـ۱/٦ متر قد داشته و وزن بدن نرینه در آن به نود کیلوگرم بالغ می‌شده است.[٤٦٩] حجم مغزش هزار میلی‌لیتر بوده و با توجه به راست‌دست بودن و دامنه‌ی گسترده‌ی شنوایی‌اش، احتمالاً نوعی زبان ابتدایی هم داشته است. بر اساس تحلیل دندان‌هایش معلوم شده که مراحل رشد و بلوغش به انسان خردمند شبیه بوده، هر چند انگار با سرعت بیشتری این مسیر را طی می‌کرده است.

در سال ۱۹٦۰ م. نمونه‌هایی دیگری از جمجمه‌ی انسان خردمند باستانی در غاری در پترالونای[٤٧٠] یونان کشف شد که استالاکتیت زیبایی بر رویش تشکیل شده بود و سیصد هزار سال سن داشت. به این ترتیب، نشان داده شد که این گونه‌ی فرضی به آفریقا محدود نبوده است. بررسی بیست و یک شاخص کالبدشناختی

---

466 *Homo antecessor*
467 Klein, 2009: 108.
468 Fernández-Jalvo et al., 1999: 591–622.
469 Parfitt et al,. 2005:1008-1012.
470- Petralona

مهمِ این جمجمه نشان داد که شش ویژگی آن با انسان راست‌قامت و هشت خاصیت آن با انسان خردمندِ کنونی شباهت دارد. این امر کمابیش در مورد آرواره‌ای که در شهر هایدلبرگ آلمان یافت شد و به نام انسان هایدلبرگ[٤٧١] شهرت یافت نیز صدق می‌کند. به این ترتیب، شواهد کافی برای فرض یک گونه‌ی جدیدتر و نزدیک‌تر به انسان فراهم آمد.[٤٧٢]

در ابزارهای سنگی آشولینِ یافت‌شده در آفریقا، یک مرز زمانی مربوط به ششصد هزار سال پیش جلب توجه می‌کند. ابزارهای قدیمی‌تر از این تاریخ آشکارا از نمونه‌های مربوط به پس از این مرز زمانی نامتقارن‌تر و ناپرداخته‌تر هستند. این امکان هست که تحول یادشده در ابزارسازی به پیدایش جمعیتی نو از انسان‌های راست‌قامت مربوط باشد که در نهایت در قالب گونه‌ی انسان رودزیایی در بایگانی سنگواره‌ها نیز نمود یافته است. در مورد شباهت این انسان به انسان خردمند شکی وجود ندارد، اما درباره‌ی جایگاه آن در رده‌بندی هم‌چنان اختلاف نظر وجود دارد. برخی آن را نوعی از انسان هایدلبرگی می‌دانند و برخی دیگر آن را زیرگونه‌ای ابتدایی از انسان خردمند در نظر می‌گیرند.

انسان هایدلبرگ به انسان راست‌قامت نزدیک بوده و در اروپا می‌زیسته است. این موجود احتمالاً جد مشترک انسان نئاندرتال و انسان امروزین بوده است.[٤٧٣] این انسان در فاصله‌ی هشتصد تا ششصد هزار سال پیش می‌زیسته و احتمالاً همراه با انسان پیشاهنگ از نمونه‌های آفریقاییِ انسان کارگر مشتق شده است. حجم مغزش به ١٤٠٠ـ١١٠٠ میلی‌لیتر می‌رسیده و فن‌آوری و ابزارسازی او شباهت زیادی به فرهنگ آشولین داشته و

---

471 *Homo heudelbergensis*

472 Walters and Trinkaus, 1990.

473 Mounier et al., 2009: 219-246.

بنابراین با شیوه‌ی انسان راست‌قامت همسان بوده است. بررسی دستگاه شنوایی این موجود نشان می‌دهد که توانایی تفکیک صداهایی متنوع را داشته و از این نظر به انسان کنونی شباهت داشته و تفاوت‌هایی چشمگیر با شامپانزه داشته است.[٤٧٤] این موجود بلند قامت بوده و میانگین قدش به ۱۸۰ سانتی‌متر می‌رسیده است. بدنش از انسان‌های کنونی تنومندتر و عضلانی‌تر بوده و نرهایش تا صد کیلوگرم وزن داشته‌اند. دانشمندی به نام لی برگر[٤٧٥]، که استاد دانشگاه ویتواترسند[٤٧٦] است، اعتقاد دارد که نمونه‌هایی از این گونه تا سیصد هزار سال پیش در جنوب آفریقا می‌زیسته‌اند و غول‌هایی با ۲/۱۳ متر قد بوده‌اند.

یافته‌های منطقه‌ی آتاپوئِرکا[٤٧٧] در اسپانیا نشان می‌دهد که این گونه احتمالاً نخستین نیای انسان بوده که مردگان خود را دفن می‌کرده است. گِلِ سرخ‌رنگ اُخرا بر روی برخی از استخوان‌های این گونه یافت شده که، به عنوان عنصری آیینی، بر نمادی دلالت می‌کرده است. با تحلیل ابزارهای ساخته‌شده توسط این موجود نشان داده شده که آنان نیز مانند انسان کنونی راست‌دست بوده‌اند.[٤٧٨] یک گونه‌ی دیگر، انسان چِپرانو[٤٧٩] هم نمونه‌ای است که در سال ۱۹۹٤ در دهکده‌ی چپرانو در نزدیکی رم کشف شد. قدمتش به ۵۰۰ ـ۳۵۰ هزار سال پیش می‌رسد[٤٨٠] و ویژگی‌هایش چیزی میان انسان هایدلبرگ و انسان راست‌قامت است.[٤٨١] پژوهشی که در سال ۲۰۱۱ م. انجام پذیرفت، نشان داده که این گونه نیای انسان نئاندرتال بوده است.

---

474 Martinez et al., 2004: 9976–9981.
475 Lee R. Berger
476 University of Witwatersrand
477 Atapuerca
478 Lozano et al., 2009:369–376.
479 *Homo cepranensis*
480 Manzi et al., 2001: 10011–10016.
481 Mallegni, 2003: 153–159.

چنین می‌نماید که انسان نئاندرتال در حدود سیصد هزار سال پیش از جمعیت هایدلبرگی‌های اروپا مشتق شده باشد. مدت‌ها بعد، در فاصله‌ی صد تا دویست هزار سال پیش، انسان خردمند از شعبه‌ی آفریقایی انسان هایدلبرگی مشتق شد و بعدها به سایر مناطق کوچ کرد.

جمجمه‌ی انسان کارگر (راست) در مقایسه با انسان گرجی (میان) و انسان رودزیایی (چپ)

انسان خردمند باستانی، طیفی وسیع از اسکلت‌های دارای تنوع زیاد را در بر می‌گیرد. خصوصیات سنگواره‌های قرار گرفته در این طبقه، از حالت بسیار ابتدایی تا بسیار پیشرفته و امروزین تغییر می‌کنند و به دلیل همین تنوع و پراکندگی جغرافیایی این نمونه‌هاست که دانشمندی مانند یان تاترسال اصولاً این نام‌گذاری را نادرست می‌داند و انسان خردمند باستانی را مجموعه‌ای از گونه‌های هم‌زمان می‌داند که به دلیل ساده‌انگاری و کمبود شواهد همه در یک جا رده‌بندی شده‌اند.[۴۸۲]

[482] Tattersal, 1992.

رابرت فولی، که از زاویه‌ی بوم‌شناسی تکاملی به تبارشناسی انسان نگاه می‌کند، نیز رده‌بندی این تنوع بالای زیستی در زیر نام یک گونه را نادرست می‌داند و انسان نئاندرتال و هایدلبرگ را با نام‌هایی مجزا مانند هومو نئاندرتالنسیس[۴۸۳] و هومو هایدلبرگنسیس[۴۸۴] مورد اشاره قرار می‌دهد.[۴۸۵] این دیدگاه امروزه از پذیرش بیشتری برخوردار شده و بیشتر دانشمندان فکر می‌کنند اسم انسان خردمند باستانی در واقع نوعی سرهم‌بندی شواهد باشد و نه ارجاع به طبقه‌ای واقعی در رده‌بندی جانوران. به این ترتیب، می‌توان عبارت انسان خردمند باستانی را نامی عام برای خوشه‌ای از چندین گونه‌ی خویشاوند در نظر گرفت. با این همه، گونه‌های جای‌گرفته در این طبقه همگی دارای ویژگی‌های مشترکی هستند. این ویژگی‌ها عبارتند از تنومندی بدن، زمختی استخوان‌ها، نیرومند بودن عضلات و رژیم غذایی لاشه‌خواری که احتمالاً در میان تمام انسان‌های خردمند باستانی وجود داشته است.

آش شله‌قلمکاری از گونه‌های خویشاوند که به انسان خردمند باستانی شهرت یافته، خیلی زود به دو جمعیت فراگیر و مشهور انشعاب یافت که یکی انسان نئاندرتال، و دیگری انسان کنونی را ایجاد کرد. از میان این دو، انسان نئاندرتال کهن‌تر است. ویژگی‌های خاص این گونه در حدود شش‌صد هزار سال پیش در جمعیت‌هایی از انسان هایدلبرگ یا رودزیایی تکامل یافت و در نهایت تا سیصد هزار سال پیش به تمایز یافتنِ انسان نئاندرتال انجامید.[۴۸۶] انسان خردمند برای نخستین بار در مدارک فسیلی حدود دویست هزار سال پیشِ آفریقای شرقی پدیدار شد و با وجود آن‌که از نظر ریختی و کالبدشناختی با انسان کنونی همسان بود، در آن هنگام از

---

483 *Homo neanderthalensis*
484 *Homo heidelbergensis*
485 Foley,1989[A].
486 Bischoff et al., 2003: 275.

نظر ابزارسازی و توانایی شکار با انسان نئاندرتال و هایدلبرگ تفاوت چندانی نداشت. انسان خردمند در حدود صد و بیست هزار سال پیش تحولی را در ابزارسازی و توانایی‌های ذهنی‌اش تجربه کرد، و تازه در فاصله‌ی پنجاه تا هفتاد هزار سال پیش بود که به رفتارهایی همسان با انسان کنونی دست یافت. انسان نئاندرتال در بخش عمده‌ی نوآوری‌های ابزارسازی دوره‌ی اول این پیشرفت (۱۲۰ هزار سال پیش) سهیم بود، اما از مشارکت در موج دوم بی‌بهره ماند.

چ) انسان نئاندرتال

یوآخیم نئاندر[۴۸۷] شاعر و موسیقی‌دانی آلمانی بود که در قرن هجدهم می‌زیست و پیش از این‌که در اثر حادثه‌ای جوانمرگ شود، بسیاری از روزها را در دره‌ای در نزدیکی زادگاهش ــ شهر دوسلدورف[۴۸۸] ــ به تأمل و اندیشه می‌گذراند. مردم محلی، پس از مرگش، آن دره را با نام دره‌ی نئاندر[۴۸۹] نامیدند.[۴۹۰] این عبارت هم‌چنان گمنام باقی ماند تا این‌که در سال ۱۸۵۷ م. پرفسور شافهاوزن[۴۹۱]، که استاد دیرین‌شناسی در دانشگاه بُن بود، طی همایشی خبرِ پیدا شدن اسکلت انسانی باستانی را در این دره اعلام کرد. دو سال بعد از این سخنرانی، کتاب اصل انواعِ داروین در انگلستان منتشر شد و انسان نئاندرتال را به کانون بحث‌های تکاملی تبدیل کرد.

487- Joachim Neander
488 Düsseldorf
489 Neanderthal
490 Howell, 1957: 330–347.
491- Hermann Schaaffhausen

در حدود نیم قرن بعد، در سال ۱۹۰۸ م. اسکلت تقریباً کامل دیگری در منطقه‌ی لاشاپِل‌اوسَنِ[۴۹۲] فرانسه یافت شد. مارسلَن بول[۴۹۳]، که در آن زمان بزرگ‌ترین دیرین‌شناس فرانسوی بود، این استخوان‌ها را مورد بررسی قرار داد و در نهایت تصویری از انسان نئاندرتال ترسیم کرد که برای سال‌ها در مجامع علمی معتبر ماند. برداشت او از این انسان، موجودی ابله و کم‌هوش بود که خمیده راه می‌رفت و چیزی بین پیتکانتروپوسِ هکل و میمون بود. بر همین مبنا بود که ارنست هکل در سال ۱۸٦٦ م. این گونه را به نام انسان ابله[۴۹٤] نام‌گذاری کرد.[۴۹۵] این عبارت در ابتدای قرن بیستم منسوخ شد و به جای آن از دهه‌ی بیست قرن بیستم میلادی اسمِ نئاندرتال برای نامیدن این گونه به کار گرفته شد.

این تصویر هم‌چنان به جای خود باقی بود، تا این‌که تحلیل جدیدتری از شواهد مربوط به انسان نئاندرتال در سال ۱۹۵۷ م. آن را منسوخ کرد. بر مبنای این تحلیل، شباهت انسان مورد نظر با آدمیان کنونی بیشتر از آن چیزی بود که در نگاه اول به نظر می‌رسید. برخی از نتیجه‌گیری‌های بول، وقتی که با دید دقیق‌تری مورد بازبینی قرار گرفتند، نادرست و شتابزده جلوه کردند. به عنوان مثال، بول استخوان مهره‌ی گردن و پای یافت‌شده در نئاندرتال را به شامپانزه شبیه دانسته بود. اما بعداً دیدند که این استخوان‌ها کاملاً با آنچه در خود ما دیده می‌شود شباهت دارد.

به این شکل بود که در جریان دهه‌های میانی و آخری قرنی که گذشت، برداشت ما از ویژگی‌های انسان نئاندرتال دگرگون شد و کاریکاتور ابله و وحشی تصویرشده توسط بول به نوعی وحشی نیمه‌متمدن روسویی

---

[492]- La chapelle aux saints
[493]- Marcellin Boule
[494] *Homo stupidus*
[495] Howell, 1957: 330–347.

تبدیل شد. شواهد جدیدی که در مورد تحلیل دقیق‌تر ویژگی‌های این انسان به دست آمده است، این تصور جدید را محکم‌تر می‌کند. تصوری که انسان نئاندرتال را موجودی بسیار شبیه به انسان کنونی، با مغزی هم‌اندازه و حتی گاه ججیم‌تر از ما، و کاملاً هوشمند می‌داند.

البته چندین صفت ابتدایی نیز در نئاندرتال‌ها وجود داشته است. این انسان‌ها قدی کوتاه‌تر از انسان کنونی داشته‌اند، میانگین قد مردان‌شان ۱۶۸ـ۱۶۲ سانتی‌متر و زنان‌شان ۱۵۶ـ۱۵۲ سانتی‌متر بوده است. با وجود این، بدن‌هایی تنومندتر داشته و عضلات دست و پای‌شان نیرومندتر از انسان خردمند بوده است.[۴۹۶]

جدیدترین سنگواره‌های انسان نئاندرتال به حدود سی هزار سال پیش تعلق دارند. با وجود این، بقایای آتش و ابزارهای بازمانده در جبل‌الطارق و چند اقامتگاه خاکبرداری‌شده در پرتغال نشان می‌دهد که جمعیت‌هایی از این گونه هم‌چنان تا حدود بیست و چهار هزار سال پیش در این منطقه می‌زیسته‌اند.[۴۹۷] نئاندرتال‌ها در گستره‌ی وسیعی در اوراسیا پراکنده شدند و استخوان‌های‌شان از انگلستان تا کوه‌های آلتایی و قفقاز و زاگرس به دست آمده است. حتی برای دورانی چند هزار ساله چنین می‌نماید که نئاندرتال‌ها تنها خویشاوندان انسان در دره‌ی نیل بوده باشند، هر چند امروز بیشتر محققان اقلیم نئاندرتال‌ها را به مناطق شمالی‌تر از کردستان عراق و فلسطین محدود می‌دانند. حد شرقی توزیع این گونه تا کوه‌های خوارزم و ازبکستان امروزین کشیده می‌شده است.[۴۹۸] جمعیت این گونه در اوجِ شکوفایی‌اش به هفتاد هزار تن بالغ می‌شده است.[۴۹۹] تحلیل

---

496 Helmuth, 1998: 1–12.
497 Duarte et al., 1999: 7604–9.
498 Ravilious, 2007.
499 O'Neill, 2011.

DNA میتوکندریایی انسان نئاندرتال نشان می‌دهد که جمعیت فعال این گونه همواره از انسان خردمند کوچک‌تر بوده است.[۵۰۰]

در سال ۲۰۱۰ م. پژوهشگری آمریکایی بقایای خوراک گیاهی پخته‌شده‌ای را بر دندان‌های یک سنگواره‌ی نئاندرتالِ یافت‌شده در کوهستان شنیدار پیدا کرد و به این ترتیب معلوم شد که این گونه گیاه‌خوار نیز بوده است.[۵۰۱] قبل از آن این پیش‌فرض رایج بود که آن‌ها کاملاً گوشت‌خوار بوده‌اند[۵۰۲] و تنها از راه شکار خوراک خود را به دست می‌آورده‌اند.[۵۰۳]

با این اوصاف، انسان نئاندرتال موجود هوشمند و کامیابی بوده که برای مدتی به درازای چند صد هزار سال بخش عمده‌ی بوم‌های زمین را در اختیار داشته است. چنین موجودی آشکارا نمی‌توانسته آن گونه‌ی ابله مورد نظر بول بوده باشد. اما چرا بول دچار چنین اشتباهات آشکاری شده بود؟ اگر به تاریخ علم علاقه‌مند باشیم، می‌توانیم ردپای این اشتباه را در دعوای مهم و اثرگذاری که از قرن هجدهم تا به حال ادامه داشته، ردیابی کنیم.

در بخش‌های نخست دیدیم که در مورد تغییرات و دگرگونی‌های تکاملی، دو دیدگاه جدید وجود دارد. یک دیدگاه، مدل کلاسیک را شامل می‌شود که بر تدریجی بودن، طولانی بودن و انباشتی بودن دگرگونی‌ها و خرد بودن کوانتوم جهش‌ها تأکید می‌کند، و دیگری که نظریه‌ی تعادل نقطه‌ای خوانده می‌شود و الگویی پیچیده‌تر از تغییرات ناگهانی، کلان و گسسته را در نظر می‌گیرد.

---

[500] Green et al., 2008: 416–26.
[501] Henry et al., 2010: 486–491.
[502] Richards et al., 2000: 7663–6.
[503] Bocherens et al., 2005: 71-87.

پیشینه‌ی این دو نوع نگرش، به مدت‌ها قبل برمی‌گردد. در دوران جدید، نخستین بیان علمی از این دو نگرش را می‌توان در قرن هجدهم ردیابی کرد. بارون ژرژ کوویه (۱۸۳۲ـ۱۷۶۹ م.)، که یکی از زمین‌شناسان و زیست‌شناسان بزرگ فرانسوی است، دیدگاه تغییرات ناگهانی را تحت عنوان فاجعه‌گرایی[۵۰۴] صورت‌بندی کرد و اعلام کرد که هر از چندگاهی حوادث طبیعی فراگیر در سطح زمین رخ می‌دهند و باعث انقراض برخی از گونه‌ها می‌شوند. او ماجرای توفان نوح را هم در این قالب تفسیر می‌کرد. نگرش فاجعه‌گرایانه برای مدت چندین دهه بر فضای علمی فرانسه اثرگذار بود و بعدها بر نگرش‌هایی مانند تعادل نقطه‌ای تثبیت شد.

در همین دوره، دانشمندان انگلیسی دیدگاهی متفاوت را تبلیغ می‌کردند. جیمز هاتِن[۵۰۵] (۱۷۹۷ـ۱۷۲۶ م.)، که زمین‌شناسی بزرگ بود، به تغییرات تدریجی و پیوسته‌ی زمین‌شناختی اعتقاد داشت و قوانین طبیعی را نقض‌ناپذیر و فراگیر می‌دانست. دانشمند بزرگ دیگرِ هوادار این دیدگاه، سر چارلز لایل[۵۰۶] (۱۸۷۵ـ۱۷۹۸ م.) بود که به همین ترتیب پیوستگی تغییرات و اصل هم‌نواختی دگرگونی‌های طبیعی را می‌پذیرفت. این دانشمندان نگرش خود را تحت عنوان هم‌ریخت‌گرایی[۵۰۷] مشخص می‌کردند. این دیدگاه پس از انتشار اصل انواع داروین و نظریه‌ی تکاملی ــ که تحت تأثیر این اصل پی‌ریزی شده بود ــ به صورت نظریه‌ی غالب درآمد.

---

504 Catastrophism
505 James Hutton
506 Sir Charles Lyell
507 Uniformitarianism

بول، که دقیقاً در اوج کشاکش این دو نظریه به کار مشغول بود، دوستی داشت به نام آلبرت گودری[۵۰۸] که زمانی معلمش بود و بعدها در سیر مدارج ترقی از شاگردش عقب ماند و در سال ۱۹۰۲ م. در موزه‌ی تاریخ طبیعی پاریس به عنوان محقق در زیر دست بول کار می‌کرد. این دو نفر تا پایان عمر به دوستی با یکدیگر ادامه دادند و معمولاً به همراه یکدیگر سنگواره‌ها را بررسی می‌کردند. این دو، وجود شاخه‌های موازی و انبوه در رده‌بندی پستانداران را به عنوان تأییدی بر نگرش سنتی‌تر فاجعه‌گرایی تفسیر می‌کردند و معتقد بودند دیدگاه فرانسوی کوویه درست‌تر از نگرش انگلیسی هم‌ریخت‌گرایی است. آنان این شکل از تکامل پلکانی و جهشی را به کل پستانداران و از جمله انسان تعمیم می‌دادند و معتقد بودند سیر فرگشت انسان از پله‌هایی گسسته و شاخه‌شاخه تشکیل شده است.

هم‌زمان با این دو، دانشمند دیگری در فرانسه می‌زیست که گابریل دو مورتیه[۵۰۹] (۱۸۹۸ـ۱۸۲۱ م.) نام داشت. او هوادار دیدگاه هم‌ریخت‌گرایانه بود و تفاوت سنگواره‌ی نئاندرتال با ما را زیاد نمی‌دانست. بر مبنای دیدگاه او، عصر یخبندان فشارهای تکاملی لازم برای تغییر تدریجی انسان نئاندرتال به انسان کنونی را فراهم نموده است. بول مخالف سرسخت دیدگاه دومورتیه بود و این دو برای سال‌ها با هم درگیری قلمی داشتند. پس از مرگ دومورتیه، بول یکه‌تاز میدان شد و پس از کشف فسیل «لاشاپل اوسن» فرصت خوبی برای اثبات نظریه‌هایش به دست آورد. در واقع، او با ابتدایی فرض کردن انسان لاشاپل اوسن می‌خواست آن را از مسیر تکامل انسان جدا کند و به عنوان شاخه‌ای فرعی نسبت به خط‌راهه‌ی انسان راست‌قامت ـ انسان خردمند در

---

[508]- Albert Goudry
[509]- Gabriel de Mortillet

نظر بگیرد. به این ترتیب، برداشت خاص بول از نئاندرتال فرانسوی را باید در چارچوب کشاکش دو مدل مشهور تکاملی در جامعه‌ی علمی فرانسه‌ی قرن نوزدهم دید.

بول در فرانسه پیروز شد، اما هم‌ریخت‌گرایی در سایر بخش‌های اروپا به بقای خود ادامه داد. به ویژه در انگلستان، نظریه‌ی کلاسیک تکامل داروینی به کمک این دیدگاه آمد، هر چند که برداشت فاجعه‌انگارانه از تکامل هم با دیدگاه تکاملی سازگار بود، و بول هم چنین برداشتی داشت.

هم‌زمان با بول، در آلمان، گوستاو شوالبِه[۵۱۰] مهم‌ترین هوادار دیدگاه هم‌ریخت‌انگارانه بود. یکی از شاگردان او، فرانتس وایدِن‌رایش[۵۱۱] بود که در چین کاوش‌های مهمی بر انسان راست‌قامت انجام داده بود و یکی از متخصصان بنام این زمینه بود. وایدن‌رایش در سال ۱۹٤۰ م. مدلی را برای تفسیر شواهد به دست آمده از انسان خردمند باستانی و نئاندرتال پیشنهاد کرد که به دلیل شکل خاصش به نام مدل شمعدان[۵۱۲] مشهور شد. بر مبنای این مدل، همه‌ی انسان‌های جدیدتر، از انسان راست‌قامت مشتق شده بودند. در واقع انسان راست‌قامت نوعی مرحله‌ی تعادلی بوده که پس از مدتی دراز به شاخه‌هایی موازی و مشابه شکسته و تمام گونه‌ها و نژادهای جدیدتر انسانی را ایجاد کرده است. بر مبنای این دیدگاه، انسان نئاندرتال جد مشترک تمام انسان‌های کنونی بود، و تغییر تدریجی جمعیت‌های پراکنده‌ی نئاندرتال در سراسر جهان قدیم پیدایش انسان خردمند را ممکن ساخته بود.

---

[510]- Gustav Schwalbe
[511]- Franz Weidenreich
[512]- Candelabra model

دو سال بعد از پیشنهاد وایدن‌رایش، جولین هاکسلی[۵۱۳] ــ نوه‌ی توماس هنری هاکسلی مشهور که همکار داروین بود ــ کتاب مشهوری را منتشر کرد که به زودی به نقطه عطفی در نظریات تکاملی تبدیل شد. او این کتاب را چنین نام نهاد: *تکامل، ترکیبی نو*[۵۱۴].

این کتاب، برای نخستین بار دیدگاه‌های تا آن زمان پراکنده‌ی ژنتیکی، ریخت‌شناختی، دیرین‌شناختی، رده‌بندی و بوم‌شناختی را با هم ترکیب کرد و نظریه‌ی جدید تکاملی را که امروز نو ـ داروینیسم خوانده می‌شود، از آن‌ها استنتاج کرد. تمام دیدگاه‌های امروزینِ تکاملی می‌توانند به عنوان انشعاباتی از ترکیب نوی هاکسلی در نظر گرفته شوند.

دیدگاه هاکسلی بر تمام دانشمندانی که پس از او در مورد تکامل انسان نوشتند، اثر گذاشت. در سال ۱۹۶۲ م. دیرین‌شناسی به نام کارلتون کوون ادعا کرد که انسان راست‌قامت در پنج موج تکاملی مجزا و مستقل به انسان خردمند امروزی تبدیل شده است و منشأ نژادهای سه‌گانه‌ی انسانی را باید در این موج‌های متفاوت تکاملی ریشه‌یابی کرد. بر مبنای دیدگاه کوون[۵۱۵]، برخی از نژادهای کنونی انسانی زودتر و برخی دیرتر به مرحله‌ی انسان خردمند وارد شده‌اند.

در دهه‌ی ۱۹۵۰ م. سرگیو سرگِی و کلارک هاول[۵۱۶]، که آن‌ها هم تحت تأثیر آرای هاکسلی بودند، ادعا کردند که تمام نمونه‌های نئاندرتالِ به دست آمده در یک طبقه‌ی رده‌بندی نمی‌گنجند و باید اشکال ابتدایی‌تر آن‌ها را به عنوان جد مشترک انسان کنونی و نئاندرتال‌های جدیدتر فرض کرد. از دید این دو دانشمند، انسان‌های

513- Julian Huxley
514- Evolution, a new synthesis
515- Carleton Coon
516- Sergio Sergi and Clark Howell

نئاندرتال و امروزین با هم پسر عمو ــ و نه پدر و پسر ــ بودند و جدی مشترک آن‌ها را به هم متصل می‌کرد که به پیشنهاد این دو می‌بایست پیش‌نئاندرتال[۵۱۷] نامید شود. در همین سال‌ها بود که بازبینی شواهد مربوط به انسان نئاندرتال با دقت بیشتری انجام گرفت و اشتباه‌های پیشروانی مانند بول برملا شد.

با وجود تلاش هاکسلی برای آشتی دادن رویکردهای نگرش هم‌ریخت‌گرا و فاجعه‌انگار، کشمکش این دو دیدگاه هنوز هم ادامه دارد. مهم‌ترین پشتیبانان معاصر دیدگاه هم‌ریخت‌گرا دو نفر به نام‌های برِیس و وُلپوف هستند. لورینگ بریس همان کسی بود که در دهه‌ی شصت، به عنوان قوی‌ترین مدافع دیدگاه هم‌ریخت‌گرا برای خود شهرتی به دست آورد. او معتقد بود که به دلیل کم بودن احتمال تکامل موازی چندین گونه‌ی مشابه، در هر مقطع زمانی تنها یک گونه از اجداد انسان بر سطح زمین می‌زیسته‌اند. او این حرف را در قالب قانون تک‌گونه‌ای بودن تاریخ تکامل انسان صورت‌بندی کرد و از آن نتیجه گرفت که سنگواره‌های به دست آمده از انسان راست‌قامت، خردمند باستانی و نئاندرتال رابطه‌ی خطی و خویشاوندی عمودی با هم دارند و هر یک از دیگری مشتق شده‌اند. در سال ۱۹۵۷ م. جمجمه‌ی یک انسان راست‌قامت با مغز ۹۰۰ گرمی در کنار رسوباتی که حاوی اسکلت یک میمون جنوبی تنومند با مغز ٤٥٠ گرمی بود، یافت شد. هم‌زمان بودن این دو سنگواره، به سادگی قانون تک‌گونه‌ای بودن انسان را رد کرد، و شواهدی مانند این از آن هنگام تا به حال فراوان یافت شده‌اند.

---

[517]- PreNeanderthal

بریس به دلیل دیدگاه خاص خود، علت اصلی تکامل انسان خردمند را تغییرات فرهنگی ــ و نه زیست‌شناختی ــ می‌دانست و معتقد بود که کنام انسان‌های هوشمند، به دلیل مصنوعی بودن و تغییر یافتن به کمک روش‌های ابزارمند، تفاوتی ذاتی با کنام طبیعی سایر جانوران دارد.[۵۱۸]

وُلپوف در حال حاضر مهم‌ترین نظریه‌پرداز دیدگاهی است که بریس پشتیبانش بود. او به تکامل پیوسته و هم‌زمان تمام جمعیت‌های انسانی باستانی در سراسر قلمرو اوراسیا باور دارد و با فرضِ این‌که جمعیت‌های انسانی کهن حد و مرز جفتگیری و انتقال عرضی ژنومی نداشته‌اند، کل انسان‌های جهان باستان را در زمینه‌ی یک خزانه‌ی ژنتیکی مشترک در نظر می‌گیرد. بر مبنای دیدگاه او، جمعیت‌های گوناگون نیاکان انسان، به طور هم‌زمان در همسایگی یکدیگر زندگی می‌کرده‌اند و به تبادل ژنوم مشغول بوده‌اند. این فرآیند در جریان چند میلیون سال ادامه یافته است و به این ترتیب، انسان خردمند کنونی به تدریج از دل این شبکه‌ی متکثر جمعیت‌شناختی زاده شده است.[۵۱۹]

دیدگاه ولپوف را به دلیل متکثر دانستن منشأ انسان از نظر جغرافیایی، نظریه‌ی چندمرکزی[۵۲۰] هم می‌نامند. این نام، بدان معنا نیست که ولپوف و هم‌فکرانش به وجود چند مرکز پراکنده‌ی گونه‌زایی معتقد باشند که همه انسان خردمند کنونی را ایجاد کرده باشد. برعکس، دیدگاه ایشان قایل به وجود نوعی شبکه‌ی

---

518 Brace,1964.

519 Thorne and Wolpoff, 1990.

520- Multiregional theory

خویشاوندی در میان تمام جمعیت‌های باستانی انسان است که اصولاً مفهوم مرکزِ گونه‌زایی را بی‌معنا می‌سازد.[۵۲۱]

ولپوف و هم‌فکرانش شواهد متعددی را برای تأیید نظریه‌شان در اختیار دارند. یک شاهد، به‌جمعیت‌های خرچنگ نعل اسبی[۵۲۲] مربوط می‌شود که در سواحل آمریکا و اوراسیا وجود دارند و بر مبنای مطالعات مولکولی، تکامل ژنتیکی‌شان به تدریج و در زمانی طولانی صورت گرفته است. تکامل موازی جمعیت‌های دورافتاده‌ی این خرچنگ‌ها، با ارتباطات عرضی جنسی و نشت‌های پیاپی در خزانه‌ی ژنومی‌شان همراه بوده است. پدیده‌ای که در نهایت، پیدایش گونه‌ای را در گستره‌ی جغرافیایی پهناوری ممکن ساخته است. ادعای ولپوف این است که پدیده‌ی مشابهی در انسان خردمند هم صورت گرفته است.[۵۲۳]

دلیل دیگر، بر شباهت‌های میان انسان نئاندرتال و انسان کنونی مبتنی است. مثلاً شکل عبور عصب آروارهای از استخوان فک زیرین انسان امروزین و نئاندرتال‌ها ظاهراً نوعی دگرگونی تدریجی و پیوسته را به نمایش می‌گذارد. به نظر ولپوف احتمال دوباره‌ی تکامل یافتن مستقل چنین شکلی از عصب‌گیری در بین دو گونه‌ی فاقد تبادل ژنومی آن‌قدر پایین است که پذیرش ارتباط نیایی نئاندرتال‌ها نسبت به انسان‌های خردمند را لازم می‌سازد. وجود فسیل‌هایی که با ارزیابی ولپوف حد واسط محسوب می‌شوند، راه را برای این نتیجه‌گیری باز

---

[521] Wolpoff et al, 2000.

[522] *Lemulus polyphemus*

[523] Thorn and Wolpoff, 1992.

می‌کند که جمعیت نئاندرتال‌ها و انسان‌های خردمند با هم تبادل ژنومی شدید داشته‌اند و از هم‌جوشی ژنتیکی آن‌ها انسان کنونی متولد شده است.[۵۲۴]

استخراج DNA میتوکندریایی از نئاندرتالِ یافت‌شده در غارِ مِزمایسکایا در قفقاز، که متعلق به بیست و نُه هزار سال پیش است، نشان می‌دهد که نئاندرتال‌های ساکن در این غار با نمونه‌های نئاندرتال یافت‌شده در آلمان همسان هستند و با محتوای ژنتیکی انسان خردمند متفاوت بوده و مسیرهای تکاملی متمایزی را نشان می‌دهد.[۵۲۵]

تحلیل بقایای ژنوم بازمانده از نئاندرتال‌ها نشان می‌دهد که در فاصله‌ی پنجاه تا هشتاد هزار سال پیش در خاورمیانه آمیزشی میان برخی از جمعیت‌های دو گونه انجام پذیرفته است، اما این نتایج به خاطر احتمال آلودگی نمونه‌ها به ژنوم‌های انسانِ کنونی مشکوک می‌نماید.[۵۲۶] چنان‌که سوانته پابو تخمین زده ۱۱ درصد از این نتیجه ناشی از آلودگی مستقیم استخوان‌های نئاندرتال به بقایای سلول‌های انسان امروزین بوده باشد.[۵۲۷] طبق تازه‌ترین یافته‌ها چنین می‌نماید که تبادل ژنومی میان دو گونه وجود داشته، اما بسیار اندک بوده است. به طوری که تخمین می‌زنند ۱ تا ٤ درصد ژنوم انسان‌های خردمند امروزین از نئاندرتال‌ها به ارث رسیده باشد.[۵۲۸]

---

524 Wolpoff et al,1988.
525 Ovchinnikov et al., 2000: 490–493.
526 Green et al., 2009: 2494–502.
527 Pennisi, 2009: 866–871.
528Green et al,. 2010: 710–722.

پژوهش‌های دیگری نیز هست که بر همین مبنا اصولاً آمیختگی ژنتیکی این دو گونه را نامحتمل و ناچیز دانسته است.[۵۲۹] برخی دیگر از پژوهشگران اصولاً امکان تبادل ژنومی میان این دو گونه را با توجه به پراکندگی و کوچک بودن جمعیت نئاندرتال‌ها ناممکن دانسته‌اند.[۵۳۰]

شواهد به دست آمده در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که نه تنها انسان خردمند و نئاندرتال دو گونه‌ی هم‌زمان بوده‌اند، که گونه‌های دیگری هم از خویشاوندان انسان هم‌زمان با ایشان بر زمین می‌زیسته‌اند. در سال ۲۰۱۰ م. در غار دنیسووا در منطقه‌ی آلتائی کارایِ روسیه سنگواره‌ی استخوان انگشت زنی یافت شد که ٤١ هزار سال پیش در این منطقه می‌زیسته است. بعدتر بخش‌هایی از استخوان دندان و انگشت پای افراد دیگری از همین جمعیت کشف شد. بررسی DNA میتوکندریایی نشان داد که دارندگان این استخوان‌ها با وجود هم‌زمانی با انسان خردمند و نئاندرتال به هیچ‌یک از این دو گونه تعلق نداشته‌اند.[۵۳۱] بر مبنای ساعت مولکولی، جد مشترک این سه گونه حدود یک میلیون سال پیش از هم جدا شده بودند.[۵۳۲]

با وجود همه‌ی این شواهد، دیدگاه چندمرکزی، با توجه به مستندات جدید به دست آمده در مورد تکامل انسان، بسیار آسیب‌پذیرتر از پیش شده است، با این همه، همین نظریه یکی از دو دیدگاه بزرگ امروزین در مورد منشأ انسان محسوب می‌شود. دیدگاهی که از داروین شروع شده و با گذر از دومورتیه، شوالبه و وایدنرایش به بریس و ولپوف رسیده و بیشتر بر تغییرات فراگیر و تدریجی تأکید می‌کند.

---

529 Hayes, 2006.
530 Evans et al., 2006: 18178–83; Evans et al., 2005: 1717–20.
531 Krause et al, 2010: 894–897.
532 Katsnelson, 2010.

اما دیدگاه مقابل، که امروزه پذیرش بیشتری را هم به دست آورده، به تبار نظریات فاجعه‌انگار تعلق دارد. این رویکرد از دیدگاه خام و اولیه‌ی کوویه آغاز شده و با گذر از بول و لویس لیکی به نظریه‌پردازان معاصرِ هوادار تعادل نقطه‌ای ختم می‌شود. دقت داشته باشید که محل تقاطع هر دو دیدگاه، یعنی چارچوب مشترک مورد پذیرش هر دو، نوداروینیسمِ هاکسلی است که البته در این چند دهه بسیار پیچیده‌تر، غنی‌تر و شاخه‌دارتر شده است، اما قالب چندپهلو و میان‌رشته‌ای خود را حفظ کرده است.

این مسیرِ دومِ نظریه‌پردازی، با نام کریستوفر استرینگر[۵۳۳] گره خورده است. استرینگر پیشنهادکننده‌ی دیدگاهی است که به نام خروج از آفریقا[۵۳٤] شهرت یافته است.[۵۳۵]

با توجه به شواهد به دست آمده در مورد میمون جنوبی، می‌دانیم که منشأ نخستین میمون‌های انسان‌نمای نیای انسان، و هم‌چنین زیستگاه اولین وابستگان به جنس انسان، آفریقا بوده است. هم‌چنین می‌دانیم که انسان راست‌قامت نخستین نیای انسان بوده که از آفریقا خارج شده و در اوراسیا پراکنده شده است. حال، پرسش کلیدی این است که گونه‌ی ما ــ یعنی انسان خردمند ــ نیز در آفریقا زاده شده یا نه؟

دیدگاه چند مرکزی، چنان‌که دیدیم به این پرسش پاسخ منفی می‌دهد. بنابر این دیدگاه، پیدایش انسان نتیجه‌ی تکامل هم‌زمان و پیوسته‌ی همه‌ی جمعیت‌های انسانی در کل دنیای قدیم است. اما استرینگر به این پرسش پاسخ مثبت می‌دهد.[۵۳٦] پیروان دیدگاه استرینگر شواهد به نسبت زیادی را برای ادعای خود گردآوری

533- Christopher Stringer
534- Out – of Africa theory
535 Stringer and Andrews,1988.
536 Stringer, 1994: 242.

کرده‌اند.[۵۳۷] شواهد فسیلی نشان می‌دهد که قدیمی‌ترین بقایای به جا مانده از انسان خردمند، به فاصله‌ی صد تا دویست هزار سال پیش و به آفریقا برمی‌گردد. هیچ اثری از بقایای انسان خردمندی با این قدمت در اروپا و آسیا یافت نشده است. بنابراین می‌توان فرض مهاجرت انسان خردمند از آفریقا به اوراسیا را معقول دانست.[۵۳۸]

شاهد دیگر، به الگوی دگرگونی ریخت جمجمه در انسان‌های دیرینه باز می‌گردد. در حدود پانصد هزار سال پیش، فقط یک الگوی غالب در جمجمه‌ی وابستگان به جنس انسان خردمند باستانی وجود داشته است. جمجمه‌های این دوران همگی عریض، پهن و کم‌ارتفاع هستند. یعنی جمجمه در راستای طول و عرض گسترده شده و عمق زیادی نداشته است. نتیجه‌ی ظاهری داشتن چنین جمجمه‌ای، پهن، صاف و بزرگ بودن عناصر صورت و سیستم فکی/ تنفسی است. طبیعی است که جمجمه‌ای با این صورت بزرگ نمی‌توانسته مغز چندان بزرگی را در خود جای دهد، و به همین دلیل هم مغز در این شکل ابتدایی چندان بزرگ نیست. این الگوی باستانی، تا پنجاه هزار سال پیش به سه شکل متفاوت تحول یافته است:

نخست، خودِ شکل اولیه که بدون تغییر چندانی در نئاندرتال‌ها باقی می‌ماند. تغییرات اصلی جمجمه در این انسان‌ها تنها به باریک‌تر شدن بالای جمجمه و پهن‌تر شدن وسط چهره مربوط می‌شد. جمجمه‌ی نئاندرتال‌ها مغزی بزرگ را در خود جای می‌داد که گاه حجم آن تا ۱۷۰۰ سانتی‌متر مکعب می‌رسید. با این وجود برخی از ویژگی‌های جمجمه‌ی این گونه، ابتدایی و بدوی بود. در شکل ویژگی‌های ابتدایی، پیشرفته و منحصر به فرد این جمجمه مرور شده است.

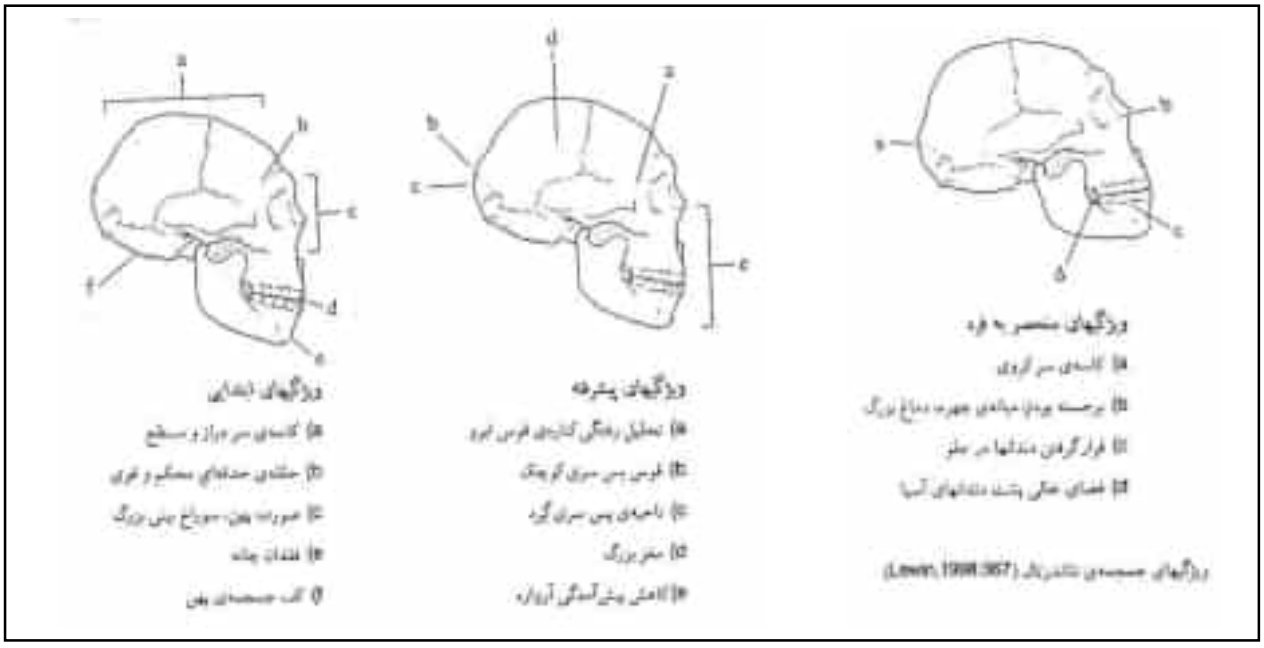
---

[537] McHenry, 2009: 265.
[538] Wood and Turner, 1995.

شکل دوم را در انسان کنونی می‌بینیم، که در آن به طور مشخص چهره کوچک و ظریف شده و طول و عرض سر به نفع عمق آن کاهش یافته است. به این ترتیب، دندان‌ها و فک‌ها کوچک شده و در مقابل، مغز حجیم شده است.

سومین شکل را در جمجمه‌هایی می‌بینیم که حالت بینابینی دارند و بین دو حالت یادشده هستند.

نظریه‌ی استرینگر چنین بیان می‌کند که دارندگان جمجمه‌ی نوع اول بازماندگان انسان‌های راست‌قامت در اوراسیا بوده‌اند، و صاحبان جمجمه‌ی نوع دوم در آفریقا تکامل یافته و بعد با چند موج مهاجرت به اوراسیا منتقل شده‌اند. به این ترتیب وجود جمجمه‌های نوع سوم باید به عنوان الگوی تکاملی بینابینی و ناموفقی در نظر گرفته شود.



در مقابل، ولپوف همین شواهد را به شیوه‌ای دیگر تفسیر می‌کند. به نظر او صاحبان جمجمه‌های نوع نخست (نئاندرتال‌ها) با مرور زمان به نوع دوم (خردمندها) تبدیل شده‌اند، و جمجمه‌های بینابینی هم نشانگر تدریجی بودن این گذار و ارتباط خویشاوندی و آمیزش ژنوم‌های دو گروه نخست است. چنان‌که خواهیم دید، این برداشت با یافته‌های اخیر رد شده است.

در نیمه‌ی قرن بیستم، دیدگاه استرینگر، که مهاجرت گروهی انسان‌های خردمند از آفریقا و جایگزین شدن‌شان در اوراسیا را ادعا می‌کند، با انتقادهای فراوانی روبه‌رو شد. نخستین انتقاد، به تکامل ابزارهای باستانی مربوط می‌شود. اگر فرضیه‌ی هجوم انسان‌های خردمند به شمال درست باشد، باید نوعی گسست ابزارشناختی را در مدارک فسیلی مربوط به این دوران شاهد باشیم، اما چنین مدارکی وجود ندارند.

از سوی دیگر باید بدین نکته توجه داشت که مهاجرت دسته‌جمعی انسان‌های خردمند اولیه نمی‌توانسته مثل مهاجرت‌های امروزی هدفمند و در راستای مشخصی باشد. احتمالاً حرکت آن‌ها هم مثل سایر جانوران تصادفی و کاتوره‌ای بوده است. برخی از دانشمندان بر این مبنا ادعا کرده‌اند که صد هزار سالی که در اختیار انسان خردمند بوده برای تکمیل این مهاجرت و سازش با محیط‌های جدید و براندازی گونه‌های بومی نئاندرتال کافی نبوده است.

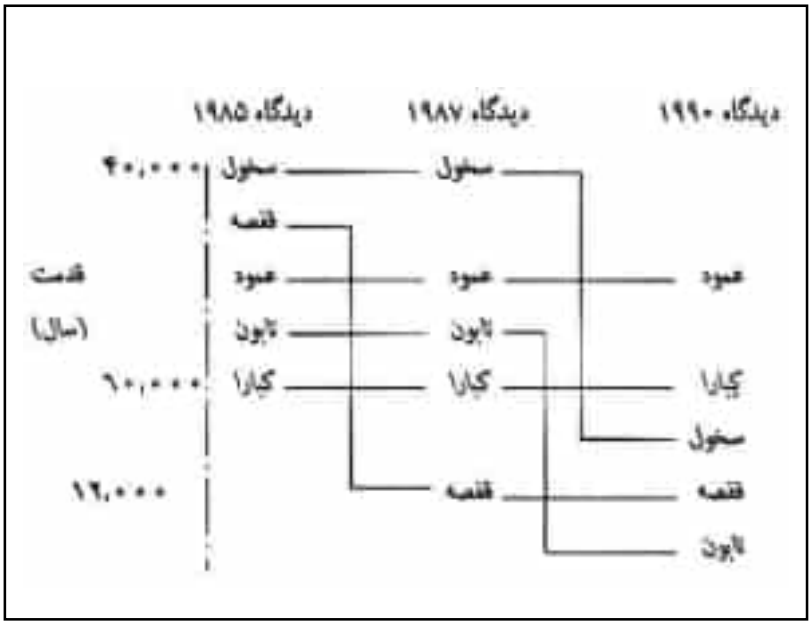
به این ایراد پاسخ‌هایی در خور داده شده است. یک محاسبه‌ی ساده نشان می‌دهد که اگر جابه‌جایی انسان‌های خردمند در هر نسل سه کیلومتر هم بوده باشد، باز هم در طی ده هزار سال می‌توانسته‌اند از بخش جنوبی آفریقا به غرب اروپا برسند. بنابراین امروز توافقی در این مورد وجود دارد که گونه‌ی انسان خردمند به قدر کافی زمان در اختیار داشته تا به شکلی تصادفی از آفریقا به سایر نقاط کوچ کند.

ایراد دیگر، که توسط ولپوف طرح شده، تا حدودی بُعد اخلاقی دارد. بر مبنای دیدگاه او، تنها راه جایگزین شدن جمعیت‌های انسان خردمند مهاجر ــ با فرض واقعی بودن مهاجرت ــ نسل‌کشی رقبای بومی است. یعنی سرراست‌ترین روش برای انقراض نئاندرتال‌ها و باقی ماندن انسان‌های خردمند مهاجر، این است که اولی توسط دومی قتل‌عام شده باشد. چنین فرضی علاوه بر ناخوشایند بودن، فاقد مدارک و شواهد دیرین‌شناختی هم هست. در واقع شواهد مربوط به جنگ سازمان‌یافته میان جمعیت‌های انسانی پس از انقلاب نوسنگی و پیدایش کشاورزی در هزاران سال بعد آغاز می‌شود. این ایراد هم امروز چندان پذیرفتنی نمی‌نماید، چون می‌دانیم که مهم‌ترین الگوی انقراض یک گونه و جایگزینی گونه‌ی دیگر در کنام آن، رقابت و چیرگی بر منابع مشترک است که لزوماً با جنگ و رویارویی فیزیکی اعضای دو گونه همراه نیست.

دعوای بین نظریه‌ی خروج از آفریقا و دیدگاه چندمرکزی، برای چند دهه بازار بحث‌های تکاملی را گرم نگه داشته بود. این کشاکش امروز بیشتر به نفع دیدگاه خروج از آفریقا پایان یافته است. برای این‌که دلیل چیرگی این مدل را بهتر درک کنیم، باید به یکی از مهم‌ترین شواهد به دست آمده در مورد بوم‌شناسی انسان‌های نخستین بپردازیم.

پرسشی که در اینجا اهمیت دارد و غلبه‌ی یکی از دو دیدگاه یادشده بر دیگری را رقم می‌زند، آن است که جمعیت‌های انسان نئاندرتال و انسان خردمند با هم آمیزش و هم‌آوری داشته‌اند، یا نه؟ دیدگاه چندمرکزی به این پرسش پاسخ مثبت می‌دهد و جواب هواداران استرینگر به آن منفی است. میدان جنگ مهمی که غلبه‌ی دیدگاه استرینگر بر مدل ولپوف در آن محرز شد، منطقه‌ای کوچک در فلسطین بود که در متون علمی با نام محلی قَفصِه مورد اشاره قرار گرفته است. کاوش‌های گسترده در این منطقه نشان داد که انسان خردمند حتی زودتر از انسان نئاندرتال در بخشی از مناطق خاورمیانه ساکن بوده است.

در این منطقه، آثاری از انسان خردمندِ جدید به دست آمده که ۹۲ هزار سال قدمت دارد. در منطقه‌ای نزدیک به آن، به نام سْخول، بقایای دیگری از انسان خردمند یافته شده که عمرش به صد هزار سال می‌رسد. نکته‌ی مهم این‌که در همان نزدیکی، یعنی در منطقه‌ای موسوم به کِبارا، فسیل‌هایی از انسان نئاندرتال کشف شده که فقط به شصت هزار سال پیش مربوط می‌شود. ناگفته نماند که شواهدی از حضور قدیمی‌ترِ نئاندرتال‌ها در این منطقه هم در دست است، چراکه در همسایگی همین منطقه ــ در جایی موسوم به تابون ــ اسکلت‌های نئاندرتال‌های صد و بیست هزار ساله هم خاکبرداری شده‌اند.[۵۳۹]



تغییر نگرش در مورد سن سنگواره‌های خاورمیانه[۵۴۰]

[539] Bar – Yosef and Vandermeersh, 1993.

[540] Lewin, 1983:84.

نگرش چندمرکزی نمی‌تواند حضور هم‌زمان و حتی قدیمی‌تر انسان خردمند را همراه با انسان نئاندرتال در چنین بازه‌ی زمانی طولانی‌ای توجیه کند. اما دیدگاه خروج از آفریقا توانایی چنین کاری را دارد. بر طبق این مدل نئاندرتال‌ها در حدود صد و بیست هزار سال پیش از اروپای شرقی به این منطقه مهاجرت کردند، و در حدود صد هزار سال پیش هم سر و کله‌ی انسان‌های خردمندی پیدا شد که احتمالاً از شمال یا شرق آفریقا به آنجا آمده بودند. این دو جمعیت به مدت چهل هزار سال ــ یعنی تا شصت هزار سال پیش که نئاندرتال‌ها در این منطقه منقرض شدند ــ در کنار یکدیگر زندگی می‌کردند. با وجود این، هیچ شاهدی که نشانگر تغییرات ژنومی یکی از آن‌ها و نزدیک شدن‌شان به دیگری باشد در بقایای‌شان یافت نشده است. جدیدترین استخوان‌های یافت‌شده در کبارا هم‌چنان خصوصیات خالص و برجسته‌ی نئاندرتال‌ها را از خود نشان می‌دهد و هیچ پیشرفتی را در ساختار بدن نمایان نمی‌سازد. این بدان معناست که دو جمعیت همسایه‌ی انسان‌های نئاندرتال و خردمند که در مدتی چنین طولانی در یک جا می‌زیسته‌اند، تبادل ژنومی نداشته‌اند. به این ترتیب، الگوی چندمرکزی، نامحتمل و مدل خروج از آفریقا درست می‌نماید.

با وجود تمام این شواهد دیرین‌شناسانه، استوارترین دلیلی که درستی دیدگاه استرینگر را نشان داد، داده‌های مهمی بود که از پژوهش‌های ژنتیک مولکولی برآمد.

در سال ۱۹۸۷ م. مقاله‌ای به نام «DNAی میتوکندریایی و تکامل انسان» در مجله‌ی *طبیعت* منتشر شد. این مقاله را دانشمندی به نام آلن ویلسون[۵۴۱] و دو نفر از همکارانش نوشته بودند. این مقاله، که به زودی به یکی

[541]- Allan Wilson

از مهم‌ترین متون در مباحث مربوط به تکامل انسان تبدیل شد، گزارشی بود از مقایسه‌ی محتویات ژنتیکی ۱۴۷ نفر که از نژادهای گوناگون انتخاب شد بودند.

نکته‌ی مهم در بررسی ویلسون و همکارانش، این بود که به جای استفاده از کل ژنوم ــ که پیچیده و چندرگه بود ــ از DNAی موجود در اندامکی به نام میتوکندری استفاده کردند. میتوکندری، دستگاهی سلولی است که سوخت‌وساز یاخته را انجام می‌دهد. این دستگاه به همراه کلروپلاست مهم‌ترین و پیچیده‌ترین اندامک‌های موجود در یاخته‌های یوکاریوت هستند. از نظر تبارشناختی، هر دو این اندامک‌ها بقایای باکتری‌های ساده‌ی بسیار قدیمی‌ای هستند که در ابتدای تاریخ تکامل یوکاریوت‌ها، به صورت هم‌زیست به سلول‌های جانوری و گیاهی وارد شدند و به تدریج کارکردی تخصصی و ویژه مانند نورگواری[۵۴۲] و سوخت‌وساز[۵۴۳] را بر عهده گرفته‌اند. این باکتری‌های باستانی به تدریج بخش عمده‌ای از محتویات ژنتیکی خود را از دست داده‌اند و از نظر ساخت آنزیم‌های مورد نیازشان به ژنوم سلول میزبان وابسته شده‌اند. با وجود این، بخشی از ژنوم‌شان هنوز در میتوکندری و کلروپلاست باقی مانده است. کد ژنتیکی میتوکندریایی در انسان، ۳۷ ژن دارد. یعنی میتوکندری هنوز این توانایی را دارد که با کمک اطلاعات درونی خودش برخی از پروتئین‌های ساختاری و کارکردی مورد نیازش را تولید کند.

ویژگی مهم میتوکندری در انسان و بسیاری از پستانداران دیگر، این است که تنها از طریق مادر به ارث می‌رسد.[۵۴۴] میتوکندری‌ها هنوز هم مثل باکتری‌ها از راه تقسیم شدن تولید مثل می‌کنند. به این ترتیب،

542- Photosynthesis
543- Metabolism
544 Hedges et al,1992

همانندسازی از محتویات ژنتیکی میتوکندری یک سلول هم به طور مرتب انجام می‌شود. در واقع، تمام میتوکندری‌های موجود در تمام یاخته‌های بدن یک موجود پرسلولی ــ مثل بدن خود ما ــ از تکثیر میتوکندری‌های سلول تخم اولیه نتیجه شده‌اند. میتوکندری‌های موجود در اسپرماتوزوئیدِ انسان، به هنگام لقاح وارد جسم سلولی تخمک نمی‌شوند، و به همین دلیل هم تمام میتوکندری‌های موجود در بدن یک انسان ــ مستقل از جنسیت‌اش ــ از تکثیر میتوکندری‌های مادرش مشتق شده‌اند. چنین پدیده‌ای در میان بیشتر پستانداران دیگر هم رایج است و به تنهایی اهمیت چندانی ندارد. حیاتی بودن این امر وقتی روشن می‌شود که بخواهیم از مقایسه‌ی محتویات ژنومی میتوکندری، به خویشاوندی نژادها و گونه‌ها پی ببریم.

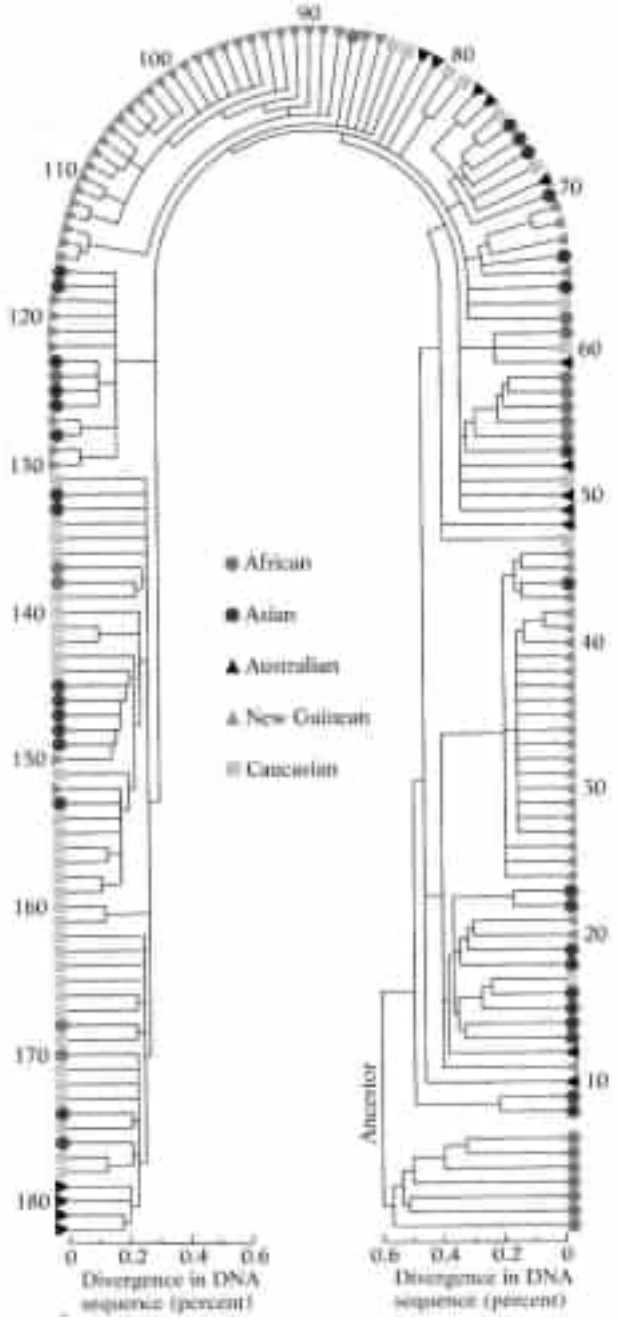
با توجه به این‌که با ردگیری ژنوم میتوکندریایی افراد در طول زمان، از شاخه‌های مربوط به ماده‌ها در طول درخت تکاملی بالا خواهیم رفت، می‌توانیم بسته به شباهت بخش‌های مختلف DNAی میتوکندریایی، خویشاوندی و نزدیکی طبقه‌های مختلف تکاملی را نسبت به هم روشن کنیم.[٥٤٥]

استفاده از اطلاعات ژنومی برای ردیابی روند تکاملی انسان، از اواسط قرن گذشته موضوع کشمکش دانشمندان بوده است. در دهه‌ی شصتِ قرن گذشته و مدت‌ها پیش از ویلسون، دانشمندی به نام موریس گودمن[٥٤٦] از روش‌های مولکولی برای تخمین زمان جدایی شاخه‌های تکاملی گوناگون از هم استفاده کرد. او، که زیر تأثیر یک نظریه‌ی جدید تکاملی به نام خنثی‌انگاری بود، چنین فرض کرد که تغییرات بخش عمده‌ی ژنوم هسته‌ای انسان، ارزش مشخصی در شایستگی زیستی ندارد و بنابراین می‌تواند با سرعت ثابت در ژنوم ثبت شود. اگر جهش‌های تصادفی با سرعت مشخصی رخ دهند و بنا بر نظریه‌ی کلاسیک توسط انتخاب طبیعی از ژنوم

---

[545] Vigilant et al,1991
[546]- Morris Goodman

حذف نشوند یعنی خنثی باشند می‌توان از آن‌ها به عنوان نوعی ساعت مولکولی استفاده کرد. یک کاربرد چنین ساعتی، تخمین زمان اشتقاق گونه‌های خویشاوند از یکدیگر است.



نمودار مشهور خویشاوندی میان ژن‌های میتوکندریایی جمعیت‌های انسانی (بر مبنای آزمایش ۱۸۲ نمونه) در مقاله‌ی ویلسون (Lewin , 1998:416).

ویلسون و همکارانش با چنین پشتوانه‌ای به تحلیل و مقایسه‌ی DNAی میتوکندریایی افرادی از نژادهای گوناگون دست زدند، و در نهایت قاطعانه اعلام کردند که بر مبنای آزمایش‌های‌شان، تمام افراد انسانی امروزین نیای مشترک ماده‌ای داشته‌اند که بین ۲۹۰ تا ۱۴۰ هزار سال پیش در آفریقا زندگی می‌کرده است. آن‌ها از نوعی نرم‌افزار به نام PAUP برای تحلیل داده‌های‌شان استفاده کردند، و به کمک آن نموداری نعل اسبی را از خویشاوندی ژن‌های میتوکندریایی نژادهای گوناگون انسانی استخراج کردند که قدیمی‌تر بودن ژنوم سیاه‌پوستان آفریقایی را نسبت به اهالی سایر قاره‌ها اثبات می‌کرد. این مقاله به دلیل بیان روشن و ساده‌اش، و ادعای جذاب و تکان‌دهنده‌اش که با قاطعیت ابراز شده بود، به زودی سر و صدای زیادی به پا کرد و نام ویلسون و «حوا»یی که ادعا می‌کرد موفق به کشفش شده است، نقل محافل علمی شد.

اگر بخواهیم حق نشر آثار را حفظ کنیم، باید به این نکته اشاره کنیم که ویلسون نخستین کسی نبود که از این روش برای رسیدن به چنین نتیجه‌ای استفاده می‌کرد. چهار سال پیش از او، دانشمندی به نام داگلاس والاس[۵۴۷] با همین روش آزمونی مشابه را انجام داده بود و کمابیش به همین نتایج رسیده بود، اما چون مقاله‌اش به زبان علمی پیچیده‌ای نوشته شده بود و ادعایش را هم با استحکام مطرح نکرده بود، به قدر مقاله‌ی ویلسون جلب توجه نکرد. ویلسون زمان پیدایش انسان خردمند را در حدود ۲۲۰ هزار سال پیش تخمین زده بود و به دلیل وجود عنصری به نام متغیر ۸ [۵۴۸]– که تنها در ژنوم آسیایی‌های زردپوست و نخستی‌های دیگر وجود داشت، آسیا را هم به همراه آفریقا نامزد عنوان زادگاه انسان خردمند دانست.[۵۴۹]

547 Douglas Wallas
548 Factor-8
549 WilsonandCann, 1992.

ناگفته پیداست که انتشار این مقاله انتقادهای تندی را هم برانگیخت. شدیدترین انتقادها از جانب کسانی عنوان می‌شد که طرفدار مدل چندمرکزی بودند و نتیجه‌گیری‌های ویلسون و همکارانش را به معنای رد شدن دیدگاه مورد علاقه‌شان تفسیر می‌کردند. این برداشت چندان هم از حقیقت دور نبود و در واقع انتشار این مقاله به تثبیت نظریه‌ی خروج از آفریقا کمک کرد. ولپوف، به عنوان یکی از سرسخت‌ترین منتقدان شواهد مولکولی، کل روش‌شناسی مبتنی بر ساعت مولکولی را به شدت مورد حمله قرار داد.

پیش از این هم، خودِ ویلسون از روش ساعت مولکولی برای تخمین زمان اشتقاق جنس انسان از سایر میمون‌های بزرگ (مثل شامپانزه و گوریل) استفاده کرده بود. مبنای روش ساعت مولکولی، این پیش‌فرض است که بخش عمده‌ی جهش‌های تصادفی عارض شده بر ژنوم، اثر خاصی بر شانس بقای موجود ندارند و بنابراین با روندی شبیه به متلاشی شدن تصادفی اتم‌های رادیواکتیو، در ژنوم رسوب می‌کنند. به این ترتیب، همان‌طور که با بررسی تراکم اتم‌های برانگیخته در یک ماده‌ی رادیواکتیو می‌توان زمان پیدایش آن را تخمین زد، از مقایسه‌ی ژنوم‌ها هم می‌توان برای چنین مقصودی سود جست. ویلسون با مقایسه‌ی ژنوم انسان و سایر نخستی‌های انسان‌مانند، زمان جدایی خانواده‌ی انسان‌مانندها از سایر نخستی‌ها را به پنج میلیون سال پیش مربوط دانست.

خنثی‌انگاری: دیدگاهی است که یکی از مهم‌ترین پیش‌فرض‌های نگرش تکاملی کلاسیک را نقض می‌کند. این پیش‌فرض، به ارزشمند بودن جهش‌ها از نظر شایستگی زیستی مربوط می‌شود. بر مبنای دیدگاه تکاملی کلاسیک، جهش‌های تصادفی‌ای که به ویژه در جریان تکثیر و رونویسی از ژنوم رخ می‌دهند، باعث تغییر در ساختار و کارکرد سیستم زنده می‌شوند، و در نهایت همین تغییرات است که شایستگی زیستی موجود و احتمال منتقل شدن ژنومش به نسل بعد را تعیین می‌کند. پس از ابداع روش‌های دقیق‌تر و کارآمدی که امکان واگشایی و تحلیل ساختار ژنومی جانداران را به دانشمندان می‌داد، نشان داده شد که بر خلاف فرض کلاسیک،

تمام ژنوم در تعیین ساختار و کارکرد بدن جانداران نقش ندارد. در واقع بیش از ۸۵ درصد از ژنوم موجودات یوکاریوت (از جمله انسان) از کدهایی تشکیل شده است که هرگز برای ساخته شدن پروتئین‌ها مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و یا به زبان تخصصی‌تر، هیچ وقت بیان نمی‌شوند. این بخش‌های ژنوم را اینترون[۵۵۰] می‌نامند و آن را از اگزون[۵۵۱] ــ که بخش‌های بیان‌پذیر و دارای معنا و عملکردِ کد ژنتیکی است ــ مجزا می‌کنند. در ژنوم انسان نزدیک به سه میلیارد جفت نوکلئوتید وجود دارد که تنها ۱۵ـ۱۰ درصد آن بیان می‌شود.[۵۵۲]

خنثی‌انگاری، به دنبال کشف این بخش‌های بی‌معنا و به ظاهر اضافی ژنوم پیشنهاد شد. حرف اصلی این دیدگاه این است که بخش مهمی از جهش‌ها در اینترون‌ها رخ می‌دهند، و بخش مهم دیگری هم که در اگزون‌ها اتفاق می‌افتند به دلیل چند رمزی بودن کد اسیدهای آمینه[۵۵۳]، معمولاً اثر چندانی بر شانس بقای موجود نمی‌گذارند. بر این مبنا، بخش مهمی از جهش‌ها خنثی فرض می‌شوند و اثرشان تنها پس از انباشته شدن و ایجاد ترکیبی به کلی جدید آشکار می‌شود. چنین سازوکاری، تغییرات ناگهانی مورد پیشنهاد در دیدگاه تعادل نقطه‌ای را هم توجیه می‌کند.

این تخمین آشکارا با شواهد دیرین‌شناختی و فسیلی که بنابر یافته‌های آن سال‌ها این رخداد را به پانزده تا سی میلیون سال پیش منسوب می‌کرد، تفاوت داشت. این اختلاف در نتایج، به جبهه‌بندی و دعواهای قلمی شدیدی در دو اردوگاه زیست‌شناسان مولکولی و دیرین‌شناسان انجامید. مهم‌ترین انتقاد دیرین‌شناسان از

550- intron
551- Exone
552 Maxon and Willis,1999.

3. یعنی مثلاً اسید آمینه‌ای مانند آلانین دارای چهار رمز نوکلئوتیدی متفاوت (GCC، GCG، GCU، GCA) است که جهش در کد سوم آن باعث تغییر در نوع اسید آمینه‌ی رمزگذاری‌شده نمی‌شود.

زیست‌شناسان مولکولی، این بود که سرعت رسوب کردن جهش‌ها در بخش‌های خنثای ژنوم ثابت نیست، و به عبارت دیگر تیک تاک ساعت تکاملی آن‌قدرها هم که پنداشته می‌شود، منظم نیست. ولپوف هم در برخورد با شواهدی که ویلسون ارائه کرده بود، از همین استدلال استفاده کرد و ادعا کرد که روش ساعت مولکولی به لحاظ نظری از دقت و اعتبار کافی برای اظهار نظر در این زمینه برخوردار نیست.

این ایرادها، که بسیار جدی هم بود، در هر دو مورد جواب داده شد. نخستین جواب، به همان دهه‌ی شصت و هفتاد برمی‌گردد که ویلسون و هوادارانش برای دقیق‌تر کردن پاسخ‌های خود و تعیین اعتبار ساعت مولکولی دست به آزمون‌هایی جدیدتر زدند. این آزمایش‌ها که بیشتر بر روی ژن پروتئینی به نام آلبومین انجام شده بود، نشان داد که سرعت تیک تاک کردن ساعت مولکولی ثابت است و به راستی می‌توان از آن برای تعیین سن استفاده کرد.[۵۵٤] این آزمایش‌ها، اشتباه‌های چندی را هم در نتیجه‌گیری اولیه نشان داد، و زمان اشتقاق خانواده‌ی انسان از سایر میمون‌ها را تا هفت و نیم میلیون سال به عقب برد.

به هر صورت، جنجال‌های جدیدی که پس از انتشار مقاله‌ی اخیر ویلسون برپا شد، بار دیگر لزوم بازبینی روش‌های ساعت مولکولی را اثبات کرد. ولپوف و سایر علاقه‌مندان به روش‌های دیرین‌شناختی معتقد بودند با وجود درست کار کردن ساعت مولکولی در مورد ژنوم هسته‌ای، چنین حرفی در مورد DNAی میتوکندریایی صحیح نیست و ژنوم ابتدایی و پروکاریوت‌گونه‌ی این اندامک از این نظر ارزشی ندارند. به همین دلیل هم یکی از همکاران ویلسون به نام مارک استون‌کینگ[۵۵۵] پس از بررسی مجدد DNAی میتوکندریایی، به فاصله‌ی دو ماه پس از مرگ ویلسون مقاله‌ای منتشر کرد و در آن نتایجی را که در مورد

---

554 Tempelton, 1993.

555- Mark Stoneking

جهش‌پذیری محتوای ژنتیکی میتوکندری به دست آورده بود، منتشر کرد. در این مقاله، DNAی میتوکندریایی از نظر سرعت تیک تاک کردنِ ساعت مولکولی به دو بخش تقسیم می‌شود. بخشی از آن که ناحیه‌ی کنترل نام گرفت، دارای سرعت جهش زیاد بود و به عنوان شاخص ساعت مولکولی فاقد ارزش بود. اما بخش‌های دیگر نوکلئوتیدی میتوکندری مثل ژنوم هسته‌ای سرعت جهش ثابتی داشتند و به این ترتیب می‌توانستند برای تاریخ‌گذاری تکاملی به‌کار گرفته شوند. استون‌کینگ به کمک همان نرم‌افزار PAUP[۵۵۶] بار دیگر زمان اشتقاق انسان خردمند از اجدادش را محاسبه کرد و به همان تاریخ دویست هزار سال رسید. به این ترتیب، صحت مقاله‌ی ویلسون تأیید شد. استون‌کینگ در مقاله‌ی جدیدتری، با تکیه بر شواهد به دست آمده از ژنوم اهالی بومی گینه‌ی نو، تاریخ ۱۳۰ هزار سال را برای زمان این اشتقاق به دست آورد که با نظریه‌ی خروج از آفریقا دقیقاً سازگار است.

ایراد دیگری که بر مقاله‌ی اولیه‌ی ویلسون وارد بود، مربوط به سرعت تیک تاک کردن این ساعت بود. یک دانشمند ژاپنی به نام ماساتوشی نِئی[۵۵۷] ادعا کرد که سرعت رسوب جهش در میتوکندری بر خلاف تخمین ویلسون که مقدار ٤ـ۲ درصد را در نظر گرفته بود، در حدود ۰/۷۵ درصد است. اگر این ادعا درست می‌بود، زمان جدایی انسان خردمند از نیاکانش تا حدود هشت‌صد هزار سال پیش عقب می‌رفت و در این حالت با زمان مورد نظر ولپوف ــ که با پیدایش نخستین انسان‌های خردمند باستانی یکسان فرض می‌شد ــ هم‌خوانی می‌یافت.

556- Phylogenetics Analysis Using Parsimony
557- Masatushi Nei

البته مقاله‌ی نئی یک ایراد فنی کوچک داشت و آن هم این‌که برای تعیین سن در دو شاخه‌ی تکاملی باید سرعت جهش در هر دو را با هم جمع کرد که در صورت انجام چنین کاری مقدار مورد نظر نئی هم دو برابر می‌شد و به مقدار مورد نظر ویلسون نزدیک می‌گشت.

ایراد دیگری که به کار ویلسون گرفته شد، از طرف خود متخصصان ژنتیک بود. مبنای این ایراد، این حقیقت بود که در کدهای ژنومی دارای شایستگی موضعی خیلی زیاد ــ مثل ژن‌های میتوکندریایی ــ احتمال بروز پدیده‌های هرج‌ومرج‌گونه و آشوبناک هم زیاد می‌شود و به این ترتیب امکان جانشینی بخش‌هایی از کد ژنتیکی با ترکیبات جدید، و در نتیجه جوان نمودن محتوای ژنومی وجود دارد. این ایراد پاسخ قطعی‌ای در مورد اعتبار یا عدم اعتبار نتیجه‌گیری ویلسون به دست نمی‌دهد، و اهمیتش به عنوان یک عامل خدشه بر راهکار ساعت مولکولی هم‌چنان به قوت خود باقی است.

بعد از کشمکش یادشده، چندین پژوهش گسترده با استفاده از ساعت مولکولی انجام پذیرفته و کمابیش همه به اعداد مشابهی برای سن گونه‌ی انسان خردمند رسیده‌اند.[۵۵۸] مثلاً تاکاهاتا در اواسط دهه‌ی نود میلادی پانزده توالی از بخش‌های گوناگون ژنوم انسان و شامپانزه را با هم مقایسه کرد و کار خود را با مقایسه‌ی هفت توالی دیگر در انسان و شامپانزه و گوریل تکمیل کرد. نتیجه‌ی قابل انتظار این بود که خویشاوندی شامپانزه بیش از گوریل به انسان نزدیک است. او زمان جدا شدن انسان و شامپانزه از هم را ٤/٧ میلیون سال پیش و رقم مشابه برای تمایز انسان و گوریل را ۷/۲ میلیون سال پیش به دست آورد.[۵۵۹]

---

[558] Loewe and Siegfried, 1997: 422–423.
[559] Takahata et al., 1995: 198–221.

امروز توافق دانشمندان بر آن است که ساعت مولکولی روشی سودمند و کارآمد است، اما نزدیک‌ترین تاریخ به ما، یعنی دیرترین زمانِ ممکن برای جدا شدن شاخه‌های تکاملی را نشان می‌دهد.[۵۶۰] این تا حدودی با این شواهد پشتیبانی می‌شود که سنگواره‌های یافت‌شده از بسیاری از گونه‌های اجدادی، زودتر از زمانِ مورد انتظار ساعت مولکولی بر صحنه‌ی زمین پدید آمده‌اند. چنان‌که مثلاً انسان ساحلی چادی (ساحل‌آنتروپوس چادنسیس) به هفت میلیون سال پیش تعلق دارد، در حالی که طبق پیش‌بینی مولکولی باید زودتر می‌زیسته باشد.

روش‌شناسی ساعت مولکولی به نتایج و راهبردهای جدیدی منتهی می‌شود که خود می‌تواند هم‌چون محکی برای آزمودن راستیِ اعداد به‌دست‌آمده عمل کند. بهترین نمونه در این زمینه به ماجرای لوله‌ی بطری مربوط می‌شود. اگر ویلسون راست گفته باشد، باید تنوع ژنومی بسیار کمی را در جمعیت‌های انسانی شاهد باشیم، چرا که تمام انسان‌های کنونی باید در فاصله‌ی صد تا دویست هزار سال پیش از مرد و زنی منفرد یا گروهی کوچک از آدمیانِ خردمند باستانی مشتق شده باشند. بر مبنای دیدگاه ویلسون، این جمعیت اندکِ بنیانگذار، در مدتی کوتاه شاخه‌شاخه شده و در سطح سیاره‌ی ما پراکنده گشته‌اند. بنابراین نباید زمان کافی برای به دست آوردن تنوع بالای ژنومی داشته باشند.

چنین چیزی در تکامل سابقه‌ی فراوان دارد. وقوع شاخه‌زایی در جمعیتی کوچک، که از بحرانی طبیعی جان سالم به در برده باشد، در زیست‌شناسی تکاملی با عبارتی تخصصی مشخص می‌شود. این فرآیند را پدیده‌ی «لوله‌ی بطری»[۵۶۱] می‌نامند و علت این نامگذاری هم‌شکل خزانه‌ی ژنومی جمعیت مورد نظر بر فضای حالتش

---

[560] Soares et al., 2009: 740–59.
[561]- Bottle neck

است. این خزانه در حالت پایه مثل دهانه‌ی یک بطری منقبض و کوچک است و پس از عبور از بحران و قرار گرفتن در شرایط مناسب شروع می‌کند به بالیدن و رشد کردن و به بدنه‌ی گشوده‌ی بطری شبیه می‌شود. در این بطری فرضی، لوله عبارت است از منطقه‌ای که به دلیل دشوار بودن شرایط محیطی به چروکیده شدن فضای حالت مجاز و بنابراین کم شدن تنوع ژنومی جمعیت مورد نظر انجامیده، و بدنه‌ی بطری بخشی از فضای حالت است که در آن جمعیت باقی‌مانده از بحران زیست‌محیطی، دچار شاخه‌زایی شده و در بخش‌های مساعدِ کنام خود پراکنده می‌شود. به این ترتیب یک جمعیت بنیانگذار به تدریج فضای مجاز بسط‌یافته‌ی پیرامونش را اشغال می‌کند.

شواهد زیادی در مورد وجود لوله‌ی بطری در تاریخ تکاملی انسان وجود دارد. یک برگه به تنوع ترکیبات ژنتیکی پروئینِ بتا ـ گلوبولین مربوط می‌شود که در شامپانزه‌ها بیشتر از انسان است. زیرواحدهای این پروتئین می‌توانند در کل ۳۲ حالت مختلف داشته باشند، اما در هشت جمعیت اصلی انسانی تنها چهارده تا از آن‌ها وجود دارد. این داده با ادعای ویلسون هم‌خوانی دارد و نشان می‌دهد که انسان‌های کنونی از جمعیت بسیار کوچکی ــ در حدود چهل نفر ــ از انسان‌های خردمند آفریقایی مشتق شده‌اند، و زمان کافی برای پر کردن تمام بخش‌های مجاز فضای حالت‌شان را نداشته‌اند.

به دنبال اهمیت یافتن مدل لوله‌ی بطری در تکامل انسان، آزمون‌های دیگری هم برای محک زدن این ادعا انجام گرفت. در سال 1990 م. دانشمندی به نام جان کلاین[۵۶۲] ساختار مولکول MHC[۵۶۳]را در انسان و شامپانزه با هم مقایسه کرد و نتیجه گرفت که جمعیت انسانی پدیده‌ی لوله‌ی بطری را تجربه نکرده و هرگز

562- Jan Klein
563- Major Histocompatibility Complex

جمعیتی کمتر از ده هزار نفر نداشته است.[٥٦٤] این در حالی است که حقیقتِ پایین بودن چشمگیر تنوع ترکیب ژنومی در انسان (نسبت به سایر نخستی‌ها) جای بحث ندارد. جان اَویس[٥٦٥]، که همان کسی بود که ایراد آشوبگونه بودن شکل جهش‌ها را در ژنوم میتوکندری وارد کرده بود، در این زمینه هم دیدگاهی مشابه دارد و معتقد است که کم بودن تنوع ژنومی در جمعیت‌های انسانی را می‌توان به اشکال دیگری هم تفسیر کرد. نوسان‌های هرج‌ومرج‌گونه و آشوبناک یکی دیگر از تفسیرهای ممکن برای این پدیده است و می‌تواند به خوبی غلبه یافتن یک کد ژنتیکی خاص در جمعیت‌های فراگیر انسانی را هم توضیح دهد.

پژوهش دیگر به نتایج کار تاکاهاتا مربوط می‌شود که توالی‌های ژنومی انسان و شامپانزه و گوریل را با هم مقایسه کرده بود. او بر مبنای این توالی‌ها به این نتیجه رسید که جمعیت موثر جد مشترک انسان و شامپانزه صد هزار تن بوده است. این در حالی است که جمعیت مؤثر انسان بر مبنای محتوای ژنتیک امروزینش تنها ده هزار تن است.[٥٦٦] یعنی در مسیر تکامل با نوعی چروکیدگی تنوع ژنتیکی در انسان روبه‌رو هستیم. محاسبه‌ی اتکینسون و همکارانش نیز نشان می‌دهد که در حدود صد و پنجاه هزار سال پیش جمعیت انسان خردمد تنها هزار تا یازده هزار تن را در بر می‌گرفته است.[٥٦٧]

یکی از شواهدی که کم شدن ناگهانی تنوع ژنومی انسان و پیدایش لوله‌ی بطری را توجیه می‌کند، نظریه‌ی فاجعه‌ی توبا[٥٦٨] است.[٥٦٩] گواه اصلی این نظریه آن است که در حدود هفتاد و سه هزار سال پیش، آتشفشانی

---

564 Klein, 1992.

565- John Avis

566 Takahata et al., 1995: 198–221.

567 Atkinson et al., 2009: 367–73,

568 Toba Catastrophe Theory

569 Gibbons, 1993: 27–28.

بسیار شدید در اقیانوس آرام رخ داد که جزیره‌ی توبا واقع در سوماترای اندونزی بازمانده‌ی آن است.[۵۷۰] این انفجار یکی از شدیدترین فعالیت‌های آتشفشانی کل عمر زمین بوده و به پرتاب ۲۸۰۰ کیلومتر مکعب ماگما به جو منتهی شده است.[۵۷۱] خاکستر آتشفشانی آن زمستانی شش تا ده ساله را به دنبال داشته که احتمالاً با یک دوره‌ی سرمای عمومی هزار ساله در سراسر زمین تعقیب شده است. این دقیقاً همان زمانی است که آخرین عصر یخبندان زمین را فرا می‌گیرد. البته منتقدان سرسختی هم هستند که منکر ارتباط این انفجار با ظهور عصر یخبندان هستند.[۵۷۲] برخی از پژوهشگران این رخداد را علت اصلی انقراض جمعیت‌های انسان خردمند و پیدایش لوله‌ی بطری می‌دانند. بر مبنای این نظریه، بعد از این انفجار و نامساعد شدن اقلیم زمین، شمار کل انسان خردمند در زمین به ده تا دو هزار تن فرو کاسته شد. قاعدتاً همین لوله‌ی بطری تکاملی و از میان رفتن رقبا و خالی شدن کنام‌های همسایه دلیلی بوده که باعث شده انسان خردمند به سرعت در گوشه‌وکنار زمین پراکنده شود و ریخت جمعیت‌های گوناگون آن با سرعتی بیش از معمول تمایز یابد و از تنوع ژنتیکی جمعیت‌ها پیشی بگیرد.[۵۷۳]

مهم‌ترین نقطه ضعف فرضیه‌ی فاجعه‌ی توبا آن است که دانشمندی به نام مایکل پترالگیا در سال ۲۰۰۷ م. در کاوش‌هایی که در هند انجام داد، به ابزارهای سنگی انسان خردمند برخورد که در لایه‌های پیش و پس از خاکستر ناشی از توبا قرار گرفته بودند و نشان می‌دادند که یک جمعیت محلی در آن نقطه وجود داشته که بعد از این آتشفشان از میان نرفته است. این با فرضیه‌ی فاجعه‌ی توبا که تمام جمعیت‌های زمین جز بخشِ

---

570 Chesner et al., 1991: 200–203.
571 Jones, 2007: 174.
572 Robock et al., 2009: D10107.
573 Ambrose, 1998: 623–651.

بازمانده در آفریقا را محکوم به فنا می‌دید در تعارض است.[۵۷٤] هرچند می‌توان فرض کرد که جمعیت یادشده دیرتر با عواقب بوم‌شناختی این انفجار روبه‌رو شده و بعدتر منقرض شده باشند. در سال ۲۰۰۹ م. پژوهش دیگری که در خلیج بنگال بر گرده‌های گلِ بازمانده بعد از خاکستر توبا انجام گرفت، نشان داد که پس از این حادثه جنگل‌های این منطقه از بین رفته و اقلیم مساعد پیشین کاملاً دستخوش آشوب و ویرانی شده است.[۵۷۵] ناگفته نماند که گونه‌های جزیره‌نشینی مانند انسان فلورسی یا گونه‌های مقاوم در برابر سرما مثل نئاندرتال‌ها در برابر این آشفتگی بوم‌شناختی دوام آوردند و تا پنجاه هزار سال بعد از آن هم‌چنان به بقای خود ادامه دادند. در سال ۲۰۱۰ م. هاف و همکارانش با تحلیل دوباره‌ی داده‌های موجود از ژنوم انسان خردمند و نیاکانش نشان دادند که پدیده‌ی لوله‌ی بطری به انسان خردمند و فاجعه‌ی توبا وابسته نیست و قدمتی بیشتر دارد. در واقع نیاکان انسان در ۱/۲ میلیون سال پیش نیز هم‌چنان از جمعیت مؤثر اندکی بالغ بر بیست و شش هزار تن برخوردار بوده‌اند.[۵۷٦] این بدان معناست که سیر تکامل انسان چندین چروکیدگی در تنوع ژنومی را از سر گذرانده و فاجعه‌ی توبا و دهانه‌ی بطری پدید آمده از آن تنهای یکی از آن‌ها، و احتمالاً واپسین‌شان، بوده است. این با برخی از شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای هم‌خوان است که به این نتیجه می‌رسند که پدیده‌ی لوله‌ی بطری امری پرشمار و معمول در خط‌راهه‌ی تکاملی انسان بوده است.[۵۷۷] احتمالاً مهم‌ترین عامل در پیدایش این دهانه‌ی بطری‌ها، رقابت گونه‌های متفاوت انسان با هم و شکننده بودن موقعیت گونه‌های جنس هومو در اقلیم‌های ناپایدارشان بوده است.

---

574 Petragliaet al., 2007.
575 Williams et al., 2009: 295–314.
576 Huff et al, 2010: 1–6.
577 Endicott et al., 2009: 515–21,

ریچارد داوکینز در کتاب «داستان نیاکان» از مرور داده‌های برآمده از تحلیل ژنوم میتوکندری و کروموزوم Y به این نتیجه رسیده که همه‌ی آدمیان امروزی یک نیای مادینه‌ی منفرد در ۱۴۰ هزار سال پیش، و یک نیای نرینه‌ی یگانه در فاصله‌ی ۹۰ـ۶۰ هزار سال پیش داشته‌اند.[۵۷۸] این شاهد نیز به دو دهانه‌ی بطری اشاره می‌کند که دومی‌اش با زمان فاجعه‌ی توبا هم‌خوانی دارد. ناگفته نماند که برداشت داوکینز در مورد یکتا بودن شمار جفت‌های والد در هر انقباض قدری افراطی است. باید به این نکته توجه کرد که محتوای ژنتیکی کروموزوم Y و میتوکندری در کل، بخشی ناچیز از کل ژنوم را تشکیل می‌دهد و همگرایی در مواد وراثتی‌ای که از یک خط جنسی از والدها به ارث می‌رسد، طبیعی است و حتی ضرورتاً وجود دهانه‌ی بطری را هم نشان نمی‌دهد. در واقع، بیشتر پژوهشگرانی که با مدل‌های کمی شمار جمعیت انسان خردمند را در زمان انقباض دهانه‌ی بطری محاسبه کرده‌اند، به اعدادی بین یازده تا دوازده هزار تن دست یافته‌اند.[۵۷۹]

از نظر زمانی هم اگر روش‌های تحلیلی جدید به کار گرفته شوند، زمان همگرایی ژن‌های پدریِ کروموزوم Y و ژن‌های مادریِ میتوکندریایی را کمابیش به ۱۴۰ هزار سال پیش می‌رسانند. نقطه‌ی همگرایی مسیر پدری کمی نزدیک‌تر است و به ۱۱۰ هزار سال پیش می‌رسد، اما چنان‌که وایلدر نشان داده، همان ۱۴۰ هزار سال را باید پذیرفت و همگرایی نزدیک‌تر کروموزوم Y به خاطر آن است که جمعیت مردان در کل تاریخ تکامل انسان ۱/۲ برابر بیش از زنان بوده و بنابراین سرعت و دامنه‌ی تغییری بیش از زنان را نشان می‌دهد.[۵۸۰] گذشته از این، نوسان کامیابی تولید مثلی در میان مردان بسیار بیشتر از زنان است. یعنی شمار فرزندانِ به وجود آمده

---

578 Dawkins, 2004: 416.
579 Takahata, 1993: 2–22; Schaffner, 2004: 43–51,
580 Wilder et al., 2004: 2047–2057.

از پشت مردان، از صفر تا چند صد تن نوسان می‌کنند، در حالی که دامنه‌ی تغییر این عدد برای زنان بسیار کمتر است. این هم می‌تواند همگرایی ژنتیکی نزدیک‌تری را بر کروموزوم Y نتیجه دهد.

کروموزوم‌هایی که یک جهش خاص را در خود دارند، هاپلوگروه[۵۸۱] نامیده می‌شوند. تنوع ژنتیکی هاپلوگروه‌های مربوط به کروموزوم Y در جمعیت‌های انسانی بومی آفریقای سیاه و به ویژه در جمعیت سیاه‌پوستان بیشینه است و بنابراین می‌توان ایشان را نزدیک‌ترین جمعیت‌ها به نمونه‌های اجدادی انسان خردمند دانست. در کل دو شاخه‌ی اصلی از هاپلوگروه‌های این کروموزوم وجود دارند که به نام‌های هاپلوگروه A و BT خوانده می‌شوند. اولی در کل کمیاب است و به خصوص در برخی از جمعیت‌های بدوی گردآورنده و شکارچی در آفریقا یافت می‌شود. دومی رواجی جهانگیر دارد و در تمام جمعیت‌های غیرآفریقایی و بخش عمده‌ی جمعیت‌های آفریقایی دیده می‌شود. این دو هاپلوگروه، در نهایت، به دو مرد می‌رسند که دارنده‌ی کروموزوم Y پدرشان ــ «آدمِ» ژنتیکی ــ قلمداد می‌شود.[۵۸۲] در سال ۲۰۱۱ دانشمندی به نام کروچیانی این بحث را پیش کشید که تمایز اصلی میان دو هاپلوگروه یادشده نیست، بلکه شکاف اصلی تکاملی میان دو زیرگروه A (T_ A۱a و A۱b) قرار دارد. در این حالت زمان جدایی دو هاپلوگروه به ۱۴۲ هزار سال پیش باز می‌گردد.[۵۸۳]

پژوهش بسیار جالبی که آلن راجرز بر شپش انسانی انجام داده، نشان می‌دهد که شپش‌های تن انسان خردمند نیز از تنوع ژنتیکی اندکی برخوردارند. یعنی در سیر تکامل ایشان نیز نوعی پدیده‌ی دهانه‌ی بطری دیده

---

[581] haplogroup
[582] Karafet et al., 2008: 830–838.
[583] Cruciani et al., 2011: 814–818.

می‌شود. طبق محاسبه‌ی راجرز، تمام شپش‌های انسانی از جمعیت کوچکِ بنیانگذاری مشتق شده‌اند که در فاصله‌ی پنجاه تا صد و پنجاه هزار سال پیش در آفریقا می‌زیسته‌اند و قاعدتا انگلِ جمعیتی کوچک از انسان‌های خردمند بوده‌اند.

الگوی مشابهی در مورد باکتری زخم معده (هِلیکوباکتریوم پیلوری)[۵۸۴] نیز دیده می‌شود. یعنی هرچه از مرکزی جغرافیایی در آفریقای شرقی دورتر شویم، تنوع ژنتیکی این باکتری که انگل لوله‌ی گوارش انسان است، کاهش می‌یابد. شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد که تمام باکتری‌های زخم معده‌ی امروزین از جمعیت کوچکی که حدود ۵۸ هزار سال پیش در آفریقای شرقی می‌زیسته، سرچشمه گرفته‌اند.[۵۸۵]

گذشته از انسان خردمند، پدیده‌ی دهانه‌ی بطری در سیر تکاملی شامپانزه‌ها[۵۸۶]، گوریل‌ها[۵۸۷]، اورانگ‌اوتان‌ها[۵۸۸]، میمون‌های ماکاک[۵۸۹] و ببرها و یوزپلنگ‌ها[۵۹۰] هم دیده می‌شود. در تمام این مسیرهای تکاملی تنوعِ اندک امروزین از جمعیت کوچکی از بنیانگذاران مشتق شد که در فاصله‌ی ۷۰ ـ ۵۵ هزار سال پیش می‌زیسته‌اند.

تنوع اندک ژنتیکی در جمعیت‌های انسانی نشان می‌دهد که نقطه‌ی همگرایی‌شان در زمان بسیار نزدیک است و به زمان زایش گونه‌ی انسان خردمند مربوط می‌شود. نیای مادینه‌ی تمام انسان‌های امروزین را حوای میتوکندریایی می‌نامند، چرا که هویت و ویژگی‌هایش را با بررسی ژنوم میتوکندری انسان شناسایی کرده‌اند.

---

584 *Helicobacter pylori*
585 Linz *et al.,* 2007: 915–918.
586 Goldberg, 1996.
587 Thalman et al., 2007: 146–158.
588 Steiper, 2006: 509–522.
589 Hernandez et al., 2007: 240–243.
590 Luo et al., 2004: 2275–2293.

این نیای مشترک در حدود صد و پنجاه هزار سال پیش در شرق آفریقا می‌زیسته است. یعنی مدت‌ها پیش از ۹۵ـ۶۰ هزار سال پیش که گروهی از انسان‌های خردمند از آفریقا به سرزمین‌های دیگر کوچ کردند.[۵۹۱]

یکی از اشتباه‌های رایجی که درباره‌ی حوای میتوکندریایی وجود دارد، آن است که برخی فکر می‌کنند وجود نیای مشترک بدان معناست که در مقطعی از زمان تنها یک جفت از انسان خردمند بر زمین می‌زیسته‌اند. این برداشت به کلی نادرست است. شواهد ژنتیکی نشان می‌دهد که جمعیت انسان خردمند هرگز از ده هزار تن کمتر نشده و بنابراین همواره زنان دیگری از این گونه بر زمین وجود داشته‌اند. وجود حوای ژنتیکی بدان معناست که یکی از این زنان کامیابی تکاملی بیشتری داشته و افرادِ بنیانگذار جمعیت‌های امروزین را زاده است.[۵۹۲] خطای دوم آن است که برخی گمان می‌کنند زمان زندگی نیای مادری آدمیان و نیای پدری‌شان باید هم‌زمان بوده باشد. یعنی دوران زندگی حوای میتوکندریایی و آدمِ کروموزوم Y را یکی می‌گیرند. این دو ممکن است هم‌زمان بوده باشند، و ممکن هم هست که نباشند. نیای پدری یگانه بدان معناست که درست شبیه به آنچه که در مورد تبار مادری دیدیم، در مورد تبار پدری هم نیای یکتایی وجود دارد که مسئول کل تنوع ژنتیکی جمعیت‌های امروزین است. با وجود این وی نیز در دنیایی شلوغ از مردانِ دیگرِ همگونه‌اش می‌زیسته و از نظر زمانی هم به احتمال بسیار زیاد چند ده هزار سال از حوای میتوکندریایی جوان‌تر بوده است.

خطای دیگر آن است که نیای مشترک مادری و پدری بر مبنای ژنوم میتوکندری و کروموزوم Y را با نیای مشترک در کل یکی فرض کنیم. در واقع آدم و حوایی که از این داده‌ها به دست می‌آیند، تنها به خاطر قرار

---

[591] Endicott et al., 2009: 515–521.
[592] Takahata, 1993: 2–22

گرفتن در گرانیگاه اتصال ژن‌های میتوکندری و کروموزوم Y اهمیت یافته‌اند. یعنی آدم و حوای یاد شده نیای مشترک تمام آدمیان امروزین نبوده‌اند، و بسیار پیش‌تر از این نیای مشترک می‌زیسته‌اند. محتوای ژنتیکی‌ای که به این دو ختم می‌شود، بخشی کوچک از کل ژنوم است که جمعیت‌های انسانی امروزین در آن با جمعیت‌هایی پرشمار و منقرض‌شده شریک بوده‌اند.

برای یافتن نیای مشترکی که جمعیت‌های انسانی امروزین را بنیان نهاده باشد، باید کل ژنوم انسانی و تنوع‌های موجود در جمعیت‌های گوناگون را در نظر گرفت. در این حالت به جدیدترین نیای مشترک (MRCA)[۵۹۳] انسان می‌رسیم که به شکلی شگفت‌انگیز دیرتر از آدم و حوای کروموزوم Y ـ میتوکندریایی می‌زیسته است. در واقع محاسبات نشان می‌دهد که نیای مشترک تمام آدمیان زنده‌ی امروزین، در فاصله‌ی پانزده تا پنج هزار سال پیش می‌زیسته است![۵۹۴] یعنی زن و مردی در این فاصله می‌زیسته‌اند که خط دودمانی تمام انسان‌های امروزین به ایشان ختم می‌شود و پیش از آن نیز این خط دودمانی مشترک و یگانه است، تا به نخستین تک‌یاخته‌ای‌های تکامل‌یافته بر زمین، یعنی قدیمی‌ترین جد مشترک‌مان برسیم.[۵۹۵]

رود و اولسون که با مدل‌سازی رایانه‌ای به عددی نزدیک به پنج هزار سال پیش برای این نیای مشترک دست یافته‌اند، این فرض را در ابتدای کار داشته‌اند که جمعیت‌های انسانی منزوی نیستند و همگی با هم در تماس هستند. یعنی کلید اصلی محاسبه‌ی ایشان آن است که سیستم‌های جمعیتی انسانی نسبت به آمیزش گشوده و باز فرض شوند. این فرض در کل با توجه به درهم تنیده بودنِ بوم‌ها و اقلیم‌های زمین درست است، اما وقتی

---

593 most recent common ancestor
594 Rohde et al., 2004: 562–566.
595 Dawkins, 1995: chap: *River Out of Eden.*

در دامنه‌های چند هزار ساله بدان بنگریم، مشکوک می‌نماید. ایشان در مقاله‌ی مشهور خویش چنین نتیجه‌گیری کرده‌اند: «مهم نیست که ما به چه زبانی سخن می‌گوییم یا پوست‌مان چه رنگی دارد. همه‌ی ما اجدادی مشترک داریم که برنج را در کرانه‌ی رود یانگ‌تسه کاشته‌اند، اسب را در دشت‌های اوکراین اهلی کرده‌اند، جانور تنبل غول‌آسا را در آمریکا شکار کرده‌اند و برای ساختن هرم بزرگ جیزه رنج کشیده‌اند»[۵۹۶].

این برداشت به گمانم با توجه به پیش‌فرضی که یاد شد، افراطی می‌نماید. با وجود این، می‌توان پذیرفت که این نیای مشترک در کرانه‌های دورترِ نزدیک به پانزده هزار سال پیش زیسته باشد، که باز نسبت به عمر ۱۵۰ هزار ساله‌ی گونه‌ی انسان خردمند بسیار نزدیک می‌نماید. این نزدیکیِ زمانی به نیای مشترک چندان هم نامعقول نیست. چون حتی در دوران تاریخی نیز می‌دانیم که همواره بخش کوچکی از جمعیت در تأسیس گروهی بزرگ از نوادگان موفق‌تر از بدنه‌ی اصلی جمعیت عمل می‌کرده‌اند. بررسی‌های انجام شده بر کروموزوم Y جمعیت‌های مقیم آسیای میانه نشان می‌دهد که ۸ درصد از ایشان، که روی هم رفته نیم‌درصد کل مردان کره‌ی زمین را شامل می‌شوند، از نیای مشترکی در هزار سال پیش برخاسته‌اند که به احتمال زیاد چنگیزخان بوده است.[۵۹۷]

بحث بر سر وجود یا عدم وجود لوله‌ی بطری در تاریخ تکاملی انسان هنوز به گرمی جریان دارد و به پاسخی قطعی نرسیده است. در هر صورت، درست بودن یا نبودن این پدیده، ارتباطی با صحت شواهد مولکولی در

[596] Rohde et al., 2004: 562–566.
[597] Zerjal et al., 2003.

مورد منشأ آفریقایی انسان و تاریخ پیدایشِ آن ندارد. یعنی می‌توان با ضریب اطمینانی بالا، نظریه‌ی خروج از آفریقا را به عنوان معقول‌ترین مدلِ توضیح‌دهنده‌ی تکامل انسان پذیرفت.[۵۹۸]

با انتشار این شواهدِ انبوه در پشتیبانی از وجود پدیده‌ی دهانه‌ی بطری، نظریه‌ی چند مرکزی، با اشکالات فراوانی دست به گریبان شد. به گفته‌ی دکتر شاهین روحانی، که از پیشگامان استفاده از تحلیل‌های مبتنی بر ساعت مولکولی است، این دیدگاه به تحرک ژنتیکی بسیار زیادی در گستره‌ی جغرافیایی بسیار پهناوری نیازمند است و این دو پیش‌نیاز، احتمال درست بودنش را کاهش می‌دهند. به عنوان یک قانون در بوم‌شناسی تکاملی، حتی در شرایط بهینه هم، جمعیت‌های بزرگ تمایل دارند به گروه‌های کوچک‌تر و زیرگونه‌های تازه‌تر بشکنند. با این حرف‌ها، دیدگاه چندمرکزی که پایداری جمعیتی بسیار بزرگ را در بوم‌هایی بسیار متنوع در زمانی بسیار طولانی ادعا می‌کند، چندان پذیرفتنی نیست. بنابر محاسبات روحانی، در بهترین شرایط ممکن هم یک جهش مفید برای پراکنده شدن از جنوب آفریقا تا شمال چین به نیم میلیون سال زمان نیاز دارد، که با تاریخ صدهزار ساله‌ی گونه‌ی ما هم‌خوانی ندارد.

بحث در مورد رابطه‌ی خویشاوندی نئاندرتال‌ها و انسان‌های خردمند امروزین هم پس از کشیده شدن پای روش‌های مولکولی به ماجرا، شکلی دیگر به خود گرفت. در آخرین سال‌های قرنی که گذشت، گروهی از دانشمندان آمریکایی از روش‌های رده‌بندی مولکولی برای تعیین جایگاه ژنوم یک نئاندرتال اروپایی که از استخوان‌هایش استخراج شده بود، استفاده کردند. نتیجه، با رد دیدگاه بریس همراه بود. دیدگاهی که نوعی

[598] Johnsonetal, 1983.

رابطه‌ی طولی (یعنی پدر ـ پسری) را بین نئاندرتال‌ها و انسان‌های کنونی فرض می‌کرد. بنا بر نتایج این بررسی، باید نئاندرتال‌ها را پسرعمو ــ و نه پدر ــ نژاد انسان کنونی در نظر گرفت.[۵۹۹]

در یک آزمون جدیدتر، کدهای ژنتیکی DNAی میتوکندریایی اسکلت نئاندرتالی که به ۲۹ هزار سال پیش مربوط می‌شد، با روش‌هایی مشابه با رویکرد ویلسون مورد تحلیل قرار گرفت.[۶۰۰] این اسکلت در غاری در قفقاز یافت شده بود و با توجه به این‌که نئاندرتال‌های اروپا در ۲۸ هزار سال پیش منقرض شده بودند، نمونه‌ای به نسبت تازه محسوب می‌شد. در این بررسی هم نئاندرتال یادشده با نئاندرتال‌های دیگرِ یافت‌شده در اروپا در یک طبقه قرار گرفت، اما با انسان خردمند تفاوتی مشخص را از خود نشان داد. به این ترتیب، تردید اندکی در موازی بودن این دو شاخه‌ی تکاملی باقی می‌ماند.[۶۰۱]

یکی از مهم‌ترین پژوهش‌ها درباره‌ی خزانه‌ی ژنتیکی نئاندرتال‌ها را سوانته پابو[۶۰۲] انجام داده و طی آن DNA هفتاد اسکلت نئاندرتال را استخراج کرده است. یافته‌های وی نشان داد که ۹۹/۵ درصد از ژنوم انسان خردمند و نئاندرتال‌ها مشترک بوده و تاریخ جدایی این دو گونه از هم حدود پانصد هزار سال پیش بوده است. مقاله‌ی مشهوری در مجله‌ی *طبیعت* چنین محاسبه کرده که این دو گونه در ۵۱۶ هزار سال پیش جدی مشترک داشته‌اند.[۶۰۳] این در حالی است که شواهد سنگواره‌ای تاریخ این جدایی را حدود چهارصد هزار سال پیش

---

599 Stringer and Grun, 1991.
600 Krings et al, 1997.
601 Ovchinnikov et al, 2000.
602 Svante Pääbo
603 Green *et al.*, 2006: 330–6.

نشان می‌دهند.[۶۰۴] پژوهش دیگری که در سال ۲۰۰۷ م. انجام شده تاریخ این جدایی را تا هشت‌صد هزار سال پیش عقب می‌برد.[۶۰۵] با همین روش می‌توان تخمین زد که جد مشترک تمام انسان‌های خردمند امروزین در فاصله‌ی ۲۹۰ـ۱۴۰ هزار سال پیش می‌زیسته است.[۶۰۶] شواهد برآمده از ژنوم میتوکندریایی نیز نشان می‌دهد که ارتباط نئاندرتال‌ها و انسان خردمند بیشتر از نوع پسرعمویی است، تا پدر و پسری.[۶۰۷] بنابراین انسان نئاندرتال را باید به عنوان گونه‌ای مستقل در نظر گرفت، نه زیرگونه‌ای از انسان خردمند.[۶۰۸] شواهد نشان می‌دهد که برخی از هاپلوتیپ‌های موجود در ژنوم نئاندرتال‌ها در جمعیت‌های انسانیِ غیرآفریقایی وجود دارند.[۶۰۹] برخی از پژوهشگران معتقدند مشارکت نئاندرتال‌ها و برخی از هومینیدهای دیگر ــ مانند انسان‌ریخت‌های دِنیسووا[۶۱۰] ــ در خزانه‌ی ژنتیکی انسان امروزین به شش درصد بالغ می‌شود.[۶۱۱] نئاندرتال‌ها، هرچند به این ترتیب از برچسبِ «نیای انسان خردمند» نجات یافتند، اما نتوانستند متمدن بودن خود را انکار کنند. بقایای به جا مانده از این انسان‌ها به روشنی نشان می‌دهد که فرهنگی به نسبت پیچیده در میان این مردم تکامل یافته است. اولین نشانه‌های فرهنگ نئاندرتال‌ها در منطقه‌ای به نام لاموستیه[۶۱۲] در فرانسه کشف شد، و از آن هنگام به بعد فرهنگ نئاندرتال را به نام فرهنگ موستریَن نامگذاری کرده‌اند. این فرهنگ

---

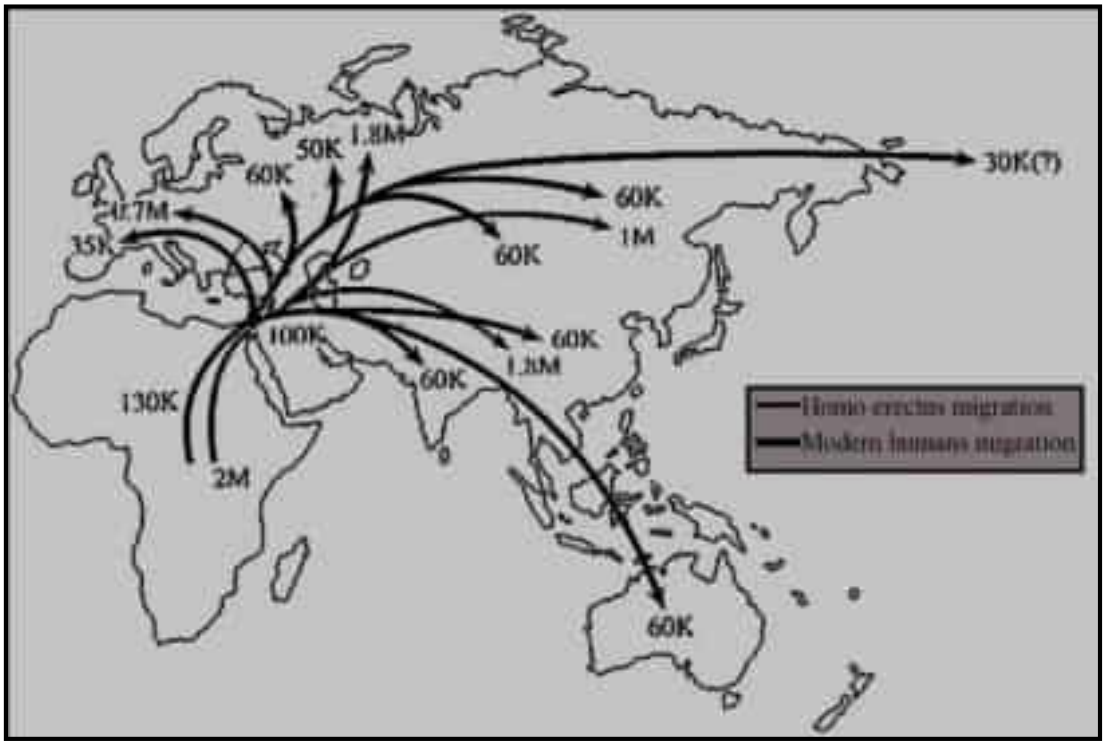
604 Wade, 2006.
605 Pennisi, 2007: 967.
606 Cann et al., 1987: 31-36.
607 Hedges, 2000: 652–653.
608 Harvati et al., 2004: 1147–1152.
609 Noonan, 2010: 547–53.
610 Denisova hominins
611 Reich *et al*, 2010: 1053–60.
612- LLa Moustier

از حدود سیصد هزار سال پیش شکوفا شد[۶۱۳] و جدیدترین بقایای این فرهنگ را در غار گورهام در جبل‌الطارق یافته‌اند.[۶۱۴]

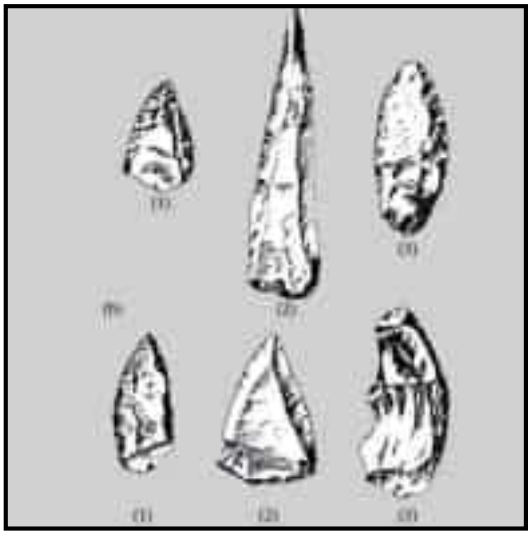
نشانه‌های بسیاری از این فرهنگ به جا مانده است. چاقوهای سنگی به دقت تراشیده‌شده، کوبه‌ها و چکش‌های سنگی، و بقایای لباس‌هایی که ظاهراً از پوست جانوران دوخته می‌شده، در فرهنگ این موجود عناصری آشنا بوده‌اند. انسان نئاندرتال بی‌تردید شکارچی بوده است و ماموت‌ها و گوزن‌ها و خرس‌های وحشی را شکار می‌کرده است. این مردم از فرزندان خردسال و بیماران به صورت دسته‌جمعی مراقبت می‌کرده‌اند و در مراکز تجمع‌شان آثاری از اسکلت‌هایی یافت شده که به بیماری‌های سخت دچار بوده‌اند و با این وجود سال‌ها با همان وضعیت زنده مانده‌اند. این شواهد، بدون فرض جامعه‌ای حمایتگر قابل تفسیر نیست. به عنوان مثال، یکی از جسدهایی که در کوه‌های شنیدار (واقع در دامنه‌های زاگرس در سمت عراق) پیدا شده، به مردی تعلق دارد که یک دستش را در اثر تصادفی از دست داده بوده و یک چشمش هم کور بوده، و با این همه برای سال‌ها با این نقص عضوها زنده مانده است.[۶۱۵] در همین منطقه، نخستین آثار از مناسک انسانی هم مشاهده می‌شود. در کوهستان‌های شنیدار، قدیمی‌ترین گورهای انسانی نیز پیدا شده است. در یکی از این گورها، که شصت هزار سال قدمت دارد، جسدی در حالت جمع شده ــ شبیه حالت جنین در رحم مادر ــ قرار گرفته و آثار باقی‌مانده از گرده‌های گل و بقایای مواد گیاهی در گور، حدس وجود نوعی مراسم تدفین را تقویت می‌کند.[۶۱۶]

---

613 Skinner et al., 2007.
614 Finlayson et al., 2006: 850–853.
615 Solecki, 1975.
616 Leroi-Gourhan,1975.



الگوی مهاجرت انسان‌های راست‌قامت و خردمند[۶۱۷]



ابزارهای موسترین از سواحل مدیترانه (a) و فرانسه (b). شماره‌های ۱ و ۲ تیغه سنگی و شماره ۳ مشته سنگی (اندازه $\frac{۱}{۲}$)[618]

[617] Lewin, 1998:390.

[618] Cambridge, 1992.

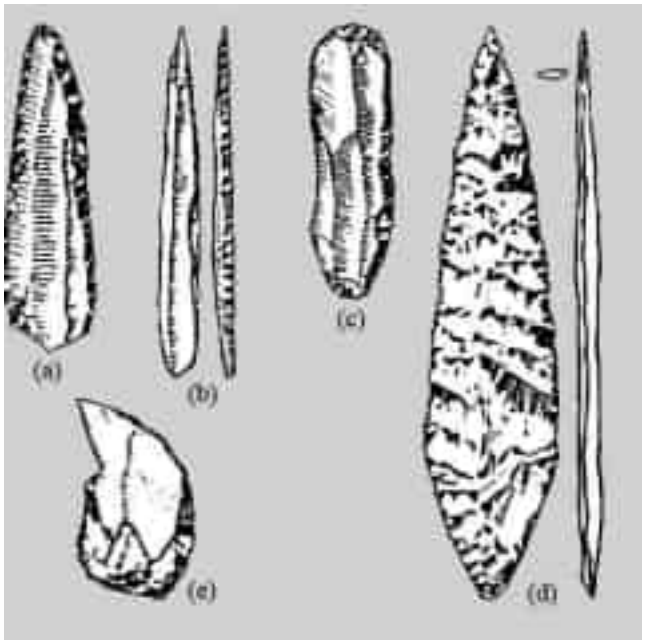
چنان‌که گذشت، در برخی نقاط ــ که قفصه‌ی فلسطین مشهورترینِ آن‌هاست ــ انسان‌های خردمند و نئاندرتال برای مدت چند ده هزار سال در همسایگی یکدیگر می‌زیسته‌اند. در این مناطق، فرهنگ موستریِن را نه تنها در میان نئاندرتال‌ها، که در بین انسان‌های خردمند هم می‌توان یافت. به بیان دیگر، چنین به نظر می‌رسد که فرهنگ حاکم بر جوامع این دو نوع انسان، یکی بوده باشد. یعنی گویا وامگیری فرهنگی‌ای میان این دو گونه انجام پذیرفته باشد، هر چند چگونگی و شدت آن، موضوع بحث‌های فراوان است.[۶۱۹]

در این ناحیه با وجود همزیستی درازمدت انسان‌های خردمند و نئاندرتال، اثری از خشونت و مبارزه‌ی رویارو بر سر منابع دیده نمی‌شود. در مورد شیوه‌ی همزیستی انسان نئاندرتال و خردمند نظریه‌های فراوانی وجود دارد. یکی از دیدگاه‌های جالب توجه، به اریک ترینکاوس[۶۲۰] مربوط می‌شود. این دانشمند که متخصص نئاندرتال‌هاست، در ابتدای کار معتقد بود هرگز رویارویی مشخصی در بین این دو گونه رخ نداده، و منطقه‌ی کشف‌شده در خاورمیانه محلی بوده که موج‌های جمعیتی این دو گونه از انسان با تغییرات اقلیمی جانشین یکدیگر می‌شده‌اند.[۶۲۱] یعنی به نظر می‌رسد نئاندرتال‌های کوتاه‌قد و تنومند برای زیستن در شرایط سرد و خشک سازگارتر بود باشند، و خردمندهای بلند و باریک برای زیستن در شرایط گرم و مرطوب بیشتر آمادگی داشته باشند. به این ترتیب، ترینکاوس فرض می‌کند که منطقه‌ی مورد نظر در فصل‌های گرم سال توسط انسان‌های خردمند تسخیر می‌شده و با سردتر شدن هوا ایشان به جنوب مهاجرت کرده و محیط را برای

---

619 Finlayson, 2007: 213–22.
620- Eric Trinkaus
621 Trinkaus, 1989.

نئاندرتال‌هایی که ناچار شده بودند پیش از این به شمال سردتر هجرت کنند، باز می‌گذاشته‌اند. این مدل پیدا شدن استخوان‌های مربوط به هردو گونه و عدم وجود برخورد بین‌گونه‌ای را به طور هم‌زمان توجیه می‌کند.[۶۲۲] امروز ترینکاوس نام‌دارترین مدافع نظریه‌ی دورگه‌گیری است. بر اساس این دیدگاه، انسان خردمند و نئاندرتال دورگه‌هایی را پدید آورده و بخش مهمی از نوسان‌های ریختی موجود در مدارک فسیلی به این دورگه بودن نمونه‌ها مربوط می‌شود.[۶۲۳] این نظریه‌ی دورگه‌گیری میان دو گونه، چنان‌که گفتیم، هم‌چنان از مسایل داغ و مورد مناقشه است.



نمونه‌هایی از ابزارهای سنگی دیرینه سنگی پسین

622 Trinkaus and Shipman, 1993.

623 Jones, 2007L: 28–32.

یک شاهد جالب توجه در مورد توانایی فکری نئاندرتال‌ها، به فرهنگی موسوم به شاتل‌پرونَین[۶۲۴] مربوط می‌شود. این فرهنگ هم نام خود را از منطقه‌ای در فرانسه گرفته است، و به این دلیل اهمیت دارد که محل خاک‌برداری آثاری از فرهنگ انسان‌های خردمند بود، که در کنار خرده اسکلت‌هایی شبیه به نئاندرتال‌ها قرار گرفته بودند. در ابتدا این شواهد به نفع نظریه‌ی چند مرکزی تفسیر می‌شد و چنین فرض می‌شد که این آمیختگی نژادی و فرهنگی نشانگر پیوسته بودن تغییرات در روند تکامل انسان بوده است. اما پس از یافته شدن چندین اسکلت کامل انسان در این منطقه، برداشت از کل قضیه دگرگون شد. اسکلت‌ها، به طور خالص و بدون دارا بودن اثری از مرحله‌ی گذار، به انسان نئاندرتال مربوط بودند. به این ترتیب، ثابت شد که نئاندرتال‌ها هم با وجود کامیاب نبودن‌شان در رقابت با انسان‌های خردمند، در مقاطعی از تاریخ زیر تأثیر فرهنگ آن‌ها بوده‌اند و عناصری از فرهنگ اورینیاک را در جوامع خود بازتولید می‌کرده‌اند. این شواهد با وجود خدشه وارد نکردن بر فرض ترینکاوس، نشان داد که مدل مهاجرت فصلی همیشه هم جوابگو نیست و به واقع تماس‌هایی رویارو در بین این دو گونه از انسان وجود داشته است.[۶۲۵]

ماهیت این برخوردها هرچه بوده باشد، بر اساس شواهد دیرین‌شناختی، بین سی تا چهل هزار سال پیش فاجعه‌ای طبیعی برای انسان‌های نئاندرتال رخ داده و همه‌شان را در عرض چند هزار سال منقرض کرده است. ظاهراً موج این فاجعه در حدود ۳۸ هزار سال پیش در اروپای مرکزی آغاز شده، و در ۳۲ هزار سال پیش به اروپای غربی رسیده است. ماهیت این فاجعه به درستی مشخص نیست، اما مشهورترین نظریه‌ها در این مورد را به طور خلاصه مرور خواهیم کرد:

624- Chatelperonian
625 Tattersal, 1995.

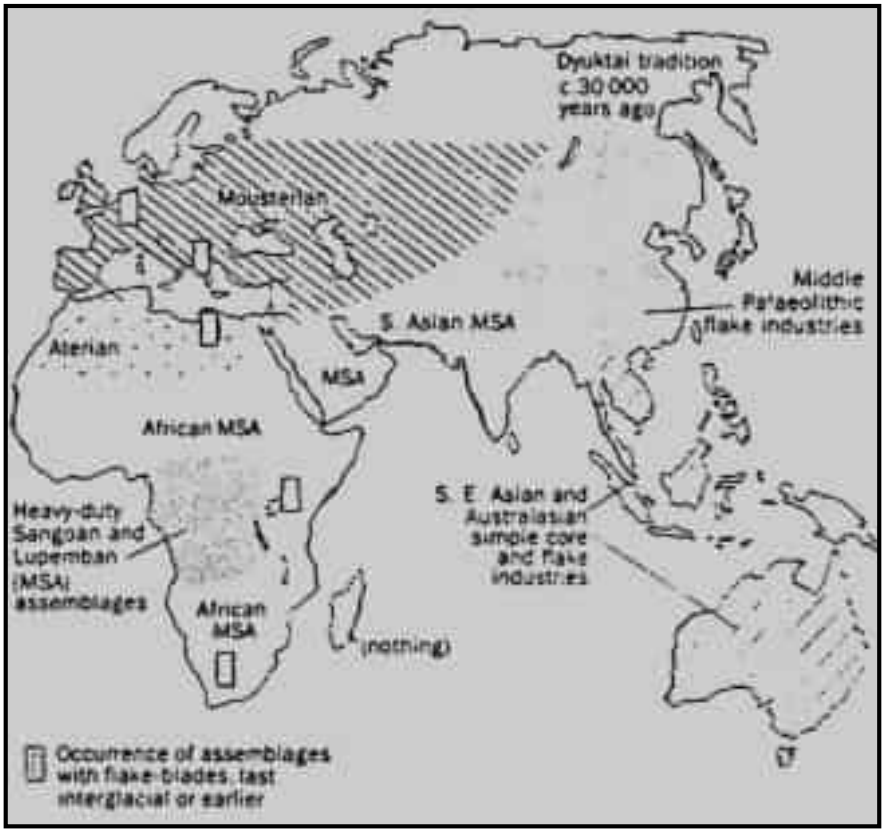
ـ ساده‌ترین دیدگاه، علت انقراض نئاندرتال‌ها را خشونت انسان‌های خردمند و فعالیت سازمان‌یافته‌شان برای نسل‌کشی نئاندرتال‌ها می‌داند.[۶۲۶] قتل‌عام ناگهانی نئاندرتال‌ها، هر چند کاملاً امکان دارد، اما بهترین توجیه نیست. چرا که این دو گونه‌ی انسان برای مدت هزاران سال در کنار یکدیگر زندگی کرده بودند و شواهد چندانی از بروز نبرد در بین‌شان به دست نیامده است.

ـ نظریه‌ی دیگر، ریشه‌کنی نئاندرتال‌ها را در اثر شکست خوردن‌شان در رقابت با انسان‌های خردمند می‌داند.[۶۲۷] بر مبنای این دیدگاه، با کمتر شدن منابع طبیعی و افزایش جمعیت هر دو گونه، احتمالاً رقابت شدیدتری بین این دو جمعیت انسانی درگرفته، و انسان‌های خردمند که به ابزارهای هوشمندانه‌تر، و به ویژه زبانی پیچیده مسلح بوده‌اند، در این مسابقه‌ی تکاملی پیروز شدند و به طور غیرفعال زمینه را برای انقراض نئاندرتال‌ها فراهم نمودند.

در حال حاضر شواهد نظری محکمی برای تأیید این دیدگاه وجود دارند. ازرا زوبرو[۶۲۸]، که یکی از پشتیبانان این نظریه است، به آشوب‌گونه بودن پویایی جمعیت‌های پستانداران اعتقاد دارد و ادعا می‌کند که اندکی تغییر در شرایط اولیه ــ مثلاً توانایی دسترسی بیشتر یکی از دو گونه‌ی رقیب به منابع ــ باعث انقراض سریع یک گونه می‌شود. بنابر محاسبات او، تنها یک درصد برتری در جذب منابع، می‌تواند در جانوری مانند انسان اثرات جمعیت‌شناختی سریعی بر جای گذارد. بر این مبنا این مقدار ناچیز برتری تکاملی، می‌تواند در مدت سی نسل (یعنی کمتر از هزار سال) باعث انقراض گونه‌ی رقیب (در اینجا نئاندرتال‌ها) گردد.

---

626 Diamond, 1992: 52.
627 McKie, 2009.
628- Ezra Zubrow



ـ سومین نظریه، علت اصلی انقراض نئاندرتال‌ها را آتشفشانی مهیبی در چهل هزار سال پیش می‌داند که بعد از چند هزار سال با زنجیره‌ی تازه‌ای از فعالیت آتشفشانی دنبال شد. شواهد تأییدکننده‌ی این نظریه بیشتر به داده‌های برآمده از اسکلت نئاندرتال‌های قفقازی متکی است.[۶۲۹]

ـ نظریه‌ای دیگر، با الهام از جریان کشف آمریکا، انقراض نئاندرتال‌ها را ناشی از شیوع بیماری واگیرداری می‌داند که توسط انسان‌های خردمندِ مهاجر به ایشان منتقل شده بود.

[629] Liubov et al., 2010: 655; Bower, 2010: 12.

هنگامی‌که اروپاییان به قاره‌ی آمریکا گام نهادند، علاوه بر اسلحه‌های مخوفی مانند سلاح آتشین و اسب، ویروس آبله و آنفلوانزا را هم به دنیای نو وارد کردند. ویروسی که مردم اروپا به دلیل تکامل هم‌زمان با آن، نسبت به آن مصونیت داشتند، اما به راحتی قادر به قتل‌عام جمعیت‌های بومی آمریکا بود. بر اساس تخمین‌های زده‌شده، تا دو قرن پس از ورود سفیدپوستان به آمریکا حدود یک سوم کل جمعیت قاره‌ی آمریکا، در اثر بیماری آبله از پا درآمدند، و این کشتار با نسل‌کشی برنامه‌ریزی‌شده توسط سفیدپوستان برابر بود. به نظر می‌رسد که بروز بیماری واگیرداری از این دست در میان نئاندرتال‌ها هم ممکن بوده باشد. به این ترتیب، این نوع انقراض را هم باید نوعی اندرکنش غیرفعال در نظر گرفت. در جدول چکیده‌ای از ویژگی‌های گونه‌های متفاوت جنس انسان (Homo) را می‌بینید.

گونه	Homo habilis (کوچک)	Homo habilis (بزرگ)	Homo erectus	Archaic Homo sapiens	Homo neanderthalensis	Homo sapiens
قدمت (my)	2 ـ 1/6	2/4 ـ 1/6	1/8 ـ 0/3	0/4 ـ 0/1	0/15 ـ 0/03	0/13 ـ0/06
قد (متر)	1	1/5	1/3 ـ1/5	؟	1/5 ـ1/7	1/6 ـ 1/85
حجم مغز(cc)	500 ـ650	600 ـ 800	750ـ1250	1100 ـ 1400	1200 ـ 1750	1200ـ1700
شکل جمجمه	چهره‌ی کوچک، بینی رشدیافته	چهره‌ی پهن‌تر و بزرگ‌تر از مورد قبل	جمجمه تخت و کلفت، قوس ابرو و پس سر برجسته	چهره صاف و سر بلند	بینی بزرگ، جمجمه نازک‌تر و قوس ابرو کوچک‌تر	جمجمه باریک و مرتفع، فاقد قوس ابرو
آرواره	دندان آسیای کوچک، آرواره‌ی نازک	آرواره‌ی کلفت با آسیای بزرگ و باریک	دندان‌ها کوچک‌تر، گاه با آسیای درشت	بعضی دندان‌ها کوچک‌تر	دارای چانه‌ی بزرگ‌تر	دندان کوچک‌تر، چانه بزرگ‌تر
مکان	شرق و جنوب آفریقا	شرق آفریقا	آفریقا، آسیا، اندونزی	اوراسیا	آسیای غربی، اروپا	آفریقا، آسیای غربی

ح) انسان خردمند

در سال ۱۸٦۰ م. هم‌زمان با انتشار کتاب اصل انواعِ داروین و گسترش بحث در مورد آن، و در بحبوحه‌ی کشمکش بر سر ماهیت نئاندرتال‌ها، کشفی جدید توجه دانشمندان را به خود جلب کرد.

گروهی از کارگران جاده‌ساز فرانسوی، به هنگام کار در منطقه‌ای به نام کرومانیون[٦٣٠]، با غاری روبه‌رو شدند که حاوی چندین اسکلت انسان و ابزارهای سنگی فراوانی بود. دانشمندان فرانسوی، صاحبان این اسکلت‌ها را با نام انسان کرومانیون خواندند و سنش را بین سی تا چهل هزار سال تخمین زدند. انسان کرومانیون، نخستین نمونه‌ی شناخته‌شده از فسیل انسان خردمند[٦٣١] است.

انسان کرومانیون، اولین شکل شناخته‌شده از انسان کنونی بود. بعدها نشان داده شد که نمونه‌های بسیار قدیمی‌ترِ یافت‌شده در فلسطین و خاورمیانه هم به همین گونه تعلق داشته‌اند، و بنابراین باید انسان کرومانیون را به عنوان همان انسان خردمندی در نظر گرفت که هم‌زمان با نئاندرتال‌ها می‌زیست، و خواسته یا ناخواسته موجبات انقراض آن‌ها را فراهم کرد. جمعیت‌های انسان کرومانیون تا آخرین عصر یخبندان ــ یعنی تا ده هزار سال پیش ــ هم‌چنان وجود داشتند. هم‌زمان با پایان آخرین دوره‌ی یخبندان، این جمعیت هم جای خود را به نژادهای بشر امروزی داد.[٦٣٢]

انسان کرومانیون تفاوت چندانی با بشر کنونی نداشته است؛ مثل ما چانه داشته و از قوس ابروی برجسته‌ی نئاندرتال‌ها اثری در او باقی نبوده است. حجم مغز او تفاوت چندانی با مغز نئاندرتال‌ها نداشته و مغزش حتی

630- Cro - Magnon
631- Homo sapiens
632 Hawkes et al, 1999.

کمی کوچک‌تر هم بوده است. اما شکل گسترش قشر مخ در او پیچیده‌تر بوده و در نواحی پیشانی و گیجگاهی ججیم‌تر بوده است. بدون تردید انسان کرومانیون توانایی به‌کار بردن زبان را داشته است. از نظر باستان‌شناختی در جریان انتقال جمعیت انسانی غالب از نئاندرتال به کرومانیون، نوعی انفجار فرهنگی صورت گرفت. هم‌زمان با پیدایش انسان خردمند، انبوهی از آثار هنری، مهره‌ها و نقاشی‌ها بر سطح زمین پدیدار شد که هنوز هم مایه‌ی حیرت و ستایش پژوهشگران است.

فرهنگ کرومانیون‌ها، هم‌زمان با آغاز عصر دیرینه‌سنگی بالایی ــ یعنی در حدود چهل هزار سال پیش ــ آغاز شد. در این فرهنگ برای نخستین بار ردپای ابزارهای عاجی، استخوانی و چوبی در مدارک باستان‌شناسی آشکار شدند. تعداد و تنوع بسیار زیاد ابزارها در این دوره با مراحل قبلی قابل‌مقایسه نیست و آشکار است که جوامع تولیدکننده‌ی این مواد و وسایل از جمعیتی زیاد و فشرده برخوردار بوده‌اند. هم‌چنین در این دوره برای نخستین بار به اشیای تجملی و فاقد ارزش مستقیم کارکردی ــ مانند دانه‌های تراشیده‌ی کهربا و صدف ــ برمی‌خوریم که ظاهراً نقش مبادله‌ای داشته‌اند و از تولد تجارت پایاپای خبر می‌دهند. با توجه به این‌که ساختن مهره‌ها و اشیای تزیینی یافته‌شده از این فرهنگ با ابزارهای آن دوران دشوار بوده است، این انفجار تولیدی را باید با نوعی افزایش رفاه و دستیابی به بهره‌وری بالاتر در جوامع انسانی هم‌زمان دانست. به یاد داشته باشیم که بیشترین سرعت تولید مهره‌هایی که به فراوانی در این دوران ساخت می‌شده‌اند، پنج مهره در روز بوده است. به این ترتیب، جوامع سازنده‌ی این مهره‌ها می‌بایست منابع کافی برای تغذیه‌ی هنرمندان سازنده‌ی این مهره‌ها و انگیزش فکری لازم برای پرداختن به این نیاز را داشته باشند.

کمابیش در همین هنگام هم هست که نخستین نشانه‌ها از ابزارهای ترکیبی را در جوامع انسانی می‌بینیم. یکی از شواهد معتبر موجود در این مورد، به ابزارهایی سنگی مربوط است که در منطقه‌ی هوویسونز پورت[۶۳۳] در آفریقای جنوبی و آتریان در آفریقای شمالی کشف شدند. این ابزارهای سنگی بر روی خود بریدگی‌هایی داشتند که می‌توانسته محل مهار کردن سنگ در گیره‌ای چوبی باشد. اگر این تفسیر درست باشد، هم‌زمان با پیدایش انسان‌های خردمند، نخستین نشانه‌های ابزارسازی به کمک ابزار هم پدیدار می‌شود. یعنی ابزارهایی که برای تولید ابزارهای دیگر و نه تغییر دادن مستقیم طبیعت تخصص یافته باشند، هم‌زمان با انسان خردمند پدید آمدند.

در مورد این‌که پیدایش این فرهنگ برتر تا چه حدی تدریجی یا ناگهانی بوده، دیدگاه‌های متفاوتی وجود دارد. آلیسون بروکس[۶۳۴] به نوعی گذار حالت[۶۳۵] شناختی در مرز پارینه‌سنگی میانی و بالایی قایل است و ظهور فرهنگ اورینیاک را ناگهانی و انفجارگونه می‌داند. دانشمند بزرگ دیگری مانند لویس بینفورد هم چنین اعتقادی دارد و با کنکاش بر استخوان‌های حیوانات به جای مانده در اردوگاه‌های باستانی انسان‌های خردمند و نئاندرتال، نوعی جهش تکاملی ناگهانی را در کیفیت شکار و ابزارسازی تشخیص داده است.

گلین ایساک، که پیش از این با تحقیقاتش در زمینه‌ی لاشه‌خوار بودن انسان راست‌قامت آشنا شدیم، یکی دیگر از هواداران دیدگاه جهش فرهنگی است. به نظر او منحنی رشد فرهنگ در بشر دو قله‌ی بزرگ و مهم را پشت سر گذاشته است. اولی در حدود دو و نیم میلیون سال پیش، و هم‌زمان با پیدایش نخستین ابزارهای

633- Howieson's port
634- Alison Brooks
635- Phase transition

فرهنگ اولدوون، و دیگری در حدود دویست و پنجاه هزار سال پیش، و هم‌زمان با پیدایش گونه‌ی انسان خردمند باستانی که فرهنگ‌های موسترین و اورینیاک را پایه‌ریزی کرد. ایساک رشد بعدی فرهنگ تا زمان انسان کنونی را دنباله‌ی منطقی همین دو جهش فرهنگی می‌داند.

در مقابل این افراد، متخصصان دیگری هم هستند که با وجود پذیرش پیشرفت چشمگیر فرهنگ در مرز پارینه‌سنگی بالایی و میانی، و با وجود موافقت با ربط این فرهنگ و انسان خردمند، بر خصلت تدریجی آن تأکید می‌کنند. یعنی گذار از فرهنگ‌های باستانی به صنعت اورینیاک را ناشی از تحولی درونزاد و تدریجی می‌دانند که با دگرگونی مهمی در جمعیت‌های انسانی همراه نبوده است.[۶۳۶] شواهدی که برای تأیید این دیدگاه گواه گرفته می‌شود معمولاً به کهن بودن برخی از نمودهای فرهنگ‌های تازه‌تر تأکید دارد. به عنوان مثال، مهره‌هایی از جنس پوست تخم شترمرغ و سایر پرندگان، بیش از چهل هزار سال پیش هم ساخته می‌شده‌اند. نمونه‌هایی از این مهره‌ها در آفریقا یافت شده‌اند که بیشتر از نود هزار سال قدمت دارند. هم‌چنین در زئیر، بقایای یک آلت موسیقی یافت شده است که آن هم نود هزار سال سن دارد. در اروپای چهل هزار سال پیش هم آلت‌های موسیقی ساده‌ای شبیه به این ساخته می‌شده‌اند. بنابراین شاید برداشت ما از ناگهانی و انفجاری بودن پیدایش فرهنگ اورینیاک، آن‌قدرها هم درست نباشد و تا حدودی از نادیده گرفتن شواهد قدیمی‌تر آفریقایی ناشی شده باشد. دلیل دیگر، می‌تواند به ناقص بودن شواهد ما، و متمرکز بودن‌شان در قاره‌ی اروپا مربوط باشد.

---

[636] Bednarik, 2011: 25–55.

آثار به‌جا مانده از انسان‌های کرومانیون در اروپا بیشتر از سایر نقاط یافت شده‌اند، اما احتمالاً ریشه‌ی این امر را باید در تمرکز کاوش‌ها در خاک اروپا و کمتر بودن فعالیت باستان‌شناسان در نقاط دیگر جست‌وجو کرد. در کلِ قاره‌ی آفریقا تنها شش محل خاکبرداری مهم برای عصر پارینه‌سنگی بالایی وجود دارد، در حالی که تعداد این محل‌ها در آسیا بیست برابر، و در اروپا دویست برابر بیشتر است!

شاید به همین دلیل باشد که گسست برجسته و آشکارِ بین فرهنگ‌های دوره‌ی پارینه‌سنگی میانی و بالایی ــ که با غلبه یافتن انسان‌های خردمند مترادف است ــ در آسیا و آفریقا به برجستگی اروپا دید نمی‌شود و چنین به نظر می‌رسد که دو قاره‌ی نام برده بدون گذار از مرحله‌ی پارینه‌سنگی میانی ناگهان به دوره‌ی نوسنگی وارد شده باشند. این ابهام، چنان‌که دیدیم، می‌تواند مربوط به فقدان شواهد و کمی مدارک باشد. توضیح دیگر این است که گسست یادشده نخست در قاره‌ی اروپا ایجاد شده و به تدریج به سمت شرق و جنوب پراکند شده است. شواهدی هم در این راستا وجود دارد. به این معنا که می‌دانیم برخی از انسان‌های خردمند در مقاطعی که همسایه‌ی نئاندرتال‌ها بوده‌اند، فاقد فرهنگ پیشرفته بوده و از نظر ابزارسازی در سطحی برابر با پسرعموهای خود رده‌بندی می‌شده‌اند. بنابراین وجود یک مرکز تحول فرهنگی که انفجار فرهنگی انتهای پارینه‌سنگی میانی را موجب شده باشد، معقول به نظر می‌رسد. در هر صورت، هنوز داوری در مورد موقعیت جغرافیایی این مرکز، به دلیل ناکامل بودن کاوش در آفریقا و آسیا، شتابزده می‌نماید.

فرهنگ پارینه‌سنگی بالایی، که موج انفجارِ اطلاعاتی یاد شده را نمایندگی می‌کند، به چند دوره تقسیم می‌شود. قدیمی‌ترین فرهنگ شناخته شده در میان انسان‌های خردمند اولیه، اورینیاک[۶۳۷] نام دارد. این فرهنگ از چهل

---

[637]- Aurignacien

تا سی هزار سال پیش ادامه داشته و بسیار پیچیده‌تر و کارآمدتر از فرهنگ موسترین بوده است. بعد از آن، فرهنگ نه چندان شناخته شده‌ی گراوتیَن[۶۳۸] بر صحنه پدیدار شد که به زودی جای خود را به فرهنگی پیشرفته‌تر داد. در حدود ۲۲ـ۱۷ هزار سال پیش، فرهنگی به نام سولوتریَن[۶۳۹] پدید آمد و بالاخره در حدود پانزده هزار سال پیش، فرهنگ مگدالنیَن[۶۴۰] جایگزین فرهنگ‌های قبلی شد.

آخرین فرهنگ شناخته‌شده‌ی کرومانیون‌ها، آزیلیَن[۶۴۱] نام دارد که تا ده هزار سال پیش ادامه پیدا کرده است. چنان‌که از شواهد باستان‌شناختی برمی‌آید، فرهنگ کنونی ما ادامه‌ی مستقیم مسیری است که در جوامع کرومانیون آغاز شده است.

نمونه‌ی ابزارهای سنگی سولوترین

638- Gravettian
639- Solutrean
640- Magdalenian
641- Azllian

خ) انسان کنونی

با فرا رسیدن چهارمین عصر یخبندان (بر مبنای تقسیم‌بندی کلاسیک)، جمعیت‌های باستانی کرومانیون‌ها منقرض شدند و جمعیت‌های کوچک‌تر و تخصص‌یافته‌تری از انسان‌های خردمند که به نژاد sapiens تعلق داشتند و اسم علمی‌شان انسان خردمندِ خردمند بود، بر صحنه پدیدار شدند. چگونگی دگرگونی کرومانیون‌ها به انسان‌های کنونی به خوبی مشخص نشده است. فرض معقول این است که گروه‌های انسان خردمند که در بخش‌های گوناگون زمین ساکن بودند، با پایان یافتن عصر یخبندان و تثبیت اقلیم زمین، با شرایط محیطی خویش سازگار شدند. به این ترتیب، ساکنان ساوان‌ها و دشت‌های آفتابگیر و استوایی آفریقا پوستی تیره، دست و پایی بلند، و تراکم بالایی از رنگیزه در پوست و مو را به دست آوردند. ساکنان بیابان‌های آسیای مرکزی و شمال چین که با شدت تابش زیاد و آب و هوایی نامساعد و گاه سرد روبه‌رو بودند، پلک‌هایی با اپیکانتوس و چین خورده پیدا کردند و تراکم متوسطی از رنگیزه را در بدن‌شان انباشتند، و ساکنان مناطق سردسیری شمالی هم که به دلیل کمبود نور خورشید و ابری بودن محیط نیاز به تابش بیشتری برای تولید ویتامین D و گرم شدن داشتند، رنگیزه‌های بدن‌شان را به تدریج از دست دادند و نژاد سپید را ساختند. این شکل از تبیین ویژگی‌های ریخت‌شناختی نژادهای اصلی انسان، البته ساده‌انگارانه و بیش از حد سرراست به نظر می‌رسد، اما به طور مشخص رگه‌هایی از واقعیت را هم در خود نهفته است. اهمیت عوامل غیرجغرافیایی ــ مثل گزینش جنسی ــ را در شکل‌گیری جمعیت‌های انسانی کنونی نمی‌توان نفی کرد، اما با این وجود

نباید فراموش کرد که کل این جریان‌ها در زمینه‌ای از اندرکنش‌های بوم‌شناختی معنا می‌یافته، و همان عوامل محیطی از نخستین شکل‌دهندگان به گونه‌ی انسان بوده است.[٦٤٢]

بر مبنای شواهد به دست آمده از خزانه‌ی ژنتیکی آدمی، در حال حاضر هفت جمعیت اصلی انسانی وجود دارند که همگی به گونه‌ی انسان خردمند تعلق دارند و نژاد همه‌ی آن‌ها هم خردمند است.[٦٤٣] این جمعیت‌ها عبارتند از: آفریقایی، سپیدپوست[٦٤٤]، آسیایی جنوبی، آسیایی شمالی، استرالیایی، گینه‌ی نویی، آمِریندان و بومی جزایر اقیانوس آرام.

در میان این هفت گروه، تفاوت ژنتیکی چشمگیری بین جمعیت آفریقایی و غیرآفریقایی وجود دارد. اگر تفاوت ژنومی بین آفریقایی‌ها و غیرآفریقایی‌ها را یک فرض کنیم، تفاوت استرالیایی‌ها و چینی‌ها برابر با ٦٢ صدم و اختلاف آسیایی‌ها و سپیدپوست‌ها ٤٢ صدم خواهد بود. به کمک ساعت مولکولی، می‌توان این نسبت‌ها را به زمان جدایی جمعیت‌ها ترجمه کرد. بر این مبنا، آسیایی‌ها و آفریقایی‌ها در حدود صد هزار

---

٦٤٢ . شاملار، 1367.

643 Goldman and Barton, 1992.

٦٤٤. معمولاً در متون اروپایی، به جای سپیدپوست می‌نویسند قفقازی (caucasian)، و منظورشان جمعیت‌های سپیدپوستِ ساکن در نیمه‌ی غربی اوراسیاست. در اینجا برچسب قفقازی را به کار نبرده‌ام تا جمعیتِ بزرگ یادشده با خوشه‌ی زبانی قفقازی و جمعیت‌های خویشاوندِ به‌کاربرنده‌شان اشتباه گرفته نشود. به‌کاربرندگان زبان‌های قفقازی، که امروز مهم‌ترین بازمانده‌شان زبان گرجی است، زمانی در دورادور دریای مدیترانه و میانرودان و جنوب ایران‌زمین ساکن بوده‌اند و احتمالاً جمعیت‌های پدیدآورنده‌ی تمدن سومر و ایلامی و گوتیوم و کرت به این خوشه مربوط بوده‌اند. از نظر جمعیتی همه‌ی قفقازی ـ مدیترانه‌ای‌ها، به همراه جمعیت‌های آریایی و سامی (که زبان‌شان به خوشه‌های خویشاوند متفاوتی تعلق دارد) در درون جمعیت سپیدپوست می‌گنجند.

سال پیش از هم جدا شدند، و زمان مشابه برای جدایی آسیایی‌ها از اهالی استرالیا پنجاه هزار سال، و زمان جدایی آسیایی‌ها و اروپایی‌ها کمتر از چهل هزار سال خواهد بود.[٦٤٥]

گروه‌های خونی هم شاخص‌هایی مناسب برای بازسازی تاریخی پویایی جمعیت‌های انسانی هستند. گروه خونی A در میان اهالی استرالیا و فنلاند با بسامدی نزدیک به ٤٠ درصد دیده می‌شود. می‌دانیم که استرالیا تا واپسین عصر یخبندان به دلیل پایین‌تر بودن سطح دریاها با آسیای جنوب شرقی نزدیکی زیادی داشته است و ساکنان بومی آن هم از همین راه خود را به آنجا رسانده‌اند. از راه همین ارتباط، ژن این گروه خونی، به تدریج از این مرکز در اوراسیا و کانادا پراکنده شده و در این مناطق به بسامدی بالاتر از ٢٠ درصد رسیده است. در بقیه‌ی نقاط دنیا، بسامد این ژن کمتر از ٢٠ درصد است.

گروه خونی B در کمربند وسط اوراسیا پراکندگی بیشینه‌ی خود را نشان می‌دهد و در میان بومیان هند، تبت، مغولستان و شرق سیبری بسامدی بیش از ٢٥ درصد دارد. این ژن به تدریج در سراسر اوراسیا و آفریقا پراکنده شده، اما بسامدی کمتر و کمتر پیدا کرده و در نهایت اصلاً به دنیای جدید وارد نشده است.

گروه خونی O، که در واقع عبارت است از عدم وجود گروه‌های خونی قبلی، در جمعیت‌هایی که به دلیل نداشتن ارتباط با جهان کهن خلوص ژنومی خود را حفظ کرده‌اند بیشتر دیده می‌شود. این گروه خونی در آمریکای جنوبی و مرکزی و بخش‌هایی از آمریکای شمالی که جمعیت سفیدپوستان در آنجاها کمتر است، با بسامدی بیشتر از ٩٠ درصد شیوع دارد. توزیع این گروه خونی در آفریقا و استرالیا و بقیه‌ی آمریکا بین ٨٠

[645] Kivisild et al, 1999.

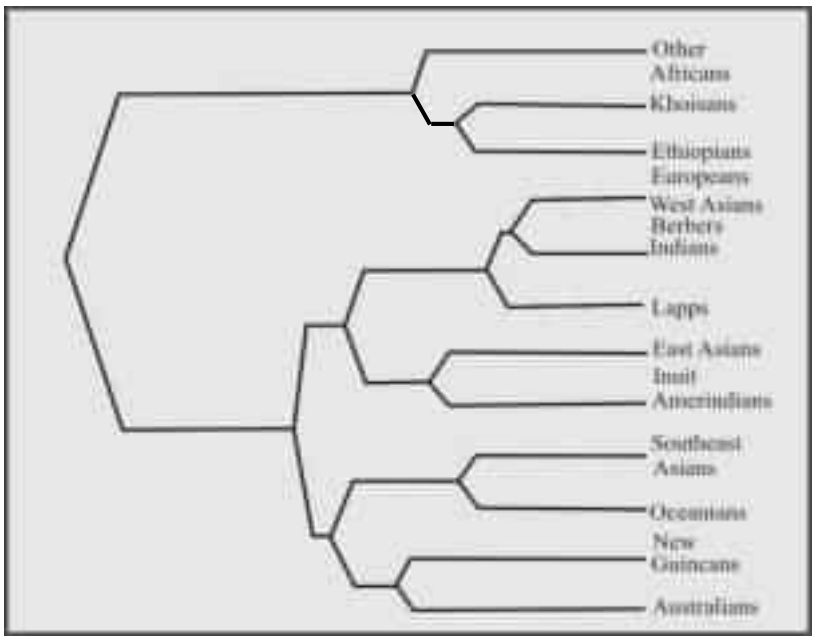
ـ۶۰ درصد است و در مرکز اوراسیا به دلیل آمیخته شدن ترکیب‌های ژنتیکی گوناگون بسامدی بسیار پایین دارد.

علاوه بر شواهد بیوشیمیایی و ژنومی، برخی از اندام‌ها و دستگاه‌های بدن جانوران نسبت به تغییرات محیطی و سازش‌های تکاملی واکنش سریع‌تر و آشکارتری از خود نشان می‌دهند. در دانش رده‌بندی، از این شاخص‌ها برای تمایز قایل شدن بین خوشه‌های ژنومی همسایه استفاده می‌شود. اندام‌های حسی و پردازشی، اندام‌های تغذیه‌ای، و اندام‌های حرکتی مهم‌ترین سیستم‌هایی هستند که این قاعده در موردشان صدق می‌کند. در واقع، موجودات زنده مرتباً در حال حل کردن مسایلی هستند که به جذب ماده و انرژی از محیط، درک و پردازش اطلاعات، و تغییر مکان دادن بدن مربوط می‌شود، و به این ترتیب بر مبنای راه‌حل‌های متنوع و گوناگونی که در شاخه‌های گوناگون حیات جانوری ابداع شده است، می‌توان شالوده‌ی نظری مطمئنی را برای رده‌بندی‌شان استوار کرد.

شکل دندان‌ها و وضعیت آرواره‌ها، از این شاخص‌های تعیین‌کننده در تکامل نخستی‌هاست. این اندام در مورد انسان کنونی هم اهمیت خود را حفظ کرده و یکی از شاخص‌های مفید در جداسازی جمعیت‌های انسانی کنونی محسوب می‌شود. بر مبنای شکل دندان‌ها و توزیع جغرافیایی آن‌ها، می‌توان بسیاری از وقایع مهم را در جابه‌جایی‌های عمدی جمعیت‌های انسانی بازسازی کرد. به عنوان مثال، از همین الگوی دندانی به عنوان شاخصی برای تخمین زمان مهاجرت زردپوستان به قاره‌ی آمریکا استفاده می‌کنند.

بر طبق مدل‌های کلاسیک، در حدود یازده یا دوازده هزار سال پیش، انسان خردمندِ وابسته به جمعیت آسیایی شمالی به کمک پل خشکی باریکی که غرب سیبری را به شمال کانادا متصل می‌کرد، به آمریکا مهاجرت

کردند. این برش تاریخی را مرز کلوویس[٦٤٦] می‌نامند و آن را شاخص دورانی می‌دانند که نخستین انسان‌ها به قاره‌ی آمریکا گام نهادند. شواهد چندی وجود دارد که بر این تصویر خدشه وارد می‌کند.[٦٤٧] مثلاً در غارهای پیائویی[٦٤٨] در برزیل نقاشی‌هایی کشف شده که سی هزار سال قدمت دارد، یا پناهگاه‌هایی سنگی در آمریکای شمالی یافت شده‌اند که مربوط به چهارده هزار سال قبل هستند. به تازگی نشان‌هایی از انسان در منطقه‌ی پدرافورادا یافت شده است که قدمت‌شان را پنجاه هزار سال تخمین می‌زنند.[٦٤٩] امروز این نظریه به تدریج هوادارانی برای خود می‌یابد که کوچ آسیایی‌ها به آمریکا را در چند موج در نظر می‌گیرد که از حدود سی هزار سال پیش شروع می‌شود و تا یازده هزار سال پیش ادامه می‌یابد. شواهدی هست که نشان می‌دهد کمی پیش از این دوران، دو کوچ محدودتر از آفریقا و اروپا نیز به آمریکا انجام پذیرفته است.



درخت خویشاوندی جمعیت‌های گوناگون انسان بر مبنای شباهت ساختار DNA

646- Clovis barrier
647 Gibbons, 1996.
648- Piaul
649 Bahn, 1993.

داده‌هایی که برای بازسازی انتقال جمعیت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، دامنه و تنوعی چشمگیر دارند. مثلاً یکی از راه‌ها آن است که شواهد باستان‌شناختی را با شکل دندان‌بندی انسان‌ها مقایسه کنیم. در این حالت نتایج جالبی به دست می‌آوریم. به طور کلی دو ترکیب مهم دندانی در زردپوستان یافت می‌شود.

یک الگوی دندانی، به سینودونت[۶۵۰] مشهور است. این نوع دندان، در اهالی شرق و شمال شرقی آسیا، و هم‌چنین در سرخ‌پوستان آمریکای شمالی و جنوبی مشترک است و هفت ویژگی دارد که در دندان‌های نوع دوم دیده نمی‌شود. دندان‌بندی نوع سینودونت در آرواره‌هایی دیده می‌شود که در آن‌ها:[۶۵۱]

۱. دندان آسیای اول در آرواره‌ی پایین دارای ریشه‌ای اضافی باشد و تعداد ریشه‌هایش به سه تا برسد.

۲. بخش داخلی دندان پیشین در فک بالا دارای لبه‌ای اضافی و شکلی شبیه به ناودان باشد.

۳. مینای آسیای اول در فک بالا برجستگی مشخصی داشته باشد.

٤. مینای دندان آسیای سوم در فک بالا دارای فرورفتگی کوچکی باشد.

۵. آسیای اول فک پایین دارای چین‌خوردگی باشد.

٦. تعداد برجستگی‌های سطحی آسیای اول فک پایین پنج تا باشد.

۷. تعداد ریشه‌های پیش آسیای اول در آرواره‌ی بالا بیشتر از دندان نوع دوم باشد.

650- Sinodont
651 Turner lll, 1989.

الگوی دندانی دیگر، سوندادونت خوانده می‌شود[۶۵۲] و فاقد ویژگی‌های یادشده است. این دندان‌ها در اهالی آسیای جنوب شرقی، اندونزی و پلی‌نزی دیده می‌شود. نژادهای تای و برمه‌ای هم چنین دندان‌هایی دارند. این جمعیت تحرک زیادی نداشته است و امروز هم کمابیش در همان قلمرو اولیه‌ی خود متمرکز شده است. آشکار است که این جمعیت‌های دارای دندان‌های سینودونت منشأ یکسانی داشته‌اند و بنابر شواهد ژنتیکی بین دوازده تا بیست هزار سال قبل در بیابان‌های مغولستان و چین تکامل یافته‌اند. افراد وابسته به این جمعیت، در سه موج پیاپی مهاجرت کرده‌اند و جمعیت‌های بزرگ مهاجر انسانی را در گستره‌ای بزرگ نتیجه داده‌اند: یک موج بزرگ از این گروه در حدود سی‌هزار سال پیش به جزایر اقیانوسیه و حاشیه‌ی استرالیا رفته‌اند، و در شرایط محیطی خاص آنجا بسیار تغییر یافته‌اند؛ گروه دوم، به سمت شمال کوچ کرده و به اسکیموهای آلوت تبدیل شده‌اند؛ و سومین گروه به مسیر خود ادامه داده و از راه باریکه‌ی خشکی برینگ به شمال شرقی آمریکا رفته‌اند. این گروه اخیر هم به دو شاخه‌ی دیگر تقسیم شده‌اند. بازماندگان گروهی از آن‌ها، دارندگان زبان نا ـ دِن هستند که امروز هم بومی آلاسکا هستند. گروهی دیگر از ایشان جدا شدند و در مسیر مهاجرت خود به جنوب قاره‌ی آمریکا، جمعیت‌های سرخ‌پوست آمریکای شمالی و بومیان آمریکای مرکزی و جنوبی را تا تِیرا دِل فوئِگو[۶۵۳] تشکیل دادند.[۶۵۴]

652- Sundadont

654. Tierra del fuego به اسپانیایی یعنی «سرزمین آتش»، جنوبی‌ترین جزیره‌ی مسکونی زمین.

654 Turner III, 1989.

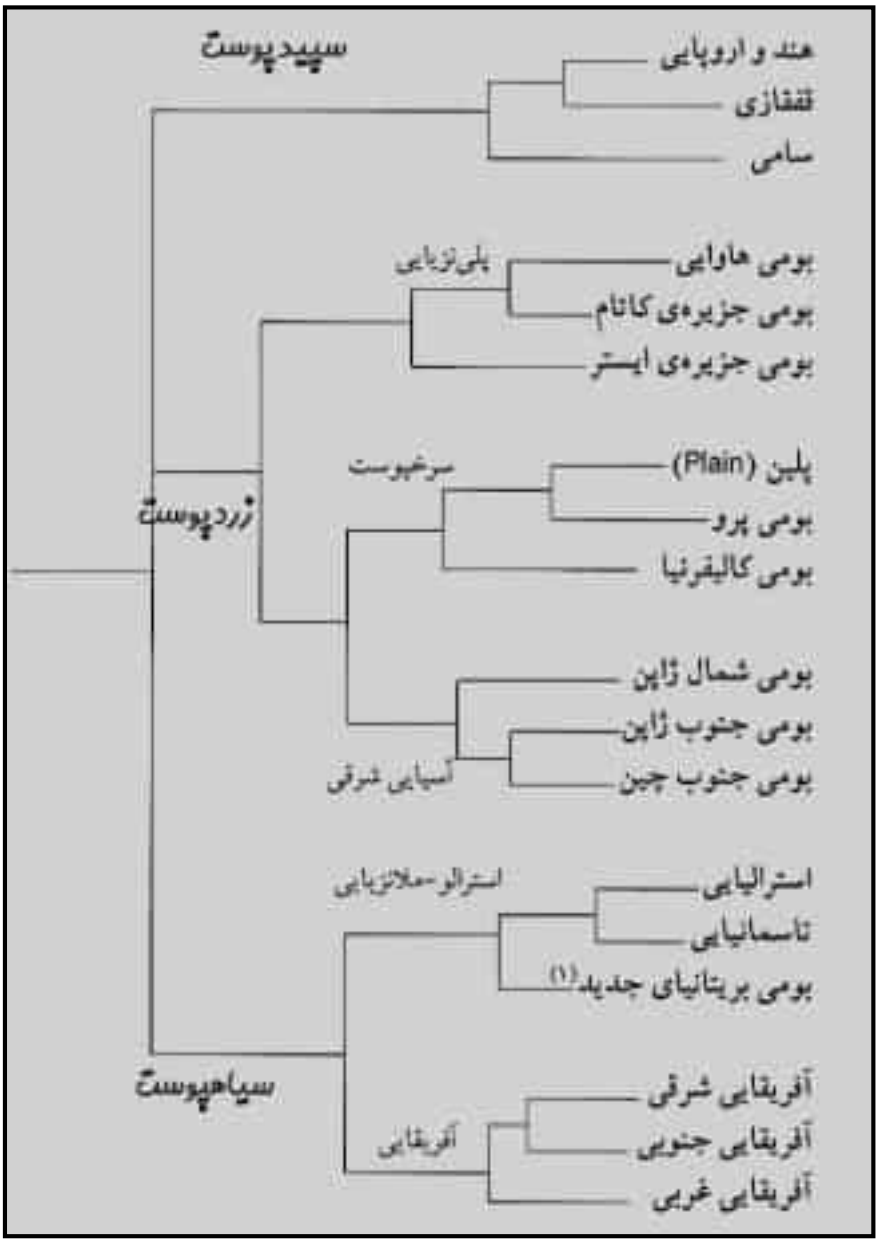
به این ترتیب، به کمک یک شاخص ریخت‌شناختی کوچک مانند شکل دندان، بخش مهمی از پرسش‌های موجود در مورد پویایی جمعیت‌های انسانی جواب داده می‌شود. ناگفته پیداست که هیچ کدام از رویکردهای ریخت‌شناختی یا بیوشیمیایی به تنهایی برای بازسازی کل تجربیات گونه‌ی انسان کافی نیست.

شواهدی در راستای کم کردن اعتبار تحلیل‌های وابسته به شکل دندان و آرواره‌ها موجود است که بار اصلی نتیجه‌گیری را بر شانه‌ی شواهد مولکولی می‌اندازد. به عنوان مثال در یک بررسی جدید، داده‌های کالبدشناختی جمجمه‌ای/ دندانی با وابستگی‌های خویشاوندی شناخته‌شده‌ی موجود در میان انسان‌ها و بابون‌ها مقایسه شد و ارزش اطلاعات ریخت‌شناختی بسیار کمتر از مدارک مولکولی و ژنتیکی تشخیص داده شد.[۶۵۵]

برآیند کلیه‌ی شواهد موجود در مورد انسان خردمند، نشان می‌دهد که سایر جمعیت‌های انسانی نیز الگوی مشابهی از شاخه‌زایی را تجربه کرده‌اند و قومیت‌های مختلف را پدید آورده‌اند. قومیت‌هایی که هر یک به دلیل سازگار شدن با زیستگاهی ویژه، شاخص‌های ریخت‌شناسی و رفتاری خاص خود را پیدا کرده‌اند، و به این ترتیب خوشه‌های مرتبطی از فرهنگ‌های خویشاوند را ایجاد کرده‌اند. یکی از جدول‌هایی را که انسان‌شناسان تهیه کرده‌اند در این صفحه می‌بینید، که الگوی خویشاوندی جمعیت‌های گوناگون انسانی را در تطبیق با تقسیم‌بندی عامیانه‌ی نژادهای سپید، سیاه و زرد نشان می‌دهد.

---

655 Collard and Wood, 2000.



درخت خویشاوندی جمعیت‌های گوناگون انسانی

(با اقتباس از Cambridge, 1992)[656]

[656] Cambridge Encyclopedia of Human Evolution

بخش دوم

عنصر انسانی

پیش‌گفتار

آنچه در بخش نخست خواندید، چکیده‌ای بود از آنچه در مورد تبارشناسی انسان و شکل خط‌راهه‌ی تکاملی منتهی به آن می‌دانیم. تا اینجای کار، هدف انتقال دانش جدید انسان‌شناسی در مورد پیشینه‌ی گونه‌ی انسان بود، بدون این‌که تفسیرها و برداشت‌های شخصی خود را در مورد این گونه‌ی ویژه در نظر بگیریم و بدون این‌که به زیر و بم جزئیات موضوع بپردازیم. این هدف، با این پیش‌داشت برگزیده شده بود که تصمیم‌گیری در مورد درستی یا نادرستی یک دیدگاه، باید نخست با زمینه‌ای از دانسته‌ها و مفاهیم مورد توافق متخصصان رشته‌ی مورد بحث همراه باشد و به کمک زیرساختی از دانش پذیرفته‌شده‌ی امروزی تقویت گردد.

با این همه، دانستن آنچه در مورد ماهیت انسان به عنوان موجودی زنده دانسته شده است، تنها هدف این نوشتار نیست. آنچه در نهایت آماج شده، به دست دادن تعریفی تحلیلی و پیشنهاد کردن برداشتی ویژه از مفهوم انسان است. این مهم، هر چند نیاز به بستری از اطلاعات علمی جدید دارد، بدان منحصر نمی‌شود و از دانستن فراتر می‌رود. تفسیر این دانسته‌ها، و نیل به برداشتی درونی و منسجم از مفهوم انسان، تنها هنگامی ممکن خواهد بود که نگرشی تحلیلی و نقادانه با این داده‌ها ترکیب گردد.

از آنجا که نگارش این نوشتار بیشتر به هدف پیشنهاد همان دیدگاه ویژه و برداشت خاص از انسان وابسته بوده است، ادامه‌ی متن را به این ترتیب سازماندهی خواهیم کرد:

نخست، کمی دقیق‌تر در مفهوم انسان به معنای جانداری که هم‌اکنون بر زمین زندگی می‌کند، می‌پردازیم. هزار و یک پرسش گوناگون در مورد این گونه‌ی غیرمعمول امکان طرح دارند، و در این بخش به برخی از

آن‌ها خواهیم پرداخت. این‌که چرا شکل ظاهری انسان بدین‌گونه است، این‌که چرا سازماندهی رفتار اجتماعی آدمیان به این شکل خاص ختم شده، این‌که علت رشد مغز انسان چیست، و زبان چگونه در این چارچوب جای گرفته، این‌ها و پرسش‌های فراوان دیگر، زمینه‌ساز قسمت نخست این بخش خواهد بود. بعد از آن به چگونگی ظهور نهادهای اجتماعی و تکامل خانواده، روابط خویشاوندی و فن‌آوری و هنر می‌پردازیم.

در مورد هر یک از مباحث طرح‌شده در گفتارهای این بخش، رساله‌ها و کتاب‌های فراوانی نوشته شده است. بر این‌پایه، سطور اندکِ اختصاص داده شده به هر یک را نباید به عنوان نشانه‌ی این ادعا تفسیر کرد که خلاصه‌ای کامل از نگرش‌های موجود در این زمینه ارایه شده است. بر عکس، در این بخش بیشتر خواهیم کوشید تا دیدگاه خویش را در مورد ویژگی‌های اختصاصی گونه‌ی انسان روشن کنیم و از شواهد تجربی و نظر دیگران در این راستا بهره خواهیم برد.

فصل اول: عنصر انسانی

ساختار ژنومی

چنان‌که گذشت، انسان به عنوان گونه‌ای از نخستی‌ها، پیشینه‌ی پر فراز و نشیبی داشته است. از نظر تاریخِ طبیعی، گونه‌ی انسان خردمند یکی از جوان‌ترین گونه‌های پستاندار موجود بر زمین است. نخستین نمونه‌های این گونه در حدود صد هزار سال پیش بر پهنه‌ی زمین گسترش یافتند، و در مدتی کوتاه بر تمام گونه‌های خویشاوند خود غلبه نمودند و یکه‌تازِ کنامی گشتند که در آن بالیده بودند.

با وجود جوان بودن گونه‌ی انسان، خانواده‌ی آن، یعنی هومینیده در حدود هفت و نیم میلیون سال قدمت دارد و ده گونه‌ی مختلفِ وابسته بدان تا به حال کشف شده‌اند. تخمین زده می‌شود که تعداد این گونه‌ها تا شانزده تا برسد.[۶۵۷]

چنان‌که دیدیم، متخصصان رده‌بندی در گذشته انسان را تنها عضو خانواده‌ی هومینیده در نظر می‌گرفتند و گوریل‌ها و شامپانزه‌ها را در خانواده‌ی پونگیده به همراه اورانگ‌اوتان‌ها طبقه‌بندی می‌کردند. در گفتارهای قبل بخش مهمی از شواهدی را که در طی نیم قرن گذشته برای رد کردن این شیوه از رده‌بندی به دست آمده،

[657] Lewin, 1989.

با هم مرور کردیم. در اینجا به برخی از شواهد مولکولی دیگر می‌پردازیم، که خویشاوندی نزدیک انسان و میمون‌های بزرگ دیگر را اثبات می‌کند.

در دهه‌ی شصت میلادی، موریس گودمن[۶۵۸] به کمک شواهد مولکولی و تحلیل ساختار ژنتیکی انسان و سایر میمون‌های بزرگ و مقایسه‌ی آن‌ها به این نتیجه رسید که شباهت ژنوم انسان با شامپانزه و گوریل بیشتر از شباهت ژنوم اورانگ‌اوتان با این دو نوع میمون است، و به این ترتیب قرار گرفتن این دو نوع میمون در خانواده‌ی انسان معقول‌تر از قرار گرفتن‌شان در خانواده‌ی اورانگ‌اوتان خواهد بود. این نوع رده‌بندی بر مبنای شواهد ریخت‌شناسی و رفتاری هم تأیید می‌شود و بر همین مبنا هم بوده که داروین، هاکسلی و هکل در آثارشان نام این دو نوع میمون را در خانواده‌ی انسان آورده‌اند.

نزدیک به زمانی که دستاوردهای گودمن منتشر شد، دانشمند دیگری به نام زاریخ از روشی مبتکرانه برای سنجش فاصله‌ی تکاملی میان انسان و میمون‌ها بهره جست. این روش فاصله‌ی ایمنی‌شناسانه‌ی دو گونه را هدف قرار می‌داد. منطقِ آن بر این قرار بود که گونه‌های نزدیک به هم، قاعدتاً باید دستگاه ایمنی شبیه‌تری هم داشته باشند، و بنابراین باید نسبت به آنتی‌ژن‌های یکدیگر واکنش کمتری نشان دهند. در این پژوهش به عنوان صفرِ دستگاه مختصات، واکنش یک گونه به آنتی‌ژنِ همان گونه با عدد یک نمایش داده شد. بر این مبنا واکنش گوریل به آنتی‌ژن انسان با ۱/۰۹ برابر بود، که عددی ناچیز است. عجیب این‌که واکنش شامپانزه کمی از این مقدار بیشتر بود و به ۱/۱٤ می‌رسید. ولی باز هر دو این اعداد نسبت به میمون‌های جهان نو (با میانگین واکنش ۲/٤٦) بسیار اندک بودند. این بدان معنا بود که آدم و گوریل و شامپانزه به یک مسیر تکاملی تعلق

658- Morris Goodman

دارند و با سایر میمون‌ها متفاوت هستند. از آنجا که شامپانزه و گوریل هر دو بومی آفریقا هستند، می‌توان با قطعیت بالایی پذیرفت که نیاکان انسان نیز در آفریقا تکامل یافته‌اند.[۶۵۹]

اگر ژنوم انسان و میمون‌های بزرگ دیگر را با هم مقایسه کنیم، به نتایج چشمگیری می‌رسیم. در سال ۲۰۰۵ م. پروژه‌ی رمزنگاری ژنوم شامپانزه کمابیش به نتیجه رسید و ۲۴۰۰ میلیون باز آلی از کل ۳۱۶۰ باز برسازنده‌ی ژنوم این جانور رمزنگاری شد. نتیجه به روشنی نشان داد که از نظر ژنتیکی، انسان و شامپانزه شباهت بیشتری دارند تا گوریل و شامپانزه. یعنی تفاوت ژنتیکی گوریل با شامپانزه ۲/۳ درصد است، در حالی که انسان و شامپانزه فقط ۱/۲۳ درصد تفاوت ژنومی دارند، که تازه بخش عمده‌ای از آن هم به DNAی فاقد کارکرد و خنثی باز می‌گردد. در واقع از این مقدار، تنها ۱/۰۶ درصد از ژنوم این دو گونه با هم تفاوت کارکردی دارند. بخش عمده‌ی تفاوت ژنتیکی این دو گونه به توالی‌های اضافی ـ حذفی (indel)[۶۶۰] مربوط می‌شود، که باعث می‌شوند روی هم رفته ۲/۷ درصد از توالی‌های ژنوم انسان و شامپانزه با هم تفاوت داشته باشد. یعنی این حجم کلی توالی‌هایی است که در ژنوم هر یک از این دو گونه وجود دارد و همتایی در گونه‌ی مقابل ندارد.[۶۶۱] توالی‌های غیرفعالی که پروتئینی را رمزگذاری نمی‌کنند، و به همین دلیل هم به کار اندازه‌گیری فاصله‌ی خویشاوندی می‌آیند، به شکل شگفت‌انگیزی در انسان و شامپانزه همسان هستند. مثلاً ناحیه‌ی Xq۱۳.۳ که بر کروموزوم X قرار گرفته، تقریباً در دو گونه همانند است.[۶۶۲]

---

659 Sarich and Wilson, 1967: 1200–1203.
660 Insertions-deletions
661 Cheng et al., 2005: 88–93.
662 Kaessmann et al., 1999: 78–81.

این تفاوت در بین انسان و شامپانزه‌ی کوتوله ــ که بومی زئیر و نواحی استوایی است ــ از این هم کمتر است و به حدود یک درصد می‌رسد. این میمون مدت‌ها همراه با شامپانزه‌ی عادی در یک گونه رده‌بندی می‌شد، اما حالا آن‌ها را دو گونه‌ی مجزا می‌دانند. شامپانزه‌ی کوتوله و عادی در ۰/۷ درصد از ژنوم‌شان اختلاف دارند. همین مقدار اندک، برای بروز تغییرات رفتاری چشمگیری در نوع کوتوله کافی است، تغییراتی که شباهت این میمون را با انسان بیشتر می‌کند. مهم‌ترین تفاوت فیزیولوژیک در بین این دو، این است که شامپانزه‌ی کوتوله‌ی ماده، بر خلاف گونه‌ی معمولی، فصل جفتگیری خاصی ندارد و در تمام اوقات سال از نظر جنسی پذیرنده است. این ویژگی رفتاری به ظاهر کوچک، کل رفتار اجتماعی و سازماندهی درون‌گونه‌ای این شامپانزه‌ها را دگرگون کرده و آن را به آنچه در انسان می‌بینیم شبیه ساخته است. نکته‌ی مهم در این است که تغییرات رفتاری کلانی از این دست، ممکن است با تغییرات کوچکی در محتوای ماده‌ی ژنتیکی رخ دهند. تغییراتی که در انسان هم رخ داده‌اند و او را از شامپانزه‌ها تا به این پایه تفکیک کرده است.[۶۶۳]

شامپانزه‌ی کوتوله، از بسیاری از جنبه‌ها شبیه انسان است. موی بدنش کم‌پشت است و سری بزرگ و آرواره‌هایی کوچک‌تر از شامپانزه‌ی معمولی دارد. مانند انسان دوره‌ی قاعدگی پنهان دارد، و مثل انسان از جلو جفتگیری می‌کند و خانواده‌های پایداری با یک نر و ماده تشکیل می‌دهد. این میمون بیشتر از سایر میمون‌ها روی دو پا راه می‌رود و ابزارها را به مدتی بیشتر از بقیه با دست حمل می‌کند. هم‌چنین آلت تناسلی نر آن هم از شامپانزه بزرگ‌تر است و بعد از انسان در بین میمون‌ها بزرگ‌ترین محسوب می‌شود. این جانوران در جوامع خود دارای روابط بینابینی پیچیده‌ای هستند و بیشتر از سایر میمون‌ها منابع غذایی به دست آورده را با

---

663 Wesson, 1991.

هم شریک می‌شوند. این شباهت‌های چشمگیر باعث شده که از مدت‌ها پیش جد مشترک اعضای خانواده‌ی انسان‌مانندها را موجودی شبیه به شامپانزه‌ی کوتوله در نظر بگیرند.[٦٦٤]

تفاوت ژنتیکی بین انسان و شامپانزه‌ی کوتوله و معمولی، از دامنه‌ی نوسانات ژنومی در داخل بسیاری از گونه‌های دیگر، کمتر است. مثلاً دو نژاد ویریوی[٦٦٥] چشم‌قرمز و چشم‌سفید که به یک گونه تعلق دارند، در بین خود ۲/۹ درصد تفاوت ژنومی دارند. تفاوت ژنومی بین انسان و شامپانزه، از تفاوت بین دو گونه‌ی ژیبون که به جنس مشترکی (جنسِ هیلوباتِس[٦٦٦]) تعلق دارند هم کمتر است. به همین دلیل است که برخی از نظریه‌پردازانِ افراطی انسان را به عنوان سومین گونه‌ی شامپانزه ــ پس از شامپانزه‌ی عادی و کوتوله ــ شناسایی می‌کنند و آن را در واقع گونه‌ای از این جنس می‌دانند.[٦٦٧] به هر تقدیر، جای گرفتن دو گونه‌ی شامپانزه و گوریل در خانواده‌ی انسان، چیزی است که امروز به ندرت از سوی متخصصان مورد چون و چرا قرار می‌گیرد. کتاب‌های مرجع معتبر هم امروز با قاطعیت شامپانزه را نزدیک‌ترین خویشاوند تکاملی انسان می‌دانند.[٦٦٨] جالب این‌که بخش عمده‌ی تفاوت ژنوم انسان و شامپانزه به همان رمزگذاری سیستم ایمنی مربوط می‌شود، که از نظر تکاملی شکل‌پذیر و پویاتر از بقیه‌ی بخش‌های سیستم زنده است.

با وجود روشن شدن ارتباط خانوادگی انسان و سایر میمون‌های بزرگ، هم‌چنان ابهامات فراوانی وجود دارد. برای دستیابی به نگرشی عمیق‌تر در مورد انسان، و درک بهتر جایگاه وی در میان نخستی‌های زنده، راهکارهای

---

664 Zihlman, 1978.

665. Vireo پرنده‌ی کوچکی است که بومی آمریکا است.

666 Hylobates

667 Diamond, 1991:12-27.

٦٦٨ Hartl , ٢٠١١: ٦٩٧.

مختلفی وجود دارد. با وجود این‌که در این حوزه مقایسه‌های رفتاری و ریخت‌شناختی، رویکردهایی قدیمی و جاافتاده محسوب می‌شوند، اما با توجه به مثال‌هایی که گذشت، به نظر می‌رسد که تحلیل ساخت بیوشیمیایی و ژنومی نخستی‌های عالی، روشی مطمئن‌تر و تحلیلی‌تر را در این مورد به دست دهد. پرداختن به مقایسه‌های مولکولی بین انسان و سایر نخستی‌ها، از چند زاویه ممکن است. کروموزوم‌ها، ژن‌ها و پروتئین‌ها بهترین شاخص‌های مقایسه‌ی اطلاعات مولکولی مربوط به گونه‌ها را تشکیل می‌دهند.

کروموزوم‌ها، چنان‌که می‌دانیم، شکل فشرده‌ای از محتویات ژنتیکی هستند که به هنگام تقسیم سلولی بسته‌بندی می‌شوند و برای انتقال به دو سیتوپلاسم تقسیم شده آماده می‌گردند. به این ترتیب، تفاوت‌های موجود در کروموزوم‌های جانوران مختلف، بیش از آن‌که به معنای محتویات ژنومی‌شان ــ یعنی پروتئین‌های خاص‌شان ــ مربوط باشد، به شیوه‌ی بسته‌بندی شدن و سازمان یافتن آن‌ها به هنگام تقسیم ارتباط دارد. با بررسی این شیوه‌های گوناگون بسته‌بندی شدن، و شباهت‌هایی که در میان‌شان می‌توان یافت، راهی برای مقایسه‌ی روابط خویشاوندی گونه‌های مختلف گشوده می‌شود.

در نخستی‌های عالی الگوهای کروموزومی متنوعی دیده می‌شود. به طور کلی سه الگوی تکامل ساختار کروموزومی را در نخستی‌ها می‌توان تشخیص داد. برخی از گونه‌ها، سرعت تغییرات کروموزومی بالایی دارند و در داخل یک خانواده و جنس تنوع بسیار زیادی را از نظر محتوا و ساخت کروموزومی به نمایش می‌گذارند. خانواده‌ها و زیرخانواده‌های آئوتینی[٦٦٩]، سِرکوپیتِسینی[٦٧٠] و هیلوباتیده به طور مشخص در این گروه می‌گنجند.

[669] Aotini
[670] Cercopithecini

به ویژه این موضوع در میان ژیبون‌ها مصداق بیشتری دارد. مثلاً یکی از گونه‌های ژیبون، هیلوباتس لار[۶۷۱] نام دارد و دارای ٤٤ کروموزوم است، در حالی که یک گونه‌ی بسیار نزدیک به آن ــ هیلوباتس سینداکتیلوس[۶۷۲] ــ دارای ۵۰ کروموزوم است. این دو گونه به قدری به هم شباهت دارند که می‌توانند با هم جفتگیری کنند و دورگه‌های زنده و موفقی را هم تولید نمایند. با وجود این، دورگه‌ها به دلیل داشتن سلول‌هایی که دو شکل هاپلوئیدی متفاوت (با ٤٧ کروموزوم) دارند، نازا هستند. وجود مواردی از این دست، نشان می‌دهند که سرعت تکامل الگوهای بسته‌بندی کروموزومی در این خانواده‌ها بسیار بالا بوده است و در طول این چند میلیون سالی که از جدا شدن گونه‌های‌شان از هم می‌گذرد به پیدایش چنین طیف وسیعی از تنوع کروموزومی انجامیده است.

می‌توان این سرعت بالای تکامل کروموزومی را با شیوه‌ی زندگی این میمون‌ها مربوط دانست. ژیبون‌ها جانورانی با خانواده‌های تک‌همسره هستند که در درختان زندگی می‌کنند و قلمروگیری دقیق و مشخصی دارند. این ویژگی‌ها در میمون‌های دیگری مانند کالیسِبوس[۶۷۳] هم یافت می‌شود، و جالب این‌که در این میمون‌ها هم دامنه‌ی تغییرات کروموزومی بالایی را می‌بینیم.

الگوی دوم، در میمون‌هایی دیده می‌شود که سرعت تکامل کروموزوم متوسطی داشته‌اند. خانواده‌ی اورانگ‌اوتان‌ها و انسان‌ها از این گروه هستند. در برابرِ تنوع تعداد کروموزوم‌های ژیبون‌ها ــ که بین ۵۲ تا ۳۷ نوسان می‌کند ــ در خانواده‌ی انسان با گونه‌هایی روبه‌رو هستیم که همگی ــ به جز انسانِ ٤٦ کروموزومی

671 Hylobates lar
672 H. syndactylus
673 Callicebus

ــ ٤٨ کروموزوم دارند. در همین دسته تیره‌ی سرکوپیتسینی با دامنه‌ی تغییرات ٧٢ـ٤٧ کروموزوم، و زیرخانواده‌ی کولوبینه را را با دامنه‌ی ٤٨ـ٤٤ کروموزوم داریم.

الگوی سوم، در بابون‌ها و ماکاک‌ها[٦٧٤] و کالیتریکیده دیده می‌شود. این خطراهه‌های تکاملی سرعت تکاملی بسیار اندکی را در تغییر ساختار کروموزوم خود نشان می‌دهند و به بیان دیگر، دارای ساختارهای کروموزومی بسیار محافظه‌کار و پایداری هستند. مثلاً تمام ماکاک‌ها و بابون‌ها دارای ٤٢ کروموزوم هستند و حتی از نظر ساختار و موقعیت نوارهای G هم به هم شباهت دارند. این بدان معناست که شکل کروموزوم این موجودات به شکل اجدادی نخستی‌ها شبیه‌تر است. به همین دلیل هم هست که کروموزوم‌های انسان، با وجود نزدیکی محتوایی بیشتر با ژیبون‌ها، از نظر ریخت و ساختار با بابون‌ها شباهت بیشتری دارد.

یکی دیگر از شاخص‌های مهم مورد استفاده در تشخیص خویشاوندی ژنتیکی نخستی‌ها، نوارهای NOR است. این نوارها از مواد وراثتی فشرده‌ای تشکیل شده‌اند که حاوی کدهای مورد نیاز برای ساختن ریبوزوم‌هاست. بابون‌ها و ژیبون‌ها فقط یک نسخه از این اطلاعات وراثتی را در یک جفت کروموزوم متاسانتر[٦٧٥] حمل می‌کنند. اما میمون‌های بزرگ چندین نسخه از این کدها را در چند جفت از کروموزوم‌های آکروسانتر[٦٧٦] خود دارند. علت این تفاوت، شاخه‌زایی میمون‌ها در دوره‌ی میوسن است. در طی این شاخه‌زایی، کروزوموم‌های دارای نسخه‌های NOR تکثیر شدند و در میمون‌های بزرگ به شکل امروزین خود درآمدند.

---

674 Papionini

675. Metacentre یعنی کروموزومی که سانترومر آن دو بازوی کروموزومی را از ناحیه‌ای نزدیک به یک چهارم انتهایی طول کروماتیدها به هم متصل کند.

676. Acrocentre یعنی کروموزومی که سانترومر آن در نزدیکی انتهای کروماتیدها قرار گرفته باشد.

این زیاد شدن تعداد کروموزوم‌ها را می‌توان در تعداد امروزین کروزموزوم میمون‌ها دید. تعدادی که می‌تواند گاه تا حدی چشمگیر از شمار اجدادیِ کروموزوم میمون‌ها ــ یعنی ٤٢ تا ــ بیشتر باشد.

یکی از شاخص‌هایی که برای تشخیص نزدیکی ساختار کروموزوم‌ها با یکدیگر وجود دارد، استفاده از نوعی رنگ شیمیایی به نام کویناکرین[٦٧٧] است. این ماده بخش‌های کروموزومی دارای توالی‌های NOR زیاد را رنگ می‌کند. الگوی رنگ‌پذیری کروموزوم‌های میمون‌های بزرگ و انسان زیر اثر این ماده کاملاً با هم شباهت دارد و نشان می‌دهد که گوریل، شامپانزه و انسان در یک شاخه‌ی تکاملی قرار می‌گیرند و با اورانگ‌اوتان تفاوت دارند. شواهد کروموزومی در مورد این‌که کدام‌یک از دو گونه‌ی گوریل یا شامپانزه نزدیک‌ترین خویشاوند انسان هستند، شواهدی قطعی به دست نمی‌دهند. نوار C بر روی کروموزوم Y در انسان و گوریل مشترک است، و پدیده‌ی معکوس‌شدگی[٦٧٨] بر کروموزوم ۹ در انسان و شامپانزه دیده می‌شود. با وجود این، معکوس‌شدگی دیگری که در کروموزوم هشتم گوریل و شامپانزه مشترک است در انسان و اورانگ‌اوتان دیده نمی‌شود. هم‌چنین اتصال دو کروموزوم کوچک و تشکیل کروموزوم شماره‌ی دو در انسان، پدیده‌ای است که در گوریل و شامپانزه رخ نداده و فقط در انسان وجود دارد. این الحاق تکاملی کروموزوم‌ها باعث شده است تا شمار جفت کروموزوم‌های انسان یکی کمتر از سایر میمون‌های بزرگ باشد.

یک راه دیگر برای بازسازی درخت خویشاوندی نخستی‌ها با یکدیگر، استفاده از پروتئین‌های آن‌هاست. پروتئین‌ها در کل نسبت به مواد وراثتی پایداری بیشتری دارند و با سرعتی کمتر از DNA تغییر می‌کنند. شواهد به‌دست‌آمده از پروتئین‌های میمون‌های عالی، بدون تردید، نشان می‌دهد که میمون‌های بزرگ و انسان

677- Quinacrine
678 lnversion

در یک خوشه‌ی خویشاوندی قرار دارند و از سایر میمون‌های جهان کهن متمایز هستند. با وجود این، شواهد به‌دست‌آمده در مورد خویشاوندی چهار گونه‌ی این خوشه‌ی تکاملی (یعنی گوریل، دو نوع شامپانزه و انسان) تا حدودی ابهام‌آمیز است.

بررسی ژن بتا ـ گلوبولین، نشانگر یکی از جنبه‌های این ابهام است. قطعه‌ی ψای این ژن در انسان و شامپانزه مشترک است. در حالی که قطعه‌ی γ_1 بین گوریل و شامپانزه، و قطعه‌ی γ_2 بین انسان و گوریل مشترک هستند!

در مورد ایمونوگلوبین‌ها هم چنین وضعی وجود دارد. lg_{ca1} در گوریل و شامپانزه، قطعه‌ی $lg_{c\gamma3}$ بین انسان و شامپانزه، و $lg_{c\gamma2}$ بین انسان و گوریل مشترک است.

آدم	۱۰۰
شامپانزه	۹۵
گوریل	۹۵
اورانگ اوتان	۸۵
ژیبون	۸۲
بابون	۷۳
میمون عنکبوتی	۶۰
لمور	۳۵
سگ	۲۵
کانگورو	۸

اشتراک توالی‌های آلبومین خون در انسان و سایر جانوران.

اعداد درصد شباهت را نسبت به انسان نشان می‌دهند.

مقایسه‌ی توالی‌های پروتئین تغییرپذیری مانند آلبومین خون، شواهد محکم‌تری را در مورد خویشاوندی انسان و سایر جانوران به دست می‌دهد. شواهد مربوط به این قضیه در جدول بالای صفحه خلاصه شده است.[۶۷۹]

یکی دیگر از پروتئین‌های مورد استفاده در تشخیص خویشاوندی، فیبرینوپپتید A و B است. این دو نوع پپتید، در ترکیب با یکدیگر فیبرینوژن خون را می‌سازند که کارکرد اصلی‌اش انعقاد خون است. این پروتئین به دلیل کارکرد ویژه و تک‌منظوره‌اش، امکان نوسان تکاملی زیادی را داشته است و سرعت تغییر یافتنش به نسبت بالا بوده است. به عنوان مثال، در گوسفند و گاو اهلی ۱۷ تا از ٤٠ اسید آمینه‌ی این پپتیدها با هم تفاوت دارند.

این دو پپتید، در انسان و شامپانزه و گوریل کاملاً مشابه هستند. تفاوت توالی‌های این سه گونه با اورانگ‌اوتان دو اسید آمینه، و با ژیبون و سیامانگ به ترتیب سه و پنج اسید آمینه است. این شاهد، بر تازه بودن اشتقاق این جنس‌ها از هم گواهی می‌دهد.

پروتئین دیگری که در میان علاقه‌مندان به تکامل مولکولی محبوبیت دارد، هموگلوبین است. از نظر توالی اسیدهای آمینه، ساختار این مولکول در انسان و شامپانزه تنها در یک اسید آمینه تفاوت می‌کند. در مورد مولکول میوگلوبین هم چنین است و تفاوت به یک اسید آمینه محدود می‌شود. در مورد آنزیم مهمی به نام کربنیک اَنیدراز که در تنفس نقش مهمی را ایفا می‌کند، این تفاوت به سه اسید آمینه می‌رسد. یعنی از کل ۱۲۷۱ اسید آمینه‌ای که در کل این سه مولکول پروتئینی وجود دارند، تنها در پنج مورد تفاوت دیده می‌شود.

---

679 Cambridge, 1992.

اگر هموگلوبین را به طور جزئی‌تر مورد بررسی قرار دهیم، می‌بینیم که این پروتئین در انسان و گوریل و شامپانزه هفت جایگاه دارد که با یکدیگر شباهت و اشتراک دارند. فقط توالی جایگاه A_{23} در گوریل با انسان و شامپانزه‌ها تفاوت دارد. بر اساس شباهت توالی‌های هموگلوبین، می‌توان به سادگی تشخیص داد که اورانگ‌اوتان‌ها بیشتر به ژیبون‌ها شباهت دارند و با گوریل، شامپانزه و انسان فاصله‌ی آشکاری دارند.

یکی از مشتقات ژن هموگلوبین، به هموگلوبین جنینی[۶۸۰] مربوط می‌شود. این ژن نوعی از هموگلوبین را کدگذاری می‌کند که در جنین نخستی‌ها کارکرد دارد و گاما ـ هموگلوبین هم نامیده می‌شود. محتوای این ژن به بتا ـ هموگلوبین شبیه است و این دو تنها در ۲۰ درصد اسیدهای آمینه‌شان با هم تفاوت دارند. در میمون‌های کاتارینی، این بخش توسط دو ژن کدگذاری می‌شود که در واقع از مضاعف شدن یک ژن اجدادی پدید آمده‌اند. هر دو نسخه‌ی این ژن‌ها در انسان هم‌ارز هستند و فقط در یک توالی آلانین/گلیسین تفاوت دارند. ژن $\mathbf{G_\gamma}$ در انسان و گوریل و شامپانزه مشابه هستند و با اورانگ‌اوتان‌ها در دو اسید آمینه اختلاف دارند. $\mathbf{A\gamma}$ هم در انسان و شامپانزه مشترک است، اما در دو اسید آمینه با گوریل تفاوت می‌کند. به این ترتیب شواهد پروتئینی به سود ارتباط نزدیک انسان و شامپانزه‌ها گواهی می‌دهند.[۶۸۱]

یک راه دیگر برای مقایسه‌ی شباهت ژنومی بین گونه‌های مختلف، روش دورگه‌سازی DNA است. در این روش رشته‌های بازشده‌ی DNAی دو گونه‌ی مورد بررسی را در شرایط شیمیایی خاصی با هم ترکیب می‌کنند. در نتیجه، بخش‌های مکمل دو رشته‌ی DNA با هم پیوند هیدروژنی تشکیل داده و به هم وصل

[680] Fetal haemoglobin
[681] Diamond, 1991:12-27.

می‌شوند. با روش‌های فیزیکی خاصی، می‌توان درجه‌ی اتصال دورگه‌هایی از این دست را تشخیص داد و به این ترتیب، به طور مستقیم شباهت DNAی گونه‌های وابسته را اندازه گرفت. بر مبنای این روش‌ها، نتایج به دست آمده در بندهای گذشته تأیید می‌شود. یعنی انسان و شامپانزه به عنوان نزدیک‌ترین خویشاوندان شناسایی می‌شوند. در مرتبه‌ی بعدی با کمی تفاوت گوریل قرار دارد و بعد شکاف بزرگی بین این گروه و اورانگ‌اوتان‌ها، ژیبون‌ها و سایر میمون‌ها دیده می‌شود. اگر بخواهیم تمام شواهد یاد شده را به طور آماری دسته‌بندی کنیم، به این نتیجه می‌رسیم که انسان و شامپانزه در 98/4 درصد توالی‌های DNA، و در ۹۹/٦ درصد از اسیدهای آمینه‌ی پروتئینی خود با هم اشتراک دارند[٦٨٢].

بر مبنای این داده‌هاست که نویسندگانی مانند جیرد دایموند و موریس گودمن شامپانزه و بونوبو را نیز عضوی از جنس انسان می‌دانند و معتقدند باید آن‌ها را به ترتیب هومو تروگلودیتس[٦٨٣] و هومو پانیسکوس[٦٨٤] نامید.[٦٨٥] محور اصلی استدلال ایشان، شباهت چشمگیر محتوای ژنتیکی انسان و شامپانزه‌هاست. در حدی که تفاوت میان بخش‌های غیرتکراری و غیررمزگذار در ژنوم انسان و شامپانزه در دامنه‌ی اندکِ صفر تا ۲/٦٦ درصد نوسان می‌کند[٦٨٦] که از پهنای تنوع در درون بیشتر گونه‌ها کمتر است. ناگفته نماند که از نظر پیچیدگی نظام روانی هم شامپانزه‌ها شباهتی چشمگیر به انسان دارند و مثلاً بونوبو در آزمون بازشناسی خود در آینه نمره‌ای بالا کسب می‌کند.[٦٨٧]

---

682 Diamond, 1991.

683 *Homo troglodytes*

684 *Homo paniscus*

685 Hecht, 2003.

686 Chen, and Li, 2001: 444–456.

687 Miller, 2009.

ریخت‌شناسی تحلیلی انسان

انسان، موجودی است که از نظر ظاهری با بقیه‌ی جانورانِ هم‌خانواده‌اش تفاوت دارد. بر روی دو پا راه رفتن، نداشتن مو بر بدن، توزیع ویژه‌ی رنگیزه‌ها بر سطح پوست، و ساخت غیرمعمول جمجمه‌ی انسان، همه و همه نشانگر نوعی تخصص یافتگی و ویژه شدن اندام‌ها و عناصر کالبدشناختی هستند.

اگر بخواهیم ــ بر مبنای تلاشی ساده‌انگارانه ــ تمام این ویژگی‌ها را به یک شاخص تحویل کنیم، مهم‌ترین شاخص تعیین‌کننده‌ی ریخت ظاهری در انسان را، اندازه‌ی مغزش خواهیم یافت.

چنان‌که در بخش پیشین دیدید، راست‌قامت شدن انسان باستانی، حرکتش بر روی دوپا و استفاده‌اش از ابزارهای ساده، مستقل از رشد مغز وی بوده‌اند. تمام این کارکردها پیش از این‌که حجم مغز انسان به اندازه‌ی کنونی برسد پدید آمده بوده‌اند، و بنابراین رشد حجمی مغز انسان روندی مستقل، و فقط تا حدودی تعیین‌کننده‌ی سایر کارکردها، بوده است.

در این گفتار، خواهیم کوشید تا درکی بهتر در مورد شکل ظاهری انسان پیدا کنیم. یک زیست‌شناس آزموده، می‌تواند با نگریستن به ریخت ظاهری یک جانور، حقایق فراوانی را در مورد رفتار، تغذیه، بوم‌شناسی و فیزیولوژی آن بیان کند. هدف ما در این گفتار، بازخواندن ویژگی‌های زیست‌شناختی انسان، با توجه به شکل ظاهری‌اش است. در این بستر، هر شاخص ریختی و هر ویژگی ظاهری به عنوان دستاوردی از یک روند تکاملی پردامنه تفسیر می‌شود. یعنی بدن انسان را، مانند پیکر هر جانور دیگری، می‌توان به عنوان بستری رسوبی در نظر گرفت که تغییرات تکاملی سازگارکننده و موفق، به همراه دگرگونی‌های غیرخطرناک، در لابه‌لای لایه‌های ریختی آن حفظ شده‌اند و می‌توانند به مثابه ابزاری برای بازسازی آنچه گذشته به کار گرفته شوند.

اندازه‌ی بدن

چنان‌که گفتیم، انسان یکی از تنومندترین نخستی‌ها است. در واقع، گوریل تنها میمونی است که میانگین وزن اعضایش از انسان بیشتر است. در عین حال، در میان انسان‌ها افراد زیادی وجود دارند که از بزرگ‌ترین گوریل‌ها سنگین‌تر باشند. وزن پانصد کیلویی که در مورد برخی از افراد بسیار چاق دیده می‌شود، در عمل بسیار از وزن پایه‌ی نخستی‌ها دور است. تنها موجودی که از این نظر می‌تواند با انسان رقابت کند، گونه‌ی غول‌آسا و منقرض‌شده‌ی گیگانتروپوس است. با توجه به تاریخچه‌ای که گذشت، دیدیم که با گذر زمان، بلندای قد آدمیان زیاد شده است و از حدود یک متر میمون جنوبی به مقدار کنونی رسیده است. این الگو، یعنی افزایش قد، قاعده‌ای عام و فراگیر در تکامل انسان است. با وجود این، این قاعده را نمی‌توان به افزایش وزن نیز تعمیم داد.

افزایش ابعاد بدن در مسیر تکامل به مجموعه‌ای از عوامل وابسته بوده است. یکی از آن‌ها، پایین آمدن نیاکان انسان از درختان، و زندگی‌شان در دشت است. شمار و نوع شکارچیان طبیعی نخستی‌ها در دشت کاملاً با آنچه در گونه‌های درخت‌زی دیده می‌شود، متفاوت است. زندگی درختی به خاطر پیچیدگی‌های حرکت در سه بعد، هم‌چون ترمزی از رشد ابعاد بدن جلوگیری می‌کند. با استقرار گونه در دشت، این عامل مهارکننده بی‌اثر می‌گردد. بزرگ بودن اندازه‌ی بدن در زندگی زمینی ــ برعکسِ وضعیت درخت‌زی ــ مهارکننده‌ی حرکت نیست، بلکه امکان جابجایی بیشتری را برای موجود فراهم می‌آورد و به این ترتیب، بخت او را برای دستیابی به غذا افزایش می‌دهد. در ضمن نوع و شمار شکارچیان با افزایش اندازه‌ی بدن کاهش می‌یابد و این خود فشاری تکاملی را در راستای درشت شدن اندازه بر گونه اعمال می‌کند.

این نکته که افزایش اندازه‌ی بدن در خانواده‌ی انسان با الگویی وابسته به جنس انجام پذیرفته، نشانه‌ی آن است که شکلی از انتخاب جنسی نیز در این زمینه موثر بوده است. در تمام گونه‌های هومینیده، اندازه‌ی نر از

ماده درشت‌تر است و این معمولاً نشانگر رقابت درون‌گونه‌ای میان نرها برای دستیابی به جفت است. لاوجوی[۶۸۸] حدود سی سال پیش این نظریه را مطرح کرده که عامل اصلی در درشت‌تر شدنِ نرها، این بوده که بتوانند برای جفت و فرزندشان غذا تهیه کنند. او حتی دوپاروی و دست‌ورزی را نیز بر همین مبنا تحلیل کرده و گفته که نرها برای حمل غذا تا محل اردوی‌شان به دستان‌شان نیاز داشته‌اند و از این رو بر روی دو پا راه رفته‌اند. نظریه‌ی لاوجوی دو فرض اولیه دارد که یکی از آن‌ها درست و دیگری نادرست است. این برداشت که ماده‌ها به دلیل ابعاد کوچک‌تر بدن‌شان، و ضرورتِ پرستاری از فرزندان باید در دامنه‌ی مکانی کوچک‌تری حرکت کنند، درست است و در قبیله‌های هومینید معمولاً ماده‌ها هسته‌ی جغرافیایی گروه محسوب می‌شوند. به همین ترتیب، این فرض که نرها برای ماده‌ها و کودکان غذا می‌آورند در مورد برخی از گونه‌ها و قبایل گردآورنده و شکارچی انسان مصداق دارد. با وجود این، پیش‌فرضِ لاوجوی در این مورد که هومینیده تک‌همسری است و حمل غذا برای فرزندان شایستگی زیستی نر را افزایش می‌دهد، نادرست است. الگوهای بسیار متنوعی از خانواده در نخستی‌های عالی دیده می‌شود و به خصوص در گونه‌های اجتماعیِ دارای دوشکلی جنسی، ابعاد بزرگ‌تر نر معمولاً با چندهمسری همراه است. بنابراین دیدگاه او درباره‌ی بزرگ شدن بدن نر برای تقسیم کار با ماده و کاستن از فشار رقابت غذایی میان دو جنس، نادرست می‌نماید.[۶۸۹] روند درشت شدن اندازه‌ی انسان احتمالاً به همان سه عامل نخست باز می‌گردد. یعنی از ترکیب حرکت در دامنه‌ی بیشتر برای یافتن غذا، رقابت جنسی میان نرها و مقابله با شکارچیان (و از انسان راست‌قامت به بعد، شکارِ جانوران) برخاسته است.

---

[۶۸۸] Lovej oy, 1988: 82–89.

[689] Kinzey, 1986: 133-134.

بر مبنای آنچه از شواهد فسیلی برمی‌آید، از زمان پیدایش نخستین وابستگان به جنس انسان تا ظهور اولین انسان خردمند، افزایش پی‌گیر و مداومی در وزن بدن وجود داشته است. این بدان معنا است که گونه‌های انسان در آن زمان، بدنی بسیار تنومند و عضلانی داشته‌اند و با وجود قد به نسبت کوتاه‌شان، جانورانی بسیار قوی و نیرومند محسوب می‌شده‌اند. از هنگامی‌که نخستین انسان خردمند بر صحنه پدیدار شد، الگوی یادشده واژگون شد و وزن بدن به تدریج کاهش یافت. نخستین انسان‌های خردمند، موجوداتی بسیار لاغرتر و نحیف‌تر از انسان‌های راست‌قامت بوده‌اند، اما با این حال تنومندی‌شان از انسان کنونی بیشتر بوده است. این الگوی چروکیده شدن بدن انسان به خصوص پس از عصر یخبندان شدت گرفت و تا ده هزار سال پیش ادامه یافت. در فاصله‌ی ده تا پنج هزار سال پیش این چروکیدگی شدت یافت و پس از آن شکل بدن انسان در وضعیت کنونی تثبیت شد. بازتاب این روند حتی در درون جمعیت‌های انسان خردمند دیده می‌شود، به شکلی که بومیانی که در مناطق دورافتاده‌ای مانند استرالیا و تیرادل فوئگو زندگی می‌کنند بدنی تنومندتر از سایر نژادها دارند.

پژوهشی که بر سنگواره‌های انسان در استرالیا انجام شده، نشان می‌دهد که بومیان استرالیایی در طی هفتاد هزار سالی که بعد از عصر یخبندان گذشته است، ٤/٥ درصد از طول دندان‌ها، ١٢ـ٦ درصد از اندازه‌ی چهره، ٧ درصد از قد و ٩/٥ درصد از وزن مغزشان را از دست داده‌اند. اعدادی کمابیش یکسان در مورد جمعیت‌های انسانی در سایر قاره‌ها هم مصداق دارد.[٦٩٠] داده‌های عمومی‌تر نشان می‌دهد که در سی و پنج هزار سال گذشته ١١ درصد از حجم مغز انسان کاسته شده، و بخش عمده‌ی این عدد (٨ درصد) به ده هزار سال اخیر

[690] Lewin, 1998:144.

مربوط می‌شود. از آنجا که این کاهش با کمتر شدن وزن بدن همراه بوده، نسبت وزن مغز به بدن را در انسان چندان تغییر نداده است.[۶۹۱]

در مورد دلیل این چروکیدگی بدن چندین نظریه وجود دارد:

ـ نخستین نظریه، معتقد است که دلیل این کوچک شدن ابعاد بدن، روی آوردن به زندگی کشاورزانه و دست شستن از سبک زندگی گردآوری و شکارگری بوده است. در این شیوه‌ی اخیر، آدمیان تنها با اتکا به قدرت عضلانی‌شان می‌توانند بر مشکلات چیره شوند و قدرت بدنی عاملی مهم در بقا تلقی می‌شود. از این دیدگاه، زندگی کشاورزانه با جانوران و گیاهان اهلی و در دسترسی که تولید می‌کند، امکان حذف این فشار انتخاب طبیعی را فراهم آورده است و بنابراین آدمیان دیگر نیازی نداشته‌اند برای بیشتر کردن حجم عضلانی خویش با هم رقابت کنند.

ـ دومین توجیه، توسط رابرت فولی[۶۹۲] ارائه شده است. او معتقد است که انقراض پستانداران بزرگی مانند ماموت و کرگدن‌های بزرگ در آخر عصر یخبندان، باعث شده تا رقابت درون‌گونه‌ای میان آدمیان زیاد شود. در زیستگاه‌های پیشین، گروهی از شکارچیان نرینه می‌توانستند با همکاری یکدیگر شکاری بزرگ را از پای درآورند و نیازهای غذایی خود و زنان و کودکان‌شان را برآورده سازند. اما با کم شدن شکارها و کوچک شدن‌شان، قبیله‌های شکارچی‌ای که شبیه بابون‌ها بر مبنای نظامی چندهمسری سازماندهی می‌شدند و رقابت اندکی را در میان نرها از خود نشان می‌دادند، فروپاشیدند و به دو الگوی رقیب تبدیل شدند. نخست زندگی گردآورنده و شکارچی که باقی‌مانده‌ی شیوه‌ی زندگی قدیمی بود و با کوچک شدن اندازه‌ی گروه و خویشاوند

691 Ruff, Trinkaus, and Holliday, 1997.
692 Robert Foley

شدن همه‌ی مردان قبیله، مشکل تنش‌های درون گروهی را رفع می‌کرد، و دیگری ابداع روش‌های کشاورزانه که روشی کاملاً تازه را برای تولید غذا ممکن می‌ساخت. هر دو الگوی نوظهور، استفاده از شکارهایی کوچک‌تر و کمتر شدن تنش‌های بینافردی و بیناگروهی را به دنبال داشتند. این روند با ابزارسازی تشدید شد. ابزارها هم‌چون واسطه و سپر بلایی میان انسان‌ها و محیط وحشی اطرافشان قرار گرفتند و نیازشان به قدرت بدنی را کاهش دادند.

ـ دیدگاه دیگر، از سوی لورینگ بریس پیشنهاد شده است. او تغییر در رژیم غذایی آدمیان را دلیل کوچک شدن اندازه‌ی بدن می‌داند. از دید او، پختن غذا و رشد فرهنگ همیاری و ابزارسازی، نیاز آدمیان به دندان‌هایی نیرومند و بدن‌هایی قوی را از میان برده و این کاهش قد و وزن را موجب شده است. نقدی که بر این دیدگاه وارد است، آن‌که الگویی مشابه در میان بومیان استرالیا دیده می‌شود که از نظر ابزارسازی در سطحی بسیار پایین به سر می‌برند و به ندرت غذای خود را می‌پزند. کریستوفر استرینگر در این میان راه ساده‌تر را برگزیده است و با دلایل بوم‌شناختی نشان داده که اصولاً کاهش حجم غذا ــ که معلول انقراض پستانداران بزرگ بوده ــ دلیلی کافی برای کوچک شدن اندازه‌ی بدن است.

بر تمام این دیدگاه‌ها نقدهایی وارد است. مهم‌ترین ایراد آن‌که سرد شدن هوا در دوران پلئیستوسن، که یکی از دلایل کاهش غذا و چروکیدگی انسان پنداشته می‌شود، امری پایدار و مداوم نبوده و در چند گام پیاپی رخ داده است. در میان این عصرهای یخبندان دوره‌هایی از گرم شدن آب و هوا ــ مثلاً در یک میلیون، ۱۲۵ هزار و ۷۵ هزار سال پیش ــ دیده می‌شود که اعتبار برخی از استدلال‌های متکی بر سرما را مشکوک جلوه می‌دهد. ایراد دیگر این‌که با توجه به شواهد، مسلم است که روند چروکیدگی پیش از پایان عصر یخبندان آغاز شده و بنابراین نمی‌تواند معلول انقراض‌های پس از آن بوده باشد.

نقد دیگر، به مفهوم زندگی کشاورزانه مربوط می‌شود. بر مبنای داده‌های باستان‌شناسانه، انقلاب کشاورزی امری ناگهانی و سریع نبوده که به طور هم‌زمان در سراسر جمعیت‌های انسانی فراگیر شده باشد. این شیوه از زندگی در چند کانون پراکنده ــ میان‌رودان و مصر، چین، آمریکای مرکزی ــ آغاز شده و با سرعتی پایین و ناهماهنگ در نقاط مختلف پراکنده شده است. بنابراین کاهش وزن و قد آدمیان را نمی‌توان معلول این عامل دانست.

امروزه، ماجرای چروکیدگی انسان کنونی یکی از معماهای تکامل انسانی محسوب می‌شود و پاسخ‌های موجود در این زمینه ــ هر چند به دورنمایی از یک راه حل می‌مانند ــ اما بسنده و قانع‌کننده نیستند.

یکی از نظریه‌های عجیبی که به تازگی برای حل این معما پیشنهاد شده است، به دانشمندی به نام هنبرگ تعلق دارد. او قد و وزن نوزادانی را که در ماه‌های متفاوت سال متولد می‌شدند اندازه گرفت و به این نتیجه رسید که نوزادان متولد ماه‌های بهمن تا امرداد از سایر نوزادان سبک تر و کوچک‌تر هستند! این تفاوت ابعاد، به نیم کیلوگرم و هفت میلی‌متر منحصر می‌شود که با وجود اندک بودنش، معنادار است.

او این نتیجه را با بررسی نوزاد جانوران دیگر هم تأیید کرد و به این نتیجه رسید که عاملی کیهانی در این ماجرا مسئول است. از دید او، این عامل کیهانی، نوسان‌های فصلی و نامحسوس گرانش زمین است، که تفاوت در اندازه‌ی جانداران را موجب می‌شود. از این دیدگاه، چروکیدگی انسان خردمند امروزین معلول تحول در ساختار گرانشی و حرکت وضعی زمین است.[۶۹۳]

[693] Henneberg, 1993.

مغز و دستگاه عصبی مرکزی

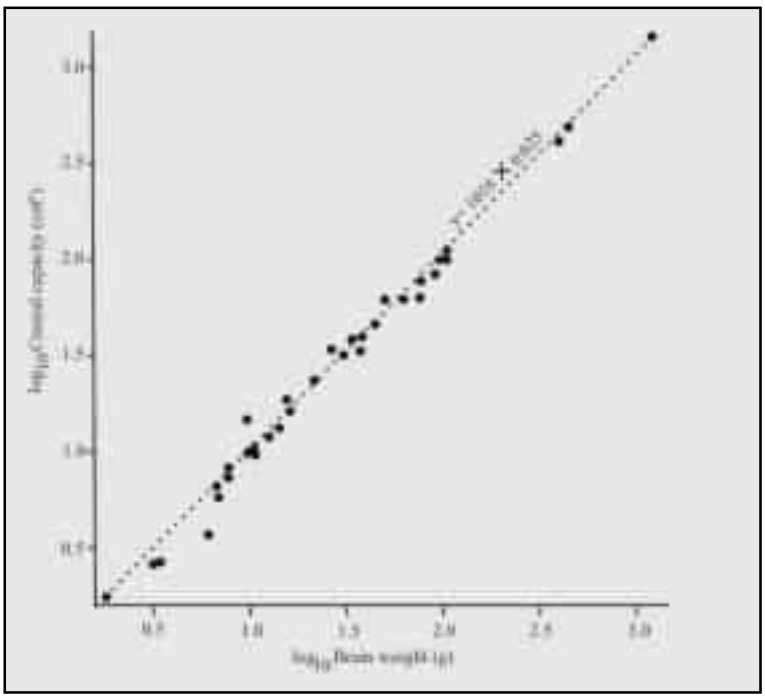
نخاع و اعصاب محیطی انسان، تفاوت چندانی با سایر نخستی‌ها ندارد. گذشته از چند ویژگی جزئی، مانند کوچک بودن پیاز بویایی ــ که در همه‌ی میمون‌های عالی دیده می‌شود ــ و گسترش اعصاب محیطی در برخی از اندام‌ها ــ مثل نوک انگشتان و اندام‌های مربوط به جفتگیری ــ تفاوت قابل‌توجهی در بین سیستم اعصاب محیطی و نخاع انسان و سایر نخستی‌های عالی نمی‌توان یافت.

اما مغز انسان، به طور مشخصی با مغز سایر میمون‌ها تفاوت دارد. این تفاوت، چنان‌که داروین در قالب گزاره‌ای عام گفته است، کمی است، نه کیفی. یعنی مغز انسان، با وجود اندازه‌ی بسیار بزرگش نسبت به وزن بدن، از همان بخش‌ها و زیرواحدهای عصبی‌ای تشکیل شده که در سایر میمون‌ها و پستانداران دیگر نیز دیده می‌شود. در انسان هم، مانند بقیه‌ی پستانداران، اطلاعات بینایی در بخش پس‌سری مغز پردازش می‌شوند و اطلاعات مربوط به حرکت و حس پیکری از نواحی اطراف شیار مرکزی[۶۹۴] سرچشمه می‌گیرند. به این ترتیب مغز انسان با مغز سایر پستانداران تفاوت کیفی خاصی ندارد. اما از نظر کمی، وضع فرق می‌کند.

اندازه‌ی مغز نسبت به وزن بدن، در هر رده از جانوران در اطراف مقداری مشخص نوسان می‌کند که بسته به جایگاه موجود در رده‌بندی، می‌تواند توسط معادلات گوناگونی صورت‌بندی شود. در نخستی‌ها، که مغزی به نسبت درشت دارند، شاخص اصلی این معادله به صورت شیب خطی نمایش داده می‌شود که لگاریتم وزن مغز و لگاریتم وزن بدن را نسبت به هم نشان می‌دهد. در نمودار صفحه‌ی پیش خط یادشده را به ازای ۳۳ گونه از نخستی‌ها می‌بینید. معادله‌ی خطِ برازشِ این نمودار بر روی آن نوشته شده است.

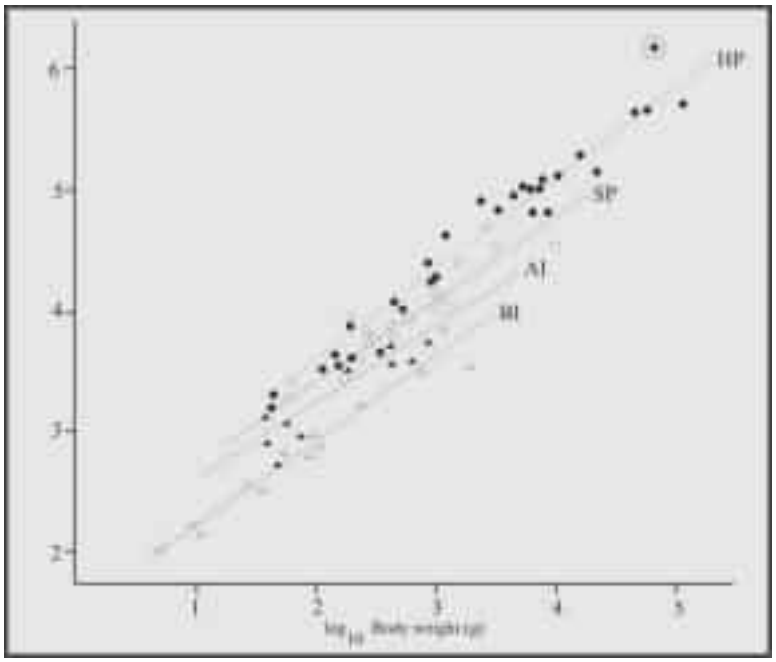
---

[694] sulcus centralis



پراکنش گونه‌ها بر مبنای دو شاخصِ گنجایش جمجمه (محور عمودی) و وزن مغز (محور افقی) (Cambridge, 1992)

معادله‌ی یادشده، حالتی کلی دارد و میانگینی را نمایندگی می‌کند که از سطوح مختلف رده‌بندی به دست آمده‌اند. برای واقعی‌تر شدن نمودار یادشده، باید همین کار (سنجش نسبت وزن مغز به بدن) را در سطوح پایین‌تر رده‌بندی هم تکرار کرد. اگر چنین کاری را انجام دهیم، می‌بینیم که نمودار یکتای قبلی به چند نمودار موازی تجزیه می‌شود. هر یک از این نمودارها نشانگر معادله‌ی یکی از شاخه‌های تکاملی نخستی‌ها هستند.



نسبت لگاریتم وزن مغز به

گنجایش جمجمه در چهار

رده‌ی تکاملی (Cambridge, 1992)

AI نماد حشره‌خواران پیشرفته‌ی کنونی است که (همراه با موش‌های درختی[۶۹۵]) روی هم رفته ۱۵ گونه مورد بررسی قرار گرفته‌اند و به ترتیب با سه‌گوش سیاهِ تنها و محاط در دایره نموده شده‌اند. SP معادله‌ی ۲۲ گونه از نخستی‌های استرپسیرینی (یعنی لمورها و لوریس‌ها) را نمایش می‌دهد که با دایره‌ی سپید مشخص شده‌اند. HP هم نشانگر نخستی‌های هاپلورینی است که ۲۵ گونه‌شان با دایره‌ی سیاه بازنمایی شده‌اند. گونه‌ی انسان با دایره‌ی سیاه دارای حاشیه مشخص شده است.[۶۹۶]

[695]- Treeshrew
[696] Cambridge,1990.

Species	N	W	C	ICC
Tarsier				
Tarsius spp.	8	112	3.0	3.7
New World monkeys				
Aotus trivirgatus	7	985	16.9	4.8
Callicebus moloch	8	1078	18.3	4.9
Saimiri sciureus	8	914	23.6	7.0
Cebus apella	8	2437	76.2	11.7
Ateles spp.	8	8200	108.8	7.3
Lagothrix lagotricha	8	6248	97.2	7.8
Alouatta seniculus	8	6556	60.3	4.7
Callimico goeldii	1	471	11.1	5.2
Cebuella pygmaea	3	72	6.1	10.2
Callithrix jacchus	8	203	7.2	6.0
Saguinus spp.	8	534	9.9	4.3
Old World monkeys				
Miopithecus talapoin	7	1250	39.0	9.4
Cercopithecus ascanius	7	3605	63.4	7.4
Cercocebus albigena	7	7758	96.9	6.7
Macaca mulatta	8	4600	83.0	8.2
Papio anubis	8	16650	177.0	7.3
Theropithecus gelada	6	21500	133.0	4.6
Colobus badius	8	8617	61.6	4.0
Apes and humans				
Hylobates lar	8	5442	99.9	8.8
Hylobates syndactylus	8	10725	123.7	6.9
Pongo pygmaeus	8	55000	418.0	7.7
Pan troglodytes	8	45290	393.0	8.2
Gorilla gorilla	8	114450	465.0	5.2
Homo sapiens	8	65000	1409.0	23.0

(C): cranal capacity (mm^3)

جدول مقایسه‌ای میمون‌ها: وزن بدن (W) بر حسب گرم، گنجایش جمجمه (C) بر حسب میلی‌متر مکعب و ضریب مغزی (ICC) (Cambridge, 1992)

با وجود جزئی‌تر بودن این نمودارها، اندازه‌ی مغز تمام گونه‌ها، با آنچه که از معادله‌های بالا به دست می‌آید همخوان نیست. متخصصان آناتومی، بر مبنای این تغییرات موضعی، مفهومی به نام نمایه‌ی گنجایش مغزی[۶۹۷] (I CC) را تعریف می‌کنند که عبارت است از نسبت واقعی وزن مغز به بدن، آنگاه که با معادله‌ی عام این نسبت (یعنی مقدار نظری) مقایسه شود. در میان نخستی‌ها، انسان بیشترین نمایه‌ی گنجایش مغزی را دارد.[۶۹۸] در نمودار روبه‌رو، وزن بدن، وزن مغز، و نمایه‌ی گنجایش مغزی را می‌بینید. چنان‌که آشکار است، این مقدار برای انسان به عدد ۲۳ می‌رسد که احتمالاً در میان کل جانوران بیشینه است. هر چند شواهدی در مورد اعداد نزدیک به آن در برخی از آب‌بازان و دلفین‌ها وجود دارد.

به این ترتیب، روشن است که اندازه‌ی مغز در انسان حالتی استثنایی دارد و از مغز سایر جانوران بیشتر است. روند تکاملی منتهی به مغز بزرگ انسان، به سادگی با بررسی جمجمه‌های باقی‌مانده از اجداد دور و نزدیک ما قابل ردیابی است. نکته‌ی جالب در این روند، آن است که رشد مغز حالتی تخصص یافته دارد، و همه‌ی بخش‌های مغز به صورت یکسان و هماهنگ افزایش حجم نیافته‌اند.

به طور کلی، در پستانداران بخشی از مغز، که به قشر نوی مغز[۶۹۹] شهرت یافته، رشد بیشتری کرده و بخش انتهایی مغز، یعنی مخ، متورم و بزرگ شده است و تعداد نورون‌های بیشتری در قشر آن متمرکز شده‌اند. در دستگاه عصبی مرکزی جانوران مهره‌دار، دو نوع ماده‌ی سفید و خاکستری وجود دارد که اولی از انبوه رشته‌های عصبی آکسون و دندریت و دومی از توده‌ی جسم‌های سلولی تشکیل یافته است. الگوی پایه‌ی قرارگیری این

697- Index of Cranial Capacity

698 ساگان، ۱۳۶۸

699 Neocortex

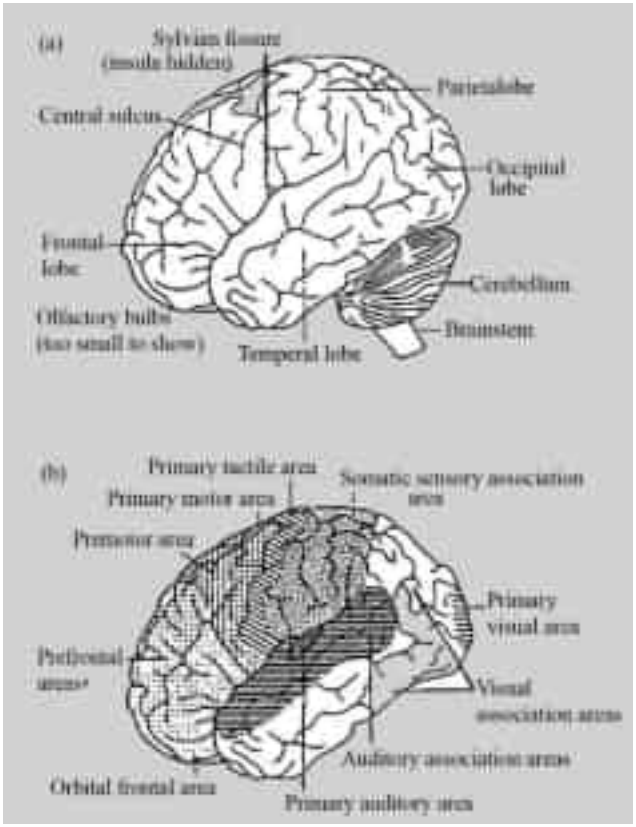
دو ماده در مهره‌داران، به این شکل است که ماده‌ی خاکستری به صورت رشته‌ها یا هسته‌هایی در داخل، و ماده‌ی سپید به صورت زمینه‌ای پوشاننده در اطراف آن دیده می‌شود. به بیان دیگر، در بیشتر مهره‌داران فیبرهای پرچربی عصبی جسم‌های سلولی نورون‌ها را محاصره کرده‌اند.

Species	N	W	C	ICC
Lemurs				
Microcebus murinus	7	60	1.8	3.4
Microcebus coquereli	2	385	5.8	3.1
Cheirogaleus medius	8	178	2.6	2.4
Cheirogaleus major	8	403	5.6	2.9
Phaner furcifer	5	440	6.7	3.3
Lepilemur mustelinus	8	630	8.1	3.1
Lemur mongoz	8	1669	23.0	4.5
Varecia variegata	8	3388	31.8	3.9
Avahi laniger	8	1071	9.8	2.6
Propithecus verreauxi	6	3384	30.6	3.7
Indri indri	8	6250	33.4	2.7
Hapalemur griseus	8	830	14.6	4.6
Daubentonia madagascariensis	3	2800	45.2	6.3
Loris group				
Galago demidovii	8	63	2.6	4.8
Galago senegalensis	8	229	3.7	2.8
Galago alleni	8	246	3.7	2.7
Galago crassicaudatus	9	1340	10.2	2.3
Euoticus elegantulus	8	287	5.1	3.3
Arctocebus calabarensis	8	203	7.6	6.3
Perodicticus potto	8	1053	13.1	3.5
Nycticebus coucang	8	1110	11.9	3.1
Loris tardigradus	8	271	6.4	4.4

جدول مقایسه‌ای میمون‌ها: وزن بدن (W) بر حسب گرم، گنجایش جمجمه (C) بر حسب میلی‌متر مکعب و ضریب مغزی (ICC) (Cambridge, 1992)

مغز مهره‌داران عالی و به ویژه پرندگان و پستانداران، در ادامه‌ی روند پیچیده‌تر شدنشان تعداد بیشتری از نورون‌ها را در خود جای داده‌اند. در نقاطی که تراکم این نورون‌ها از آستانه‌ای بیشتر باشد، می‌بینیم که ماده‌ی خاکستری به دلیل کمبود جا به حاشیه‌ی توده‌ی عصبی مهاجرت می‌کند و به این ترتیب لایه‌ای از ماده‌ی خاکستری، ماده‌ی سفید و هسته‌های نورونی باقی مانده در داخل آن را در بر می‌گیرد. از نظر تکاملی، مخچه نخستین ساختاری است که چنین الگویی را از خود نشان می‌دهد.

در پستانداران، بخش انتهایی مغز، یعنی مخ[۷۰۰] هم چنین حالتی دارد و این رشد تعداد نورون‌ها به قدری ادامه می‌یابد که حتی سطح خارجی مخ هم برای جای دادنشان کفایت نمی‌کند، و در نتیجه قشر مخ، در بعضی گونه‌ها مانند انسان، چین می‌خورد.



ساختار کلی مغز انسان (a) و بخش‌های کارکردی عمده‌ی آن(b)[۷۰۱]

[700]- Telencephaon
[701] Cambridge, 1992.

بخش مغز	Ten	Ins	Pro	ONM	Pon	Homo
بصل‌النخاع	۱	۱/۲۷	۱/۵٦	۱/۸۷	۱/٦۱	۲/۰۹
مغز میانی	۱	۱/۳۱	۲/۷۱	۳/٤	۲/۸٦	۵/۱٦
مخچه	۱	۱/٦٤	٤/٦٤	٦/۲	۸/۸۱	۲۱/۷۵
دیانسفال	۱	۱/۵٦	۵/۵٦	۸	۸/۵۷	۱٤/۷٦
پیاز بویایی	۱	۰/۸۱	۰/۵۲	۰/۰۸	۰/۰٦	۰/۰۳
قشر بویایی	۱	۰/۹٤	۰/٦۵	۰/۳٤	۰/۳۱	۰/۳
بادامه	۱	۱/۱	۱/۷۳	۲/۲٤	۱/۸۵	٤/٤۸
سپتوم	۱	۱/۲۲	۱/۹۱	۲/۰۹	۲/۱٦	۵/٤۵
هیپوکامپ	۱	۱/۷۵	۲/۹۱	۲/٦٤	/۹۹	٤/۸۷
شیزوکرتکس	۱	۱/٦۸	۲/۸	۲/۲۳	۲/۳۸	٤/٤۳
جسم مخطط	۱	۱/۸	۵/۹۹	۱۰/۱۲	۱۱/۷۸	۲۱/۹۸
نئوکرتکس	۱	۲/٦۵	۲۰/۳۷	٤۸/٤۱	٦۱/۸۸	۱۹٦/٤۱
ضریب مغزی	۱	۱/٤۳	٤/۲٤	۸/۱۲	۱۱/۱۹	۳۳/۷۳

اندازه‌ی نسبی بخش‌های مختلف مغز نخستی‌ها، نسبت به زیرخانواده‌ی ابتدایی Tenrecinae[۷۰۲]. عبارت‌های مربوط به عنوان ستون‌ها به این ترتیب کوتاه شده‌اند: Ten (Tenrecinae، 4 گونه)، lns (lnsectivora، 50 گونه)، Pro (Prosimian، 18 گونه)، ONM (میمون‌های جهان نو و کهن، 23 گونه)، Pon (Pongidae، 3 گونه‌ی شامپانزه، گوریل و ژیبون)، Homo (انسان کنونی، یک گونه)

[702] Cambridge, 1992.

به عنوان یک قاعده‌ی عمومی، مخ در ادامه‌ی روند تکاملی‌اش در نخستی‌ها، حجیم و بزرگ شده و روی مخچه و ساقه‌ی مغز را پوشانده است. این رشد مخ، در انسان به حد اعلای خود می‌رسد و اندازه‌ی نسبی سایر بخش‌های مغز را تا رتبه‌ی زایده‌ای در زیر مخ کاهش می‌دهد. در میان بخش‌های مختلف مخ، قشر پیشانی[۷۰۳] در مغز انسان، رشد چشمگیری داشته است، و این همان بخشی است که در تصمیم‌گیری ارادی، کنش‌های خودآگاه، و کارکردهای عالی اجتماعی کاربرد می‌یابد.

این ناحیه از نظر تکاملی جدیدترین بخش از قشر مخ انسان را تشکیل می‌دهد و از نظر جنین‌شناختی هم دیرتر از بقیه‌ی نقاط پدیدار شده و تا دو ـ سه سالگی هم‌چنان به رشد خود ادامه می‌دهد. هم‌چنین در مغز انسان قشر پس‌سری به نفع قشر پیشانی کوچک شده و غنی شدن ارتباطات آن با نواحی آهیانه‌ای[۷۰۴] و گیجگاهی[۷۰۵] امکان رفتارهای فضایی پیچیده و بازخوانی کدهای بینایی سلسله مراتبی و زنجیره‌ای را ممکن کرده است. این دو توانایی، به ترتیب برای زندگی انسان به عنوان جانوری شکارچی و موجودی اجتماعی اهمیت فراوان داشته است. هم‌چنین راه خارج هرمی[۷۰۶] رشد و پیچیدگی بیشتری پیدا کرده و در کنار غنی شدن ارتباطات گوش میانی ـ مخچه، امکان راه رفتن بر روی دو پا را برای انسان فراهم آورده است.

درباره‌ی سازوکارهای ژنتیکیِ منتهی به افزایش وزن مغز، چند نظریه وجود دارد که مهم‌ترینش به خاموش شدن ژن‌ها مربوط می‌شود. یکی از راه‌های تازه شناخته شده‌ی تکامل گونه‌ها، آن است که کارکرد یکی از

---

703 Lobus frontalis
704 lobus parietalis
705 lobus temporalis
706 extrapyramidal tract

ژن‌های‌شان به دلیل جهش مختل شود و شبکه‌ی پروتئین‌های برآمده از سایر ژن‌ها در غیاب این کارکرد مسیر تکوین خود را طی کنند. تغییر ناشی از این وضعیت نیز در مسیر تکامل اهمیت دارد و می‌تواند توسط روند انتخاب طبیعی برگزیده شود. از آنجا که در کل از کار افتادن ژن‌ها به خاطر جهش محتمل‌تر از افزوده شدن کارکردی نو به آن‌ها یا دگردیسی در عملکردشان است، چنین می‌نماید که فرآیند از دست دادن ژن‌ها[۷۰۷] یکی از سازوکارهای مهم در تکامل گونه‌ها باشد.[۷۰۸] انسان خردمند در جریان مشتق شدن از واپسین جد مشترکش با شامپانزه‌ها، هشتاد یا هشتاد و شش ژن خود را از دست داده است، که ۳۶ تای آن به تکوین پیازهای بویایی و حس بوییدن مربوط می‌شود.[۷۰۹]

شواهدی هست که نشان می‌دهد فرآیند از دست رفتن ژن‌ها یکی از سازوکارهایی بوده که رشد حجم مغز را در انسان ممکن ساخته است. یکی از نامزدهای مهم در این مورد، ژن سارکومریِ میوزین (**MYH16**) است. در حدود 2/4 میلیون سال پیش جهشی در این ژن بروز کرد که به حذف دو نوکلئوتید و غیرفعال شدنش منجر شد. این دقیقاً زمانی است که انسان کارگر و انسان راست‌قامت تکامل یافتند و ناگهان مغزهایی حجیم‌تر در سیر تکامل نوادگان‌شان ظاهر شد. بنابراین می‌توان حدس زد که این ژن مهاری را بر اندازه‌ی مغز اعمال می‌کرده و با غیرفعال شدنش چنین محدودیتی برداشته شده است.[۷۱۰] پژوهش دیگری تاریخ از دست رفتن

---

[707] Gene loss
[708] Olson, 1999: 18–23.
[709] Wang et al., 2006: e52.
[710] Stedman et al., 2004: 415–418.

این ژن را تا 5/3 میلیون سال عقب می‌برد. در این حالت عیب در ژن یادشده به پیدایش میمون‌های جنوبی دامن زده است.[۷۱۱]

گذشته از خاموش شدن برخی از ژن‌ها، در برخی از ژن‌های انسان تفاوتی نسبت به سایر میمون‌های بزرگ می‌بینیم که نمی‌تواند با رانش ژنتیکی در این فاصله‌ی زمانی توضیح داده شود و بنابراین باید زیر فشار انتخاب طبیعی رخ داده باشد. نمونه‌هایی از این موارد عبارتند از ژن **HAR1F** که اندازه‌ی مغز را تعیین می‌کند، و **HACNS1** که انگار در پیدایش انگشت شستِ مقابل سایر انگشت‌ها تأثیر داشته است. ناگفته نماند که این ژن‌ها بیشتر به تنظیم عمل سایر ژن‌ها مربوط می‌شوند و انگار پیدایش صفات خاص انسانی نتیجه‌ی تغییر در این ژن‌ها بوده باشد، و نه پیدایش تک ژن‌های جهش‌یافته‌ی معمولی.[۷۱۲]

به این ترتیب، اگر در کل به مغز انسان بنگریم و دگرگونی آن را با توجه به مدارک فسیلی بازسازی کنیم، با مغزی روبه‌رو خواهیم شد که حجیم شده، و به ویژه در ناحیه‌ی قشر مخ این توسعه شکلی افراط‌آمیز به خود گرفته است. رشد مخ در همه‌ی بخش‌ها برابر نبوده، و در بخش جلویی بیشتر گسترش یافته و در بخش‌های پشتی چروکیده‌تر شده است. این مغز بزرگ و دگردیسی‌یافته، روند رشد خود را از میمون‌های جنوبی و شبه‌انسان‌های آفریقایی آغاز کرده و در انسان نئاندرتال به حجم کنونی رسیده است. مغز حجیم انسان نئاندرتال، که گاه تا ۱۷۰۰ میلی‌لیتر حجم داشته، از نظر ساختاری با مغز انسان کنونی فرق داشته و بیشتر در نواحی پس‌سری گسترش یافته است. در انسان کرومانیون، مغز به شکل امروزینش درآمده و با وجود این‌که حجمش نسبت به مغز انسان نئاندرتال تغییری نکرده، اما بیشتر در ناحیه‌ی پیشانی توسعه یافته و در نتیجه

---

[711] Perry et al., 2005: 379–382.
[712] Bird *et al,*. 2007: R118.

جمجمه مرتفع و پیشانی بلند شده است. این دگردیسی در ابعاد مغز، مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده‌ی شکل ظاهری چهره‌ی انسان کنونی بوده است؛ چهره‌ای که به طور مشخص با صورت سایر میمون‌ها تفاوت دارد. انسان دارای چهره‌ای ویژه و غیرمعمول در بین سایر نخستی‌هاست. گذشته از برهنه بودن بخش‌هایی از پوست سر و گردن ــ که در برخی از میمون‌های دیگر هم دیده می‌شود ــ ویژگی‌های دیگری هم در کالبدشناسی و فیزیولوژی سر انسان وجود دارد که توجه به علل پیدایش آن، راه را برای تحلیل بسیاری از رفتارهای دیگر ــ و به ویژه قدرت تکلم ــ باز می‌کند.

جنس یا گونه	زمان (سال پیش)	زمان انقراض (سال پیش)	گنجایش مغزی (cc)	فرهنگ مربوطه
خردمند	30000	ــ ــ ــ	1330	مگدالنین به بعد
نئاندرتال	100000	30000	1470	موسترین
خردمند باستانی	300000	200000	1300	آشولین پسین
راست‌قامت	1300000	400000	950	آشولین
ابزارمند	2000000	1600000	700	اولدوون
میمون جنوبی تنومند	3000000	2000000	550	دوپا
میمون جنوبی آفریقایی	3000000	2000000	500	دوپا
میمون جنوبی آفاری	3500000	2500000	425	دوپا
راماپیتکوس	14000000	10000000	؟	چهارپا

اندازه‌ی نسبی مغز در خویشاوندان انسان (Eccles, 1991)

در انسان، برخلاف بیشتر مهره‌داران دیگر، پوزه وجود ندارد، یعنی اندام‌های تغذیه‌ای آن‌قدر رشد نیافته‌اند که نسبت به اندام‌های حسی پیشروی کنند و بخشی مستقل و حجیم را در جلوی جمجمه و پایین صورت

تشکیل دهند. فقدان پوزه در انسان، بدان معناست که اندام‌های تغذیه‌ای ــ آرواره‌ها و زبان ــ در زیر جمجمه جمع شده و تحلیل رفته‌اند. این کوچک شدن اندام‌های تغذیه‌ای، اگر به همراه حجیم شدن و بزرگ شدن مغز و به ویژه بخش پیشین آن در نظر گرفته شوند، شکل کنونی جمجمه‌ی انسان را نتیجه می‌دهند. جمجمه‌ای که در آن مغزی بسیار بزرگ بر آرواره‌ها و دندان‌های کوچک سنگینی می‌کند.

انسان، از سه میلیون سال پیش تا به حال، مسیری طولانی را ــ از میمون جنوبی تا انسان خردمند ــ طی کرده است. در این فاصله، در حدود سیصد هزار نسل در این شاخه از حیات سپری شده‌اند. تمام تغییراتی که جمجمه‌ی نیاکان میمون جنوبی را به سر انسان کنونی تبدیل کرده، در این فاصل رخ داده‌اند. اگر فهرست این تغییرات را در نظر بگیریم، به این نتیجه می‌رسیم که تغییرات یادشده نمی‌توانند مستقل از هم رخ داده باشند. بسیار بعید است که در طول سیصد هزار نسل، جهش‌هایی مستقل از هم باعث از بین رفتن قوس ابرو، کوچک شدن و ظریف شدن گونه‌ها و آرواره‌ها، تحلیل رفتن دندان‌ها، پیدایش چانه، مرتفع و نازک شدن جمجمه و راست شدن پیشانی شده باشند. تازه همه‌ی این‌ها صفاتی هستند که به شکل جمجمه‌ی انسان مربوط می‌شوند. اگر سایر تغییرات ــ برهنه شدن پوست، راست‌قامتی، حجیم شدن عضلات، درشتی بدن و... ــ را هم در نظر بگیریم ماجرا بسیار نامحتمل‌تر جلوه خواهد کرد.

نتیجه‌ی منطقی این‌که ظاهراً بخش مهمی از این دگرگونی‌ها معلول فشارهای تکاملی ساده و مشترکی بوده است. یعنی می‌توان تکامل انسان را به صورتی تفسیر کرد که تفاوت‌های ریختی/ رفتاری متنوع پدید آمده در آن، به چند خوشه‌ی مشترک و در هم تنیده از علل ساده‌تر و معدودتر تحویل شوند. این روشی است که در اینجا پیش خواهیم گرفت.

حالا ببینیم در مورد تکامل انسان، و به ویژه تکامل سر، چه می‌توان گفت؟

به این شواهد دقت کنید:[۷۱۳]

اول. در سال ۱۹۸٦ م. دانشمندی به نام پاتر[۷۱٤] نشان داد که بین سیستم اسکلتی بدن پستانداران و وزن بدن‌شان رابطه‌ای عددی برقرار است. روابطی از این دست را در کالبدشناسی ایزومتریک[۷۱۵] می‌نامند. بنابراین کشف بزرگ پاتر این بود که رابطه‌ای ایزومتریک بین وزن اندام‌های مختلف بدن یک پستاندار و وزن استخوان‌های همان اندام برقرار است. قاعده‌ای که پاتر در مورد وزن استخوان‌ها وضع کرد، چنین بیان می‌کند که نسبت وزنی استخوان به اندام در خانواده‌های مختلف پستانداران ثابت است. تفاوت این نسبت در خانواده‌های گوناگون و سطوح رده‌بندی متفاوت ضریبی ثابت دارد و همواره از الگویی ثابت پیروی می‌کند. این بدان معناست که تغییر شکل استخوان‌ها در مسیر تکامل با نوعی ماند و پایداری اندازه‌ی آن‌ها همراه است. به این ترتیب اگر در مسیر تکامل استخوانی از بین برود و یا از وزن آن کاسته شود، استخوان‌های دیگری در همان سیستمِ اندامی به وجود خواهند آمد و یا افزایش وزن از خود نشان خواهند داد. به شکلی که وزن نهایی استخوان در آن اندام نسبت به بافت‌های دیگر ثابت بماند. یک شاهد ساده‌ی تأییدکننده‌ی این فرضیه، به الگوی ترمیم شکستگی استخوان‌ها برمی‌گردد. مواد معدنی مورد نیاز برای ترمیم یک بخش آسیب‌دیده‌ی استخوان، معمولاً از بخش‌های کناری همان استخوان برداشت می‌شوند و به همین دلیل هم معمولاً سوراخ‌های ریزی را بر بخش‌های حاشیه‌ای استخوان‌هایِ در حال ترمیم می‌بینیم. یعنی ترمیم به شکلی انجام می‌شود که وزن کلی استخوان ثابت بماند.

---

713 Wind et al, 1992.

714- Potter

715 Isometric

دوم. جمجمه‌ی تمام مهره‌داران ــ و از جمله انسان ــ از نظر آناتومیک، از دو بخش مستقل از هم تشکیل یافته است. یک بخش به نام جمجمه‌ی احشایی[۷۱۶] مشهور است و استخوان‌های پشتیبان سیستم تغذیه‌ای، یعنی آرواره‌های بالا و پایین و استخوان‌های کام و دندان‌ها و تیغه‌ی بینی و بخش‌های پایینی چهره را در بر می‌گیرد. دیگری جمجمه‌ی عصبی[۷۱۷] خوانده می‌شود و بخش‌های بالایی جمجمه و حدقه‌ی چشم را در بر می‌گیرد. جمجمه‌ی عصبی در واقع همان جعبه‌ی استخوانی محکمی است که مغز و اعصاب بالای نخاع را در بر گرفته است. در زبان عامیانه، سیستم اولی را به نام استخوان‌های چهره، و دومی را با نام «کاسه‌ی سر» باز می‌شناسیم. این دو بخش از جمجمه، به دلیل ساخت جنینی مستقل، کارکرد متفاوت و اتصالات خاص خود، دو زیرمجموعه‌ی اصلی سیستم جمجمه‌ای را تشکیل می‌دهند.

بنا بر دیدگاه پاتر، جمجمه‌ی عصبی و احشایی بر روی هم یک سیستم اندامی مربوط به تولید استخوان را تشکیل می‌دهند. یعنی وزن کل استخواهای موجود در جمجمه، در مسیر تکامل ثابت است و تغییرات در وزن یکی از این زیرواحدها به ایجاد تغییرات جبرانی در دیگری می‌انجامد. دلیل این یکتا بودن سیستم بافتی ـ استخوانی، تا حدود زیادی به شبکه‌ی خونی پیچیده‌ی تغذیه‌کننده‌ی سر و گردن مربوط می‌شود. رگ‌های بزرگی مانند سیاهرگ‌های گردنی، سرخرگ کاروتید، رگ پس‌سری[۷۱۸]، گوشی[۷۱۹] و چهره‌ای[۷۲۰] با انشعابات

---

716 Viscerocranium
717 Neurocranium
718- Occipital
719- Auricular
720- Facial

پیچیده‌ی خود شبکه‌ای در هم تنیده از رگ‌های تغذیه‌کننده‌ی سر را تشکیل می‌دهند که دو سیستم جمجمه‌ی عصبی و احشایی را از نظر تغذیه‌ای به هم متصل می‌کنند.

سوم. در اوسط دهه‌ی پنجاه قرن گذشته، دانشمندان نشان دادند که ساختار مولکولی استخوان‌ها دارای خاصیت پیزوالکتریک[۷۲۱] است. این بدان معناست که فشار مکانیکی به استخوان می‌تواند باعث القای بار منفی در آن شود. ساختار شیمیایی بخش مهمی از استخوان‌های پستانداران، هیدروکسی آپاتیت است، و همین شبکه‌ی بلوری تنیده‌شده در داخل استخوان‌هاست که این خاصیت الکتریکی خاص را بدان می‌بخشد. این شبکه به قدری از این نظر اهمیت دارد که بار الکتریکی را بیشتر از بلورهای کوارتز در درون خود حفظ می‌کند. یکی از علل قوی بودن اثر پیزوالکتریکی استخوان، وجود ترکیب هیالورونات پتاسیم در این شبکه‌ی بلوری است. اثر پیزوالکتریکی استخوان حتی پس از مرگ هم از بین نمی‌رود. مقدار بار الکتریکی انباشته‌شده در استخوان به عواملی مانند درجه‌ی خمیدگی استخوان و مقدار فشار وارده به آن بستگی دارد.

چهارم. شواهد جنین‌شناختی نشان می‌دهند که بار الکتریکی در فرآیند رسوب نمک‌های معدنی بر استخوان‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند. می‌دانیم که پیدایش و رشد استخوان‌ها در زمان جنینی و بعد از آن، نتیجه‌ی رسوب کردن مواد معدنی‌ای مانند کربنات کلسیم بر داربست بافت پیوندی استخوانی است. این مواد توسط شبکه‌ی پیچیده‌ای از رگ‌های خونی به بافت‌های استخوانی برده می‌شوند و در آنجا ته‌نشین می‌گردند. شواهد فیزیولوژیک نشان می‌دهد که با افزایش بار الکتریکی ــ منفی شدن بار بافت استخوانی نسبت به خون ــ رسوب این املاح شدت بیشتری می‌گیرد. برعکس این حرف هم صادق است. یعنی شبکه‌ی رگی ـ خونی،

---

[721]- Piezo - electric

املاح را از نقاط دارای بار مثبت برداشت می‌کند. به این ترتیب، هیدروکسی آپاتیت سازنده‌ی استخوان‌ها و ساختار استخوان‌ها، بر خلاف تصور معمول، حالتی منجمد و انعطاف‌ناپذیر ندارد. استخوان‌ها در جریان روندی پویا و خودسازمانده شکل می‌گیرند. این پویایی در ابتدای زندگی و به ویژه در دوران جنینی خیلی بیشتر است و بسته به الگوی ژنومی شکل‌گیری استخوان‌ها و فشارهای وارده بر اندام‌های درونی ــ و بنابراین بار الکتریکی بافت‌ها ــ شکل و ریخت کلی دستگاه اسکلتی را تعیین می‌کنند.[۷۲۲]

در یک آزمون که بر روی میمون‌هایی از گونه‌ی سایمیری سکیورِئوس[۷۲۳] انجام گرفته است، نشان داده شده که وارد کردن فشارهایی مصنوعی بر روی بخش‌های مختلف جمجمه‌ی جنین، با فشارهای درونی واردشده بر استخوان‌ها تداخل کرده و باعث تغییر شکل و ناهنجاری ریختی استخوان‌ها می‌شوند. به بیان دیگر، استخوان‌های بدن فقط تا حدی فرق بین فشارهای طبیعی درونی و فشارهای بیرونی را تشخیص می‌دهند و می‌توانند زیر تأثیر فشارهای بیرونی هم روند ریخت‌زایی خود را دگرگون کنند.

پنجم. آخرین شاهد ما، برمی‌گردد به تفاوت‌های چشمگیری که بین روند رشد استخوانی انسان با سایر نخستی‌ها وجود دارد. چنان‌که گفتیم، همه‌ی نخستی‌ها به زمان زیادی برای رشد و تکمیل ساختار مغزشان نیاز دارند، و این تا حدودی برمی‌گردد به بزرگ بودن نسبی مغزشان. با وجود عام بودن این مسأله، کندی رشد مغز در انسان و تداومش در طول چندین سال نخست رشد کودک، پدیده‌ای است که می‌تواند به سادگی یک استثنا محسوب شود.

---

[722] Ciani, 1989: 9-32.
[723] Saimiri sciureus

رشد کلی استخوان‌ها در انسان تا بیست سالگی ادامه می‌یابد و در طول این مدت ــ و به ویژه در ۷ سال نخست عمر ــ رشد حجمی مغز ــ به ویژه بخش پیشانی قشر مخ ــ به طور مستمر ادامه دارد. چنان‌که می‌دانیم، در پستانداران پس از تولد رشد مغز تنها حجمی است و با تقسیم نورون‌ها و افزایش تعداد سلول‌های عصبی همراه نیست. شواهد به‌دست‌آمده از فیزیولوژی مقایسه‌ای نخستی‌ها نشان می‌دهد که الگوی رسوب و برداشت مواد در جمجمه‌ی انسان با سایر میمون‌ها تفاوت‌های عمده‌ای دارد. مهم‌ترین تفاوت، برداشت چشمگیر و فراوان املاح از جمجمه‌ی احشایی است. این برداشت به ویژه در سنین جنینی با سرعت زیادی رخ می‌دهد و کانون‌های اصلی برداشت آن عبارتند از حفره‌های آرواره‌ای و بخش‌های بالای قوس ابرو. تنها بخش جمجمه‌ی احشایی که بازجذب و رسوب مواد معدنی را نشان می‌دهد، چانه است. به این شکل ساخت استخوانی جمجمه‌ی انسان، شکلی ویژه به خود می‌گیرد.

می‌توان شواهد یادشده را به عنوان خشت‌های پایه‌ی مدلی برای تکامل ریختی انسان مورد استفاده قرار داد. روشن است که شکل‌گیری استخوان‌ها، به ویژه در دوران جنینی، توسط فشارهای مکانیکی وارد شده بر آن تعیین می‌شود. استخوانی که از طرف مشخصی ــ مثلاً توسط اندامی ــ فشرده شود، در دو سوی خود دارای بارهای مثبت و منفی خواهد بود و بنابراین با برداشت و رسوب مجدد مواد معدنی، شکل خود را با فشار وارد شده سازگار می‌نماید. در واقع آنچه ما به عنوان اسکلت انسانی می‌بینیم، برآیندی از فشارهای درونی اندام‌های بدن است. برآیندی که در قالب مواد آهکی و ترکیبات کلسیمی منجمد شده است.

به این ترتیب، به این نتیجه می‌رسیم که اندازه و ضخامت استخوان‌های چهره و سر با هم نسبت عکس دارند و در مسیر تکامل انسان، سر به دلیل بزرگی مغز بر چهره غلبه کرده است. مطالعاتی که بر روی رشد جنینی جمجمه‌ی جانورانی غیر از نخستی‌ها ــ مثل موش ــ صورت گرفته، نشان می‌دهد که رشد جمجمه‌ی عصبی

مقدم بر جمجمه‌ی احشایی است. این می‌تواند تا حدودی انعطاف زیاد جمجمه‌ی احشایی و توانایی بالایش برای از دست دادن املاح به نفع استخوان‌های کاسه‌ی سر را توجیه کند.

دستگاه عصبی، در کل جانوران، مهم‌ترین دستگاه تعیین‌کننده‌ی شکل بدن است. طرح کلی بدن جنین در همه‌ی جانوران پیچیده‌ای که دارای دستگاه عصبی تکامل‌یافته هستند، توسط شکل و کارکرد دستگاه عصبی تعیین می‌شود. به این ترتیب، آشکار است که رشد و پیچیده‌تر شدن مغز انسان در مسیر تکامل، به عنوان نوعی رانه‌ی ریخت‌زایی اندام‌ها، تا چه حد مؤثر بوده است.

در طول سه میلیون سال گذشته، فشارهای تکاملی واردشده بر خط‌راهه‌ی تکاملی منتهی به انسان کنونی، به شکلی بوده است که افزایش اندازه و پیچیدگی مغز را به عنوان واکنشی سازش‌کارانه ایجاب کرده است. دلایل این فشارها را در بخش‌های گذشته دیدیم و در آینده هم بیشتر به آن خواهیم پرداخت. آنچه در اینجا برای ما اهمیت دارد، تأثیر این «نشانگان مغز بزرگ» بر شکل ظاهری انسان است.

نخستین اثر، چنان‌که دیدیم، بر پویایی ریختی استخوان‌های جمجمه وارد شده است. فشاری که از سمت داخل به جمجمه‌ی عصبی وارد می‌شده، باعث شده تا شکل کلی جمجمه دگرگون شود و برای جای دادن نواحی تازه تکامل‌یافته و حجیم مغز ــ مثل ناحیه‌ی پیشانی ــ بازسازی گردد. نتیجه‌ی این بازسازی، صاف و مرتفع شدن پیشانی بوده، و حجیم شدن جمجمه‌ی عصبی، که در نهایت با نوعی کشیده شدن جمجمه به سمت بالا همراه بوده است. اما این افزایش حجمِ جمجمه‌ی عصبی، بنا بر قاعده‌ی پاتر نمی‌توانسته در خلأ رخ دهد. املاحی که برای بازسازی و بازآرایی شکل جمجمه مورد نیاز بوده‌اند، می‌بایست از جایی برداشت شوند، و تنها بخش دهنده‌ی مناسب برای سیستم سر و گردن، جمجمه‌ی احشایی بوده است. به این دلیل است که ما روندی منظم را در تغییر شکل جمجمه‌ی نیاکان انسان شاهد هستیم؛ روندی که نتیجه‌ی برداشت املاح کلسیمی از برخی از کانون‌های استخوانی چهره بوده و به تدریج باعث حذف شدن قوس ابرو، باریک

شدن استخوان گونه، کوچک شدن آرواره‌ها و ریز شدن دندان‌ها شده است. این روند، چهره‌ی رایج‌ترِ میمون‌های ابتدایی را فشرده و کوتاه کرده، پوزه‌ی آن‌ها را به تدریج از بین برده، و اندام‌های تغذیه‌ای مانند زبان و دندان‌ها را در فضای کوچک‌تر و تنگ‌تری که در زیر جمجمه ــ و نه در جلوی آن ــ قرار دارند، فشرده کرده است. انسان تنها نمونه‌ی این روند نیست، چرا که مشابه همین الگو را در شامپانزه و گوریل و اورانگ‌اوتان هم می‌بینیم. در این جانوران هم پوزه‌ی کوتاه و آرواره‌های کوچک‌تری را می‌بینیم و اندام‌های حسی مربوط به پوزه ــ مثل پیاز بویایی ــ را به شکلی تحلیل رفته بازمی‌یابیم. در این میمون‌ها هم، کوچک شدن پوزه و تحلیل رفتن چهره را باید با افزایش حجم مغز و رشد جمجمه‌ی عصبی همراه دانست، هر چند این عدم تعادل به اندازه‌ی انسان چشمگیر نیست.

در اورانگ‌اوتان‌ها و سایر میمون‌های بزرگ، فشارهای القاشده به جمجمه تا حدودی متعادل است. یعنی فشار واردشده از سوی مغزِ به نسبت بزرگ، با فشاری که از سوی عضلات آرواره و چهره اعمال می‌شود، تناسب دارد. به همین دلیل هم اندازه‌ی جمجمه‌ی احشایی و عصبی در این جانوران تقریباً یکسان است. ناگفته نماند که همین حالت هم نسبت به پیش‌میمون‌ها و سایر پستانداران استثنایی می‌نماید. شکل معمول، وجود جمجمه‌ی احشایی بزرگ و دراز و محکمی است که یک جمجمه‌ی عصبی کوچک و ظریف به بالای آن چسبیده باشد. این دقیقاً همان چیزی است که در سگ‌ها، سم‌داران، کیسه‌داران و بسیاری از پستانداران دیگر می‌بینیم.

انسان، از این نظر، نوعی نقطه‌ی معکوس محسوب می‌شود. جمجمه‌ی احشایی در او کاملاً تحلیل رفته و به نفع جمجمه‌ی عصبی بزرگ و متورمش، ظریف و باریک شده است. در واقع، مغز انسان به شکلی سرطانی و نامتناسب بزرگ شده است و شاید بتوان آن را با گردن زرافه و دماغ فیل مقایسه کرد. در همه‌ی این موارد، یک اندام به دلایل تکاملی رشدی بیش از اندازه یافته‌اند و ریخت کلی موجود را دگرگون کرده‌اند. از دیدگاهی

خاص، می‌توان کل بدن جانور را غلافی عضلانی/ استخوانی دانست که دستگاه عصبی بر روی خود کشیده تا زنده بماند. و این دستگاه عصبی ارزشمند نیز، در نهایت، چیزی جز مرکز پردازشی نیست که باید تکثیر ژنوم را راهبری کند. با این نگرش، تحول و بالیدن دستگاه عصبی، انقلابی بنیادین در سازمان‌یافتگی ساختار و ریخت بدن محسوب می‌شود.

یک راه محک زدن مدلی که در اینجا پیشنهاد کردیم، بررسی حالاتی ناهنجار است که در آن تعادل بین این دو سیستم به هم می‌خورد. یکی از این حالات، میکروسفالی[۷۲۴] نام دارد که، در واقع، عبارت است از رشد ناقص و نیمه‌کاره‌ی مغز. نوزادان دارای میکروسفالی معمولاً در ابتدای تولد می‌میرند، و در حالات حاد حجم مغزشان به کمتر از سیصد میلی‌لیتر محدود می‌شود. در این نوزادان، استخوان پیشانی به دلیل رهایی از فشار مغز، حالتی خوابیده، پهن و مسطح پیدا می‌کند و ابعاد کلی جمجمه‌ی عصبی اندک باقی می‌ماند. در مقابل در این جنین‌ها جمجمه‌ی احشایی رشد زیادی می‌کند و چهره زمخت و برجسته و پهن می‌شود. استخوان‌های حفره‌ای[۷۲۵] آرواره‌ها بسیار استخوانی شده‌اند و گاه دارای سینوس‌های بزرگی هستند. هم‌چنین استخوان کام بزرگ و ضخیم است و دندان‌ها هم رشدیافته و دراز هستند. چنین چهره‌ای، اگر با فسیل اجداد انسان مقایسه شود، چهره‌ای بین انسان راست‌قامت و نئاندرتال را نشان می‌دهد. هم‌چنین شکل کلی جمجمه هم چیزی بین انسان راست‌قامت و شامپانزه است. حتی در برخی از این نوزادان سوراخ نخاعی[۷۲۶] مثل میمون‌ها در پشت جمجمه قرار می‌گیرد. از نظر سایر شاخص‌های ریخت‌شناختی جمجمه هم، انسان‌های میکروسفال در

---

725. Microcephaly از ریشه‌ی یونانی به معنای مغز کوچک است.

[725] alveolar
[726] Foramen magnum

وضعیتی بین میمون و انسان قرار دارند. مثلاً حجم جمجمه‌ی احشایی و اندام‌های مرتبط با آن را با حجم جمجمه‌ی عصبی و اندام‌های مربوطه مقایسه می‌کنند و نسبت این دو را با عددی بیان می‌کنند. این نسبت در انسان خردمند امروزین در حدود ۲۶ و در انسان راست‌قامت ۱۰۰ بوده است. در افراد دارای میکروسفالی، این نسبت به ۶۶ می‌رسد، و این تا حدودی شباهت چهره‌ی این دو را توجیه می‌کند.

ناهنجاری دیگری که می‌تواند برای پشتیبانی مدل ما مورد استفاده قرار گیرد، به بیماری هیدروسفالی[۷۲۷] مربوط می‌شود. در این بیماری مجاری مربوط به انتقال مایع مغزی ـ نخاعی (CSF)[۷۲۸] مسدود می‌شود و در اثر انباشته شدن مایع مورد نظر در بطن‌های چهارگانه‌ی مغزی، کاسه‌ی سر متورم می‌شود. این نوزادان هم در سال‌های اول پس از تولد می‌میرند، اما از نظر فشارهای داخلی وارد شده به جمجمه، الگویی عکس افراد مبتلا به میکروسفالی را از خود نشان می‌دهند.

در این افراد، به دلیل بالا بودن فشار داخلی جمجمه و حجیم شدن مغز، با جمجمه‌ی عصبی بسیار بزرگی روبه‌رو هستیم. این رشد جمجمه، با ظریف، کوچک، و ناقص شدن جمجمه‌ی احشایی همراه است. در این نوزادان چهره همواره کوچک و رشدنیافته است و ناهنجاری‌های زیادی مانند شکل نگرفتن حفره‌ی دندان‌ها، وجود شکاف در استخوان کام و ناهنجاری و نقص در حدقه‌ی چشم و استخوان گونه بسیار دیده می‌شود.

می‌بینیم که در هر دو مورد شواهد با دیدگاه مورد نظر ما هم‌خوانی دارد. در هر دو مورد رشد زیاد یکی از دو ناحیه‌ی جمجمه به کوچک شدن و تحلیل رفتن دیگری می‌انجامد. از آنجا که دستگاه عصبی مهم‌ترین تعیین‌کننده‌ی ریخت جنین است، این توازن با اندازه‌ی مغز تعیین می‌شود، اما ظاهراً با بافت نورونی ارتباط

---

[727]- Hydrocephaly
[728]- Cerebro – Spinal Fluid

ندارد، چرا که در افراد مبتلا به هیدروسفالی حجم ماده‌ی عصبی کمتر از نوزادان عادی است و بخش عمده‌ی مغز بزرگ‌شان را مایع مغزی نخاعی پر کرده است. یعنی چنان‌که از خاصیت پیزوالکتریکی استخوان‌ها برمی‌آید، فشار مکانیکی مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده‌ی شکل جمجمه است.

یک راه دیگر برای تأیید دیدگاه مورد نظرمان، بررسی ساختار جمجمه در سایر نخستی‌هاست. اگر نسبت اندازه‌ی مغز به چهره را در گونه‌های مختلف نخستی‌ها استخراج کنیم، به نتایجی مشابه می‌رسیم. به این معنی که می‌بینیم میمون‌های دارای مغز بزرگ (مثل جنس سِبوس[۷۲۹]) دارای چهره‌ی ظریف و کوچک هستند، و برعکس نمونه‌های دارای مغز کوچک (مثل جنس آلواتا[۷۳۰]) چهره‌ای بزرگ و پوزه‌ای برجسته دارند.

رشد افراطی جمجمه‌ی عصبی و تحلیل رفتن چهره‌ی انسان، با وجود اهمیتش در مسیر تکامل، و نقش سازگارکننده‌ای که بی‌تردید داشته، کاملاً هم مفید نبوده است. گونه‌ی انسان، بابت این مغز بزرگ و آرواره‌های کوچکش، هزینه‌ای را هم پرداخت کرده است.

ناهنجاری‌های مادرزادِ مربوط به استخوان‌های چهره در انسان بسیار بیشتر از سایر پستانداران دیده می‌شوند. شکاف کام و نقص‌های مربوط به شکل‌گیری آرواره‌ها در انسان بسامدی چشمگیر دارد و با این فراوانی در هیچ نخستی دیگری مشاهده نشده است. اگر این شواهد را در کنار این حقیقت که مغز انسان بزرگ‌ترین مغز در میان نخستی‌هاست، ببینیم، به این نتیجه می‌رسیم که بزرگ شدن مغز در انسان ظاهراً به نوعی حد حجمی منتهی شده است. گویا بزرگ‌تر شدن مغز آدمی، با توجه به زیرساخت فیزیولوژیکی یادشده، ممکن نباشد. چرا که داشتن مغزی بزرگ‌تر، با نقص‌هایی شدیدتر در استخوان‌های چهره همراه خواهد بود و به این ترتیب

---

729 Cebus
730 Alouatta

ارزش خود را از نظر شایستگی زیستی از دست خواهد داد. به این ترتیب، در مسابقه‌ی بین چهره و سر در انسان، ما با افراطی‌ترین بردِ ممکن برای سر روبه‌رو هستیم.

پایداری برخی از شاخص‌های ریختی جمجمه‌ی انسان در مسیر تکامل را هم می‌توان با فرض وجود چنین حدی توجیه کرد. مثلاً نشان داده شده که حجم کلی مغز، از انسان‌های خردمند باستانی تا انسان خردمند کنونی، افزایش چشمگیری نداشته است. یعنی در مدت نیم میلیون سال، در طیفی از گونه‌ها که انسان هایدلبرگ و نئاندرتال را هم در بر می‌گیرد، ثباتی پرسش‌برانگیز را در اندازه‌ی این مهم‌ترین بخش بدن انسان شاهد هستیم.[۷۳۱] یکی از دلایلی که می‌تواند این پایداری اندازه را توجیه کند، این فرض است که حد طبیعی ریخت‌شناختی‌ای برای اندازه‌ی این بخش از مغز وجود داشته و انسان خردمند باستانی برای نخستین بار به این حد رسیده است.

اما در مورد ریخت جمجمه‌ی انسان، یک پرسش باقی مانده است. اگر در سیر تکامل تمام امکانات به‌کار گرفته شده تا املاح موجود در چهره برداشت شوند و به مصرف حفاظت از مغزی بزرگ‌تر و بزرگ‌تر برسند، چرا این قاعده در مورد چانه اعمال نشده است؟

انسان، تنها نخستی شناخته‌شده است که چانه دارد. چانه، در واقع، برجستگی استخوانی بزرگی بر فک پایین است که شکل کشیده‌ی چهره و انحنای پایینی صورت ما را تکمیل می‌کند. انباشت چنین حجمی از مواد آهکی دست‌نخورده در جمجمه‌ی احشایی، اگر در چارچوب مدل مورد پیشنهاد ما دیده شود، نوعی اسراف بی‌مورد به نظر می‌رسد. اما در واقع چنین نیست.

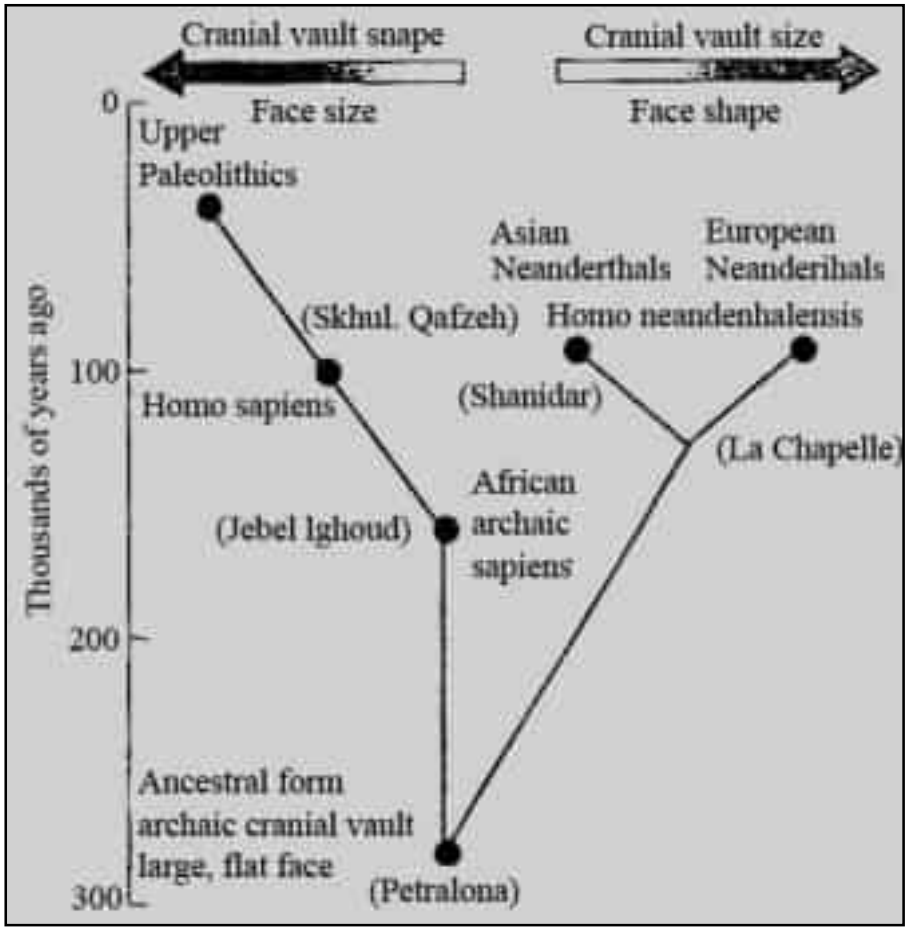
---

[731] Bookstein et al, 1999.

سیستم رگ‌هایی که خون مورد نیاز چانه را به آن منتقل می‌کنند، در ابتدای ورود رگ‌های اصلی به گردن از آن جدا می‌شوند و زیرسیستمی تقریباً مستقل را برای خود تشکیل می‌دهند. این رگ‌ها عبارتند از سرخرگ چانه‌ای که از کاروتید جدا می‌شود، و سیاهرگ ژوگولارِ پیشین، که از شاهرگ منشعب می‌گردد. این دو به دلیل خارج شدن از مدار شبکه‌ی خونی سر، ناحیه‌ای در جمجمه را ایجاد می‌کنند که امکان برداشت املاح از آن وجود ندارد، و سیستم کنترلی دارای بازخوردی که در سایر بخش‌های سر، برداشت و رسوب مواد را کنترل می‌کند، به آن راه ندارند. به این ترتیب، شبکه‌ی خونی فرعی یادشده نوعی رسوب دایم مواد بر بخشی دور افتاده از جمجمه را پشتیبانی می‌کنند، و در نهایت چانه را می‌سازد.

اگر به روند تکامل مغز انسان نگاه کنیم، در میان میمون‌های جنوبی دو گرایش عمده را می‌بینیم. یک گرایش، میمون‌های جنوبی تنومندی مانند پِتیکانتروپوس بویسئی و پتیکانتروپوس روبوستوس را ایجاد کرده که موجوداتی با مغز کوچک و چهره‌ی پهن و نیرومند و بزرگ بوده‌اند. در این گرایش، ما آرواره‌هایی قوی و محکم را با عضلاتی بزرگ می‌بینیم.

میمون‌های جنوبی تنومند، با توجه به شواهد بوم‌شناختی، نوعی ماشینِ جونده بوده‌اند که حجم زیادی از مواد گیاهی فاقد ارزش غذایی بالا را می‌خورده‌اند و به این ترتیب، با راهبردی کمی به رقابت غذایی با سایر موجودات هم‌کنام‌شان می‌پرداخته‌اند.



سه الگوی اصلی شکل جمجمه در اجداد انسان (Lewin, 1993:68).

گرایش دوم، در میمون‌های جنوبی ظریف‌تر مثل اوسترالوپیتکوس آفریکانوس و اوسترالوپیتکوس آفارنسیس دیده می‌شود که اندام‌هایی ظریف‌تر و مغزهایی بزرگ‌تر داشته‌اند و بیشتر از غذاهایی کم حجم با ارزش غذایی زیاد استفاده می‌کرده‌اند. این موجودات مغز بزرگ‌تر و چهره‌ی ظریف‌تری داشته‌اند و گویا اجداد مستقیم انسان کنونی بوده باشند.

با توجه به این‌که شاخه‌ی مغزبزرگ‌ها جای خود را به نمونه‌های دارای مغز بزرگ‌تر ــ یعنی انسان‌های ابزارمند ــ داده، می‌توان نتیجه گرفت که فشار تکاملی برای بزرگ شدن مغز، شدید و چشمگیر بوده است.

به همین دلیل هم در حینی که میمون‌های جنوبی تنومند تا یک میلیون سال پیش هم‌چنان در کنام‌های فقیر خود باقی مانده بودند، نوادگان پسر عموهای باریک اندام‌ترشان به سرعت دگرگون شدند و خیلی زود به موجوداتی با مغزهای بزرگ و رفتارهای بسیار متنوع مانند ابزارسازی تبدیل شدند. می‌دانیم که رقابت نهایی بین این دو شاخه، به پیروزی مغزبزرگ‌ها انجامید، و به این ترتیب یکی از دو گرایش یادشده را بر زمین حاکم کرد.

در تبارشناسی انسان، یک بازگشت موقت به گرایش فک‌بزرگ‌ها را در انسان‌های نئاندرتال می‌بینیم. این انسان‌ها که مغزهایی بزرگ و رفتارهایی پیچیده داشتند، در مسیر تکامل‌شان به آرواره‌هایی نیرومند هم نیاز پیدا کرده بودند. نتیجه‌ی این نیاز، جمجمه‌های نئاندرتالی بود که دارای استخوان‌های چهره و سرِ بزرگ و حجیم بود. به عبارتی، در این موجودات چهره، بخشی از اندازه و سهم استخوانی قدیم خود را باز یافت.

اما از آنجا که این پدیده در انسان‌هایی متعلق به گرایش مغز بزرگ رخ داده بود و کوچک شدن مغز ممکن نبود، مشکل کمبود مواد معدنی با روشی موسوم به هوادار شدن[۷۳۲] حل شد.

یکی از ویژگی‌های مشهور جمجمه‌های نئاندرتال، وجود حفره‌های فراوان در جمجمه‌شان است. این حفره‌ها خواه در قالب اسفنجی شدن استخوان‌ها و خواه به صورت حفره‌ها و سینوس‌هایی در چهره، از میزان مواد معدنی جمجمه می‌کاستند و در نهایت امکان رشد هم‌زمان چهره و سر را فراهم می‌کردند. برای مدت‌ها، چنین فرض می‌شد که وجود این حفره‌های پر از هوا در جمجمه‌ی نئاندرتال‌ها نوعی سازش برای زیستن در

---

[732]- Pneumatization

اقلیم سرد بوده است. اما توجیهی معقول‌تر آن است که لزوم رشد هم‌زمان سر و چهره علت این شکل خاص بوده است.

با وجود این‌که ظاهراً نئاندرتال‌ها جد مستقیم ما محسوب نمی‌شوند، ولی راه حلی مشابه در شاخه‌ی تکاملی انسان خردمند هم کشف شده است. در انسان کنونی هم سینوس‌ها نقشی مشابه را بر عهده دارند و تنش ناشی از مهاجرت املاح چهره به سر را تا حدودی کاهش می‌دهند. وجود سینوس در جمجمه هم یکی از ویژگی‌های استثنایی خاص گونه‌ی انسان است، که در سایر میمون‌ها و اجدادش ــ به جز پروکنسول ــ دیده نمی‌شود. توجه داشته باشید که سینوس‌های جمجمه هم نوعی هزینه‌ی زیستی هستند که انسان بابت بزرگ شدن مغزش می‌پردازد. حفره‌هایی توخالی در جمجمه، می‌تواند به عنوان کانون‌هایی برای لانه کردن باکتری‌ها و عفونت عمل کند، و این چیزی است که در بیماری رایج سینوزیت در آدمیان می‌بینیم. شاید اگر مغز انسان این‌قدر بزرگ نبود، بادِ غرور در سرِ این میمون برهنه نمی‌پیچید و سرماخوردگی چنین رواجی نمی‌یافت!

بر اساس آنچه گذشت، می‌توان یک روند برجسته‌ی تکاملی دیگر را هم در شاخه‌ی تکاملی مغزبزرگ‌ها توجیه کرد، و آن هم کم شدن تعداد و کوچک شدن اندازه‌ی دندان‌هاست. در مسیر تکامل انسان، فک‌های نیرومند و دندان‌های بزرگ و محکم میمون‌های بزرگ طی روندی منظم به فک‌های کوچک و دندان‌های ریزِ انسان کنونی تبدیل شده است. از آنجا که در انسان دندان‌ها در زیر جمجمه جمع شده‌اند و سیستم ماده‌رسانی بدن در زمان رشد تمام تلاش خود را برای کاستن از اندازه‌ی این بخش‌ها به خرج می‌دهد، کاهش در اندازه و تعداد دندان‌ها طبیعی به نظر می‌رسد. یکی از نمادهای برجسته‌ی این کاهش، کوچک شدن دندان نیش و

از بین رفتن حفره‌ی نیشی فک پایین[۷۳۴] است. این حفره در بسیاری از اجداد آفریقایی انسان ــ گرایش فک‌بزرگ‌ها ــ وجود داشته است.

وابستگان به شاخه‌ی کهن میمون‌های جنوبی، که برای نخستین بار دوپا راه رفتن را آزمودند، دندان‌هایی شبیه به میمون‌ها داشته‌اند. در آن‌ها هم حفره‌ی نیشی فک پایین وجود داشت و دندان‌ها بزرگ و دارای مینای کم بودند. شکل فک پایین این موجودات، چیزی بین فک خمیده و به نسبت منحنی انسان، و فک U شکل میمون‌های بزرگ بوده، و شکلی شبیه به V داشته است. در نوادگان این میمون‌های جنوبی اولیه، دو گرایش عمده به شکل مشخص دیده می‌شود: نخست گرایش به قوی‌تر شدن فک و دندان‌ها و ثابت ماندن اندازه‌ی مغز، و دیگری افزایش حجم مغز به قیمت کاهش اندازه و قدرت فک‌ها.

این دو شکل گوناگون حلِ مسأله‌ی غذایابی، به دو جواب گوناگون انجامید. جوابی که شبه‌انسان‌ها یافتند، تغذیه‌ی هرچه بیشتر از مواد غذایی سخت و دانه‌های گیاهی بود و پاسخی که اجداد ما، یعنی انسان‌های ابزارمند و راست‌قامت، برگزیدند توسعه‌ی توانایی پردازش مغز و بیشتر شدن تنوع غذایی از راه شکار کردن بود. این دو شاخه‌ی تکاملی، به همراه روش‌های گوناگون پرداختن‌شان به مشکل کمبود غذا، برای مدتی نزدیک به یک و نیم میلیون سال در کنار یکدیگر به زندگی ادامه دادند، تا این‌که در حدود دو و نیم میلیون سال پیش، عصر یخبندان آغاز شد و مسابقه را به نفع انسان‌هایی پایان داد که روش درست کردن آتش را فرا گرفته بودند و با ابزارسازی می‌توانستند شکارهای بزرگ‌تری را به دام اندازند.

---

734. diastema: این حفره‌ای است که در بین دندان‌های پیشین و نیش فک پایین میمون‌ها وجود دارد و در واقع جایی است برای دندان نیش بلند بالایی، به هنگام بسته بودن دهان.

تنها با نگریستن به دندان انسان راست‌قامت و مقایسه‌ی آن با میمون جنوبی می‌توان دریافت که رژیم غذایی این گونه دستخوش دگرگونی شدیدی شده است. سطح دندان‌های پیشین در میمون جنوبی آفاری ٤٦٠ میلی‌متر مربع است و به طور منظم در مسیر تکامل تا ٧٥٦ میلی‌متر مربع در شبه‌انسان بویسئی افزایش می‌یابد. اما سطح این دندان با ظهور گونه‌ی انسان (هومو) ناگهان کم می‌شود. این سطح در انسان ابزارمند ٤٧٨ و در انسان راست‌قامت ٣٧٧ میلی‌متر مربع بوده است. این به معنای آن است که دندان‌ها کوچک و تیز گشته و از وضعیتِ مناسب برای گیاهخواری خارج شده‌اند.[٧٣٤] کاسته شدن از ابعاد دندان با بزرگ‌تر شدن قد و درشت‌تر شدنِ بدن انسان راست‌قامت هم‌زمان بوده، و این بدان معناست که این گونه به منبع غذایی پرکالری و پربازده بهتری دسترسی داشته است، و این نشانه‌ای بر گوشت‌خوار شدن این گونه است.

گوشت‌خوار شدن انسان، دو مانع اصلیِ محدودکننده‌ی ابعاد مغز را به طور هم‌زمان از میان برداشته است. از سویی، با تغذیه از گوشت، که کیفیتی بسیار بیش از گیاه دارد، مقدار انرژی و ماده‌ی جذب‌شده در بدن از آستانه‌ی لازم برای بازسازی و توسعه‌ی دستگاه عصبی گذشت، و از سوی دیگر بازخورد مثبتی میان پردازش اطلاعات و مقدار غذای دریافت‌شده برقرار شد. این را می‌دانیم که در کل وزن مغز گوشت‌خواران نسبت به گیاه‌خوارانِ خویشاوندشان بیشتر است، و این تا حدودی به شرایط دشوارترِ زندگی گوشت‌خواران و دستیابیِ چالش‌برانگیزترشان به غذا مربوط می‌شود. در گیاه‌خواران معمولاً مسأله‌ی دستیابی به غذا با حرکت حل می‌شود، و تنها مسأله پرهیز از شکارچیان است که آن نیز با تدبیرهایی مانند بزرگ شدن اندازه‌ی بدن و زندگی به صورت گله‌های بزرگ مدیریت می‌شود. اما در گوشت‌خواران خودِ دسترسی به غذا با شکار کردن ممکن

[734] Ungar, 2007: 352.

می‌شود که مستلزم حل معادله‌هایی پیچیده‌تر است و به پردازش اطلاعات در مورد رفتار جانوری دیگر وابسته است. از این رو در گوشت‌خواران این امکان وجود دارد که بازخوردی مثبت میان پردازش اطلاعات و شایستگی زیستی برقرار شود. هرچه جانور گوشت‌خوار باهوش‌تر باشد، غذای بیشتری گیر خواهد آورد و در انتقال ماده‌ی وراثتی‌اش به نسل بعد کامیاب‌تر خواهد بود.

عامل دیگری که در دهه‌ی ۱۹۹۰ میلادی به عنوان مسیری تکاملی پیشنهاد شد، به رقابت دستگاه عصبی و لوله‌ی گوارش مربوط می‌شود. این را می‌دانیم که برخی از اندام‌ها، از جمله دستگاه عصبی و گوارشی، به ازای هر واحد از وزن خود به مقدار زیادی انرژی نیاز دارند. در ۱۹۹۷ م. دو دانشمند به نام‌های آیلو و ویلر «نظریه‌ی بافت گرانبها»[۷۳۵] را پیشنهاد کردند که بر مبنای آن رشد مغز در انسان راست‌قامت، پیامدِ کوچک شدن لوله‌ی گوارش بوده است. این را می‌دانیم که دستگاه گوارشی انسان، و به ویژه روده‌ی بزرگ او نسبت به سایر نخستی‌ها بسیار کوچک‌تر است. این کوچک شدن روده و ساده شدن معده پیامد گوشت‌خوار بودن آدم است و الگویی است که در سایر گونه‌های گوشت‌خوار هم دیده می‌شود. پیشنهاد آیلو و ویلر آن بود که گوشت‌خوار شدن انسان راست‌قامت به کوچک شدن لوله‌ی گوارشِ او انجامیده و این امر صرفه‌جویی بزرگی را در انرژی مصرفی بدن ممکن ساخته که می‌توانسته روی توسعه‌ی مغز سرمایه‌گذاری شود. وزن لوله‌ی گوارش انسان از آنچه از یک نخستی هم‌وزنش انتظار می‌رود، حدود ۹۰۰ گرم کمتر است. جالب این‌که وزن مغز انسان نیز تقریباً همین مقدار از وزن یک نخستی هم‌وزنش افزون‌تر شده است.[۷۳۶] از دید این دو، یک موجِ افزایش وزن مغز و کاهش وزن لوله‌ی گوارش به گوشت‌خوار شدن انسان و چروکیده شدن معده مربوط

---

[735] Expensive Tissue Hypothesis
[736] Aiello and Wheeler, 1995: 203-205.

می‌شود، و موج دوم آن به درست کردن آتش و پختن غذا مربوط می‌شود که امکان کوچک‌تر شدنِ دوباره‌ی روده‌ها را فراهم آورده است.[۷۳۷]

احتمالاً لوله‌ی گوارش در این میان تنها اندام کلیدی نبوده و بافت‌های دیگر بدن نیز برای بزرگ شدن مغز درباره‌ی بخشی از هزینه‌ی انرژیایی‌شان صرفه‌جویی کرده‌اند. مثلاً این را می‌دانیم که حجم بافت عضلانی انسان نسبت به سایر نخستی‌ها کمتر، و حجم بافت چربی‌اش کمی بیشتر است. بافت چربی در این میان، هم از این نظر سودمند است که خزانه‌ای برای ذخیره‌ی انرژی مورد نیاز مغز محسوب می‌شود و هم در مقایسه با بافت عضلانیِ تشنه‌ی کالری، مصرف انرژی بسیار کمی دارد. کارکرد چربی بدن را به ویژه در نوزادان به خوبی می‌توان دید که هم بیشترین نسبت وزن مغز به بدن را دارند، و هم نسبت زیادی از وزن بدن‌شان را بافت چربی تشکیل می‌دهد. نوزاد انسان نسبت به نوزاد سایر جانوران به شکلی چشمگیر چاق‌تر است و بافت چربی بیشتری هم دارد. به همین ترتیب، نوزاد انسان بخش بزرگی (حدود ٦٠ درصد) از انرژی مصرفی‌اش را در دستگاه عصبی‌اش هزینه می‌کند. با بیشتر شدن سن، هم نسبت بافت چربی به بدن کاهش می‌یابد و هم سهم متابولیسم مغز نسبت به سایر بافت‌ها کم می‌شود تا آن‌که در سن بلوغ در حدود ۲۰ درصد تثبیت می‌شود. در بدن یک نوزاد، بافت چربی ۱۵ـ۱٦ درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهد و این مقدار تا یک سال اولِ عمر تا ۲٦ـ۲۵ درصد وزن بدن افزایش می‌یابد. بعد از آن، مقدار تا دوره‌ی کودکی بافت چربی کاهش می‌یابد و به ۱۵ درصد می‌رسد.[۷۳۸]

---

[737] Aiello and Wheeler, 1995: 210
[738] Ungar, 2007: 353-356.

یک نکته‌ی دیگر در مورد مغز انسان باقی مانده، و آن هم به رابطه‌ی حجم مغز و هوشمندی و خردمندی مربوط می‌شود.

آلفرد والاس مشهورترین همکار و هم‌فکر داروین، و اندیشمندی بود که در تدوین نظریه‌ی تکاملی اولیه نقشی مهم را بر عهده گرفت. این دانشمند مشهور هرگز در یک مورد با دوست خود به توافق نرسید، و آن هم دلیل افزایش حجم مغز در انسان بود. والاس معتقد بود که توانایی‌های انتزاعی و حتی گاه ضدبقایی مانند اخلاقیات و استعداد هنری ارتباط چندانی با انتخاب طبیعی و شایستگی زیستی ندارند. به بیان دیگر، بحث در مورد علت افزایش حجم مغز انسان، از نخستین روزهای تدوین نظریه‌های تکاملی، وجود داشته است.

می‌دانیم که افزایش اندازه‌ی مغز، همراه است با پیچیده‌تر شدن شبکه‌ی عصبی موجود، و بنابراین افزایش تنوع رفتاری و قدرت پردازش اطلاعات جاندار. با توجه به این‌که این الگوهای رفتاری متنوع لزوماً در راستای افزایش شایستگی زیستی صاحب‌شان کاربرد ندارند، افزایش اندازه‌ی مغز را لزوماً نمی‌توان مترادف با بیشتر شدن شانس بقای ژنوم موجود فرض کرد. به عنوان مثال، به یاد بیاوریم که رفتارهای ریاضت‌طلبانه، ایثارگرانه و شهادت‌طلبانه، که به طور مشخص شایستگی زیستی را کم می‌کنند، رفتارهایی هستند که توسط مغزهایی پیچیده و دارای توان پردازش اطلاعات بالا ظهور می‌کنند. به این ترتیب، پرسشی که ما در اینجا با آن روبه‌رو هستیم، این است که: چرا مغز بزرگ‌تر در مسیر تکامل انسان انتخاب شده است. یا به بیان دیگر، رمز موفقیت بیشتر مغزهای بزرگ در مسیر تکامل چه بوده است؟

برای پاسخ‌گویی به پرسش یادشده، باید به دو نکته اشاره کرد؛ دو نکته‌ای که معمولاً نقیض‌شان ــ به اشتباه ــ پیش‌فرض در نظر گرفته می‌شوند.

نکته‌ی نخست، این‌که عوامل بیرونی تنها شاخص‌های تعیین‌کننده‌ی شایستگی زیستی نیستند. یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که یک جاندار با آن روبه‌روست، رقابت با افراد هم‌گونه‌ی خودش است؛ موجوداتی که دارای

توانایی‌های پایه‌ی ژنتیکی مشابه خودِ او هستند و از کنام و منابع مشابهی هم استفاده می‌کنند. به این ترتیب، یک فشار تکاملی درون‌گونه‌ای به هر موجود زنده‌ای وارد می‌شود، و این فشار در مورد جانورانی اجتماعی مانند انسان که با تراکم جمعیت بیشتری روبه‌رو هستند، اهمیتی برجسته‌تر از عوامل خارجی کسب می‌کند. به این ترتیب، پیچیدگی موجود تنها توسط عوامل محیطی برون‌گونه‌ای تنظیم نمی‌شود. رشد پیچیدگی موجود در حد تعیین‌شده توسط منابع خام محیطی متوقف نمی‌شود، بلکه در زیر فشار اندرکنش‌های پیچیده‌تر درون‌گونه‌ای تداوم می‌یابد. در جانوری مانند انسان که نظام اجتماعی پیچیده‌ای دارد، این روند به نوعی بازخورد مثبت تبدیل می‌شود و چرخه‌ای را ایجاد می‌کند که پیچیده‌تر شدن موجود را تا مرز امکانِ زیست‌شناختی پیش می‌برد. به این ترتیب، انسان موجودی نیست که حجم مغزش در اثر کفایت در دست و پنجه نرم کردن با عوامل محیطی تعیین شده باشد، بلکه موجودی است که به دلیل رقابت نفس‌گیرِ درون‌گونه‌ای، تا سرحد امکان هوشمند و پرمغز شده است. این حد، چنان‌که گفتیم، توسط شکل و ساختار جمجمه تعیین شده است. بنابراین مفهوم انتخاب طبیعی به معنای قرن هجدهمی خود، برای تفسیر رشد مغز انسان کافی نیست. اما این معما اگر از زاویه‌ی دید نظریه‌ی «سیستم‌های پیچیده» نگریسته شود حل خواهد شد و چیزی جز یک چرخه‌ی بازگشتی[۷۳۹] تکاملی نخواهد بود. به زودی خواهیم دید که شکل‌گیری زبان در کارکرد این چرخه نقش عمده را ایفا می‌کند.

[739]- Recursive cycle

آنچه گفته شد، قاعده‌ای عام و فراگیر در کل جهان زنده است. یعنی پیدایش چنین چرخه‌هایی منحصر به انسان نیست و در شاخه‌های دیگر تکاملی هم فراوان یافت می‌شود. جهان، انباشته از گونه‌هایی است که هوشمندتر از آن هستند که در ظاهر ضروری می‌نماید.

یک مثال بارز در این مورد، میمون‌های بزرگِ خویشاوند انسان، یعنی گوریل و شامپانزه هستند. میمون‌های بزرگ یادشده هم مغزی را در سر حمل می‌کنند که بسیار بزرگ‌تر از نیاز ظاهری‌شان است. گوریلی به نام کوکو ــ که در یکی از آزمون‌های زبان‌آموزی به میمون‌ها شرکت داشت ــ به خوبی توانست از عهده‌ی حفظ کردن و فهمیدن چهارصد کلمه برآید. این، دو برابر مقداری است که یک شامپانزه‌ی عادی می‌آموزد و این در حالی است که گوریل، بر خلاف شامپانزه، دشمن طبیعی مهمی ندارد و در زیستگاه‌های بسیار امن‌تری زندگی می‌کند.

این بالاتر بودن هوش‌بهر نسبت به نیاز ظاهری، در سایر پستانداران هم نمود دارد. فیل‌ها که به دلیل اندازه‌ی بزرگ‌شان فاقد دشمن طبیعی هستند، مغزی بزرگ و حافظه‌ای چشمگیر دارند و به کمک خرطوم‌شان رفتارهایی کاملاً ابزارمندانه را از خود نشان می‌دهند. رفتار مشهور فیل‌ها، یعنی استفاده از شاخه‌های درختان به عنوان مگس‌کش، تنها یکی از این رفتارهاست.

شیر دریایی، فوک و سیل نمونه‌های دیگری از این دسته هستند. این جانوران، کنجکاو و بازیگوش هستند و می‌توانند دستوراتی انتزاعی مانند این را بفهمند: «از بین توپ‌های سفید بزرگ‌ترین را پیدا کن و آن را به سمت کوچک‌ترین توپ سیاه هل بده». در حالی که در طبیعت هیچ نیازی به استفاده از چنین دستوراتی ندارند.

اما برجسته‌ترین نمود این رشد مستقل از فشار تکاملی، در راسته‌ی آب‌بازان[۷۴۰] دیده می‌شود. نمونه‌های عظیمِ دارای تیغه‌ی کامی (مانند نهنگ آبی) فاقد دشمن طبیعی هستند و با وجود شیوه‌ی تغذیه‌ی یکنواخت و تغییرناپذیری مانند ریزه‌خواری[۷۴۱]، مغزی درشت و رفتارهایی پیچیده دارند. نمونه‌های دارای دندان ــ مانند دلفین ــ با وجود مغز بزرگ‌تر و پیچیده‌تری که دارند، با رقیبانی مانند کوسه‌ها در تعادل اکولوژیک به سر می‌برند، و می‌دانیم که کوسه‌ها مغزی بسیار کوچک دارند. در یک نمونه به نام دلفین پوزه‌باریک[۷۴۲] نسبت اندازه‌ی وزن مغز به بدن حتی از انسان هم بیشتر است. دلفین‌ها عمری دراز، دوران بارداری طولانی و دوره‌ی بلوغی درازمدت دارند. گروهی از دانشمندان، ویژگی‌های ریختی و رفتاری پیچیده‌ی آب‌بازان را هم مانند انسان به کودک‌وارگی ربط داده‌اند. از نظر جنین‌شناختی به راستی هم دلفین‌ها و سایر آب بازان به جنین‌های غول‌آسای سم‌دارانی با دست و پای تحلیل رفته و دندان‌های کوتاه و ناقص شباهت دارند. با این وجود، در مورد کودک‌وارگی و اهمیتش در رسیدن به این مرز زیست‌شناختی هوشمندی به ظاهر غیرلازم، بحثی دیگر وجود دارد که به زودی به آن خواهیم پرداخت.

نکته‌ی دوم، تا حدودی به خودبزرگ‌بینی معمول انسان‌ها مربوط می‌شود. معمولاً چنین فرض می‌شود که انسان صاحب کارآمدترین و پربازده‌ترین دستگاه عصبی و در کل فرمانروای جانوران است و این توانایی اغراق‌آمیز معمولاً به کل خصوصیات مغز انسان تعمیم می‌یابد. آنچه باید در این مورد گوشزد شود، این است

---

740. Cetacea راسته‌ی پستانداران دریایی مانند دلفین و نهنگ.

741- Filterfeeding

742- Bottlenose dolphin

که بر خلاف تصور معمول، بالاترین چگالی هوش بر حجم ماده‌ی عصبی، در انسان، و اصولاً در پستانداران دیده نمی‌شود.

اگر توانایی‌های ذهنی را با حجم مغز جانوران مقایسه کنیم، پرندگان بدون تردید مقامی برتر از انسان به دست خواهند آورد. یک کلاغ با مغزی به اندازه‌ی گردو، توانایی شمردنی بیشتر از یک شامپانزه با مغزی نیم کیلویی دارد، و ابزارمندی پیچیده‌ای مانند لانه‌سازی با منقار در میان پستاندارانِ غیر از انسان رقیب ندارد. دقت داشته باشید که این شکل از ابزارمندی مستقل از ابزارهای حرکتی و تنها با تکیه بر محور اندامی تغذیه‌ای مانند منقار شکل گرفته است، که خود محصول فشارهای تکاملی شدید دیگری بوده است. یک قناری معمولی، با مغزی که دوهزار بار از مغز انسان کوچک‌تر است، بیشتر از صد نوع آواز می‌تواند بخواند، و این از حد توانایی بسیاری از انسان‌ها بیشتر است!

توانایی سازماندهی فضایی و یادگیری هم در پرندگان چشمگیر است. پرنده‌ی کوچکی به نام فندق‌شکنِ کلارک[۷۴۳] یک نمونه از این موجودات است. این پرنده در هر سال حدود ۳۲ هزار دانه‌ی گیاهان مخروطی را به عنوان ذخیره‌ی زمستانی در ده هزار نقطه‌ی متفاوت زمین دفن می‌کند و بعد از چند ماه بخش عمده‌ی این محل‌ها را به یاد می‌آورد.[۷۴۴]

به این ترتیب، دومین پیش‌فرض نادرست، این است که چگالی هوش بر ماده‌ی عصبی را در انسان بیشینه فرض کنیم. این پیش‌فرض، هرچند به طور مستقیم بر دیدگاه ما از تکامل انسان تأثیر نمی‌گذارد، اما در بسیاری از موارد به استنتاج گزاره‌هایی نادرست و تعصب‌آمیز می‌انجامد.

---

[743] Nucifraga collombiana
[744] MacFarland, 1981.

آنچه تا این‌جا گذشت، تحلیل تکامل ریختی و حجمی مغز انسان بود. برای هدف این نوشتار، موشکافی در این موضوع در همین حد کافی است، اما تنها برای کامل شدن بحث، باید به یک دیدگاه دیگر هم در مورد تکامل دستگاه عصبی اشاره کنیم. این رویکرد به بررسی دگرگونی‌های تکاملی مغز انسان در ابعادی میکروسکوپی می‌پردازد. می‌دانیم که زیرساخت تمام آنچه گذشت، سازمان‌یافتگی بیوشیمیایی و یاخته‌ای نورون‌ها بر مبنای طرحی ژنومی است. تکامل سازواره‌ی انسانی را در سطح بیوشیمیایی و یاخته‌شناختی هم ــ مانند سطوح ژنومی و ریخت‌شناختی ــ می‌توان بررسی کرد.

یکی از مهم‌ترین نتایجی که از بررسی‌هایی از این دست برمی‌آید، شناسایی جذب‌کننده‌ها و محورهای مهمی است که پویایی کل سیستم عصبی را در طول زمان تعیین می‌کنند. یکی از این محورهای مهم که در بحث آینده‌ی ما کاربرد زیادی خواهد داشت، به نوعی ناقل عصبی به نام دوپامین[۷۴۵] مربوط می‌شود. دوپامین، مانند سایر ناقل‌های عصبی، ارتباط شیمیایی بین دو نورون را برقرار می‌کند و باعث انتقال پیام از یکی به دیگری می‌شود. این ماده، مانند بسیاری از ترکیبات مشابهش، از اسیدهای آمینه مشتق می‌گردد و در نواحی خاصی از مغز ــ که سیستم دوپامینرژیک نامیده می‌شوند ــ متمرکز می‌شود.

سیستم دوپامینرژیکِ مغز انسان یکی از مهم‌ترین ساختارهای عصب‌شناختی دخیل در آگاهی است. بخش مهمی از کارکردهای وابسته به آگاهی در نیم‌کره‌ی چپ مغز توسط این ناقل عصبی تنظیم می‌شود، و به ویژه نقش این ماده در سیستم پاداش و تولید لذت غیرقابل انکار است. از میان کارکردهای اصلی مغز که از دوپامین

745- Dopamine

انجام می‌شوند، می‌توان از این موارد نام برد: سازماندهی حرکتی، حافظه‌ی جاری، انعطاف‌پذیری شناختی، استنتاج انتزاعی، تحلیل زمانی، نوآوری و برنامه‌ریزی رفتارهای تکراری و پیاپی.

یکی از الگوهای تکامل بیوشیمیایی در مغز انسان، رشد و گسترش سیستم دوپامینرژیک است. پیامدهای این رشد، یعنی پیچیده‌تر شدن رفتارهای نام‌برده، برای همه‌ی ما آشناست. اما آنچه اهمیت دارد، شناخت دلیل این گسترش است.

بخش‌های دوپامینرژیکِ اولیه، در کنار تولید لذت، از بالا رفتن دمای بدن به هنگام تحرک شدید جلوگیری می‌کرده‌اند. این کارکرد مربوط به تعادل گرمایی، آنگاه که در چارچوب نیاز انسان‌های دیرینه به شکارگری و جنگ و گریز با سایر جانوران نگریسته شود، اهمیت بیشتری می‌یابد. به این شکل می‌توان رشد و تکامل مغز را همگام با بالیدن و رشد سیستم دوپامینی دانست، که آن نیز خود به زندگی در مناطق گرم و استوایی مربوط بوده است.[۷۴۶]

عامل بیوشیمیایی دیگری که به ذکر شدنش می‌ارزد، سوخت‌وساز چربی‌هاست. تغییر در سوخت و ساز چربی‌ها هم گام مهمی در تکامل انسان بوده است. رشد مغز و پیچیده‌تر شدن دستگاه عصبی، بدون رسوب چربی در اطراف آکسون‌ها و عایق‌کاری شدن سیستم انتقال اطلاعات در نورون‌ها، ناممکن بوده است. پیدایش نظامی سلولی ـ مولکولی که چنین کارکردی را به انجام رساند، مهم‌ترین سد را از سر راه محدود ماندن حجم مغز انسان برداشته است. یک نشانه‌ی کوچک از اهمیت متابولیسم این ماده در کنش‌های عالی مغزی، در بیماری شیزوفرنی دیده می‌شود که علاوه بر سیستم دوپامینی، به اختلال در سوخت‌وساز چربی‌ها هم مربوط

---

[746] Previc, 1999.

می‌شود.[۷۴۷] چنان‌که به زودی خواهیم دید، همین تغییر در سوخت‌وساز چربی‌ها یکی از دلایل اصلی پیدایش بافت چربی در زیر پوست و تغییر شکل ظاهری بدن انسان بوده است.

سوخت‌وساز

انسان، پیش از هر چیز، موجودی زنده و بنابراین ماشینی بیوشیمیایی است. ماشینی که هم‌چون تمام سیستم‌های دیگر، از ماده، انرژی و اطلاعات تشکیل یافته است. افزایش پیچیدگی انسان در مسیر تکاملش، علاوه بر نمودهای رفتاری و عصب‌شناختی که به حوزه‌ی اطلاعات مربوط می‌شوند، پیامدهای برجسته و آشکار دیگری هم در حوزه‌ی انرژیایی داشته است.

یکی از نخستین کسانی که به مفاهیم انرژیایی تکامل جانوران توجه کرد، سویرتزوف[۷۴۸] بود که در سال ۱۹۳٤ م. مقاله‌ای در این زمینه نوشت. او در این نوشتار به این نکته اشاره کرده بود که انگار در طول تکامل، مقدار انرژی مصرفی سرانه‌ی جانوران افزایش می‌یابد. بعد از سی سال، دالکین[۷۴۹] در سال ۱۹٦۸ م. بار دیگر به این موضوع توجه نشان داد و وجود نوعی رابطه‌ی نمایی بین وزن بدن و مقدار اکسیژن صرف‌شده برای سوخت‌وساز را نشان داد.

بررسی‌های نظری دقیق‌تر هم چنین الگویی را نشان می‌دهد. چنین به نظر می‌رسد که هم‌زمان با پیچیده‌تر شدن جانوران در مسیر تکامل، سرعت سوخت‌وساز پایه‌ی آن‌ها هم افزایش یافته باشد. با توجه به این‌که بالا

---

747 Horrobin, 1999.

748- Swertzoff

749- Dolkin

رفتن مصرف انرژی ــ هر چند با بیشتر شدن بازده ماشین بیوشیمیایی سلول همراه باشد ــ در نهایت مقدار خام انرژی هدر رفته را هم بیشتر خواهد کرد، می‌بینیم که مقدار انرژی گرمایی تولیدشده بر واحد وزن بدن جانوران به تدریج بیشتر شده است.

اگر با توجه به شواهد دیرین‌شناختی بالا رفتن سرعت سوخت‌وساز در جانوران را بازسازی کنیم، می‌بینیم که این سرعت با مقدار تقریباً ثابتی در تاریخ حیات افزایش یافته است. واحدی که با آن تغییرات سرعت متابولیسم را می‌سنجند، وات بر کیلوگرم بر میلیون سال است. بر مبنای این واحد، به نظر می‌رسد که مقدار ثابت افزایش سوخت‌وساز پایه در جانوران دارای ضریبی برابر $۸/۵\times۱۰^{-۹}$ بر سال باشد. به عبارت دیگر نیمه‌عمر مورد نیاز برای دوبرابر شدن شدت سوخت‌وساز به طور متوسط هشتاد و یک میلیون سال است.

اگر از چند استثنا، مانند جانوران ساده و باکتری‌های گرمادوست[۷۵۰]، بگذریم با نوعی حدِ طبیعی در شاخه‌های گوناگون جانوری روبه‌رو خواهیم شد. یعنی جانوران در هر شاخه‌ی تکاملی آن‌قدر سرعت سوخت‌وساز خود را افزایش داده‌اند که گرمای هدررفته‌ی اضافی برای ثابت نگه‌داشتن دمای بدن‌شان کافی شده است. بدن جانداران، در واقع، نوعی محلول کلوئیدی آبی با ظرفیت گرمایی ویژه‌ی بالاست، پس مقدار گرمای مورد نیاز برای تثبیت دمای آن به نسبت بالاست و از بهره‌وری بالای دستگاه بیوشیمیایی متولی متابولیسم موجود حکایت می‌کند. به نظر می‌رسد که سیر صعودی متابولیسم با رسیدن به این حدِ خونگرمی توقف کرده و تمام گونه‌های وابسته به یک خطراهه‌ی تکاملی که به حالت خونگرمی رسیده‌اند دمای یکسانی را، مستقل از پیچیدگی‌های خویشاوندی‌شان، حفظ کرده‌اند. حد بالایی مورد نظر برای پستانداران بین ۳۸ـ۳۶ و برای

750- Thermophillic

پرندگان ۴۳ـ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است. برخی از حشرات خونگرم مانند زنبورها مقادیری بالاتر تا حد ۴۵ درجه را هم تجربه کرده‌اند. اما به نظر می‌رسد که وجود این حد نهایی رشد سوخت‌وساز، به دمای بحرانی عامی (حدود ۴۵ درجه) مربوط باشد که در بالاتر از آن پروتئین‌ها و آنزیم‌ها امکان فعالیت را از دست می‌دهند و واسرشته[۷۵۱] می‌شوند.[۷۵۲]

یک موجود زنده، اگر از زاویه‌ی دانش بیوشیمی نگریسته شود، مجموعه‌ای از چرخه‌های شیمیایی پیچیده و درهم‌بافته است که سر و ته مشخصی ندارند و تنها به صورت چرخه‌ای بسته و خودسازمانده معنا می‌یابند. این چرخه‌های بیوشیمیایی، در زمینه‌ای آبی کار می‌کنند و کارکرد اصلی‌شان همانندسازی مولکول‌هایی است که اطلاعات کافی برای بازسازی کل این چرخه‌ها را در خود حفظ کرده‌اند. به این ترتیب، بدن جاندار چیزی جز مجموعه‌ی این چرخه‌ها نیست که هم‌چون ماندالایی یکپارچه در فضای حالت شیمیایی خود با سرعتی مشخص به گردش مشغولند.

سرعت متابولیسم یک موجود، نمودی از سرعت گردش این چرخه‌های بیوشیمیایی است. هرچه سرعت این چرخه‌ها بیشتر باشد، نیاز موجود به ماده، انرژی و اطلاعات بیشتر است و با سرعت بیشتری منابع اطراف خود را مورد استفاده قرار می‌دهد. این سرعت بالای مصرف منابع، با سرعت زیاد تولید مثل و بنابراین بالاتر رفتن شایستگی زیستی هم نسبت دارد. اگر این روند را فراگیرتر بنگریم، می‌بینیم که بالا رفتن سرعت گردش این چرخه‌ها، با فشرده‌تر شدن نسل‌ها در طول زمان و بالا رفتن چگالی تغییرپذیری موجودات هم همراه خواهد بود.

---

[751] denatured
[752] Zotin and Lamprecht,1996.

این بدان معناست که تکامل و شاخه‌زایی گونه‌ها هم با سرعتی بیشتر صورت می‌گیرد و بنابراین تنوع زیستی عمومی هم بیشتر خواهد شد. یک مثال کوچک از این پدیده، شاخه‌زایی سریع و فراگیر پستانداران خونگرم در طول شصت و پنج میلیون سال گذشته است. فرآیندی که نمونه‌هایی با تنوع خفاش تا نهنگ را ایجاد کرده است.

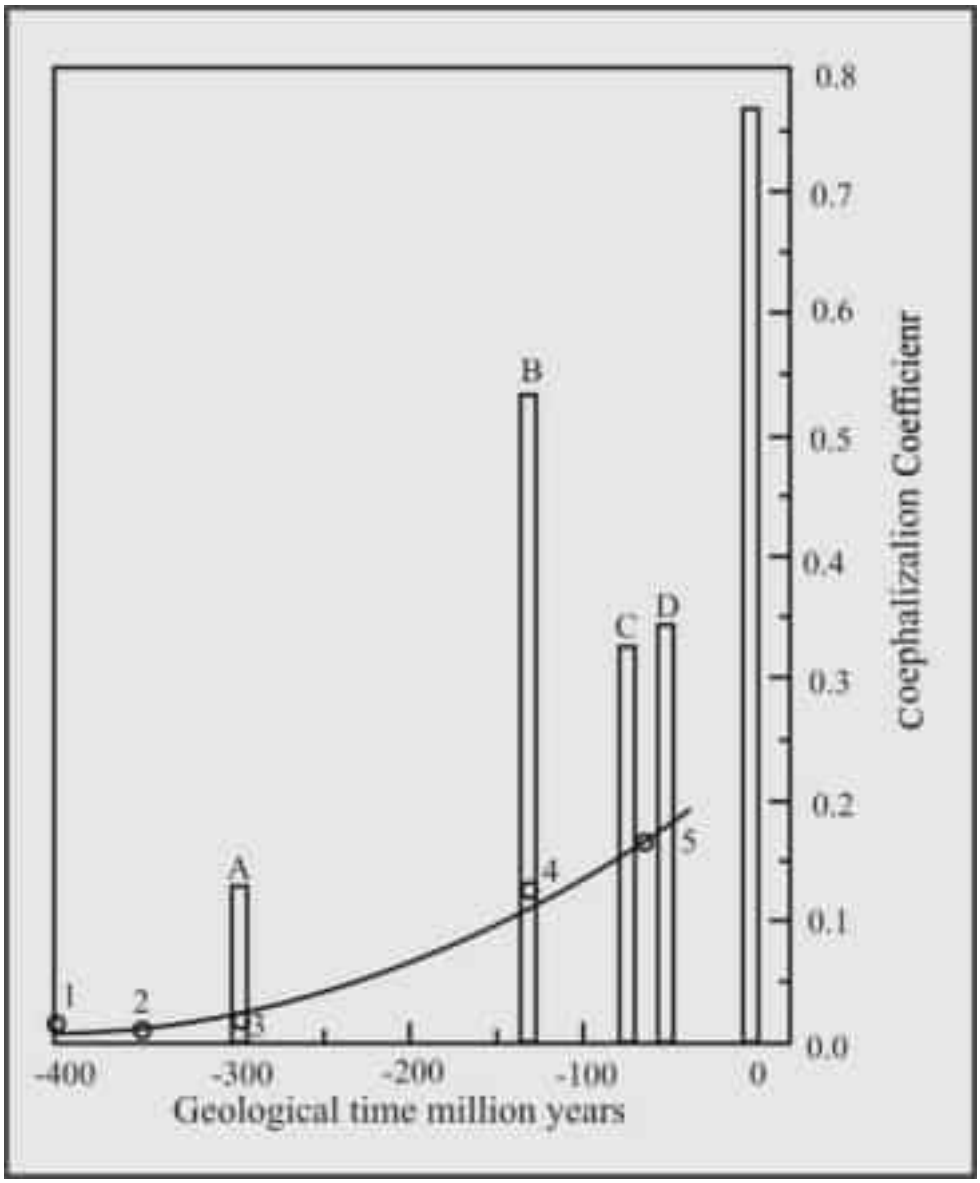
شدت تولید انرژی در یک جانور با حجم اکسیژن مصرفی در طول زمان مربوط است و مقدار آن بر مبنای این برابری به دست می‌آید:

$$\mathbf{Q_0^2 = a * M^k}$$

که در آن $\mathbf{Q_0^2}$ انرژی مصرفی بر اساس mW و M وزن بر حسب گرم است، k و a هم ضرایبی هستند که وابسته به جایگاه جانور در درخت رده‌بندی تعریف می‌شوند. با مقایسه‌ی گونه‌های امروزین روشن می‌شود که سیر تکامل، سوخت‌وساز جانداران را از تک‌یاخته‌های جانوری تا نخستی‌ها حدوداً چهارصد برابر افزایش داده است. یعنی با پیش‌روی خمینه‌ی نشانگر حیات بر زمین، مقدار سوخت‌وساز پایه افزایش یافته و جانوران دارای متابولیسم شدیدتر موفق‌تر بوده‌اند. پس انتخاب طبیعی، موجودات دارای سرعت سوخت‌وساز بالا را برمی‌گزیند، و این مفهوم با شایستگی زیستی نسبت مستقیم دارد. وجود روندی شتابزده برای بالا بردن سرعت متابولیسم در جانوران را تا حدودی می‌توان ناشی از چنین فشار تکاملی مهمی دانست. البته ناگفته نماند که این فشار فراگیر نیست و ما مواردی استثنایی را هم داریم که شاخه‌ای فرعی برعکس، سوخت‌وساز پایین را برگزیده باشد و به این ترتیب در کنامی دست‌نخورده نفوذ کرده باشد. موجودات انگلی و حیوان تنبل[۷۵۳]

[753] Bradypus

نمونه‌هایی از این موجودات هستند. با وجود این استثناها، می‌توان افزایش پیچیدگی (و در نتیجه حجیم شدن مغز)، بیشتر شدن شدت سوخت‌وساز و افزایش شایستگی زیستی را با هم هم‌بسته دانست.



رشد و توسعه‌ی نمایی افزایش حجم مغز در شش‌صد میلیون سال گذشته

(Zotin and Lamprecht, 1996)

با توجه به مربوط بودن سطح پیچیدگی بدن و مغز، و ارتباط مستقیم بین اندازه‌ی مغز و پیچیدگی آن، می‌توانیم این روند افزایشی بیشتر شدن سوخت‌وساز را با بزرگ‌تر شدن بدن و افزایش نسبت وزن مغز به بدن (شاخص مغزی) مربوط بدانیم.[۷۵٤] هر چه سیر ماده و انرژی در بدن جانوری بیشتر باشد، نیازش برای تنظیم روندها به کمک اطلاعات بیشتر و امکانش برای تبدیل کردن این دو عامل به ساختارهای پردازنده‌ی داده‌ها بالاتر خواهد بود.

استفاده از راهکارهای ابزارمندانه برای افزایش دادن مقدار انرژی مصرف‌شده توسط موجود، در بسیاری از شاخه‌های حیات تکامل یافته است. با توجه به این‌که حرارت تولیدشده در طول زندگی موجود با مقدار انرژی مصرف‌شده توسط او نسبت مستقیم دارد، می‌توان این دو معنا را مترادف با هم به کار برد و مقدار تولید حرارت یا مصرف انرژی را یکسان دانست. موجودی که به دلایل متابولیک و بیوشیمیایی امکان بیشتر کردن مصرف انرژی خود را ندارد، می‌تواند با بهره‌گیری از جریان‌های انرژی آزادِ موجود در محیطش، و هدایت کردن آن‌ها، به نوعی سوخت‌وساز خارج از بدن دست یابد. یک نمونه‌ی برجسته از چنین رفتاری، کارکرد آتش در جوامع انسانی اولیه بوده است. آتش، که شکلی از جریان انرژی غیرزنده است، توسط انسان به کار گرفته شد تا مواد غذایی توسط آن پخته شوند و یا مواد سمی‌شان از بین بروند. در هر دو حالت، بخشی از انرژی حرارتی غیرزنده‌ی خارجی برای استفاده‌ی بدن انسان مورد استفاده قرار گرفته و روندهایی را در جریان سوخت‌وساز درونِ بدنی تسهیل کرده است. به این ترتیب، تولید آتش و استفاده از آن هم نوعی

[754] Zotin and Lamprecht, 1996.

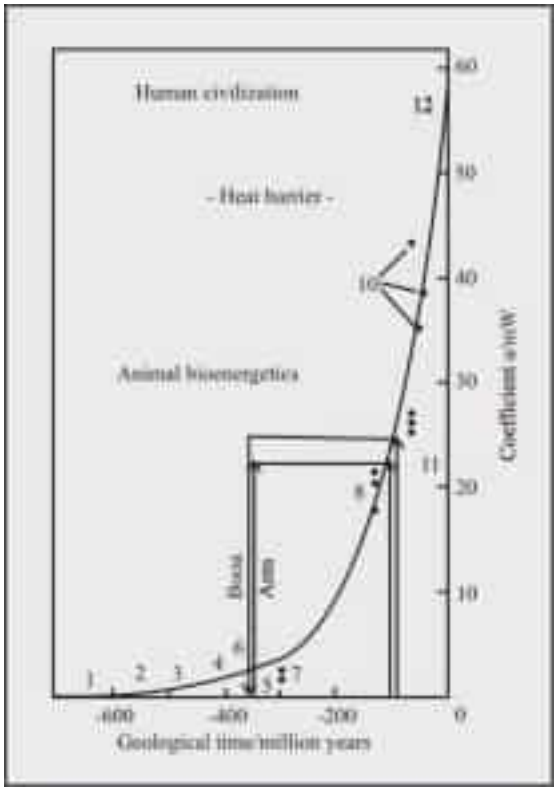
سوخت‌وساز خارج بدنی است و می‌تواند به عنوان زایده‌ای بر روندهای انرژیایی داخل بدنی در نظر گرفته شود.

نمونه‌های مشهوری از این نوع بهره‌برداری از انرژی‌های خارج بدنی در سایر جانوران نیز شناخته شده است. برخی از مرغ‌های استرالیایی زمان را، به جای آن‌که بر روی تخم بخوابند و با گرمای بدن‌شان تخم را گرم کنند، صرف شکار و یافتن غذا می‌کنند و در مقابل تپه‌های بزرگ و پیچیده‌ای در اطراف تخم‌های خود درست می‌کنند و لایه‌هایی از مواد گیاهی مرده و گیاخاکِ دارای باکتری‌های خاص را به شکلی در اطراف تخم‌های‌شان گرد می‌آورند که گرمای ناشی از تجزیه‌ی باکتریایی مواد گیاهی، رشد و سلامت جنین‌های‌شان را تضمین کند. این پرندگان، در واقع، از روندهایی طبیعی و نامربوط به متابولیسم بدن خودشان استفاده می‌کنند تا انرژی تولیدشده در داخل بدن خود را برای انجام کارهایی دیگر هزینه کنند. به این ترتیب، انرژی تولیدشده توسط باکتری‌هایی که در روندی مستقل به کار خود مشغول‌اند، به خدمتِ ساختار زیستی پرندگان یادشده درمی‌آید و به نوعی باعث بالیده شدن و بیشتر شدن اثر انرژیایی پرنده در محیطش می‌شوند، به شکلی که شایستگی زیستی این پرنده، در حد جانوری که سوخت‌وسازش به اندازه‌ی بدن پرنده به علاوه‌ی گرمای باکتری‌ها بالاست، ارتقا می‌یابد.

نمونه‌ی دیگر، به استفاده‌ی هنرمندانه‌ی موریانه‌ها و مورچه‌ها از انرژی نورانی خورشید مربوط می‌شود. این حشرات لانه‌های بزرگی را با زاویه و برجستگی خاص نسبت به نور خورشید درست می‌کنند و به شکلی روزنه‌های ارتباطی درون و بیرون لانه را باز و بسته می‌کنند که همواره دمایی بالا و مناسب در داخل لانه برقرار باشد. به این ترتیب، انرژی گرمایی ناشی از برخورد آفتاب به زمین وارد چرخه‌های زیستی مورچگان و موریانگان می‌شود. با وجود این‌که این حشرات به تنهایی خونسرد محسوب می‌شوند، اما لانه‌های‌شان و اجتماع‌شان خونگرم است و دمای ثابتی دارد.

در یکی از آزمون‌هایی که روی مورچه‌های گونه‌ی فورمیکا پولیکتِنا[۷۵۵] انجام گرفته است، نتایج عددی جالبی به دست آمده است. در یکی از لانه‌های این نوع مورچه، که ۱۰۸۶۰۰ مورچه را با وزنی در حدود هشتاد و دو کیلوگرم در خود جای داده بود، دمای تولید شده از لانه چیزی در حدود ۱۸/۸ وات تخمین زده شد. از این مقدار، تنها ۲/۶ وات توسط بدن مورچه‌ها تولید شده بود و به این ترتیب، نزدیک به ۸۶ درصد کل حرارت تولیدشده در این لانه توسط روندهای انرژیایی خارج بدنی مورچگان ایجاد شده بود و به مصرف بقای کلنی رسیده بود.

پس، می‌بینیم که با گنجاندن حشرات اجتماعی در جدول، دو قله‌ی دیگر را ــ علاوه بر آنچه در مورد انسان وجود دارد ــ هم خواهیم دید.



رشد و توسعه‌ی نمایی مصرف انرژی در انسان و جانوران هم‌دودمانش در شش‌صد میلیون سال گذشته

(Zotin and Lamprecht, 1996)

[755] Formica polyctena

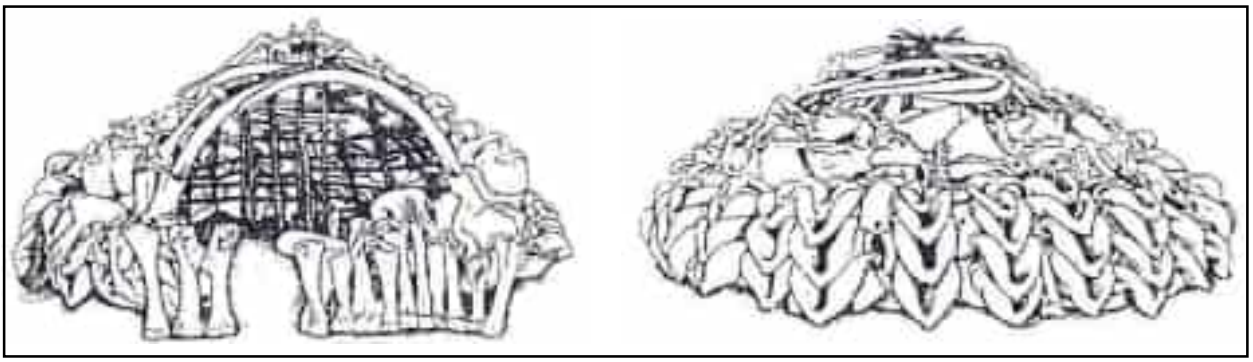
به بیان دیگر، قدیمی‌ترین شکل سازمان‌یافته و موفق استفاده از روندهای انرژیایی محیطی برای پیچیده‌تر کردن ساخت زیستی جانوران، در حدود سیصد و پنجاه میلیون سال پیش با تکامل جوامع حقیقی[۷۵۶] در حشراتی مانند زنبور و مورچه و موریانه پدیدار شد.

این حشرات جوامعی بزرگ و پیچیده تشکیل می‌دهند و از منابع محیطی برای بهره‌برداری هم‌افزای کلنی خود ــ که به ابرسازواره‌ای[۷۵۷] کلان شباهت دارد ــ استفاده می‌کنند. موفقیت این شیوه از زندگی آنقدر بوده که حتی امروز هم از نظر تعداد و پراکنش، موفق‌ترین جانوران روی کره‌ی زمین، همین حشرات هستند.

اما مهم‌ترین و چشمگیرترین نمونه از به کارگیری انرژی محیطی، به انسان مربوط می‌شود. انسان، مانند سایر موجودات یکجانشین، دارای مهارت‌های زیادی برای دگرگون ساختن محیط زیست اطراف و ایجاد خانه است. در انسان هم مانند مورچگان، خانه بخشی از محیط زیست طبیعی است که با شیوه‌هایی هدفمند از محیط تفکیک می‌شود، محیط درونی و بیرونی‌اش با حد و مرزهایی کارآمد محصور می‌گردد و تبادل ماده و انرژی از مجرای این مرزها کنترل می‌شود. در نتیجه، خانه‌های انسانی در ساده‌ترین شکل‌شان پناهگاه‌هایی برای در امان ماندن از تاریکی، سرما، گرما و رطوبت هستند و همه‌ی این‌ها به تنظیم تبادل انرژی با محیط مربوط می‌شوند. چنان‌که از شواهد باستان‌شناسانه برمی‌آید، آدمیان خردمند حتی پیش از یکجانشین شدن و پیدایش کشاورزی، توانایی ساخت خانه‌هایی پیچیده و بزرگ را داشته‌اند. کلبه‌ی ماموت، که از استخوان‌های

756- Eusocial
757- Super - organism

ماموت ساخته شده است، نمونه‌ای از این مهارت‌ها را نشان می‌دهد. کلبه‌ی ماموت از نظر زیبایی‌شناسی و معماری ویژگی‌های در خور توجه و ارزشمندی را دارا بوده است.[۷۵۸]



کلبه‌ی ماموت

چنان‌که گفتیم، انسان راست‌قامت که توانست برای نخستین بار آتش را کشف کند، از انرژی گرمایی آن برای کارکردهای زیستی گوناگونی استفاده کرد. بسیاری از گیاهان، اندوخته‌ی غذایی مورد نیاز گیاهک و رویان خود را، به موادی سمی آغشته می‌کنند تا از خورده شدن‌شان توسط جانوران جلوگیری کنند. حرارت بخش مهمی از این سم‌های پروتئینی را واسرشته کرده و اثرشان را از بین می‌برد. به این ترتیب، پختن مواد گیاهی بخش مهمی از بارِ کبد و لوله‌ی گوارش را بر عهده می‌گیرد. از سوی دیگر، پخته شدن گوشت و مواد دارای پروتئین زیاد، باعث انعقاد مواد سفیده‌ای آن‌ها شده و برخی از پروتئین‌های موجود در آن‌ها را هم تجزیه

[758] Lewin, 1998: 507.

می‌کند. به این ترتیب، بار دیگر می‌بینیم که آتش به عنوان یک ضمیمه‌ی خارجی بر دستگاه گوارش انسان عمل کرده و بختِ بقای او را افزایش داده است.

از سوی دیگر، پیدایش آتش را عاملی عمده در ممکن ساختن خواب می‌دانند! نظریه‌های جالب و تأییدشده‌ای در مورد نقش چشمگیر کشف آتش بر تکامل مغز انسان وجود دارد. انسان‌های باستانی‌ای که به آتش دست یافته بودند، می‌توانستند در پناه نور و گرمای آن با آسودگی بیشتری بخوابند و از خطر جانوران وحشی در امان باشند. این امنیت می‌تواند یکی از دلایل شکل‌گیری ساخت فیزیولوژیک خواب دیدن در انسان باشد. خوابیدن و رویا دیدن، پدیداری است که در بیشتر جانوران خونگرم دیده می‌شود، اما عمیق بودن و طولانی بودن زمان خواب انسان در میان میمون‌های بزرگ ویژه است. آتش می‌توانسته عاملی مهم در عمیق شدن خواب انسان، و شکل‌گیری ساختار «خواب دیدنی» چنین غنی باشد و می‌دانیم که همین کارکرد ویژه‌ی خواب اثری برجسته بر حافظه و یادگیری دارد.

چنان‌که گفتیم، تکامل استاد یافتن نیازهای جدید و پاسخگویی به آن‌هاست. به همین ترتیب هم ابزارمندی و استفاده از آتش به زودی مشتق‌های پیچیده و تنوعی را پدید آوردند که هر یک در شایستگی زیستی انسان تأثیری مثبت داشتند و راه را برای پیدایش کارکردهای جدید و الگوهای تکاملی تازه هم باز می‌کردند. شاید ساده‌ترین نمود این امکان‌ها، مهاجرت پردامنه‌ی انسان راست‌قامت به خارج از آفریقا و پیدایش الگویی از تکامل بوده باشد که شرحش پیش از این گذشت.

به این ترتیب، ابزارمندی انسان با توانایی‌اش برای افروختن آتش گره خورد، و این هر دو مورد فضای مجاز برای افزایش حجم مغز انسان را بر فضای حالتش پدید آورد. در طی این مسیر بود که میمون جنوبی تنومند و خشن این امکان را یافت تا به جانوری با مغز بزرگ‌تر و بدن ظریف‌تر تبدیل شود. میمون‌های جنوبی، در حدود دو میلیون سال پیش، سوخت‌وسازی نزدیک به ما داشتند. یعنی در حد پایه‌ی پستانداران خونگرم

انرژی تولید می‌کردند. انرژی گرمایی تولیدشده توسط هر میمون جنوبی در حدود دو هزار کیلوکالری (= ۸٤۰۰ کیلوژول) بر روز تخمین زده می‌شود. این مقدار در انسان راست‌قامت که امکان تولید آتش را داشت، تا حد پنج هزار کیلوکالری (= ۲۱۰۰۰ کیلو ژول) بر روز افزایش یافت، و امروز در حدود صد برابر بیشتر شده است. در جدول زیر روند رشد سرانه‌ی تولید انرژی در انسان را با نرخ ۳ـ۲ درصد بر سال در زمان معاصر می‌بینید.[۷۵۹]

سطح پیچیدگی	زمان (سال)	هضم (kcal/d)	نرخ (وات)	ضریب a(mW)	نسبت (100)
انسان اولیه	۲۰۰۰۰۰۰ پ.م.	۲۰۰۰	۹۷	۲۲/۵	۱۰۰
آتش	۷۵۰۰۰۰ پ.م.	۵۰۰۰	۲٤۲	٥٦/۲	۲۵۰
جانور اهلی	٦۰۰۰ پ.م.	۱۲۰۰۰	۵۸۱	۱۳٤/۸	۵۹۹
انقلاب صنعتی	۱۸۰۰ م.	۷۷۰۰۰	۳۷۲۷	۸٦٦	۳۸٤۹
آمریکا	۱۹۹۰ م.	۲۳۰۰۰۰	۱۱۱۳۲	۲۵۸۷	۱۱۵۰۰
کل جهان	۱۹۹۳ م.	٤٤۰۰۰	۲۱۳۳	٤۹۵	۲۲۰۰

[759] Zotin and Lamprecht,1996.

سیستم تنفسی

یکی از ویژگی‌های عمده‌ی انسان، شکل و کارکرد خاص دستگاه تنفسی است. شکل راه رفتن ایستاده در انسان، به همراه توانایی سخن گفتن، ایجاد سازش‌هایی پردامنه را در دستگاه تنفسی ایجاب می‌کند. برخی از این سازش‌ها، نتایج ریخت‌شناختی مشخصی را هم در پی داشته‌اند.

قفسه‌ی سینه‌ی انسان، با میمون‌های انسان‌مانند دیگر تفاوت ریختی مشخصی دارد. در میمون‌های بزرگ، قفسه‌ی سینه مخروط مانند است و در راستای محور پشتی ـ شکمی کشیده شده و عرض کمی دارد. در انسان، قفسه‌ی سینه تخت و بشکه‌مانند است و برعکس میمون‌ها عریض است و در راستای پشتی ـ شکمی عمق چندانی ندارد. این شکل دگرگون‌شده از شش و قفسه‌ی سینه‌ی انسان، امکان کشیدن نفس‌هایی عمیق‌تر را برای وی فراهم می‌کند، و به عنوان سازشی برای دویدن در نظر گرفته می‌شود. سایر اندام‌ها هم برای هماهنگ شدن با شش‌های تخت و قفسه‌ی سینه‌ی کشیده‌ی انسان تغییر شکل یافته‌اند. کمربند سینه‌ای، که استخوان‌های حمایت‌کننده‌ی بازوها را شامل می‌شود، در انسان پایین‌تر از میمون‌های دیگر قرار گرفته است. این شکل قرارگیری توانایی تحرک بازوها را کم می‌کند و از درجه‌ی آزادی حرکات شانه می‌کاهد، اما در مقابل به دلیل شکل خاص قرارگیری عضلات، تنفس عمیق را آسان می‌سازد و امکان دویدن را فراهم می‌کند. اگر از ساختار قفسه‌ی سینه بگذریم، بیرونی‌ترین و ابتدایی‌ترین بخش دستگاه تنفسی که معمولاً پیش از بقیه‌ی بخش‌ها جلب نظر می‌کند، بینی است. بینی خرطوم کوتاهی است که به ندرت در سایر نخستی‌ها می‌توان نظیرش را یافت. این خرطوم کوتاه، هوای تنفسی را گرم و تمیز می‌کند و کیفیت آن را برای جذب اکسیژن مناسب‌تر می‌سازد. داشتن بینی نوعی سازش برای زندگی در بیابان‌های گرم و ساوان‌های پرآفتاب شمرده می‌شود، در این بوم‌ها، فرار بخار آبی که شش‌ها را انباشته است و با هر بازدم از بدن خارج می‌شود، مهم‌ترین دلیل کمبود آب و مرگ در اثر تشنگی است. شکل ویژه‌ی بینی طوری تکامل یافته است که می‌تواند به عنوان

مانعی برای تبخیر آب داخل دستگاه تنفس عمل کند. با توجه به این‌که انسان راست‌قامت نخستین انسانی بوده که از زادگاه خود ــ آفریقا ــ خارج شده و از صحرای بزرگ آفریقا عبور کرده، می‌توان فرض کرد که نخستین گونه‌ی دارای بینی امروزین هم او بوده است.[۷۶۰]

سیستم حرکتی

انسان تنها نخستی دوپا است. علاوه بر این، تنها وابسته به راسته‌ی نخستی‌هاست که توانایی شنا کردن را دارد و می‌تواند به مدت طولانی بدود. به این ترتیب، شیوه‌ی حرکت انسان در میان نخستی‌ها منحصر به فرد است. توانایی‌های متنوع و ویژه‌ی انسان، ریشه در سازش‌هایی دارد که در مسیر تکامل خود با محیط حاصل کرده است. امکان راه رفتن بر روی دو پا، سازشی خاص برای حرکت بر روی زمین تخت و صاف دشت‌های آفریقاست. این توانایی، علاوه بر برافراشتن قد و بیشتر کردن دامنه‌ی دید انسان، سطح تماس با آفتاب گرم مناطق مسطح استوایی را هم کاهش داده و در عین حال فاصله‌ی بدن و زمینِ گرم را هم بیشتر کرده است. به این ترتیب، دوپا بودن را باید سازشی تکاملی دید که پیش از هرچیز مدیون شرایط ویژه‌ی بوم زادگاه انسان است.[۷۶۱] این حرکت بر روی دوپا، مجموعه‌ای از سازش‌های رفتاری و ریخت‌شناختی را به دنبال داشته است. سازش‌هایی که کارکرد و شکل ظاهری اندام‌های حرکتی را نسبت به شرایط پایه‌اش در نخستی‌ها، دگرگون کرده است.

---

760 Walters and Trinkaus, 1990.
761 Lovejoy, 1988.

یکی از این سازش‌ها، به ساختار تنه مربوط می‌شود. طول کمر انسان، نسبت به اندازه‌ی تنه، بیش از کمر میمون‌هاست، و در مقابل طول لگن خاصره کاهش یافته است. نتیجه‌ی این تغییر، پیدا شدن محوری برای انجام حرکات پهلویی تنه و ممکن شدن چرخش بدن در محور کمر است، که در میمون‌های دیگر دیده نمی‌شود. وجود این محور تحرک برای دویدنِ انسان ضروری است.

سازش دیگر، به تنظیم توزیع وزن بدن در حالت ایستاده مربوط می‌شود. خمیده بودن ستون مهره‌های انسان، که به دلیل حالت فنر مانندش می‌تواند وزن بدن را در حالت عمودی تحمل کند، و هم‌چنین قرار گرفتن سوراخ بزرگ[۷۶۲] انتهای جمجمه در زیر کاسه‌ی سر، که وزن سر را بر روی گردن می‌اندازد، تغییراتی هستند که حمل وزن بدن در حالت ایستاده را ممکن ساخته‌اند.[۷۶۳]

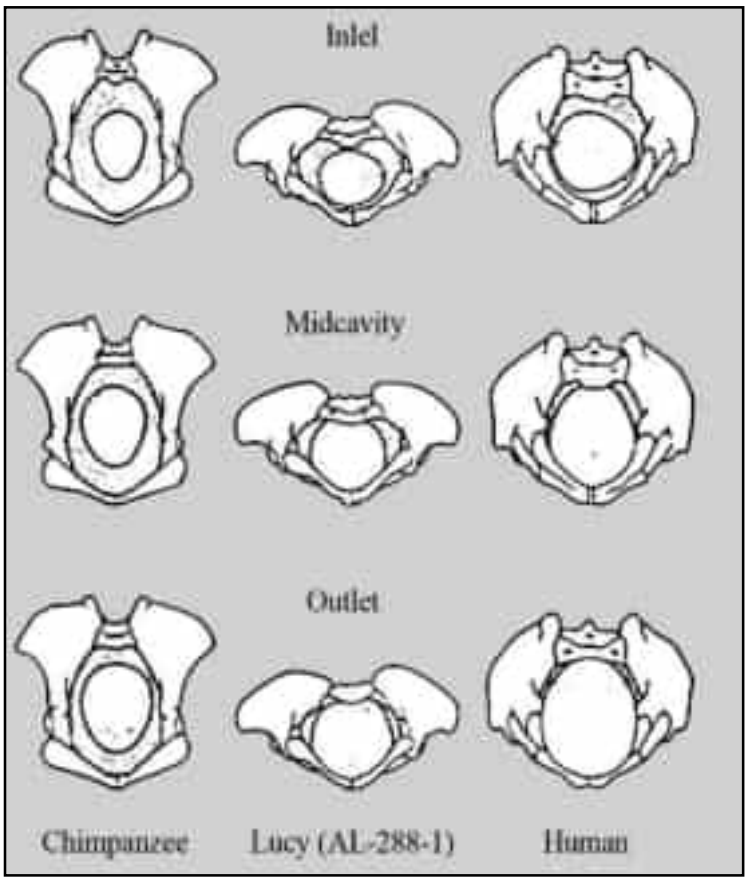
از سوی دیگر کوتاه و پهن شدن لگن خاصره و پیچ خوردنش نسبت به ستون مهره‌ها، مرکز ثقل بدن را به میان پاها منتقل کرده است و به این ترتیب امکان ایستاده راه رفتن را برای‌مان فراهم نموده است. این امر با ایجاد زاویه‌ی بین استخوان مفصل زانو و خود استخوان زانو، و رشد چشمگیر استخوان مفصلی بالای ران تشدید شده است. شکل خاص لگن خاصره و مفصل‌های زانو و مچ پای میمون‌های دیگر، از قرار گرفتن مرکز ثقل بدن در بین پاها ممانعت می‌کند و باعث می‌شود راه رفتن‌شان بر روی دو پا به نوعی تلوتلو خوردن تبدیل شود.

لگن انسان هم مانند جمجمه نوعی حالت حدی را نمایش می‌دهد. هرچه لگن کوچک‌تر و فشرده‌تر باشد، تمرکز وزن بدن در میان دو پا راحت‌تر خواهد بود و به این ترتیب حرکت ایستاده ساده‌تر می‌شود. اما این

---

[762] Foranum magnum
[763] Eccles, 1991.

فشردگی لگن یک محدودیت فیزیولوژیک مهم دارد، و آن هم به بارداری زنان مربوط می‌شود. اگر لگن از حد خاصی کوچک‌تر شود، کاربردش به عنوان محافظ و پشتیبان مکانیکی نوزاد در زمان آبستنی، مختل خواهد شد. از همه مهم‌تر این‌که زایمان در این حالت به دلیل تنگ و کوچک شدن مجرای رحمی دشوار خواهد بود.[۷۶٤] دشواری این کارکرد به خصوص به بزرگی نسبی اندازه‌ی مغز نوزاد، و بزرگ بودن جمجمه‌اش مربوط است. مشکلی که در سایر نخستی‌ها به این شدت دیده نمی‌شود.



مقایسه‌ی لگن انسان، شامپانزه و میمون جنوبی ماده و شکل قرارگیری جمجمه‌ی نوزاد در آن (Cambridge , 1992:88)

[764] Kramer, 1999.

به عنوان یک قاعده، لگن خاصره‌ی زنان از مردان هم‌وزن‌شان بزرگ‌تر و کشیده‌تر است. این لگن کشیده، بازده حرکت بر روی دو پا را کاهش می‌دهد. یکی از نمودهای این بازده کمتر، در رکوردهای پرش و دوی المپیک زنان نمود می‌یابد. رکوردهایی که همواره از مابه‌ازای خود در مردان کمتر است. این لگن کشیده با وجود نقص حرکتی خفیفش، برای نگهداری از کیسه‌ی جنینی سازش یافته، و بزرگ بودنش برای تسهیل عمل زایمان ضروری است. هم‌چنین در اثر تغییرات هورمونی مربوط به زایمان، اتصالات غضروفی بین بخش‌های گوناگون استخوان‌های لگن سست‌تر می‌شود و امکان بازتر شدن مجرای زایمان را فراهم می‌کند. با وجود تمام این سازش‌ها، زایمان در انسان به دلیل کوچک بودن نسبی لگن و بزرگی جمجمه‌ی نوزاد، دشوار است. انسان تنها گونه از میان نخستی‌ها است که برای زاییدن به کمک نیاز دارد. عبور نوزاد انسان از مجرای زایمان با خطر همراه است و سر و گردن نوزاد به هنگام عبور از این مجرا پیچ می‌خورد. این امر می‌تواند به گیر کردن نوزاد در مجرا و خفه شدنش منتهی شود. این دشوار بودن زایمان هزینه‌ای است که انسان بابت دو پا راه رفتن‌اش می‌پردازد، و به وجود نوعی حالت حدی دیگر در تغییر شکل استخوان‌های بدن دلالت دارد؛ حدی که نمونه‌ی دیگرش را در مورد اندازه‌ی جمجمه‌ی عصبی و تحلیل رفتن جمجمه‌ی احشایی دیدیم.

استثنای دیگرِ اندام‌های حرکتی انسان، در اندازه‌ی دست و پا نسبت به هم نهفته است. در میمون‌ها، طول دست از پا بیشتر است و جانور حتی به هنگام حرکت بر روی دوپا، پشت دستانش را بر زمین می‌گذارد و بر آن تکیه می‌کند. در انسان، پاها رشد زیادی کرده‌اند و از دست‌ها بلندتر شده‌اند. حرکت ایستاده‌ی انسان بدون استفاده از دست انجام می‌شود و حرکات دست در این میان تنها به عنوان نوعی لنگر تعادلی عمل می‌کنند.

یعنی کوچک شدن لگن خاصره و رشد پاها تعادل حالت ایستاده‌ی بدن را تا حدی افزایش داده که حرکت بدون نیاز به دست‌ها و فقط با تکیه بر پاها ممکن گشته است.

ویژگی دیگر، به تخصص یافتن کف دست‌ها و پاهای انسان مربوط می‌شود. در میمون‌های دیگر، کف دست و پا شباهت زیادی به هم دارند و انگشت شستِ هر دو آن‌ها در مقابل سایر انگشتان قرار گرفته است. چنین حالتی برای موجودی که نیازمندِ گرفتن شاخه‌ها با دست و پاست، مناسب می‌نماید اما برای جانوری دونده که بیشتر اوقات خود را بر روی زمین می‌گذراند، پایی با شستِ مقابل سایر انگشتان سودمند نیست. به همین دلیل هم شست پای انسان هم‌راستا با سایر انگشتان قرار گرفته و کارکرد گیرندگی خود را از دست داده است. کف پای انسان علاوه بر کشیده و دراز شدنِ بخش پایه و موازی قرار گرفتن انگشت‌ها، به استخوان پاشنه‌ای بزرگ و قوسی استخوانی در مرکز پا مسلح است که نوعی حالت فنری را به تکیه‌گاه‌شان می‌بخشد و جهیدن و پریدن بر روی دوپا را ممکن می‌سازد.[۷۶۵]

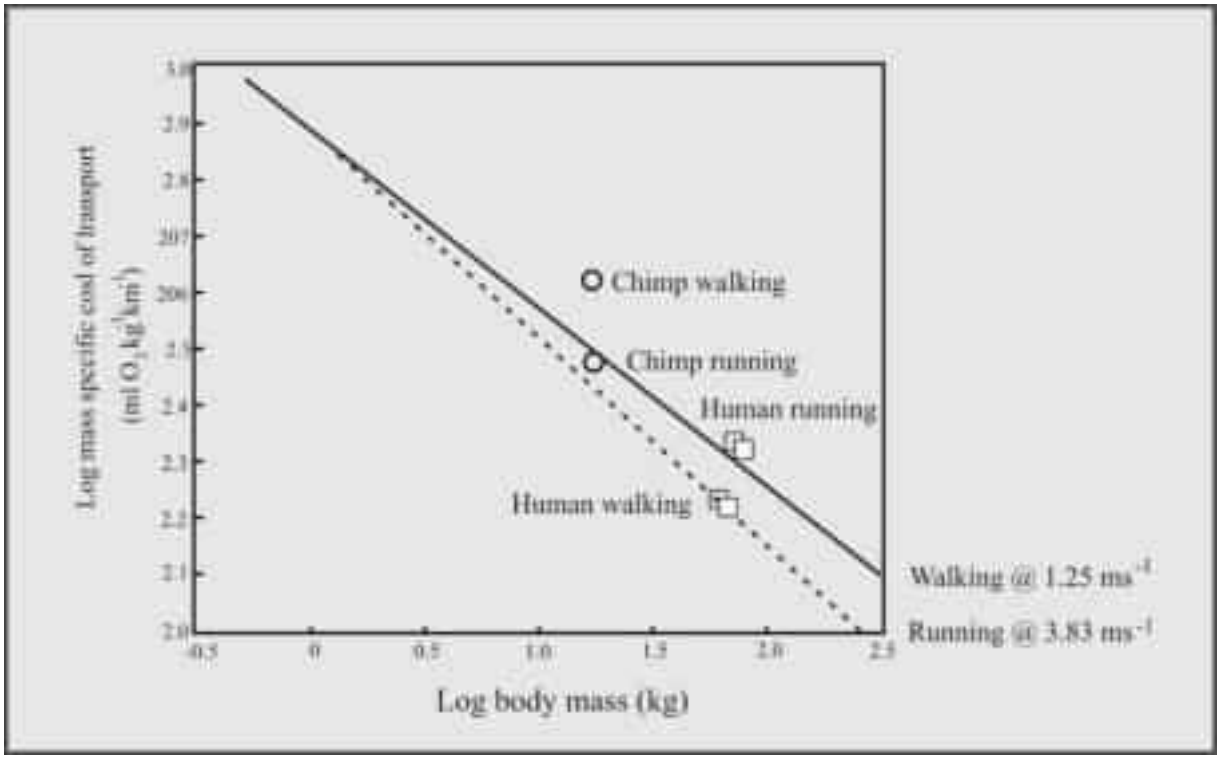
این شکل ویژه‌ی پا، آن‌گاه که با قابلیت تحرک بالای تنه و اندازه‌ی لگن ترکیب شود، شکلی از حرکت کارآمد و سریع بر زمین صاف را برای انسان به ارمغان می‌آورد. شکلی که در میان سایر نخستی‌های زمین‌زی ــ مثل بابون‌ها ــ دیده نمی‌شود. با این وجود، بازده عملی این شیوه از حرکت هنوز به بیشینه‌ی خود نرسیده است. بهره‌وری حرکت ایستاده در انسان، از حرکت چهارپای شامپانزه بیشتر و از حرکت چهارپای سگ کمتر است.[۷۶۶] به طور کلی، بازده حرکتی انسان موقع راه رفتن بهتر از پستانداران دیگری است که بر روی چهار

---

765 Eccles, 1991.

766 Rodman and McHenry,1980.

پا راه می‌روند، اما دویدن انسان از بقیه بدتر است. میمونی مانند شامپانزه که هنوز در وضعیتی بینابین زندگی زمینی و درختی است، در هر دو مورد ــ دویدن و راه رفتن ــ بدتر از سایر پستانداران عمل می‌کند. در شکل زیر هزینه‌ی حرکتی راه رفتن و دویدن نسبت به وزن بدن بر نموداری نمایش داده شده است. سرعت دویدن ۳/۸۳ متر بر ثانیه و سرعت راه رفتن ۱/۲۵ متر بر ثانیه در نظر گرفته شده است.[۷۶۷]



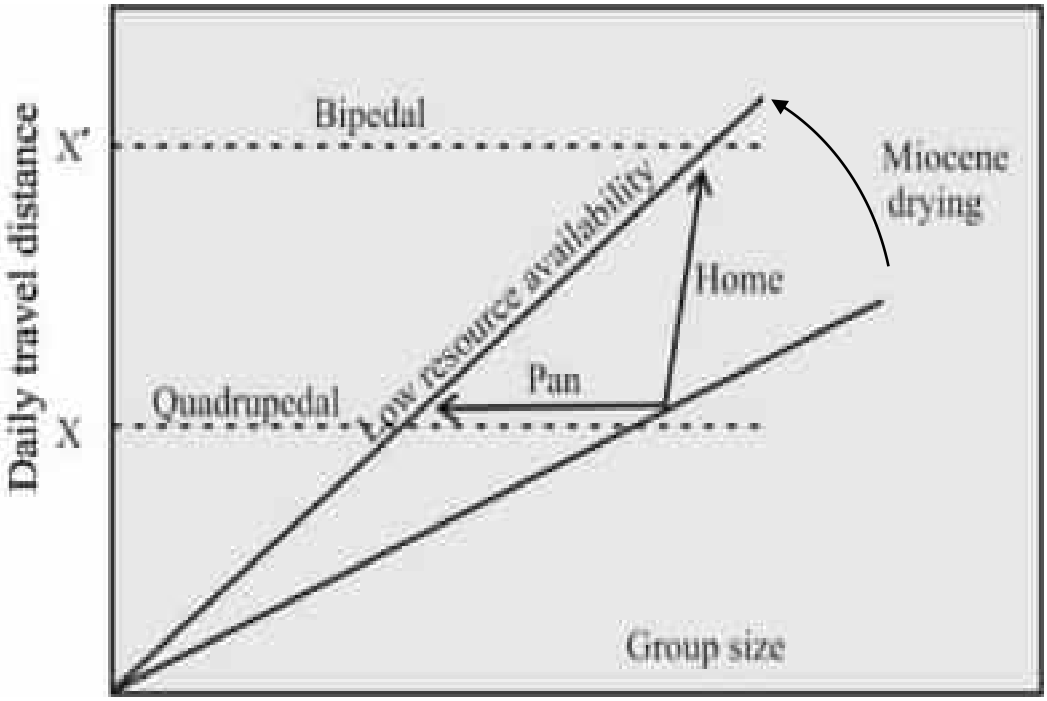
این ناکارآمد بودن نسبی دویدن در انسان نشانگر آن است که گونه‌ی ما از نظر تکاملی به تازگی تغییر رویه داده و هنوز بخشی از میراث درخت‌زی بودن خود را حفظ کرده است. میراثی که باعث شده برخی از رویه‌های حرکتی جدید هنوز «جا نیفتد» و وضعیتی بهینه پیدا نکند.

[767] Lewin, 1998:224.

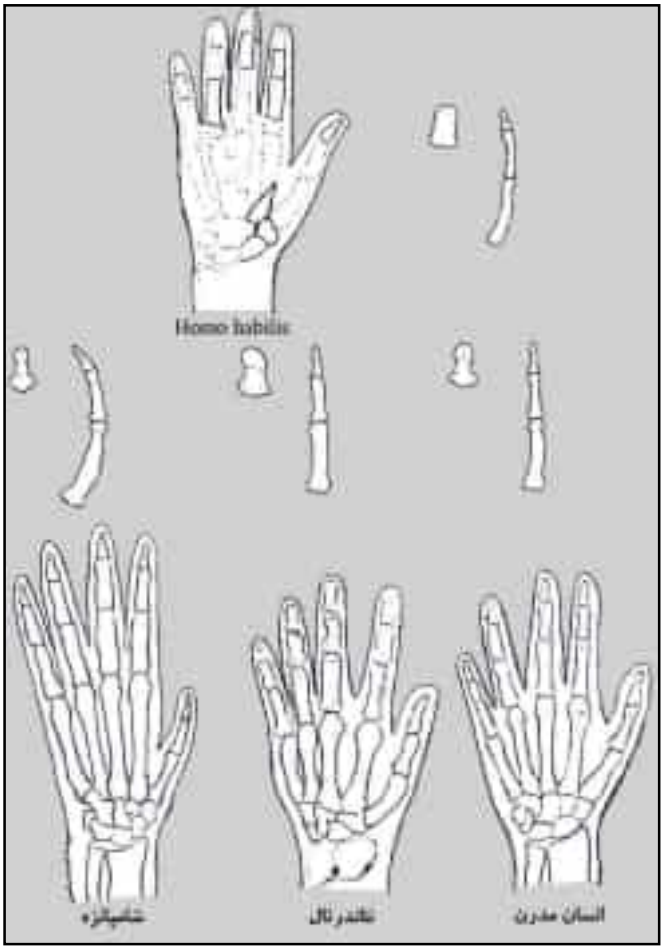
چگونگی برآمدن الگوی دو پاروی از حرکت چهارپایی عادی مهره‌داران، معمایی است که راه‌حل‌های گوناگونی برایش پیشنهاد شده است. یکی از معتبرترین پاسخ‌ها به این معما، آن است که به دلیل کم شدن منابع غذایی و پراکنده شدن توزیع‌شان در پایان دوره‌ی میوسن، شیوه‌ی حرکت نخستی‌ها برای دستیابی به غذا نیز دگرگون شد. در این میان دو الگوی سازش اصلی برای چیره شدن بر این مشکل تکامل یافت. نخست، شیوه‌ی رایج در شامپانزه بود که با کم شدن تعداد افراد در گروه و حرکت‌های کم دامنه همراه بود، و دومی در میمون جنوبی دیده می‌شد که حرکاتی پردامنه در گروه‌هایی بزرگ‌تر را برگزید. ضرورت یافتنِ پیمودن مسافت‌های طولانی بر زمین، چیزی بود که گذار از حرکت چهار پا به دو پا را ممکن ساخت و باعث دوشاخه‌زایی در شیوه‌ی حرکت نخستی‌ها شد؛ یعنی روندی که نمونه‌ی دیگری در پستانداران ندارد.

بر مبنای اندازه‌ی پای انسان و نسبت بخش‌های متفاوت آن به هم می‌توان به حدس‌های جالبی در مورد زادگاه اجداد انسان رسید. چنان‌که می‌دانیم، بر مبنای قاعده‌ی آلن[۷۶۸]، جانورانی که در محیط‌های گرمسیری زندگی می‌کنند نسبت به خویشاوندان هم‌وزن‌شان که مقیم محیط‌های سردسیرتر هستند، دست و پاهایی بلندتر دارند. در انسان، اندازه‌ی استخوان ساق پا را می‌توان به عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری طول کلی پا در نظر گرفت. در شکل صفحه‌ی بعد اندازه‌ی ساق پای اجداد انسان نسبت به طول استخوان ران بر نموداری نمایش داده شده‌اند. خط نقطه‌چینی که از میانه‌ی نمودار می‌گذرد، مرز میان جمعیت‌های مقیم مناطق گرمسیر و سردسیر کنونی را مشخص می‌کند.

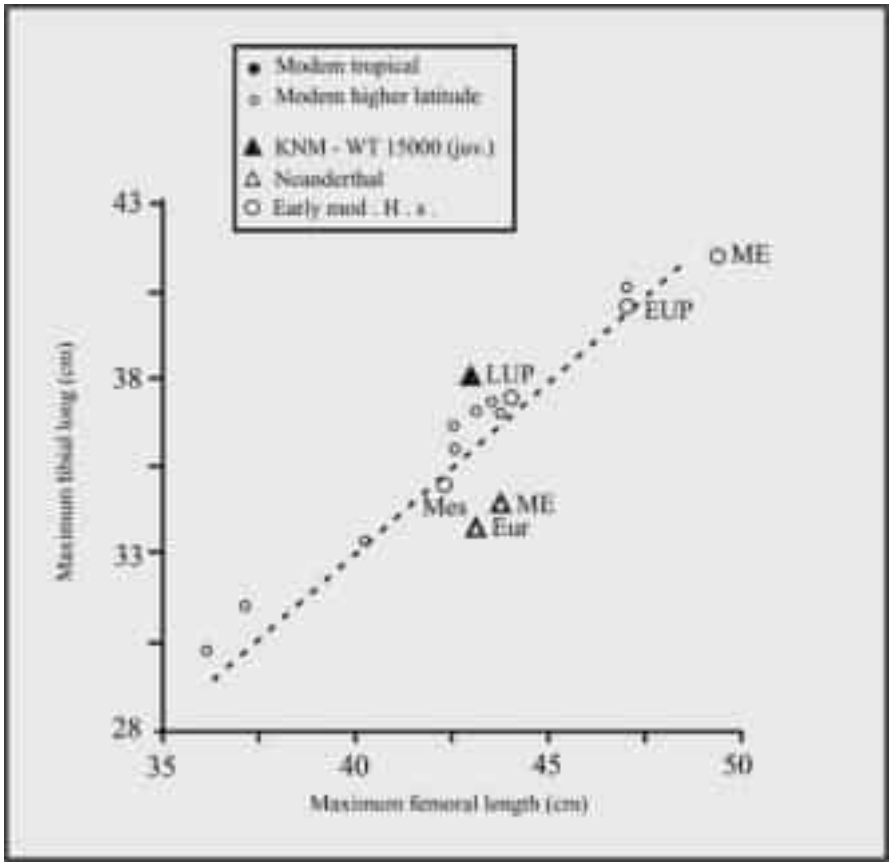
768- Allen's rule



نمودار مسافت طی شده نسبت به اندازه‌ی بدن و دوشاخه‌زایی در شیوه‌ی حرکت (Lewin , 1998:226)



مقایسه‌ی انگشتان چند نخستی. به از میان رفتن خمیدگی و کوتاه شدن تدریجی انگشت در انسان و بلند شدن بند دوم شست توجه کنید.



دایره‌ی معرف جمعیت‌های گرمسیری را در علایم پایین خط می‌بینیم. نئاندرتال‌های ساکن اروپا (Eur) و خاورمیانه (ME)، که با مثلث سفید بازنمایی شده‌اند، پاهایی کوتاه داشته‌اند. در مقابل، نخستین وابستگان جنس انسان (هومو) در آفریقا (فسیل تورکانا: با علامت مثلث سیاه)، دارای پاهای بلند بوده‌اند. جمعیت‌های انسان خردمند اولیه که با دایره‌هایی نشان داده شده‌اند، وضعیتی بینابین نئاندرتال‌ها و اولین هوموها داشته‌اند.[۷۶۹]

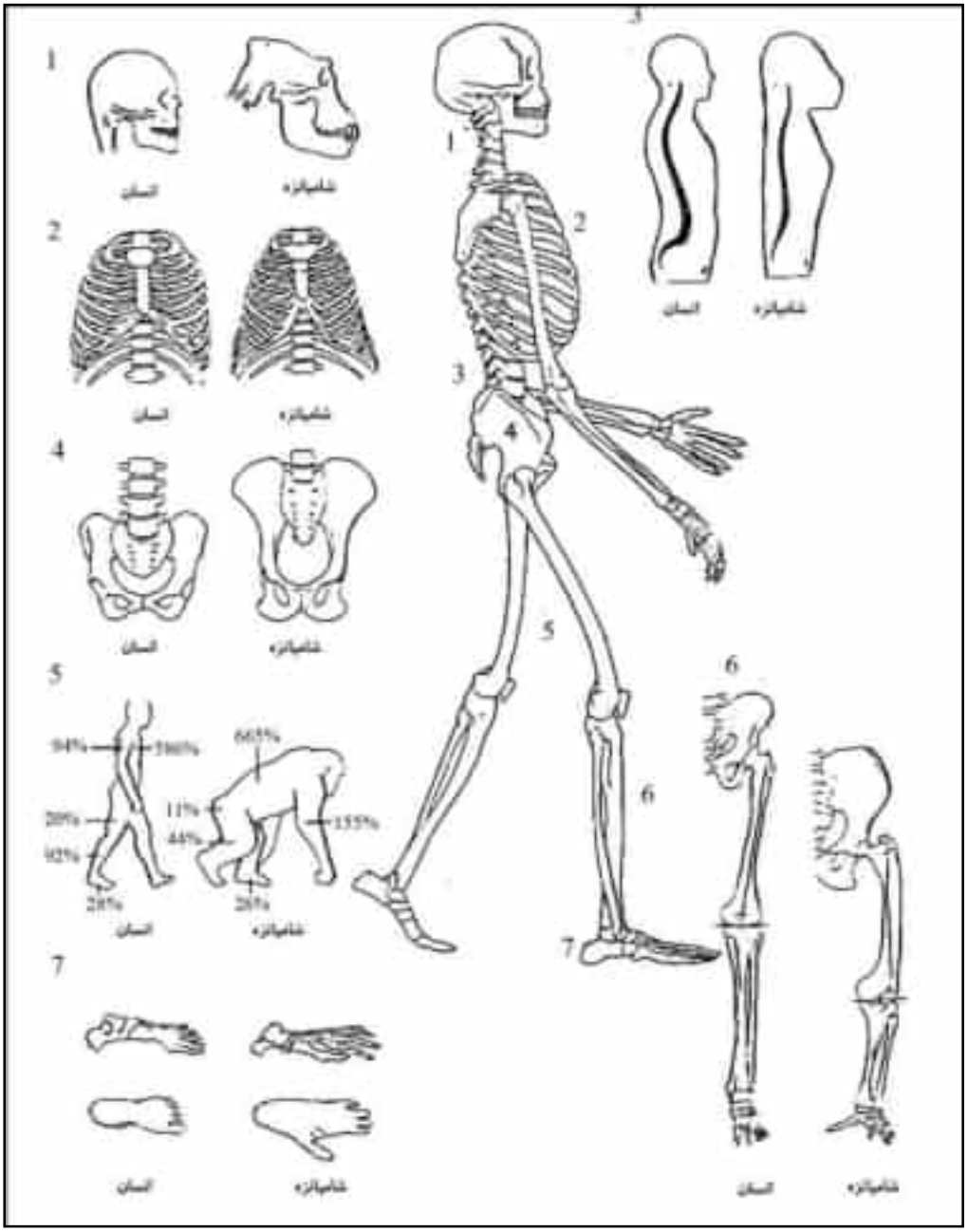
[769] Ruff, 1994.

تخصص یافتن پا برای حرکت و آزاد شدن دست برای انجام کارکردهای حرکتی دیگر، پیامدهای مهم دیگری هم داشته است. دیدیم که از نظر تکاملی، آزاد شدن دستان انسان بر ابزارمندی و استفاده از مشته‌های سنگی پیشی گرفته و در واقع باید ابزارمندی را کارکردی دانست که به تدریج بر زمینه‌ی مناسبِ آزاد بودن دست‌ها رشد کرده است. پیچیدگی مغز انسان در این روند نقشی اساسی را ایفا کرده است، چرا که در جانوران دیگری هم این روند آزاد شدن دست‌ها را بدون رسیدن به مرحله‌ی ابزارمندی می‌بینیم. یک نمونه‌ی مشهور، به دایناسورها و خزندگان دوران دوم مربوط می‌شود که تعداد زیادی از آن‌ها به طور ایستاده و بر روی دو پا راه می‌رفته‌اند، اما مغز کوچک‌شان اجازه‌ی شکل‌گیری ابزارمندی را به هیچ‌یک نداد.

تیرانوسوروس رکس، که مشهورترین این دایناسورهاست، دست‌هایی به شدت ناقص و خشکیده داشت که درباره‌ی نقشش در گرفتن انگل‌های روی ناحیه‌ی سینه و برخاستن از روی زمین از حالت خوابیده نظریات فراوانی وجود دارد، اما مشخص است که کارکردی پیچیده نداشته است. آزاد شدن دستان انسان، به دلیل ترکیب شدن با کارکردهای پیچیده‌ی مغز، امکان افزایش تعداد ابعاد فضای حالتِ رفتاری را فراهم آورده، و خط‌راهه‌های تکاملی نوظهور و بالنده‌ای را در خمینه‌ی پویایی گونه‌ی انسان ایجاد کرده است. اهمیت این کارکردها از نظر شایستگی زیستی، به تغییر شکل دست انسان هم انجامیده است. چشمگیرترین تغییر، به افزایش زاویه‌ی بین انگشت شست و سایر انگشتان مربوط می‌شود، و این همان است که امکان گرفتن اشیا به شیوه‌های گوناگون و ظریف‌تر شدن حرکات انگشتان را برای ما فراهم کرده است.

سازش دیگری که در دست انسان دیده می‌شود، به عصب‌گیری نوک انگشتان مربوط است. عصب‌گیری نوک انگشتان انسان بسیار غنی و پیچیده است. با توجه به این‌که در دوران جنینی ساختار بدن توسط دستگاه عصبی تعیین می‌شود، این شکل عصب‌گیری را می‌توان دلیل اصلی بلند بودن بند سوم انگشت انسان و پهن بودن ناخنش دانست. همه‌ی این‌ها، سازش‌هایی هستند که برای انجام اعمال دقیق با انگشتان لازم‌اند و در جریان

روندی طولانی و تدریجی حاصل آمده‌اند. به عنوان مثال، این عصب‌گیری ویژه‌ی نوک انگشتان و رشد تدریجی بند سوم انگشتان دست را در مدارک فسیلی می‌توان پی‌گیری کرد، و نشان داد که نوعی جهش در اندازه‌ی نسبی بند سوم انگشت از انسان نئاندرتال به خردمند ظهور یافته است.



چکیده‌ی تفاوتهای کالبدشناختی انسان و شامپانزه (Cambridge, 1992)

مجموعه‌ی این عوامل، از انسان موجودی ویژه ساخته است. موجودی که به دلیل تخصص یافتن پاهایش برای حرکت بر زمین، و توانایی بالای دستانش برای گرفتن اشیای گوناگون، می‌تواند با الگوهای حرکتی متنوعی سازگار شود. تنوع ورزش‌هایی که در فرهنگ‌های انسانی تکامل یافته‌اند، و پیچیدگی رفتارهای حرکتی در برخی از آن‌ها ــ مثل هنرهای رزمی ــ نشانگر وجود نوعی نقطه‌ی اوج در این مورد هستند. به بیان دیگر، به قول هالدین[۷۷۰]، انسان تنها جانوری است که می‌تواند دو کیلومتر شنا کند، بعد سی کیلومتر بدود، و در نهایت از درخت بالا برود. این میراثی است که از سرگردانی در بوم‌های گوناگون ــ از جنگل‌های استوایی گرفته تا استپ‌های سردسیر ــ برای ما به یادگار مانده است.

پوشش بدن

شکل ظاهری انسان، با بقیه‌ی نخستی‌ها تفاوت دارد. مهم‌ترین جنبه‌ی این تفاوت، به برهنه بودن پوست بدن و از بین رفتن پوشش مویی آن مربوط می‌شود. غیاب مو، پوست را در برابر تابش آفتاب بی‌دفاع گذاشته، و این مخاطره با انباشت رنگیزه‌ی تیره در پوست جبران شده است. از نظر فیزیکی هم ضخیم شدن اپیدرم و پیدایش لایه‌ی شاخی (stratum corneum) عاملی بوده که غیاب پوشش پشمی محکم را در اطراف اندام‌ها جبران کرده است.

انسان تنها نخستی‌ای است که پوشش پشمین پوستش را از دست داده است. گذشته از موهایی که اندام‌های جنسی را نشانه‌گذاری می‌کنند یا به عنوان صفات ثانویه‌ی جنسی در شکلی پراکنده بر بدن مردان بالغ دیده

770- Haldane

می‌شوند، تنها موی انبوه و واقعی بر بدن انسان، بر روی جمجمه می‌روید.[۷۷۱] کل موهای بازمانده بر تن انسان، به دو گروه انتهایی[۷۷۲] و پرزگونه[۷۷۳] تقسیم می‌شوند. موهای انتهایی بر سر و مژه‌ها و ابروها و در مردان در بخش زیرین چهره می‌رویند، انبوه و پایدار هستند و به طور خاص برای دفاع از پوست در برابر تابش خورشید (موی سر) یا گرد و غبار (مژه) یا مهار راه ورود عرق به چشم (ابرو) تخصص یافته‌اند. موهای پرزمانند بر زیر بغل و مناطق تناسلی می‌رویند و در مردان (به ویژه جمعیت سپیدپوست) ممکن است سینه و تن نیز تا حدودی از این موها پوشیده شده باشد. موهای یادشده برای حفظ مواد بودارِ عرق تخصص یافته‌اند و به این ترتیب شناسنامه‌ی بویایی افراد را در زمینه‌ی اجتماعی‌شان حفظ می‌کنند. هر دو دسته از موهای انسانی با سرعتی حدود یک سانتی‌متر در ماه رشد می‌کنند، اما پایداری‌شان در پوست و دوام ریشه‌های‌شان با هم تفاوت دارد. به همین دلیل هم موهای انتهایی گاه تا حد چشمگیری رشد می‌کنند و بلند می‌شوند. در انسان و سایر پستانداران ژنی به نام FGF5 وجود دارد که وظیفه‌اش مهار رشد موها بیش از حدی خاص است. همین ژن است که باعث می‌شود موی تن پستانداران از حدی بیشتر رشد نکند و شکلِ یک‌دست و پوستین‌مانندش را به دست دهد. این ژن در چند نژاد از جوندگان دچار اختلال می‌شود و این‌ها همان خرگوش و موشِ آنقره‌ای (آنکارایی) هستند که موهایی بسیار بلند دارند. بعید نیست جهشی مشابه در مورد ژن‌های کنترل‌کننده‌ی موهای انتهایی نیز رخ داده باشد.[۷۷٤]

---

[771] Wheeler, 1996.

[۷۷۲] terminal

[773] vellus

[774] Dunsworth, 2007: 122-123.

روند برهنه شدن پوست انسان نیز با تحولی در سطح ژنوم همراه بوده است. چنین می‌نماید که در اینجا نیز با نمونه‌ی دیگری از تأثیر غیاب ژن‌ها در تکامل انسان سر و کار داشته باشیم. یکی از ژن‌های مهمی که در جریان تکامل انسان از دست رفته، ژنی است که کراتین نوع یک را رمزگذاری می‌کند. کراتین پروتئین مهمی است که مو و ناخن را بر می‌سازد. البته انسان هنوز ۹ ژن دیگر برای ساخت کراتین دارد و به همین دلیل هم مو و ناخن خود را حفظ کرده است. اما با از دست رفتن آن ژنِ خاص که در سایر میمون‌ها هم‌چنان وجود دارد، بدن انسان برهنه شده و موهای خود را از دست داده است.[۷۷۵] جهش در این ژنِ انسان به ۲۵۰ هزار سال پیش مربوط می‌شود، و این قاعدتاً زمانی بوده که اجداد انسان خردمند در آفریقا تکامل می‌یافته‌اند و هم‌زمان با از دست دادن موهای تن و برهنه شدن، مهارِ ژنتیکی بر رشدِ مداوم موهای انتهایی را از دست دادند و برای نخستین بار صاحب گیسوانی بلند شدند.

در مورد علت برهنه بودن انسان چندین نظریه وجود دارد. مشهورترینِ این دیدگاه‌ها عبارت‌اند از:

۱. نیاز به خنک شدن. به این حقیقت اشاره می‌کند که ساختار بدن انسان برای زیستن در شرایط بسیار گرم و خشک سازگار شده است. انسان تنها پستاندار بزرگ ــ به جز شتر ــ است که می‌تواند در دماهای بالای بیابان‌ها و کویرها فعال باقی بماند. توزیع و فراوانی غدد عرقی بر بدن انسان آن‌قدر زیاد است که امکان خنک شدن بدن را برایش فراهم می‌کند. در واقع، قدرت تعرق در انسان از همه‌ی پستانداران دیگر بیشتر است.[۷۷۶] یک انسان می‌تواند در زمان کوتاه حدود دو لیتر عرق کند، و در دوره‌ای طولانی‌تر، یک لیتر دیگر هم عرق تولید کند. اما این عرق تنها زمانی بدن را خنک می‌کند که در نزدیکی پوست تبخیر شود، بنابراین از بین رفتن

[775] Winter et al., 2001: 37–42.
[776] Foley,1989[A].

موها را می‌توان به صورت سازشی سودمند برای دستگاه تهویه‌ی عرقی پوست در نظر گرفت. حتی برخی بر روی دوپا راه رفتن را هم نوعی سازش برای گریز از آفتاب تند ساوان‌های گرم می‌دانند. دست‌کم این موضوع را می‌دانیم که مقدار تابش و انرژی گرمایی دریافت‌شده توسط یک نخستی که روی دوپا راه برود، در حدود نصف مقداری است که همان موجود در حالت چهارپا راه رفتن دریافت می‌کند. وجود کلاهی از مو بر سر را هم می‌توان سازشی در جهت حفاظت جمجمه و مغز از تابش شدید آفتاب در نظر گرفت. به این ترتیب می‌توان بخش مهمی از عوامل منتهی به برهنگی انسان را مدیون زندگی در علفزارهای گرمسیری بی‌سایه دانست.[۷۷۷]

۲. گزینش جنسی. بر مبنای این دیدگاه تغییرات در سلیقه‌ی جفتگیری جنس مخالف، که پدیداری زیبایی‌شناختی و نه چندان فیزیولوژیک است، فشاری تکاملی به نفع حذف موهای بدن بر انسان وارد آورده است و فقط موهای تعیین‌کننده‌ی تمایز جنسی و موهایی که اندام‌های تناسلی را نشانه‌گذاری می‌کنند باقی مانده‌اند. این نظریه بر شواهدی مبتنی است که از رفتار انسان کنونی استخراج شده است.

اما این‌که چرا موهای سر باقی مانده و به رشد خود ادامه داده‌اند، به این نکته باز می‌گردد که از روی سلامت و اندازه‌ی مویی که مدام رشد می‌کند، می‌توان شایستگی زیستی صاحبش را تشخیص داد. موهایی که مدام بلند می‌شوند، به شانه زدن و رسیدگی مداوم نیاز دارند و بخشی از این کار در جوامع گردآورنده و شکارچی قدیمی توسط خویشاوندان یا زیردستان یک عضو قبیله انجام می‌شده است. از این رو تا حدودی می‌شده به موهای یک نفر نگریست و بر مبنای مرتب و آراسته بودن‌شان رتبه‌ی اجتماعی‌شان را حدس زد. در تندیس

[777] Foley,1989[A].

ونوس ویلندورف که به ۲۳ هزار سال پیش تعلق دارد، آرایش موی چشمگیری را می‌بینیم، که نشانگر بلندپایه بودنِ سرمشقِ هنرمند بوده است. هنوز هم در قبایل گردآورنده و شکارچی همین قاعده رواج دارد و افراد بلندپایه‌ی قبیله با آرایش زمان‌گیر و پیچیده‌ی موهای‌شان و اشیایی مانند پر و استخوان که به آن متصل شده، از بقیه شناخته می‌شوند. احتمالاً رواج جهانی رسمِ آراستن موها و اهمیت مو در زیبایی از همین پیشینه‌ی تکاملی برمی‌خیزد. به همین ترتیب، شاید رسمِ تراشیدن مو هنگام ورود به یک نظام اجتماعی منضبط مانند سربازخانه یا زندان یا معبد بودایی نیز از همین‌جا سرچشمه گرفته باشد.

۳. مرحله‌ی آبزی. بر طبق این دیدگاه، انسان در مسیر تکامل خود یک دوره‌ی زندگی در داخل آب رودخانه‌ها را از سر گذرانده است و در این مرحله رفتارهایی مانند سمور و سگ آبی را از خود نشان می‌داده است. یعنی مثلاً شکار خود را از داخل محیط‌های آبی تأمین می‌کرده است. با وجود سکوت مدارک فسیلی در این‌باره، شواهد ریخت‌شناختی و رفتارشناختی زیادی برای تأیید این دیدگاه وجود دارد. برهنه بودن پوست انسان، به همراه وجود لایه‌ای چربی در زیر آن، می‌تواند به خوبی به عنوان سازشی برای زندگی آبی در نظر گرفته شود. سازشی که با شدتی بسیار بیشتر در دلفین‌ها و سایر وابستگان به راسته‌ی آب‌بازان دیده می‌شود. از سوی دیگر شکل بینی انسان، که امکان خوردن غذا در زیر آب را برایش فراهم می‌کند، و الگوی خوابیدن موهای روی پشت بدن هم با این دیدگاه سازگار هستند. از نظر رفتارشناختی هم، شواهد زیادی وجود دارد. انسان تنها نخستی شناخته‌شده است که می‌تواند شنا کند و از آب نمی‌ترسد. اگر نوزاد چندروزه‌ی انسان را در آب بیندازیم می‌تواند به صورت بازتابی و خودکار حرکات شنا را انجام دهد و در آب جابه‌جا شود. هم‌چنین توانایی بالای کنترل ارادی حرکات تنفس در انسان می‌تواند به عنوان نوعی سازش با شنا کردن در نظر گرفته شود. انسان به عنوان جانوری که در نزدیکی آب زندگی می‌کرده و بخشی از عمر خود را در آب می‌گذرانده، نیازی به پوشش پشمین روی بدنش نداشته است.

٤. مقاومت در برابر انگل خارجی. شیوه‌ی زندگی انسان به عنوان شکارچی و لاشه‌خوار، می‌تواند توضیحی دیگر برای برهنه بودن انسان باشد. موجوداتی که از لاشه‌ی حیوانات دیگر تغذیه می‌کنند، همیشه در خطر ابتلا به انگل‌های خارجی‌ای مانند کک‌ها و شپش‌ها هستند. به همین دلیل هم در بسیاری از جانوران لاشه‌خوار ــ به عنوان مثال گردن کرکس ــ پوست برهنه‌ای جایگزین بخش‌های دارای مو و پر شده که از اتصال انگل‌های پوستی به بدن جلوگیری می‌کند.[۷۷۸] زندگی لاشه‌خوارانه‌ی انسان راست‌قامت می‌توانسته فشار تکاملی مؤثری را در جهت حذف موی بدن اعمال کند.

۵. رفتار جنسی. رفتار جنسی ویژه‌ی انسان و تداوم و بسامد بالای آن دلیل دیگری است که برای برهنگی انسان آورده‌اند. بدنی بدون مو، پایانه‌های حسی موجود در پوست را بدون حفاظ چندانی در همسایگی محرک‌های بساوایی خارجی قرار می‌دهد، و برخی از این محرک‌ها ــ که از نظر تکاملی برای موجود پاداش‌دهنده بوده‌اند ــ می‌توانند به رفتار جفتگیری مربوط شوند. در واقع، می‌توان با تفسیر کم شدن موی بدن به عنوان سازشی برای تنوع بیشتر رفتار جنسی و بیشتر کردن لذت ناشی از آن، نوعی برداشت لذت‌انگارانه[۷۷۹] از قضیه ارائه کرد.[۷۸۰]

در میان تمام این نظریه‌ها، آن که عاملِ تابش نور خورشید را مهم می‌داند، کلیدی‌تر از همه است. بی‌تردید بقیه‌ی عوامل مانند انتخاب جنسی و رتبه‌بندی اجتماعی نیز با تکامل مو و شکل ظاهری تن پیوند دارند. اما چنین می‌نماید که سه متغیر اصلیِ مربوط به پوشش تن و پوست انسان به طور هم‌زمان و وابسته به اقلیم گرم

---

778 Rantala, 1999.

779- Hedonistic

۷۸۰ . موریس، ۱۳٦٤

و آفتابی آفریقا تکامل یافته باشد. انسان، علاوه بر آن‌که تنی برهنه و بی‌مو دارد، بیشترین تراکم غدد عرقی را در کل راسته‌ی نخستی‌ها داراست. رنگ پوست تیره‌ی نیاکان ما، که در جمعیت آفریقایی، استرالیایی، جنوب آسیایی، و بومیان اقیانوس آرام باقی مانده نیز در میان میمون‌های دیگر قاعده نیست و قاعدتاً دلیلی برای تکامل یافتنش وجود داشته است. در واقع، بیشتر پژوهشگران اعتقاد دارند که رنگ پوست نیاکان دوردست ما، مثل شامپانزه سپید بوده و با پوستینی از موی تیره رنگ پوشیده می‌شده است.[۷۸۱]

مهم‌ترین کارکرد سیاهی پوست جلوگیری از ورود اشعه‌ی فرابنفش به بافت‌های زنده و کم کردن احتمال سرطان پوست است. تراکم رنگیزه در جمعیت‌های انسانی با عرض جغرافیایی زیستگاه‌شان ارتباط دارد، اما ضریب همبستگی آن با شدت تابش سالانه‌ی نور فرابنفش، به ۰/۹۳ می‌رسد که بیشتر و معنادارتر است. عامل اصلی تعیین‌کننده‌ی رنگیزه‌های پوست، پروتئینی است به نام «گیرنده‌ی ۱ ملانوکورتین»[۷۸۲] که در سلول‌های پوست پیامِ هورمونیِ مربوط به انباشت رنگیزه‌ها را دریافت می‌کند. ژن این پروتئین در جمعیت آفریقایی شکلی کهنسال و یک‌دست دارد، اما در جمعیت‌های دیگرِ غیرآفریقایی تنوع زیادی از خود نشان می‌دهد و تغییر رنگ پوست را ممکن ساخته است. شکل اجدادی این ژن که در آفریقایی‌ها دیده می‌شود، دست‌کم ۱/۲ میلیون سال پیش تکامل یافته است.[۷۸۳] شواهد ژنتیکی نشان می‌دهد که رنگیزه‌های تیره‌ی پوست انسان در حدود دو میلیون سال پیش پدید آمده‌اند، و ساعت مولکولی تاریخِ از بین رفتن موهای تن را نیز در همان حدود قرار می‌دهد. احتمالاً تکامل غدد عرق پوست نیز در همین حدود به سرانجام رسیده است، چون ترشح

---

781 Muehlenbein, 2010: 195.
782 MC1R: Melanocortin 1 Receptor
783 Muehlenbein, 2010: 195-197.

عرق زمانی بدن را خوب خنک می‌کند که پوششی پشمی بر روی پوست وجود نداشته باشد و مانع تبخیر عرق نشود. تیره بودن رنگ پوست علاوه بر کاهش خطر آفتاب‌سوختگی و سرطان پوست، احتمالاً بختِ پنهان شدن از چشم شکارچیان و دستیابی راحت‌تر به شکار را نیز بالا می‌برده است.[۷۸٤]

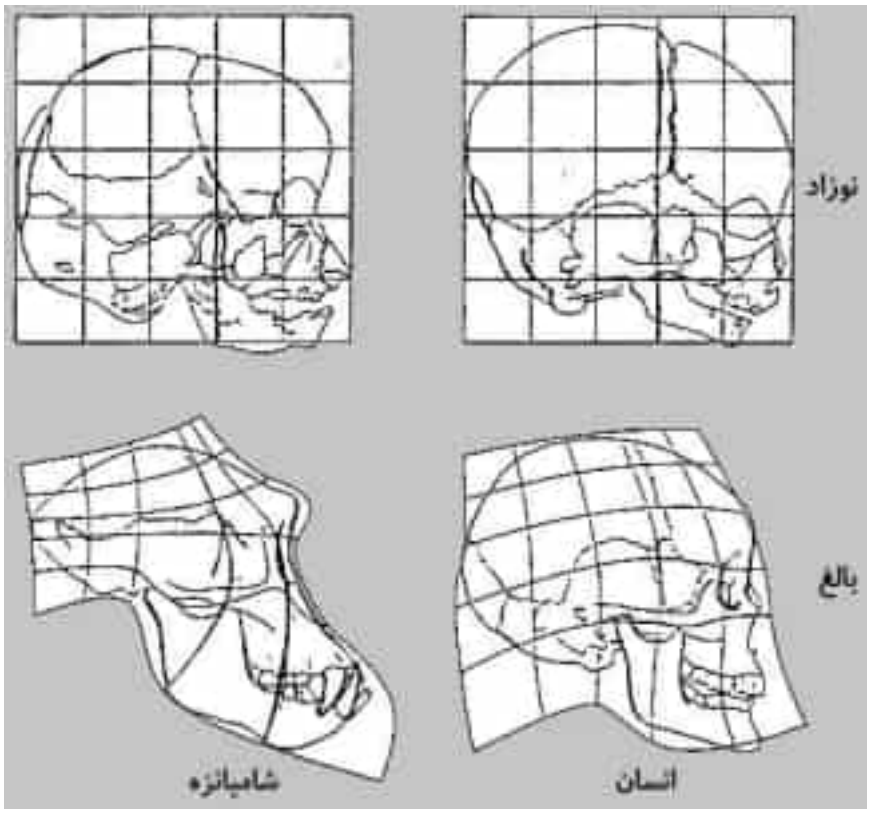
به این ترتیب، تقریباً هم‌زمان با پیدایش انسان راست‌قامت و انسان کارگر، هر سه عاملی که فعالیت در روزهای گرمِ ساواناها را ممکن می‌سازد، در نیاکان انسان تکامل یافته است.[۷۸۵] احتمالاً پیوند همین سه عامل، یعنی برهنگی پوست، عرق کردن زیاد و سیاهی پوست بوده که شکارچی و گوشت‌خوار شدن، و در نهایت خروج انسان راست‌قامت از آفریقا را ممکن ساخته است.

٦. کودک‌وارگی.[۷۸٦] کودک‌وارگی دلیل دیگرِ مفروض برای برهنه بودن انسان است. نوزاد تمام نخستی‌ها مانند انسان بالغ کم‌مو هستند. صفات فراوان دیگری هم بر حالت بچه‌نمایی انسان دلالت دارند، که کنجکاوی، بازی کردن و خلاقیت عملگرایانه را می‌توان از آن میان نام برد. جنین انسان در مراحل ١٤ تا ٢٢ تکوین درون رحمی به مدت یک ماه دارای اندام‌های ناکارآمدی مانند پلک سوم و عضله‌ی آن است که در مراحل بعدی از بین می‌رود، اما وجود این اندام در میمون‌های ابتدایی، پیوند وراثتی گونه‌ی ما با سایر نخستی‌ها را نشان می‌دهد. اندام‌های مشابه دیگری نیز در بدن انسان بالغ دیده می‌شوند. مثلاً دندان عقل، عضله‌های تکان‌دهنده‌ی گوش، اندام یاکوبسون[۷۸۷] که در سایر پستانداران گیرنده‌ی فرومون‌های جنسی است، و عضلات گیرنده‌ی

---

784 Muehlenbein, 2010: 197.
785 Dunsworth, 2007: 122.
786- Neotenie
787 Jacobson's organ

موجود در کف پا[۷۸۸] که در میمون‌ها به کار گرفتن شاخه‌ها می‌آید اما در انسان عملاً هیچ کارکردی ندارند و حتی در ۹ درصد انسان‌ها دیده نمی‌شود.[۷۸۹] این‌ها همه بقایای اندام‌هایی هستند که زمانی در گونه‌های اجدادی انسان کارکرد داشته و سودمند بوده‌اند، اما در گونه‌ی انسان خردمند به بخش‌هایی تحلیل رفته و ناکارآمد تبدیل شده‌اند.



نمودی از کودک‌وارگی در انسان. جمجمه‌ی نوزاد انسان و شامپانزه ساختاری کمابیش یکسان دارند، اما در مسیر رشد، جمجمه‌ی شامپانزه دچار تغییر شکل می‌شود در حالی‌که جمجمه‌ی انسان بالغ بخش عمده‌ی ساخت اولیه‌ی خود را حفظ می‌کند.[۷۹۰]

(Cambridge, 1992)

---

[788] plantaris muscle
[789] Muller, 2002: 1131–1133.
[790] Lewin, 1998:35.

۷. آلومتری.[۷۹۱] بر مبنای این دیدگاه، بزرگ شدن اندازه‌ی بدن انسان، با افزایش متناسب تعداد پیازهای موی روی سطح بدن همراه نبوده است و برهنگی پوست در واقع نوعی خصوصیت ثانویه و فرعی است که در اثر تغییر شکل بدن انسان و رشد خاص و موضعی‌اش بروز کرده است.

از مجموعه‌ی این دیدگاه‌ها، که معمولاً با هم جمع‌پذیر هم هستند، اهمیت تکاملی برهنه بودن انسان را می‌توان حدس زد. در این میان، کودک‌وارگی و سازش با محیط گرم اهمیتی بیشتر دارند و می‌توان سایر دیدگاه‌ها را به نحوی در این دو عامل عمده گنجاند. کودک‌وارگی، نوعی بازگشت تکاملی به نقطه‌ی پایداری است که قبلاً در خمینه‌ی پویایی گونه تجربه شده است. برخلاف دیدگاه قدیمی‌تر، این به معنای پسرفت تکاملی و تکامل معکوس نیست. هر گونه، در خطراهه‌ی دگرگونی‌اش بر فضای حالتش، دارای جذب‌کننده‌هایی است که نقاط تعادل و پایداری ریختی و رفتاری آن را نشان می‌دهند. برخی از دگرگونی‌های کالبدشناختی، مثلاً سیر رشد جنینی، یا تبدیل لارو به حشره‌ی بالغ، در واقع چیزی جز حرکت سیستم بر روی این نقاط جذب‌کننده نیست. در این معنا، حالت جنینی یک موجود، وضعیت نابالغ آن، و شکل بالغش، هر یک جذب‌کننده‌های خاص خود را دارند که به صورت مسیری در جریان رشد و تکوین جاندار پیموده می‌شود. جنین‌های مهره‌دارانی که در سیر تکوین خود مراحلی ابتدایی‌تر ــ مانند داشتن شکاف آبششی یا دم ــ را از خود نشان می‌دهند، در واقع مشغول عبور از روی این نقاط تعادلی هستند.

---

[791]- Allometry

این امکان وجود دارد که سیستم در شرایطی به خاطر فشارهای درونی یا بیرونی تکاملی، به جذب‌کننده‌ی قبلی خود بازگشت کند. در چنین شرایطی خصوصیات مربوط به دوره‌ی قبلی زندگی در بدن جاندار پدیدار می‌شود و این همان چیزی است که کودک‌وارگی خوانده می‌شود. در مورد این‌که انسان به این معنای جدید کودک‌واره است تردیدی وجود ندارد. در مسیر پویایی جنین‌شناختی نخستی‌ها، یک جذب‌کننده‌ی مهم وجود دارد که در سایر گونه‌ها جز در برش کوتاهی از دوران کودکی تجربه نمی‌شود. اما در انسان بخش عمده‌ی عمر فرد در همین جذب‌کننده می‌گذرد. این نقطه‌ی تعادلی، از نظر ظاهری با پوست برهنه و چربی زیر پوست زیاد و از نظر رفتاری با کنجکاوی و بی‌قراری و تکاپوی زیاد همراه است. ناگفته پیداست که بازگشت به یک نقطه‌ی تعادلی خاص به تنهایی معنای چندانی ندارد و صفات کنونی انسان باید در این زمینه‌ی گسترده‌تر مورد توجه قرار گیرد.

کودک‌وارگی در انسان نوعی پدیده‌ی وابسته به جنس هم محسوب می‌شود. در سایر جانوران فاقد مو ــ مثل گراز یا کرگدن ــ پوستی خشن و زبر وجود دارد. آنچه در انسان دیده می‌شود، پوستی ظریف و آسیب‌پذیر و شبیه به نوزاد است که تا آخر عمر دوام می‌آورد. این پوست ظریف با وجود آسیب‌پذیری‌اش، به لحاظ کارکرد جنسی‌اش گزینش شده و در محکم‌تر کردن روابط اجتماعی کاربرد پیدا کرده است. نتیجه‌ی این کودک‌وارگی، آمیخته شدن محبت نر ـ بچه و نر ـ ماده، و پیدایش روابط عاطفی محکم میان زنان و مردان بوده است. شاید هم به همین دلیل، کودک‌وارگی زنان از مردان بیشتر باشد.

اهمیت کارکرد جنسی شکل ظاهری بدن، نه تنها در برهنه بودن پوست و کودک‌وارگی، که در توزیع چربی در زیر پوست و پیدایش اندام‌های خاصی مانند پستان‌ها و کفل هم دیده می‌شود. هم‌چنین گروهی از متخصصان، صفت مهم انسانی دیگری را هم به گزینش جنسی مربوط می‌دانند، و آن رنگ پوست است.

یکی از مشخص‌ترین ویژگی‌های جمعیت‌های گوناگون انسانی، رنگ پوست متفاوت‌شان است. دیدگاه سنتی تکاملی، تفاوت در رنگ پوست جمعیت‌های انسانی را به بوم‌های گوناگونی که این جمعیت‌ها در آن زندگی می‌کردند مرتبط می‌دانست. این تفسیر، اگر در بازه‌ی زمانی بزرگی طرح شود، درست است. چراکه می‌دانیم بوم اولیه‌ی همه‌ی نژادهای دارای رنگ پوست سیاه بخش‌های استوایی و گرمسیری آفریقا بوده است، و زردپوستان (جمعیت آسیایی شمالی و جنوبی) در بیابان‌های پرنور و خشک چین و مغولستان ساکن بوده‌اند. هم‌چنین در مورد ارتباط رنگ پریده‌ی سفیدپوستان بومی شمال اوراسیا، با سردسیر بودن محیط زیست‌شان تردید کمی وجود دارد. اما وقتی از صدهزار سال پیش ــ که زمان اشتقاق جمعیت‌های یادشده است ــ به سوی زمان حال پیش می‌رویم، با الگوهایی معماگونه روبه‌رو می‌شویم. با وجود تحرک شدید و جابه‌جایی پردامنه‌ی این نژادها، و وجود امکان آمیختگی ژنتیکی‌شان با یکدیگر، دورگه‌سازی‌های پردامنه تا قرن اخیر سابقه نداشته، و این موضوعی است که نیازمند شرح و تحلیل بیشتر است.

اگر میدان دید خود را تا عصر نوسنگی، یعنی ده هزار سال پیش، محدود کنیم، می‌بینیم که وابستگی اولیه‌ی رنگ پوست و بوم به دلیل مهاجرت‌های بزرگ جمعیت‌های انسانی از بین رفته است. زردپوستانِ سینودونت به بوم‌هایی بسیار متنوع ــ از قطب شمال گرفته تا برزیل ــ هجرت کردند و سفیدپوستان در کل مناطق اوراسیا پراکنده شدند. پرسشی که در اینجا باقی است این است که چرا این رنگ‌های پوست متفاوت تا امروز هم‌چنان در جمعیت‌های انسانی باقی مانده‌اند و به دلیل سازش با محیط‌های جدیدشان تغییر شکل نیافته، و یا در اثر ترکیب با جمعیت‌های دیگر به یک رنگ میانه تبدیل نشده‌اند. این پرسش را در کنار این واقعیت ببینید که تنوع تراکم رنگیزه در چشم و موی انسان هم بسیار زیاد است و هیچ نخستی دیگری نیست که رنگ چشمانش از آبی روشن تا سیاه، و رنگ موهایش از بور تا مشکی تغییر کند.

دیدگاه داروین در مورد رنگ مو و چشم، این بود که این عناصر در گزینش جنسی اهمیت دارند و به طور مستقیم بر شایستگی زیستی فرد تأثیری ندارند. این پاسخ، امروز از سوی برخی از نظریه‌پردازان به رنگ پوست هم تعمیم داده شده است. این افراد پایداری رنگ‌های گوناگون پوست را به ادراک زیبایی‌شناختی متفاوت جمعیت‌های انسانی برمی‌گردانند، عاملی که می‌تواند باعث گزینش افراد دارای رنگ خاص در جمعیت‌های مختلف شود و تفاوت رنگ‌ها را هم‌چنان حفظ کند.[۷۹۲]

چشم

شکل چشم انسان ویژه است و با چشم سایر نخستی‌ها تفاوت ریختی آشکاری دارد. معمولاً در بررسی ریخت‌شناسی چشم، به سه شاخص عمده توجه می‌کنند. یکی از آن‌ها شاخص اندازه‌ی صلبیه (SSI)[۷۹۳] خوانده می‌شود و عبارت است از نسبت اندازه‌ی صلبیه به قرنیه. دیگری نسبت ارتفاع به عرض (WHR)[۷۹۴] چشم است که به اندازه‌ی کافی گویا هست. سومی هم رنگ چشم است که بنا بر تراکم رنگیزه‌های موجود در صلبیه و عنبیه سنجیده می‌شود. گروهی از دانشمندان ژاپنی این سه شاخص را در ۸۸ گونه از نخستی‌ها اندازه‌گیری کردند و آن را با شیوه‌ی زندگی و نوع تغذیه‌ی صاحبان‌شان مرتبط یافتند.[۷۹۵]

---

[792] Diamond,1991:56-95.

[793]- Sclera Size lndex

[794]- Width Height Ratio

[795] Kaboyashi and Koshima, 1997.

SSI، که اندازه‌ی نسبی صلبیه را بیان می‌کند، با وزن و طول بدن نسبت مستقیم دارد. هر چه اندازه‌ی موجود کوچک‌تر باشد، جمجمه هم کوچک‌تر خواهد بود و بنابراین جای کمتری برای عضلات تکان‌دهنده‌ی چشم در حدقه باقی خواهد ماند. نخستی‌های کوچک معمولاً شب‌خیز هستند و بنابراین به قرنیه و مردمکی بزرگ نیازمندند که بتواند کمبود تحرک چشم‌شان را جبران کند. به همین دلیل هم اندازه‌ی صلبیه به نفع گسترده شدن این دو بخش، کاهش می‌یابد و الگویی ریختی تولید می‌شود که به طور مشخص در تارسیه‌ها و لوریس‌ها دیده می‌شود. شکل ظاهری چشم این جانوران به بخش رنگینِ قرنیه محدود می‌شود که مردمکی درشت در وسطش قرار گرفته است. صلبیه به دلیل رانده شدن به پشت حدقه از بیرون قابل مشاهده نیست.

گونه‌های بزرگ‌تر نخستی، به دلیل دارا بودن جمجمه‌ای بزرگ‌تر، جای بیشتری برای قرارگیری عضلات تکان‌دهنده‌ی چشم دارند و معمولاً روزخیز هستند. در این جانوران چشم مردمکی کوچک و صلبیه‌ای گسترده دارد، و کوچک بودن ورودی نور به چشم با حرکات زیاد چشم و سیم‌کشی عصبی تنظیم‌کننده‌ی توجه و جهت نگاه جبران می‌شود.

با توجه به این‌که انسان بلندقامت‌ترین نخستی است و یکی از سنگین‌ترین بدن‌ها را هم دارد، طبیعی است که نوع دومِ چشم در او دیده شود. به این دلیل هم نسبت صلبیه به عنبیه/ قرنیه در چشم انسان زیاد است و اصولاً صلبیه از بیرون پلک‌ها هم دیده می‌شود. انسان بیشترین مقدار SSI را در میان کل نخستی‌ها دارد و شامپانزه پس از او در مقام دوم قرار می‌گیرد. این بدان معناست که اندازه‌ی نسبی صلبیه در چشم انسان بیشترین و اندازه‌ی نسبی عنبیه در آن کمترین مقدار را در نخستی‌ها دارد.

تغییراتِ شاخص عرض به ارتفاعِ چشم، نسبت مستقیمی با شیوه‌ی زندگی نخستی‌ها دارد. نخستی‌های درخت‌زی، با توجه میراث شب‌خیز بودن‌شان، معمولاً چشمانی درشت دارند که نسبت عرض به ارتفاع آن کم است. چشمان گِردِ لمورها و گالاگوها نمونه‌ی خوبی از این نوع چشمان است.

گونه‌های دشت‌زی، بر خلاف موجودات درخت‌زی در محیطی زندگی می‌کنند که تقارن فضای آن توسط خط افق شکسته شده است. در این موجودات منظره‌ی پیش چشم به دو بخشِ زیرِ افق (زمین) و بالای افق (آسمان) تقسیم می‌شود که اولی انباشته از محرک‌های بینایی مهم و دومی تُنُک‌مایه و خالی است. محرک‌های حسی مهم برای این موجودات، معمولاً در راستای خط افق نسبت به ایشان حرکت می‌کند. حال این محرک می‌تواند به شکارچی‌ای مربوط باشد که به سوی موجود حمله کرده، یا شکاری که از وی می‌گریزد.

بنابراین گونه‌هایی که بر روی زمین زندگی می‌کنند، باید برای نگریستن در امتداد خط افق تخصص یابند. به همین دلیل هم شکل چشم در این موجودات عرضی‌تر است و چشمان به حالتی خطی و کشیده در چهره قرار می‌گیرند. انسان تخصص‌یافته‌ترین نخستی زمین‌زی است و شاید به همین دلیل هم باشد که WHR انسان در میان نخستی‌ها بیشینه است. این دو مقدار، یعنی WHR و SSI در نوزاد انسان، مقادیری کمتر دارند و رشد تدریجی‌شان در روند بالغ شدن به شکل خاص چشم انسان می‌انجامد.

ویژگی دیگرِ چشم انسان، به رنگ صلبیه مربوط می‌شود. تقریباً در تمام نخستی‌ها صلبیه هم‌رنگ پوست بدن است و در نگاه اول از بقیه‌ی بدن تشخیص داده نمی‌شود. اصولاً چشم بخشی حساس و آسیب‌پذیر از بدن است و در تمام جانوران گرایشی فراگیر برای استتار کردن و مخفی نمودنش از چشم دشمنان احتمالی وجود دارد. این کار ممکن است مانند دلقک‌ماهی با کشیده شدن خطی رنگی بر روی بدن و چشم انجام گیرد، یا با ایجاد لکه‌هایی رنگی به شکل چشم‌های دروغین در پشت بدن، مانند آنچه در لارو برخی از حشرات و بال پروانه‌ها دیده می‌شود. این روند استتار چشم، در رنگی بودن صلبیه‌ی نخستی‌ها هم دیده می‌شود و کاملاً عادی تلقی می‌شود.

در برخی از نخستی‌ها این قاعده‌ی استثناری بودن رنگ صلبیه نقض می‌شود. مثلاً صلبیه‌ی میمون‌های ماکاک به رنگ خاکستری مات است و میمون گُلدی[۷۹۶] هم، با وجود صلبیه‌ی استثناری قهوه‌ای رنگش، در اطراف عنبیه‌اش حلقه‌ای سفید رنگ دارد.

در این میان چشم انسان یک استثنای مشخص است، چرا که تنها صلبیه‌ی سفید در کل نخستی‌ها را در این گونه می‌بینیم. این رنگ سفید، در اثر رسوب کردن مواد پروتیدی در سطح صلبیه به وجود می‌آید و از نظر تکاملی با اجتماعی بودن انسان گره خورده است. انسان تنها گونه‌ی نخستی است که چشمی چنین نمایان دارد. عنبیه‌ی رنگی و صلبیه‌ی سفید، که برجسته و آشکار شدن تخم چشم را به دنبال دارد، تنها در انسان دیده می‌شود. توجه داشته باشید که با توجه با شاخص‌های ژنتیکی، جمعیت اولیه‌ی انسان‌های خردمندی که در آفریقا تکامل یافتند سیاهپوست بوده‌اند و صلبیه‌ی سفید هم در همان‌ها برای اولین بار تکامل یافته است. حضور صلبیه‌ای سفید در چهره‌ای سیاه، به ویژه هنگامی که با عنبیه‌ای رنگین همراه شود، آشکارا چشم را علامت‌گذاری می‌کند. به نظر می‌رسد در مسیر تکامل و همگام با پیچیده‌تر شدن ساخت جوامع و لزوم ایجاد ارتباط بیشتر با افراد هم‌گونه، تشخیص این‌که فرد مقابل دارد به چه سمتی نگاه می‌کند از اهمیتی زیاد برخوردار شده است. در نتیجه، چشم با رنگی متمایز از پوست نشانه‌گذاری شده و منطقه‌ی مربوط به مردمک، یعنی بخش نشانگر جهت نگاه هم در این میان بار دیگر با نشان‌های رنگین مشخص شده است. در نتیجه، آدمیان با یک نگاه به چهره‌ی هم می‌توانند چشم دیگری را تشخیص دهند و جهت نگاه وی را دریابند.

---

[796] Callimico goeldii

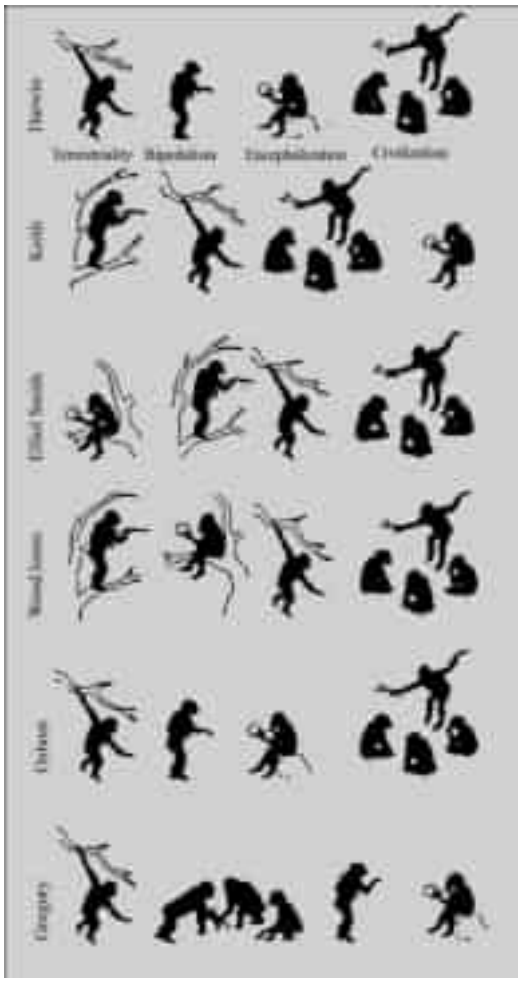
این ارتباط چشمی، که هم‌اکنون نیز ساده‌ترین شکل ارتباط غیرکلامی در میان آدمیان می‌باشد، شاید یادگاری از روزگاران کهنی باشد که هنوز زبان به عنوان ابزاری ارتباطی در انسان تکامل نیافته بود. صلبیه‌ی چشم ما، که شاید یکی از ابتدایی‌ترین اشکال ارتباط رویاروی معنادار را در بین افراد خویشاوند و همسایه ممکن می‌کرده، در همین مسیر تکامل یافته است.[۷۹۷] اهمیت این امر تا حدی است که تصور موجودی با صلبیه‌ی غیرسپید و مردمک فاقد نشانه‌گذاری، به طور خودکار با غیرانسانی بودنش گره خورده است. با نگاهی کوتاه به فیلم‌های ترسناک درمی‌یابیم که تقریباً همه‌ی موجودات خطرناک و هیولاگونه‌ی بازنموده‌شده در آن‌ها یکی از این دو ویژگی را دارند: یا صلبیه‌شان رنگی است (در فیلم‌های بیگانه، ویرانگر، شکارچی،...)، و یا مردمکی آشکار در چشم‌شان دیده نمی‌شود (جن‌گیر، کلبه‌ی وحشت و...).

موجودی که چشمش، یا جهت نگاه کردنش نامشخص باشد تهدیدکننده، غریبه، عجیب و خطرناک جلوه می‌کند و موجوداتی که چشم درشت و عنبیه‌ی رنگی دارند (گربه، عروسک‌ها و جانوران کارتونی)، مورد محبت و توجه ما واقع می‌شوند. دلیل این امر اهمیتی کلیدی است که ارتباط چشمی در ارتباطات «انسانی» پیدا کرده است.

---

[797] Kaboyashi and Koshima,1997.

انسان موجودی اجتماعی است و بخش مهمی از رانه‌ها و فشارهای تکاملی مؤثر بر شکل‌گیری وی، خاستگاهی اجتماعی دارند. از این‌رو، در ادامه‌ی روندی که در پیش گرفته‌ایم، باید به تحلیل روابط درون‌گونه‌ای انسان و پیامدهای تکاملی اندرکنش آدمیان با یکدیگر نیز بپردازیم. هر یک از دیدگاه‌ها و نظریه‌های مهم در زمینه‌ی تکامل انسان، سیری خاص را برای پیدایش انسان کنونی پیشنهاد می‌کنند. در شکل روبه‌رو، ترتیب پیدایش چهار صفت ویژه‌ی آدمیان (زیستن بر زمین، حرکت بر دو پا، بزرگ شدن مغز و زندگی اجتماعی) را از دید نظریه‌پردازان مهم می‌بینیم.[۷۹۸]



[798] Lewin, 1998:16.

جنسیت

جنسیت در ساده‌ترین برداشت، تعیین‌کننده‌ی نقش موجود در «بازی بقای ژنوم» و تنظیم‌کننده‌ی شکل ظاهری فرد است. ساختار جنسیت توسط دو دسته از صفت‌های اولیه و ثانویه تعریف می‌شوند. صفات اولیه، صفت‌هایی هستند که به اندام‌های تناسلی و بافت‌ها و دستگاه‌های مربوط به فعالیت تولید مثلی، باروری و نگهداری جنین و فرزند اختصاص یافته‌اند. صفات ثانویه، ویژگی‌هایی هستند که به دوشکلی جنسی در گونه‌ی ما انجامیده‌اند و مانند صفات اولیه در اثر هورمون‌های جنسی تولید می‌شوند. برای ساده‌تر شدن بحث، این دو را از هم تفکیک می‌کنیم و به طور جداگانه به هر یک می‌پردازیم.

صفات اولیه‌ی جنسی

صفات اولیه‌ی جنسی، به ویژگی‌های فیزیولوژیک، کالبدشناختی و رفتاری‌ای مربوط می‌شود که به طور مستقیم در زادآوری و تولیدمثل نقش ایفا می‌کنند. این صفات، در نخستی‌های نر و ماده دو الگوی متمایز را پدید آورده‌اند که انسان در هر دو زمینه ویژگی‌هایی استثنایی و چشمگیر دارد.

شامپانزه‌ی کوتوله از نظر ریخت‌شناختی و ژنتیکی نزدیک‌ترین گونه‌ی زنده به انسان است. پیش از این اشاره شد که این موجودات در تمام فصول سال پذیرندگی جنسی خود را حفظ می‌کنند. امروز آشکار شده است که این ویژگی تأثیری ژرف بر سازماندهی اجتماعی و شیوه‌ی زندگی آن‌ها داشته و شباهت‌هایی را با گونه‌ی انسان رقم زده است.

در این میمون، به دلیل پذیرندگی همیشگی جنس ماده، تعداد کل جفتگیری‌ها در طول سال زیاد است و احتمال بارور شدن ماده در اثر یک جفتگیری منفرد بسیار کاهش می‌یابد. این بدان معنا است نری که در مقطع زمانی خاصی با یک ماده جفتگیری می‌کند، نمی‌تواند مطمئن باشد که پدر فرزندان او خواهد بود. برای

شامپانزه‌ی نر ــ مثل هر جاندار دیگر ــ انتقال ژنوم به نسل بعد است که اهمیت دارد. نر، بر خلاف ماده‌ای که باردار می‌شود، نمی‌تواند بر اساس نشانه‌های فیزیولوژیک صریحی مانند بارداری و زایمان از بچه‌دار شدن خود اطمینان حاصل کند. پس، نر ناگزیر است با ماده رابطه‌ای شخصی و مستمر برقرار کند و در دسته‌اش به عنوان تنها میمونی که با او جفتگیری می‌کند به رسمیت شناخته شود، تا شانس بارور بودن خود را افزایش دهد. به عبارت دیگر، در میمونی اجتماعی مانند شامپانزه‌ی کوتوله، دو فشار هم‌زمان ــ در انحصار داشتن ماده‌ای برای تولید مثل و کاهش رقابت میان نرها ــ به نوعی طرد رقابتی و قلمروگیری درون‌اجتماعی می‌انجامد. قبلاً به این موضوع اشاره کردیم که در شرایط رقابتی شدید، افراد درگیر در رقابت با روند طرد رقابتی کنام و منابع مورد نیاز خود را از هم تفکیک می‌کنند و به این ترتیب از زیر بار مسابقه بر سر منابع آزاد می‌شوند. اختصاص یافتن یک یا چند ماده به یک نر در داخل جوامع شامپانزه‌ی کوتوله هم، چنین پدیداری است و در واقع نوعی سازوکار کاهش تنش درون‌گروهی را تشکیل می‌دهد.[۷۹۹]

این شیوه‌ی خاص از رفتار جنسی، مانند جذب‌کننده‌ای در فضای حالت رفتارهای اجتماعی شامپانزه‌ی کوتوله عمل می‌کند و رفتارهایی انسان‌وار را در آن‌ها ایجاد می‌نماید. پایبند بودن یک نر و ماده‌ی مشخص به زندگی با هم ــ هرچند وابستگی نر به ماده کمتر است ــ نوعی رابطه‌ی شخصی را میان‌شان ایجاب می‌کند. این میمون‌ها هم مانند انسان و برخلاف سایر نخستی‌ها و پستانداران دیگر، از جلو جفتگیری می‌کنند و نر و ماده به دنبال جفتگیری، ارتباط‌های درازمدت و مستمری را با هم برقرار می‌کنند. این شخصی شدن هم‌آوری و همکاری جفت‌ها در بزرگ کردن بچه‌ها و دستیابی به منابع، شالوده‌ی خانواده‌ی انسان است، که ساده‌ترین

---

[799] de Waal, 1995.

شکلش در شامپانزه‌های کوتوله دیده می‌شود. همان‌طور که شاید بتوانید حدس بزنید، روابط جنسی در جوامع کوچک این میمون‌ها نقش تنظیم‌کنندگی مهمی دارند و ماده‌ها از آن به عنوان وسیله‌ای برای کسب موقعیت‌های اجتماعی و دسترسی به منابع استفاده می‌کنند. در همین زمینه، می‌بینیم که در این شامپانزه خشونت نر نسبت به ماده کمتر از سایر میمون‌ها دیده می‌شود و نر همراه ماده برای بزرگ کردن فرزندان خود همکاری می‌کند. این رفتاری است که در سایر میمون‌ها با این فراوانی رایج نیست.[۸۰۰] از یاد نبریم که در حالت عادی و آماری در جهان جانوران، نقش نر در تولید مثل تنها به جفتگیری کردن و منتقل کردن اسپرم محدود می‌شود و این الگوی خاص از رفتار تناسلی باید حالتی ویژه دانسته شود.

انسان هم از نظر رفتار هم‌آوری دارای الگویی مشابه است. چرخه‌های تخمک‌گذاری در جنس ماده‌ی انسان، فاقد نمود ظاهری است. به این ترتیب، باروری و پذیرندگی جنسی در این گونه‌ها نوعی دوشاخه‌زایی را تجربه کرده و به صورت دو متغیر مستقل از هم درآمده است. از این رو، درست مانند شامپانزه‌ی کوتوله، و در ابعادی بسیار کلان‌تر از نظر پیچیدگی، «جنسیت» شالوده‌ی نظم اجتماعی است.

مهم‌ترین تفاوت فیزیولوژیک در بدن انسانِ نر و ماده، تفاوت در غدد جنسی، و بنابراین اختلاف در ترکیب هورمون‌های جنسی است. هورمون‌های یادشده، در چند مرحله‌ی پیاپی ــ که رشد جنینی و تغییرات مربوط به سن بلوغ در آن میان مهم‌تر از بقیه هستند ــ ساختار و کارکرد اندام‌های تناسلی و ساختارهای پشتیبان تولیدمثل ــ مثل رحم ــ را تعیین می‌کنند. به این ترتیب، ریخت‌شناسی ظاهری اندام‌های تناسلی و بافت‌های

[800] de Waal, 1995.

مربوط به بچه‌داری ــ مثل غدد شیری سینه ــ مهم‌ترین نمودهای خارجی کارکرد این هورمون‌ها محسوب می‌شوند.

در بیشتر نخستی‌های نر، غدد تناسلی یا بیضه‌ها به دلیل نیازشان به دمایی کمتر از دمای درونی حفره‌ی شکمی، از ماه‌های آخر عمر جنین به داخل کیسه‌های بیضه[۸۰۱]، که در زیر شکم قرار دارد، مهاجرت می‌کنند. وزن بیضه‌ی یک انسان مذکر در حدود سی گرم است. این مقدار نسبت به وزن بدن، از شامپانزه کمتر و از گوریل بیشتر است. بر اساس بررسی انسان‌شناسان انگلیسی که نسبت وزن این اندام به بدن را در ۳۳ گونه از نخستی‌ها با هم مقایسه کرده‌اند، رابطه‌ی مستقیمی بین وزن بیضه و نوع رفتار جنسی وجود دارد. هرچه فواصل زمانی متوسط بین دو جفت‌گیری در نرهای یک گونه کمتر باشد، وزن بیضه‌ی آن‌ها بیشتر خواهد بود.

این امر از نظر تکاملی کاملاً معقول است. یک گوریل نر را در نظر بگیرید که در جامعه‌ای با ماده‌های دارای دوره‌ی مشخص جنسی زندگی می‌کند. گوریل‌های ماده پس از چهار یا پنج سالگی بالغ می‌شوند و پس از آن در هر ماه تنها چند روز پذیرندگی جنسی دارند. به این ترتیب، یک گوریل نر در بهترین شرایط بیشتر از ده دوازده بار در سال امکان جفتگیری نخواهد داشت. در این حالت، به دلیل کم بودن تعداد کل جفتگیری‌ها، احتمال این‌که هر جفتگیری به باردار شدن ماده بینجامد هم بیشتر خواهد بود. پس، راهکار جفتگیری در جانورانی مانند گوریل‌های نر بر تولید حجم کمی پشتاب[۸۰۲] استوار شده است. آشکار است که گوریل نر برای این کار نیاز به بیضه‌های بزرگی نخواهد داشت. بنابراین شمار بارهایی که گوریل نر جفتگیری می‌کند اندک است، اما احتمال این‌که هر یک از این جفتگیری‌ها به بارداری ماده منتهی شود بسیار است.

---

801 Scrutum.

802- Semen

در جانورانی مانند شامپانزه‌ی کوتوله و انسان وضع فرق می‌کند. در این موجودات، علایم بیرونی مشخصی که بیانگر فرا رسیدن دوره‌ی تخمک‌گذاری باشد، در ماده‌ها دیده نمی‌شود. از آنجا که ماده‌ها همیشه پذیرندگی خود را حفظ می‌کنند، نرها ناچار می‌شوند با بسامدی بیشتر با ایشان جفتگیری کنند. در شرایطی که معلوم نیست تخمک‌گذاری ماده کِی انجام می‌شود، نر ناگزیر است به طور مداوم رفتار جفتگیری را ادامه دهد تا احتمال باردار شدن تخمک با اسپرم خودش را افزایش دهد. در اینجا راهکار جفتگیری آن است که حجم زیادی پشتاب برای جفتگیری‌های پیاپی تولید شود، که هر کدام‌شان شانس اندکی برای باردار کردن ماده دارند. از آنجا که پذیرندگی ماده ارتباطی با توانایی فیزیولوژیک باردار شدنش ندارد، آن نری در مسابقه‌ی تکاملی شانس بیشتری خواهد داشت که با بسامد بالاتری با ماده‌های بیشتری جفتگیری کند و این دقیقاً الگویی است که در شامپانزه‌های عادی دیده می‌شود. شامپانزه‌ی نری که به این ترتیب چند بار در هفته جفتگیری می‌کند، نیازمند بیضه‌هایی بزرگ‌تر خواهد بود.

به این ترتیب، اندازه‌ی نسبی بیضه در نخستی‌ها ــ و هم‌چنین در انسان ــ می‌تواند به دو شکل مورد تفسیر قرار گیرد.

تفسیر نخست در واقع بیانگر قاعده‌ای فیزیولوژیک است. هرچه حجم اسپرم دفع‌شده ــ به دلیل تعداد بیشتر آمیزش ــ بیشتر باشد، حجم بیضه‌ها هم باید بزرگ‌تر باشد. تفسیر دوم، از زاویه‌ی تکاملی به موضوع نگاه می‌کند. در جوامعی که هرج‌ومرج جنسی حکم‌فرماست، هر نر می‌تواند با چند ماده جفتگیری کند و هر ماده از چندین نر نطفه دریافت می‌کند. بنابراین تنها چیزی که می‌تواند تعیین‌کننده‌ی برنده شدن یک نر در این رقابت باشد، تعداد اسپرماتوزوئیدهاست، که خود با حجم پُشتاب رابطه دارد. بنابراین حجم پشتابی که نر در رفتار جفتگیری‌اش سرمایه‌گذاری می‌کند، تعیین‌کننده‌ی شانس پدر شدن اوست.

در گوریل‌ها، هر ماده در هر ماه تنها چند روز پذیرندگی دارد، و هر نر هم حرمسرایی با چند ماده را راهبری می‌کند. بنابراین برای یک گوریل نرِ تازه بالغ‌شده، چند بار جفتگیری در سال کافی است تا بقای ژنومش را تضمین کند. اما در جانوری مانند شامپانزه این تعداد جفتگیری در سال اصلا کافی نیست. بر جوامع این میمون‌ها هرج‌ومرج کامل جنسی حکم‌فرماست و به این ترتیب، هر نر مرتباً در حال رقابت با نرهای دیگر است که ماده‌های بارورشده توسط او را دوباره و چندباره بارور می‌کنند. به همین دلیل هم یک شامپانزه‌ی نر عادی برای اطمینان از بقای ژنومش ناگزیر است تا چند بار در روز با دیگران جفتگیری کند! نتیجه‌ی طبیعی این‌که می‌بینیم وزن بیضه در شامپانزه‌ها در میان نخستی‌ها بیشینه است.

بیضه، از آنجا که در نخستی‌ها در بیرون از بدن و در کیسه‌های بیضه قرار دارد، عضوی حساس و مهم محسوب می‌شود. این عضو هم در تعیین هویت طرف مقابل، و هم در تعیین نقش اجتماعی یک نر به عنوان موجودی با پایگاه اجتماعی موفق یا ناموفق، اهمیت می‌یابد. به همین دلیل هم، این اندام در اندرکنش‌های حاکم بر افراد جامعه هم مؤثر است. از نظر ریختی، می‌بینیم که در بسیاری از میمون‌ها محل بیضه به وسیله‌ی رنگ‌ها یا بافت‌های پوششی خاصی نشانه‌گذاری شده است. یک مورد افراطی در این زمینه، ماندریل نر است که تزئینات رنگی روی بینی و گونه‌هایش، رنگ آبی و صورتیِ آلت و بیضه‌اش را بازنمایی می‌کند. به عبارت دیگر، در این میمون‌ها جانور نر بر صورت خود نقشه‌ی رنگی اندام‌های تناسلی‌اش را حمل می‌کند.

رقابت درون‌جنسی نرها و کشمکش ناشی از آن، علاوه بر نمودهای ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک، رفتارهای ویژه‌ای را هم تولید کرده‌اند. یکی از رفتارهای مشهورِ جوامع نخستی‌ها، جوریدن[۸۰۳] است که در واقع یکی

---

[803]- Grooming

از علل استحکام جامعه و نشانه‌ی دوستی افراد موجود در یک قبیله است. این رفتار می‌تواند اشکال بسیار متنوع به خود بگیرد، از جوریدن و کشتن شپش بدن در گوریل‌ها گرفته، تا تعریف کردن جوک و لبخند زدن در آدم. یکی از رفتارهای جالب در این میان، در بابون‌ها دیده می‌شود. این جانوران رفتارهای خوشامدگویانه‌ی خاصی دارند که یکی از آن‌ها به بحث ما مربوط می‌شود. بابون‌های نر وقتی به هم می‌رسند، بیضه‌ی خود را به هم عرضه می‌کنند و بابون دیگر آن را در دست گرفته و پس از لحظه‌ای رها می‌کند.[۸۰٤] این، در واقع، نوعی نمایش اعتماد متقابل است. چون عرضه کردن بیضه به یک نر دیگر، نماد چیز دیگری جز داشتن اعتماد مطلق به او نیست. فراموش نکنیم که گرانبهاترین عضو بدن افراد نر ــ البته از دید تکاملی ــ بیضه‌ی اوست! شاید بتوان رفتارهای مشابه در انسان را هم به همین هدف دانست. رفتارهایی مانند تعظیم (خم کردن پشت و ارائه‌ی گردن بی‌دفاع به حریف)، زانو زدن (کوچک و کوتاه نمودن قد، نوعی فروتنی)، و بلند کردن دست خالی (یعنی من اسلحه ندارم). که به ویژه این آخری، رفتاری جهانی برای ابراز صلح و دوستی آدمیان است. این علامت به قدری همگانی است که در سفینه‌ی «کاوشگر ۲»، که پیامی از زمین را برای ساکنان فرضی سایر سیارات می‌برد، لوحه‌ای طلایی با نقش مرد و زنی که دست خود رابه همین ترتیب بلند کرده بودند، نهاده شده است. این لوح، با این فرض ــ البته ساده‌انگارانه ــ طراحی شده است که سایر موجودات هوشمند هم، چنین علامتی را به عنوان دوستی و صلح تلقی خواهند کرد. باید همه امیدوار باشیم که موجوداتی با دندان‌های بلند پنج‌شاخه در کناره‌ی بدن، این لوح را پیدا نکنند، چون طبیعی است که محتوای پیام برای آن‌ها چیزی شبیه به اعلان جنگ خواهد بود!

---

[804] Rosenthal et al, 1991.

در جهان جانداران، قدرت مفهومی است که با بقای فرد و گونه پیوندی ناگسستنی دارد. آن گونه‌ای و جانداری نیرومندتر است که بخت بقای بیشتری داشته باشد و ژنوم خود را به شمار بیشتری از فرزندان، با شایستگی زیستی بالاتری، منتقل کند. به این ترتیب، ارتباط آشکار جنسیت و قدرت در جوامع انسانی نیز مفهوم‌تر می‌شود.

رقابت درون‌گونه‌ای در جانوران هم‌جنس، در شرایطی که تنها منبع مورد نظرِ جفت باشند، با یک جدال ساده ــ از نوع شاخ زدن بزها به هم ــ یا نمایش هنرمندانه ــ از جنس آواز خواندن قناری‌های نر ــ رفع و رجوع می‌شود. اما در جوامعی که از شمار بالای افراد هم‌گونه تشکیل یافته است، منابع دیگری هم‌چون غذا، زیستگاه و موقعیت اجتماعی نیز موضوع رقابت قرار می‌گیرند.

آدمیان به عنوان گونه‌ای اجتماعی، این پیوند بنیادین قدرت و جنسیت را به ارث برده‌اند. در جوامع انسانی، هم‌چنان ربطی مفهومی میان کامیابی و قدرت جنسی و پایگاه و قدرت اجتماعی وجود دارد. شاید در برخی از لایه‌های روشنفکرانه یا ریاضت‌طلبانه، این پیوند شکلی معکوس پیدا کند ــ که آن هم در جای خود نوعی رابطه است ــ اما معمولاً در زبان عامیانه‌ی مردم، با هم‌ارزی نزدیک این دو روبه‌رو می‌شویم.

تقلید رفتارهای نرینگی، و اغراق در نمایش اندام‌های مربوطه، شیوه‌ای از نمایش قدرت است که تنها در فرهنگ کوچه‌ی آدمیان دیده نمی‌شود. چنین الگویی در میان میمون‌های نزدیک به انسان قاعده‌ای رفتارشناختی محسوب می‌شود. در بعضی از شامپانزه‌ها و بابون‌ها، نرِ رئیس قبیله برای نشان دادن برتری خود چند وقت به چند وقت بر پشت سایر نرها می‌پرد و رفتار جفتگیری را تقلید می‌کند. این رفتار، ربط چندانی به خودِ جفتگیری ندارد و حرکتی نمادین است که موقعیت اجتماعی نرها را نسبت به هم مشخص می‌سازد. یعنی هرچه موقعیت اجتماعی نری در قبیله‌اش بالاتر باشد، این حق را دارد که بر پشت نرهای بیشتری بپرد و با

ماده‌های بیشتری جفتگیری کند. نر برتر قبیله هم کسی است که بر پشت همه‌ی نرها می‌پرد و می‌تواند با همه ماده‌ها جفتگیری کند.

در گونه‌های مختلف، تغییرات ریختی گوناگونی برای تحکیم این ساختار اجتماعی تکامل یافته است. مثلاً در قبیله‌ی گوریل‌ها موهای پشتِ نرِ برتر رنگ نقره‌ای پیدا می‌کند. در انسان هم گویا بزرگی آلت نمادی از جایگاه اجتماعی نرها باشد. رفتارهای رایجی که از دیرباز در جوامع انسانی وجود داشته و هنوز هم در تمام فرهنگ‌ها و جوامع دیده می‌شود، همه بر همین نکته تأکید دارند. هنوز هم لاف زدن از موضوعات جنسی در میان انسان‌های نر، به عنوان نوعی قدرت‌نمایی و خودبرتربینی محسوب می‌شود. شوخی‌های رایج، جوک‌ها، و حتی زبان کوچه‌ی غیررسمی همه‌ی فرهنگ‌ها، نمونه‌هایی از این نقش اجتماعی هستند. نگاه کوتاهی به ارزش شاخص‌های منسوب به مردانگی و رفتار مردانه در فرهنگ‌های گوناگون، ژرفای پیوند یادشده را نشان می‌دهد.

صفات ثانویه‌ی جنسی

جنس نر و ماده‌ی نخستی‌ها، به دلیل اثرات مختلف هورمون‌های جنسی‌شان، ریخت ظاهری ویژه‌ای پیدا می‌کنند که به دلیل نداشتن ارتباط مستقیم با اندام‌های مربوط به جفتگیری و باروری و دیرتر ظاهر شدن این صفات، به نام ویژگی‌های ثانویه‌ی جنسی شهرت یافته‌اند. این صفت‌ها از نظر ریختی باعث تمایز زنان از مردان می‌شوند و نوعی دوشکلی جنسی را پدید می‌آورند.

قاعده‌ای در جانورشناسی وجود دارد که گونه‌های دارای چندهمسری[۸۰۵]، تمایز جنسی شدیدتری را نسبت به گونه‌های تک‌همسر[۸۰۶] از خود نشان می‌دهند. بیشترین تمایز دوجنسی در پستانداران را در کنار بزرگ‌ترین حرم‌های شناخته شده می‌بینیم. اغراق‌آمیزترین مثال در این مورد، فیل‌دریایی جنوبی نر است که در حدود سه تُن وزن دارد و حرم‌هایی با ٤٨ ماده را بارور می‌کند. هر یک از ماده‌های این گونه در حدود ۳۵۰ کیلوگرم وزن دارند، یعنی در حدود یک دهم جنس نر.[۸۰۷]

دوشکلی جنسی در نخستی‌ها به اشکال گوناگون دیده می‌شود. صفت‌هایی که جنس نر را مشخص می‌کند، عبارتند از بزرگ‌تر و سنگین‌تر بودن بدن، عضلانی‌تر بودن تنه و اندام‌ها، بلندتر بودن دندان نیشِ فک بالا (مثلا در بابون‌ها)، بیشتر بودن موهای روی صورت و بدن، توزیع متفاوت موهای سر و تزئینات پوستی ویژه (مثل گونه‌ی اورانگ‌اوتان و تزئینات بینی و گونه‌ی ماندریل نر).

صفت‌های ثانویه‌ی جنس ماده را می‌توان زیر عنوان عمومی کودک‌وارگی دسته‌بندی کرد. صفت‌هایی که از نظر ظاهری زیر تأثیر هورمون‌های جنسی ماده ایجاد می‌شوند، تا حدودی تقلیدکننده‌ی شکل نوزاد انسان هستند. وجود لایه‌ای از چربی در زیر پوست، که ظاهری صاف و ظریف به بدن می‌دهد، غیرعضلانی و سبک‌تر بودن ساخت تنه، کمی موی بدن و صورت، و باقی ماندن بسیاری از صفات رفتاری کودکانه مانند صدای نازک، نشانه‌هایی از این کودک‌وارگی هستند. البته باید به این موارد صفات وابسته به زایمان و نگهداری

805- Polygamy
806- Monogamy
807 Diamond,1991:56-95.

فرزند را هم افزود. پهن‌تر بودن لگن‌خاصره، وجود پستان، و حجیم‌تر بودن حفره‌ی شکمی و پایین‌تر بودن مرکز ثقل بدن از جمله‌ی این موارد هستند.

جمع‌بندی تمام این شواهد ریختی، به این نتیجه می‌انجامد که شکل ظاهری بدن انسان تنظیم‌کننده‌ی مهمی مانند هورمون‌های جنسی را در کنار خود دارد، و این تنظیم‌کننده است که قرارگیری ساختار بدن در یکی از دو حالت نر یا ماده را تعیین می‌کند. چنان‌که گفتیم، ساختار فیزیولوژیک و ریخت‌شناسی بدن انسان، به طور کلی نوعی حالت کودک‌واره را از خود نشان می‌دهد. این صفتِ ریختی/ رفتاری، چنان‌که گفتیم از بازگشت خمینه‌ی پویایی تکامل انسان به نقطه‌ی تعادلی بر مسیر تکوین[۸۰۸] جنین انسان حاصل شده است. به این معنا که به دلیل فشارهای تکاملی، نقطه‌ی جذب‌کننده‌ای جدید بر روند رشد و تکوین جنین انسان ایجاد شده است. این جذب‌کننده‌ی تازه، باقی ماندن گروهی از صفت‌های نوزادگونه را در انسان بالغ ممکن کرده است. به بیان دیگر، به نظر می‌رسد که خمینه‌ی پویایی گونه‌ی انسان، در مسیر تکامل بر اطراف جذب‌کننده‌ای نوظهور در جا زده باشد و از طی طریق به سمت نقطه‌ی تعادلی سایر نخستی‌های نزدیک به انسان ــ مثل شامپانزه ــ باز مانده باشد. همین عقب‌گرد بر روند رشد تکوینی انسان، منجر به پیشرفت چشمگیر قوای ذهنی انسان شده و به رفتارهای کنجکاوانه‌ی کودکانه در انسان بالغ تداوم بخشیده است.

با بررسی صفات ثانویه‌ی جنسی در انسان نر و ماده، به این نتیجه می‌رسیم که عقب‌گردِ کودک‌وارگی دو گام متفاوت داشته است. یک گام به پیدایش جنس نرِ درشت‌تر و نیرومندتر منجر شده و گام دیگر، جنس ماده‌ای را تولید کرده که بیشتر از جنس نر صفات کودک‌واره‌اش را در حالت بالغ حفظ می‌کند.

808- Onthologic

دلیل این دو مرحله‌ای بودن عقب‌گرد پویایی تکاملی انسان بر مسیر تکوینی‌اش، اقتصاد خاص جوامع اولیه‌ی انسانی است. اقتصادی که در آن جنس ماده توسط جنس نر تغذیه می‌شده است و می‌بایست توسط وی مورد حمایت قرار گیرد. در چنین حالتی، شباهت با کودکان ــ که اصولاً به دلیل کدهای ریختی خود حمایت بالغ‌ها را برمی‌انگیزند ــ می‌توانسته برای ماده‌ها سودمند باشد و شایستگی زیستی‌شان را در جامعه‌ای که توسط شکارچیان نر هدایت می‌شده، بالا برد. آنچه ما به عنوان صفات ثانویه‌ی جنسی ماده می‌بینیم، ترکیبی است از دو عامل یادشده، یعنی نیاز به حمایت از فرزند و تغذیه‌ی او، و نیاز به مورد حمایت قرار گرفتن از سوی جنس نر و بنابراین کودک‌وارگی بیشتر. ناگفته پیداست که این دلیل تکاملی در جوامع پیچیده‌ی امروزین دیگر محلی از اعراب ندارد و قواعد پیچیده‌تری در اطراف این الگوی ساده‌ی حمایتگری چندلایه بر مبنای شباهت به نوزاد، شکل گرفته است. همین دو مرحله‌ای بودن شکل‌زایی[۸۰۹] در گونه‌ی انسان، در سایر جانورانِ دارای دوشکلی جنسی هم دیده می‌شود.

بر اساس شواهد فسیلی، می‌توان چنین قضاوت کرد که دوشکلی جنسی در گونه‌ی انسان به تدریج کاهش یافته است، و نسبت به حالت اغراق‌آمیزی که در میمون‌های جنوبی دیده می‌شده، بسیار تعدیل شده باشد. کاهش یافتن دوشکلی جنسی در گذار از جنس میمون جنوبی به انسان، بیانگر این نکته است که رقابت جنسی در میان نرها به شکلی برجسته کاهش یافته است. میمون جنوبی نر چنان‌که گذشت دو برابر ماده وزن داشته، اما در میان جنس انسان این افزایش وزن نر نسبت به ماده فقط ۲۰ درصد می‌باشد. این کاهش می‌تواند ناشی از پیدایش اشکال جدید زندگی اجتماعی و رفتار گروهی بوده باشد. مرجع اصلی این چرخشِ

---

[809]- Morphogenesis

رفتارشناختی، احتمالاً گوشت‌خواری و شکارگی بوده است، که به کاستن از رقابت میان نرها انجامیده و زمینه را برای همکاری چند نر در سازماندهی موازی جفتگیری و شکار ممکن کرده است. این چرخش رفتار تا حدودی با آنچه در میان شامپانزه‌ها می‌بینیم شباهت دارد. جالب آن‌که در میان شامپانزه‌ها هم تفاوت وزن دو جنس در حدود همین ۲۰ درصد است.

رفتار هم‌آوری

تا این‌جا دیدیم که ویژگی‌های ریختی و ظاهری متمایزِ جنس نر و ماده در انسان، نه تنها جایگاه افراد را در رتبه‌بندی جنسی جامعه تعیین می‌کند، بلکه بخش عمده‌ی رفتارهای اجتماعی و قانونمندی‌های مؤثر بر الگوهای توزیع منابع در داخل جامعه هم توسط همین نظام رتبه‌بندی تعیین می‌شوند. با این وجود، نشانگان ریخت‌شناختی برای تنظیم بخش عمده‌ای از روابط اجتماعی کافی نیست. قانونمند کردن این روابط، نیازمند کارکردهای دیگری است که هم‌آوری جنسی یکی از مهم‌ترین آن‌ها را تشکیل می‌دهد. رفتار هم‌آوری در انسان به قدری اهمیت داشته که روندهای تکاملی کلان به پیچیده‌تر شدن و غنی شدنش از نظر ریختی/ رفتاری کمک کرده‌اند. این رفتار در انسان، مانند هر کارکرد تکاملی دیگری که دارای نقش برجسته و اهمیت بالا در تعیین شایستگی زیستی باشد، زیر ذره‌بینی تکاملی دچار درشت‌نمایی شده و پیچیده‌تر شدنش به سلسله مراتبی شدن کارکردها و شاخه‌زایی‌های گوناگون در آن انجامیده است. از نظر ظاهری، به فهرستی که در بالا ذکر شد، می‌توان این موارد را هم افزود: جزءجزء شدن افراطی عضلات صورت، برگشتن مخاط درون دهان به بیرون و تشکیل لب، وجود نرمه‌ی گوش و وجود بافت چربی محکم در پستان افراد ماده. بسیاری از انسان‌شناسان، این عوامل را به عنوان شاخص‌های نشانگر اهمیت غریزه‌ی جنسی در جوامع انسانی در نظر

می‌گیرند.[۸۱۰] این شواهد، ما را به پذیرش این گزاره ترغیب می‌کند که رفتارهای مربوط به هم‌آوری یک عامل مهم در جایگیری اجتماعی افراد انسانی است.

از دید رفتارشناختی داده‌های قابل تحلیل فراوانی در مورد نقش اجتماعی فعالیت‌های جنسی وجود دارند. گونه‌ی انسان از برخی جنبه‌ها، رفتار جفتگیری منحصر به فردی دارد. یکی از این موارد، عبارت است از غنی شدن چشمگیر سیستم لذت در انسان، و پیوند خوردنش با رفتار جفتگیری. اگر زمان جفتگیری در میمون‌های نزدیک به انسان را با هم مقایسه کنیم، به این نتیجه می‌رسیم که الگوی عصب‌شناختی پاداش گرفتن از فعالیت جنسی در انسان با بقیه‌ی میمون‌ها از نظر کمی و کیفی تفاوت‌هایی اساسی دارد. مثلاً از نظر زمانی، کمینه‌ی زمان جفتگیری در انسان بسیار طولانی‌تر از سایر میمون‌هاست.

چنان‌که از جدول زیر برمی‌آید، زمان جفتگیری در انسان از دیگر نخستی‌ها بیشتر است. تنها استثنا در این میان شامپانزه‌ی کوتوله است که او هم الگوی اجتماعی پایداری را بر اساس رفتار جنسی از خود نشان می‌دهد. در واقع در بیشتر گونه‌های میمون‌ها، ماده هرگز به اوج لذت[۸۱۱] نمی‌رسد. در این جانوران رفتار مورد بحث رانه‌ی مهمی برای برانگیختن رفتارهای اجتماعی نیست. در انسان، تأکید بر این‌که روابط جنسی حاکم بر بسیاری از رفتارهای اجتماعی هستند، آشکارتر از آن است که نیاز به گوشزد داشته باشد. شواهد تاریخی از رقص سالومه[۸۱۲] تا خاکستر تخت‌جمشید[۸۱۳] ادامه دارد.

---

۸۱۰ . موریس، ۱۳٦٤.

811- Orgasm

۸۱۳. رقاصی که می‌گویند شرط رقصیدنش در برابر پادشاه یهودیه را کشته شدن زکریای پیامبر قرار داده بود.

۸۱٤. می‌گویند اسکندر تخت‌جمشید را در حالت مستی و به درخواست کنیزی به نام سائیس آتش زد.

گونه	زمان
انسان	۵ دقیقه
شامپانزه	۷ ثانیه
شامپانزه‌ی کوتوله	۱۵ ثانیه
گوریل	۱ دقیقه

مقایسه‌ی زمان متوسط ارگاسم در نخستی‌های عالی (Diamond,1991:56-95)

چنان‌که گذشت، یک ویژگی مهم دیگر در رفتار جفتگیری انسان، پنهانی بودن آن است. در بیشتر جانوران، جنس ماده دارای یک چرخه‌ی مشخص جنسی است که توسط تغییرات ترشح هورمون‌ها تعیین می‌شود. در پستانداران این چرخه‌های جنسی به شکل مرتب و دقیقی دیده می‌شود. تقریباً در همه‌ی موارد، ماده به هنگام تخمک‌گذاری تغییرات ریختی و رفتاری مشخصی را از خود نشان می‌دهد. این تغییرات در واقع علامتی به نرهاست تا با او جفتگیری کنند و بقای نسل را تضمین نمایند. مثلاً در میمون‌ها به هنگام دوره‌ی فحل شدن، رنگ و حجم نشیمن‌گاه و سینه‌ها تغییر می‌کند و به شکلی درمی‌آید تا نرها را به خود جلب کند. این رفتار از دید تکاملی توجیه‌پذیر است، چون از هدر رفتن تخمک‌های معدود ماده ــ به دلیل بی‌توجهی نرها ــ پیشگیری می‌کند.

اما این پدیده چند استثنای عجیب دارد که یک نمونه‌اش انسان است. تنها گونه‌های شناخته‌شده از نخستی‌ها، که تخمک‌گذاری را به صورت پنهانی و بدون تظاهرات ریختی/ رفتاری نشان می‌دهد، انسان و خویشاوند نزدیکش شامپانزه‌ی کوتوله است. این پنهانکاری به قدری شدید است که تا شصت سال پیش کم‌وکیف این دوره را در انسان هم نشناخته بودند. در ضمن انسان دارای بی‌نظم‌ترین دوره‌ی تخمک‌گذاری در میان

نخستی‌هاست. طول این دوره‌ی رحمی می‌تواند از ۲۰ تا ٤٥ روز در افراد گوناگون تغییر کند و هر عامل محیطی یا درونی‌ای هم می‌تواند نظم آن را در یک فرد خاص مختل کند. به این ترتیب، پیش‌بینی زمان تخمک‌گذاری و بارور شدن فرد ماده در انسان و شامپانزه‌ی کوتوله ناممکن است.

علاوه بر این، انسان گونه‌ای است که احتمال باروری تخمک ماده‌هایش در اثر جفتگیری به طرز باور نکردنی‌ای پایین است. احتمال این‌که یک ماده گاو در اثر یک بار تلقیح مصنوعی بارور شود، ۷۵ درصد است، اما برای زنی که بیشترین تعداد آمیزش ممکن را هم در طی یک دوره‌ی جنسی داشته باشد، تنها ۲۸ درصد امکان بارداری وجود دارد. یعنی زنان انسان طوری تکامل یافته‌اند که احتمال باروری‌شان در اثر آمیزش کمینه شود. این کار از دو راه ممکن است، یکی از راه مخفی بودن دوره‌ی تخمک‌گذاری، که برخی از آمیزش‌ها را به دلیل نامناسب بودن وضع رحم و غیرقابل پیش‌بینی بودن زمان مناسب جفتگیری از دور خارج می‌کند، و دیگری کم بودن فیزیولوژیک احتمال باروری، در زمانی که تخمک‌گذاری هم انجام گرفته است. اما چرا این راهبرد تکاملی ویژه در انسان تکامل شکل گرفته است؟

در کل، رفتار آمیزشی نوعی عملکرد خطرناک تلقی می‌شود. این کار مستلزم به کار بردن حجم زیادی انرژی و زمان است، و به دلیل تغییر توانایی‌های حسی/ عضلانی در هنگام آمیزش، خطر شکار شدن را هم افزایش می‌دهد. در جانوران، رهیافت کلی در جهت کمینه کردن زمان این رفتار، و بیشینه کردن احتمال باروری است. انسان تنها گونه‌ای است که دقیقاً برعکس این را نشان می‌دهد. هم‌چنین انسان تنها گونه‌ای است که جلوی چشم دیگر افراد هم‌گونه‌ی خود جفتگیری نمی‌کند و به طور مخفیانه آمیزش می‌نماید. یکی از دلایل منحصرشدن زمان این رفتار به شب هم می‌تواند ناشی از همین امر باشد.

چندین نظریه برای توجیه این پدیده‌ها پیشنهاد شده‌اند که در این‌جا نگاهی کوتاه به آن‌ها خواهیم داشت:

۱. دیدگاه سنتی انسان‌شناختی. این دیدگاه بیشتر در صدد توجیه الگوی رفتاری پنهانکارانه‌ی جفتگیری است، و بر مبنای رفتار نرها طراحی شده است. طبق نظر هواداران این نظریه مخفی بودن جفتگیری باعث کم شدن پرخاشگری ناشی از رقابت در میان نرها می‌شود. بر اساس این دیدگاه، مردانی که همتایان خود را به هنگام جفتگیری ــ یعنی رقابت در ادامه نسل ــ نبینند، سطح بالاتری از همکاری دسته‌جمعی و صمیمیت را در بین خود آشکار می‌کنند و این چیزی است که در جوامع انسانی مطلوب است و بخت بقای جامعه را افزایش می‌دهد. هم‌چنین نامعلوم بودن زمان تخمک‌گذاری از رقابت شدید نرها برای تصاحب ماده‌ای که آماده‌ی انتقال ژنوم است، می‌کاهد. شکل قدیمی این دیدگاه، که زیر تأثیر نظریه‌پردازان مردگرا قرار داشت، مدعی بود که افراد ماده به این دلیل تغییر فیزیولوژیک و تکاملی مورد بحث را متحمل شده‌اند تا تنش بین افراد نر را در جامعه کاهش دهند. نسخه‌های جدیدتری از این نظریه هم وجود دارد که بر لزوم استحکام ارتباط بین زنان با هم و زنان و مردان با هم تأکید می‌کند.

۲. دیدگاه جدید انسان شناختی. بر اساس این دیدگاه، پنهان بودن چرخه‌ی تخمک‌گذاری در زنان باعث می‌شود تا آن‌ها در تمام طول دوران بلوغشان ــ مستقل از زمان تخمک‌گذاری ــ پذیرا باشند. به این ترتیب، مردانی که همواره امکان جفتگیری را دارند، به ادامه‌ی یک ارتباط دونفره‌ی تک‌همسره راغب می‌شوند. در واقع، این دیدگاه امکان جفتگیری همیشگی را به دلیل ارزش پاداش‌دهنده‌اش ضامن بقای خانواده‌های تک‌همسره می‌داند. ایرادی مهم بر این نظر وارد است و آن هم این است که در ژیبون‌ها، که الگوی خانوادگی‌شان انحصارگراتر و تک‌همسرتر از انسان است، چرخه‌ی تخمک‌گذاری ماده‌ها نمود بیرونی دارد.

۳. دیدگاه سیمونز.[۸۱٤] بر اساس این دید، جلب حمایت نرها علت اصلی این مخفی شدن چرخه‌ی تخمک‌گذاری بوده است. در شامپانزه‌ها دیده شده که نرهای شکارچی غذای خود را با ماده‌هایی که پذیرا باشند قسمت می‌کنند و طبعاً این کار به این امید انجام می‌گیرد که ماده با آن‌ها جفتگیری کند و در نهایت احتمال بقای ژنوم نر شکارچی افزایش یابد. این نظریه می‌گوید تلاش تکاملی برای جلب همیاری همیشگی نرهای شکارچی در گونه‌ی آدم، این پنهان‌کاری جنسی را پدید آورده است.

٤. دیدگاه الکساندر.[۸۱۵] بر اساس این دیدگاه، عدم اطمینان نر از این‌که با جفتگیری، ماده را بارور کرده یا نه، علت اصلی پنهان بودن این چرخه است. اگر نر پس از یک بار جفتگیری با ضریب احتمال بالایی مطمئن می‌شد که ژنوم خود را به نسل بعد منتقل کرده، پس از آن دیگر توجهی به ماده نمی‌کرد. اما در این حالت که همواره عدم قطعیتی در مورد بارور بودن یا نبودن ماده وجود دارد، نر مجبور است همواره در کنار ماده باقی بماند و با جفتگیری‌های مکرر از پدر شدن خود اطمینان یابد. در ضمن، این الگوی توسعه‌ی زمانی جفتگیری از رقابت جنسی فشرده‌ی نرها بر سر ماده‌ها در چند روز معدود فحل شدن هم جلوگیری می‌کند و تنش اجتماعی را کاهش می‌دهد.

۵. دیدگاه هردی.[۸۱٦] این نظریه بر اساس پدیده‌ی بچه‌کشی در میمون‌های عالی بنیان نهاده شده است. این رفتار در برخی از گربه‌سانان، میمون‌ها و انسان زیاد دیده می‌شود. نری که رهبری یک قبیله را بر عهده می‌گیرد، نوزادان به جا مانده از نرهای قبلی را می‌کشد تا برتری ژنوم خود را در نسل آینده تضمین کند. او

814- Donald Simons

816. این دیدگاه را دو نفر عنوان کرده‌اند: Richard Alexander and Katherine4 Noonan

816- Sarah Hrdy

با این کار، در واقع، دوره‌ی آینده‌ی تخمک‌گذاری را ــ که در اثر روند شیردهی و پرستاری از فرزند مهار می‌شود ــ جلو می‌اندازد و بخت بقای ژنوم خود را افزایش می‌دهد. اگر دوره‌ی تخمک‌گذاری مخفی باشد، و تا حدودی هم هرج‌ومرج جنسی حاکم باشد، همواره در مورد این‌که پدر فلان بچه کیست، ابهام وجود خواهد داشت. به این ترتیب، رفتار بچه‌کشی از بین خواهد رفت چون هیچ نری نمی‌تواند مطمئن باشد که نوزاد مورد حمله‌اش فرزند خودش نیست. این امر به همکاری نرها برای بزرگ کردن بچه‌ها می‌انجامد.[۸۱۷]

٦. دیدگاه زن‌گرایانه.[۸۱۸] این نظریه را پژوهشگران زن‌گرا عنوان کرده‌اند.[۸۱۹] فشار تکاملی برای راست‌قامت بودن انسان، چنان‌که می‌دانیم پیامدهای ریختی و تشریحی فراوانی را به دنبال داشته است. یکی از این پیامدها، کوچک شدن لگن خاصره در انسان است. به دلیل این کوچکی لگن، زایمان در انسان بسیار دردناک و مرگبار است. تنها جانوری که سقط جنین به هنگام زایمان، یا سر زا رفتن مادر را تجربه می‌کند انسان است. میمون‌ها به هنگام زایمان درد و خطر خاصی را تجربه نمی‌کنند. بر اساس این دیدگاه، تلاش برای کمینه کردن این خطر به مخفی شدن دوره‌ی تخمک‌گذاری و کاهش احتمال باروری در زنان انجامیده است. یعنی کوچک شدن لگن خاصره به عنوان نتیجه‌ی راست‌قامت شدن انسان، تفاوت در رهیافت‌های فردی دو جنس را در مورد جفتگیری باعث شده است. نرها که خطری از باروری نمی‌بینند، کماکان می‌کوشند تا تعداد بیشتری فرزند داشته باشند، اما ماده‌ها که حیات فردی‌شان در خطر است، می‌کوشند تا کمترین تعداد ممکن باروری را داشته باشند. این دیدگاه بسیار جالب است، اما یک ایراد عمده دارد و آن هم این‌که رفتار پنهان‌کارانه‌ی یاد

---

۸۱۷ . دیاموند، ۱۳۷۸: ۱۰٦ـ۷۷

[818]- Feminist

[819] Rosenthal,1991.

شده، اگر تنها هدفش همین کم کردن زادآوری ماده‌ها باشد، در نهایت به کاهش شایستگی[۸۲۰] گونه‌ی ما می‌انجامد و نمی‌تواند در جمعیت انسانی گسترش یابد.

نظریات یادشده هر یک جنبه‌ای از رفتار اجتماعی نخستی‌ها را مورد تأکید قرار می‌دادند. هنوز از این میان، دیدگاه کل‌گرایی که بتواند تمام این رویکردهای پراکنده را در یک نظام معنایی منسجم بگنجاند، بیرون نیامده است. چیزی که مسلم است، آدم نسبت به باقی گونه‌ها تفاوت‌هایی دارد. نخست این‌که آدم گونه‌ای تقریباً تک‌همسر است که ارتباط نرها و ماده‌ها در جوامعش فراتر از ارتباط بین دو زوج است. این ارتباط، معمولاً به رفتاری نزدیک به هرج‌ومرج جنسی می‌انجامد. به عبارت دیگر، چنین می‌نماید که جوامع انسانی ساختاری تک‌همسره دارند که مرتب در سطوح رفتاری نقض می‌شود. در ژیبون‌های تک‌همسر، نیاز چندانی به تحکیم روابط بین نر و ماده وجود ندارد، چون زوج مورد نظر جدا از بقیه زندگی می‌کنند و ارتباط‌شان با سایر میمون‌های هم‌قبیله خیلی محدودتر از ارتباط میان خودشان است. اما در یک اجتماع انسانی، ارتباطات یک فرد با افراد دیگر از جنس مخالف، می‌تواند به اندازه‌ی برخورد با همسر خودش باشد. به همین دلیل هم در بنیاد اجتماعی انسان، نیاز بیشتری به تأکید بر رابطه‌ی دو نفره‌ی خانوادگی وجود دارد. پیدایش مفاهیمی مانند وفاداری و خیانت و ظهور عواطفی مانند حسد جنسی و غیرت و حس مالکیت نسبت به شریک زندگی، پیامدهای کشمکش یادشده هستند.

---

[820]- Fitness

در انسان، زن و مرد از جنبه‌های گوناگونی با هم تفاوت دارند، اما آنچه از دید بحث تکاملی ما مهم است، الگوهای موفقیت در انتقال ژنوم به نسل بعد است. از این دید، جنس ماده و نر چندین تفاوت عمده با هم دارند.

نخست. سرمایه‌گذاری نرها برای بچه‌دار شدن، خیلی کمتر از ماده‌هاست. انتقال ژنوم برای نر خیلی ساده است. تنها چیزی که باید از دست دهد، مدت کمی زمان و کمی اسپرماتوزوئید است. اما ماده بهای بسیار سنگین‌تری را برای بچه‌دار شدن می‌پردازد. علاوه بر زمان مشابهی که برای جفتگیری صرف می‌کند، باید ۹ ماه بچه را در رحم خود حمل کند و آن را تا دست‌کم دو سالگی تغذیه کند. در نهایت هم رفتار مادرانه‌ی انسان به شکلی است که مراقبت از بچه را تا حدود ده سالگی ایجاب می‌کند. و همه‌ی این‌ها جدای از خطراتی است که زایمان در بر دارد.

دوم. تعداد بیشینه‌ی بچه‌هایی که یک مرد می‌تواند در طول عمر خود ایجاد کند، خیلی بیشتر از ماده است. بیشترین تعداد مستند فرزندان که تا به حال در تاریخ گزارش شده، به مولا اسماعیل، از شاهان هند تعلق دارد. او پدر ۸۸۸ فرزند بود! در مورد مظفرالدین‌شاه هم ارقامی در حدود هزار فرزند را آورده‌اند که چندان مستند نیست. در مقابل، پراولادترین زن تاریخ، یک بانوی روس بود که پس از چندین بار سه قلو زاییدن، موفق به تولید ٦٩ بچه شد!

سوم. نوع منابعی که برای بقای ژنوم مورد نیاز است، در جنس نر و ماده تفاوت دارد. در جنس نر، ماده منبع اصلی برای تولید مثل است. چرا که ماده با رحم یا اندوخته‌ی غذایی تخم خود جنین را تغذیه خواهد کرد. اما برای ماده ــ که همواره به نر دسترسی دارد ــ مواد غذایی منبع اصلی محسوب می‌شوند.

چهارم. تعداد بچه‌های نرهایی که با چند ماده جفتگیری می‌کنند، بیشتر از تعداد فرزندان ماده‌هایی است که با نرهای متعدد آمیزش می‌کنند. علت این امر هم در همان سرمایه‌گذاری بیشتر ماده‌ها بر فرزندان نهفته است.

به همین دلیل هم مردان چندزنه در جوامع انسانی پذیرفته‌شده‌تر از زنان چندشوهره هستند. بر اساس آمار کلیسای مورمون[۸۲۱] در قرن نوزدهم، مردان عادی پیرو این کلیسا به طور میانگین دارای ۲/٤ زن و ۱۵ بچه بوده‌اند، در عین حال رهبران کلیسای مورد نظر به طور میانگین ۵ زن و ۲۵ بچه داشته‌اند!

در مقابل این جامعه، شهر ترِهبا در تبت را داریم که در آن هر زن دو شوهر دارد. در این شهر به دلیل سختی زمین و دشواری کار کشاورزی، یک مرد به تنهایی نمی‌تواند خرج یک خانه را تأمین کند و هر قطعه زمین به همکاری دست‌کم دو نفر ــ معمولاً دو برادر ــ برای کشت و زرع نیاز دارد، که مشترکاً با یک زن ازدواج می‌کنند.

پنجم. اطمینان مرد به این‌که یک نوزاد فرزند خودش است از اطمینان زن خیلی کمتر است. زن چون بچه را می‌زاید، با قطعیت می‌داند که دست‌کم نیمی از ژن‌های فرزندش به او تعلق دارد. اما برای مرد امکان اطمینان از هویت فرزند ــ به ویژه در زمان نوزادی ــ مهیا نیست.

چنین اطمینانی در جانورانی مانند ماهیان که لقاح خارجی دارند و بارور شدن تخمک‌های ماده توسط اسپرم‌های خود را می‌بینند، وجود دارد. اما در پستانداران که لقاح درونی دارند، راهی برای خاطرجمع شدن از باروری نرها وجود ندارد. به همین دلیل هم گهگاه الگوهای عجیب و غریبی از خانواده در آدمیان دیده می‌شود. مثلاً جامعه‌ای هندو به نام «نایار» وجود دارد که زنان آن آزادانه با هر کس که بخواهند آمیزش می‌کنند. در این جامعه خانواده از یک مرد و خواهرش و بچه‌های خواهرش تشکیل شده است. هر یک از این دو به طور جداگانه برای خود جفتگیری می‌کنند و مرد هرگز نمی‌تواند بفهمد کدام بچه متعلق به اوست. اما با

822. یکی از فرقه‌های مسیحی که داشتن چند زن را برای مردان جایز می‌داند.

مراقبت از فرزندان خواهرش، دست‌کم این‌قدر مطمئن می‌شود که فرزندان خانواده‌اش یک چهارم ژن‌های او را دارا هستند.

این عدم تقارن در سرمایه‌گذاری نر و ماده در امر تولید نسل، برخی پیامدهای جالب را در جوامع انسانی پدید آورده است. نخست این‌که نرها به دلیل آزادتر بودن، شاخص‌های کمتری را برای جفت‌یابی مورد نظر قرار می‌دهند. مهم‌ترین شاخص مورد نظر مردان برای یافتن شریک جنسی، زیبایی است. زیبایی، خود عبارت است از سالم بودن و داشتن نمودهای ژن‌های خوب. زنان، که باید بیشتر به فکر سرمایه‌گذاری کلان خود باشند، شاخص‌های دیگری را هم در نظر می‌گیرند، مثلاً ویژگی‌های هوشی و فکری، پایگاه اجتماعی، سن، و نژاد در انتخاب زنان مهم‌تر از مردان است.[۸۲۲]

اثر دیگر این شکست تقارن رفتاری، در پدیده‌ی «زنا» تجلی می‌یابد. برای مردان آسان است که خارج از چهارچوب‌های قانونی تعیین‌شده در جامعه‌شان، با زنان دیگر آمیزش کنند. به این ترتیب، شانس بقای ژنوم آن‌ها به طرز زیرکانه‌ای افزایش می‌یابد. به ویژه که با پنهانی بودن این عمل، بار بزرگ کردن بچه‌ای با ژن‌های خودشان را بر دوش مرد دیگری می‌اندازند. همه‌ی آمیزش‌های خارج از چهارچوب مورد نظر را در کل با نام آمیزش خارج خانواده (EMS)[۸۲۳] می‌خوانند. در این نوشتار برای ساده‌تر شدن بحث، از واژه‌ی زنا بهره خواهیم برد و در مواقعی که موضوع نیازمند دقت بیشتر باشد از کوتاه‌شده‌ی این نام استفاده می‌کنیم.

پدیده‌ی زنا به انسان منحصر نیست، در جانوران دیگر هم دیده می‌شود. به عنوان مثال می‌توان از اردک‌ها، درناها و مرغان طوفان نام برد. در این جانوران، سیستم خانوادگی تک‌همسره دیده می‌شود. چون یک نر فاقد

---

[822] دیاموند، ۱۳۷۸ : ۱۷۱ – ۱۵۳.

[823]- Extra marital sex

توانایی لازم برای تغذیه‌ی دو لانه است. الگوی معمول رفتاری در این حیوانات چنین است که ماده بر تخم‌های خود می‌خوابد و نر برای یافتن شکار و غذا به پرسه زدن می‌پردازد. اگر نر بتواند زود غذا پیدا کند، در زمان غیاب نرهای دیگر به لانه‌های‌شان می‌رود و با جفت‌های‌شان آمیزش می‌کند. زمان آمیزش زناکاران تنها هشت ثانیه است که از زمان عادی جفتگیری زوج رسمی (بیست ثانیه) خیلی کمتر است. نیمی از لانه‌های فرعی تولیدشده از این راه نابود می‌شوند و تخم‌های‌شان به مرحله‌ی جوجگی نمی‌رسد، اما در کل این راهبرد برای نرها مفید است و به پراکنده شدن ژنوم‌شان در جمعیت کمک می‌کند.

زنا، آشکارا به ضرر مردی است که بچه‌های دیگری را بزرگ می‌کند. نر زناکار از این کار سود خواهد برد و ماده هم با به اشتراک گذاشتن نیمی از ژن‌های خود، در نهایت سود خواهد کرد چون امکان تولید فرزندانی با ترکیبات ژنتیکی متنوع را پیدا خواهد کرد. به همین دلیل هم تمام قوانین مربوط به زنا تا صد سال پیش بین زن و مرد به طور نامتقارن عمل می‌کردند. مرد زناکار، به عنوان جنایتکاری که شاکی‌اش شوهر زن خطاکار است شناخته می‌شد، و هیچ‌گاه زن را برای زنا کردن مستحق شکایت از مرد زناکار نمی‌دانستند. هم‌چنین شکایت زن از شوهرش به دلیل زنا، بسیار کمتر از حالت عکس آن پذیرفته می‌شود. این قوانین هنوز هم در برخی از نقاط دنیا وجود دارد.

رفتارهای محدودکننده‌ی زیادی در جوامع گوناگون بشری دیده شده که هدفش مهار کردن این رفتار، و بالا بردن ضریب احتمال پدر بودن رییس خانواده است.[۸۲٤] یک نمونه غیرمتمدنانه از آن ختنه کردن زنان است.

[824] Bapat, 1996.

این کار همراه است با بریدن خروسه‌ی[۸۲۵] دختران در کودکی. این امر به کاهش میل جنسی زنان و مهار کردن رسیدن به اوج لذت منجر می‌شود.

راه‌های دیگرِ رایج برای جلوگیری از زنا، عبارت بوده از مخفی کردن زنان از چشم دیگران، محدود کردن‌شان از دید نرهای غریبه، و کمینه کردن حضور آن‌ها در اجتماع. هم‌چنین پوشش‌های خاص مهارکننده‌ی جذابیت زنان نیز از همین جمله هستند. حالت افراطی آن را در حرمسراهای سلاطین عرب و عثمانی می‌توان دید که تنها خواجه‌سرایان مجاز به ورود بدان بوده‌اند.[۸۲۶] رسم بدوی قفل زدن به آلت زنان یا کمربند عفاف نیز ریشه در همین قضیه دارد.[۸۲۷]

تاریخچه‌ی افرادی که در مورد الگوهای رفتار هم‌آوری در آدمیان و ارتباط آن با سازماندهی اجتماعی اظهارنظر کرده‌اند، بسیار طولانی است. داروین، مدت‌ها پیش از رایج شدن این بحث‌ها در مورد سرمایه‌گذاری جنسی به هنگام تولیدمثل، برخی از این مفاهیم را در آثار خود مطرح کرده بود. از دید او، نرها به سادگی با یکدیگر رقابت می‌کنند و ماده‌ها از این میان برنده‌ها را گزینش می‌کنند. او این شکل ویژه از انتخاب طبیعی را گزینش جنسی[۸۲۸] نامیده بود. بعدها، پژوهشگران به اهمیت سرمایه‌گذاری در جفتگیری پی بردند و چنین نظر دادند

825- Clitoris

۸۲۷ به عنوان یک شوخی علمی، بد نیست بدانید بزرگ‌ترین حرم شناخته‌شده در میان مهره‌داران، به فیل دریایی جنوبی تعلق دارد. پیش از این هم با این جانور به دلیل دارا بودن بیش‌ترین تمایز دو شکلی جنسی آشنا شدیم. بر اساس آمار بوم‌شناسان، در یکی از گله‌های این جانوران که در سواحل کالیفرنیا زندگی می‌کردند، ٤ درصد نرهای گروه، پدر ۸۵ درصد نوزادانی بودند که در فصل بعد به دنیا آمدند!

827 Buss et al, 1994.

828- Sexual selection

که جنسِ دارای بیشترین سرمایه‌گذاری (ماده)، رفتاری انتخابگرانه و موشکافانه از خود نشان خواهد داد، در حالی که جنس آزادتر و دارای سرمایه‌گذاری کمتر (نر)، کمتر انتخابی عمل می‌کند.

بر اساس یک پژوهش پردامنه که شش سال به طول انجامید و بیش از ده هزار نفر از زنان و مردان را در ۳۷ کشور جهان در بر گرفت، دو الگوی اصلی جفتگیری در انسان شناخته شد:

الف ـ آمیزش کوتاه‌مدت (STM)[۸۲۹] که در آن فرد مایل است تا زمانِ همراه بودنش با شریک جنسی، پس از انجام آمیزش، کمینه باشد.

ب ـ آمیزش بلندمدت (LTM)[۸۳۰] که در آن فرد مایل است تا مدت زمان درازی را همراه با شریک جنسی‌اش زندگی کند.

این دو شیوه از آمیزش، به عنوان الگوهای رفتاری تکاملی ناخودآگاهی مطرح شده‌اند که به شکل ژنتیکی بر رفتار آدمیان سوار شده، و همه‌ی ما به نوعی از آن پیروی می‌کنیم. شواهدی که به دنبال کشف این دو الگو به دست آمد، نشان داد که به راستی تفاوت در سرمایه‌گذاری جنسی به تفاوت در الگوی رفتاری افراد می‌انجامد. مثلاً به این شواهد نگاه کنید:[۸۳۱]

۱. تمایل مردان به گزینش جفت به روشSTM بیشتر از زنان است؛

۲. میانگین تعداد شریک‌های جنسی که در کل عمر برای مردان وجود دارد ــ چه به طور نظری و چه در عمل ــ بسیار بیشتر از زنان است؛

829- Short Term Mating
830- Long Tem Mating
831 Buss,1994.

۳. سلیقه‌ی جفت‌یابی مردان نسبت به زنان کمتر سخت‌گیرانه است. یعنی مردان در برخوردهای کمتری یک زن را به عنوان شریک جنسی می‌پذیرند تا زنان مردان را؛

٤. مردان در برابر پیشنهاد آمیزش از سوی یک زن بیگانه، بسیار پذیراتر از زنان هستند. زنان این پیشنهاد را ناخوشایند، و مردان آن را خوشایند می‌یابند؛

۵. مردها در برخوردها و روابط خود با جنس مخالف، بیشتر تمایل دارند تا درگیری و سرمایه‌گذاری زمانی خود را کمینه کنند، اما زنان برعکس می‌خواهند آن را بیشینه نمایند؛

٦. مردان بیشتر به ارزش زادآوری[۸۳۲] جفت خود اهمیت می‌دهند تا ارزش باروری[۸۳۳] او. یعنی برای تضمین بقای فرزندان خود ترجیح می‌دهند شریک‌های جنسی‌شان تا حد امکان جوان باشند. به همین دلیل هم شاخص‌های سن زیاد (مانند چین و چروک، شل بودن پوست و گوشت صورت و بدن، حرکات کند و...) در دید مردان سالم به عنوان عوامل مهارکننده‌ی میل جنسی محسوب می‌شوند؛

۷. زنان برعکس بیشتر به باروری اهمیت می‌دهند. از آنجا که باروری ربط زیادی به سن ندارد و مردان مسنِ دارای پایگاه اجتماعی بالا می‌توانند بیشتر از جوانان دارای پایگاه پایین اجتماعی بارور محسوب شوند، درجه‌ی سختگیری زنان در مورد سن جفت‌شان کمتر از مردان است. در نتیجه مردان به زنان جوان‌تر از خود و زنان به مردان مسن‌تر از خود گرایش دارند؛

۸. جذابیت ظاهری ــ که نشانگر معادله‌ی ژنومی فرد است ــ برای مردان مهم‌تر از زنان است. در زنان پایگاه اجتماعی ــ توانایی پشتیبانی درازمدت از فرزند ــ مهم‌تر است؛

---

[832]- Reproductive
[833]- Fertility Value

۹. مردان در صورتی که از خیانت جنسی همسران خود آگاه شوند بیشترین واکنش را نشان می‌دهند و زنان در صورتی که از خیانت عاطفی همسران‌شان باخبر شوند. مورد اخیر به این دلیل مهم است که می‌تواند منابع (مثلاً غذایی) مورد نیاز برای پرورش فرزندان زن را در اختیار فرزندان زنی دیگر قرار دهد؛

۱۰. دو شکلی جنسی در نخستی‌ها، معیارهایی متفاوت برای گزینش جفت را هم ایجاب کرده است. عنصری که در زبان عامیانه به جذابیت یا زیبایی تعبیر می‌شود، در واقع، مجموعه‌ای از متغیرهای ریختی است که شایستگی یک فرد به عنوان شریک جنسی بارور و سالم را نشان می‌دهد. این معیارها درزنان و مردان متفاوت درک می‌شوند.[۸۳٤] متغیری مانند حجم و نیرومندی عضلانی، که به توانمندی مرد برای شکار و مبارزه با دشمنان دلالت دارد، برای زنان، و دارا بودن چهره‌ای سالم، متقارن و جوان برای مردان جذابیت دارد. در مورد اهمیت چهره، ذکر همین نکته بس که این گرانیگاه دستگاه‌های حسی و ارتباطی به سادگی در اثر عوامل محیطی آسیب می‌بیند و سالم و بی‌نقص بودنش در جوامعی که جراحی پلاستیک را ابداع نکرده‌اند، دلیلی محکم بر شایستگی زیستی صاحبش است.

نتیجه این‌که، مردان بیشتر به داشتن رابطه کوتاه‌مدت علاقه‌مندند و زنان بیشتر روابط درازمدت را می‌پسندند. این امر، با توجه به سرمایه‌گذاری نامتقارن آن‌ها در امر پرورش کودک، به سادگی توجیه‌پذیر است. زنی که می‌خواهد برای یک یا دو بار بچه‌دار شود، زیاد به شاخص‌های زایا بودن (جذابیت) شریکش اهمیت نمی‌دهد. برای او بیشتر منابع اقتصادی شریکش ــ که آینده‌ی فرزندش را تضمین می‌کند ــ اهمیت دارد.

---

۸۳٤ . دیاموند، ۱۳۷۸ : ۱٦٥ـ۱٦۰

گذشته از داوری‌های اخلاقی ما آدمیان، در جهان زنده این امری طبیعی است که هر جانوری بکوشد تا سرمایه‌گذاری خود را در روند تولید نسل کمینه کند و تا حد امکان بار نگهداری از فرزند را بر دوش شریک جنسی‌اش اندازد. یک مثال خنده‌دار در این مورد، به کرم پهن پسودوسِروس بیفورکوس[۸۳۵] مربوط می‌شود. این موجود یک جانور نرماده‌ی دگربارور است. یعنی هم اندام‌های تناسلی نر را دارد و هم ماده را، و با این وجود مجبور است برای بارور شدن ــ یا بارور کردن ــ با فرد دیگری همانند خود جفتگیری کند. با توجه به پراکنده بودن تخمدان‌ها در کل بدن این کرم، تزریق اسپرماتوزوئید به زیر پوست برای بارور شدن یک کرم کفایت می‌کند. چنان‌که گفتیم، هزینه‌ی پدر شدن در کل از مادر شدن کمتر است، به همین دلیل هم در این جانور، رقص جفتگیری خاصی دیده می‌شود که در متون رفتارشناسی با نام رفتار شمشیربازی[۸۳۶] بدان اشاره می‌کنند. در حین این رقص، هر کرم می‌کوشد تا با آلت نرینه‌ی خود طرف مقابل را بارور کند، و در مقابل از بارور شدن خودش جلوگیری کند. علت این امر باید همان بیشتر بودن بهای مادر بودن، نسبت به پدر بودن باشد.[۸۳۷] حاصل این مبارزه تکاملی، چیزی شبیه شمشیربازی شوالیه‌های اسپانیایی قرن هفدهم است!

بر مبنای پژوهش‌های باس، چنین می‌نماید که این تفاوت عام در الگوی رفتار جنسی نرها و ماده‌ها، به انسان هم قابل تعمیم باشد. نرها، در گونه‌ی انسان، می‌کوشند تا از راهبرد STM استفاده کنند، و ماده‌ها به LTM گرایش بیشتری دارند. امروز در بسیاری از جوامع، دارایی سرانه به قدری افزایش یافته که یک فردِ تنها هم به خوبی می‌تواند عهده‌دار پرورش یک یا دو فرزند شود. همچنین در بیشتر جوامع پیشرفته، دیگر توانایی

---

[835] Pseudoceros bifurcus
[836]- Penis fencing behaviour
[837] McFarland,1981.

عضلانی مرد ارتباطی با بهره‌وری بیشتر از منابع ندارد. با وجود این، هنوز هم به خوبی می‌توان تمایل مردان به روابط کوتاه‌مدت و گذرا، و زنان را به روابط درازمدت و پایا را مشاهده کرد.

با وجود این گرایش‌های نهادین، ساخت اجتماع، به ویژه در جوامع فقیرتری که یک زن به تنهایی توانایی بزرگ کردن بچه را ندارد، به همکاری و همیاری زن و مرد برای پرورش کودک منجر شده است. در واقع آنچه شالوده‌ی خانواده را در جوامع انسانی می‌سازد، تعادل بین دو نیروی متضاد است. یکی تمایل متعارض جنس نر و ماده برای در پیش گرفتن راهکارهای STM و LTM، و دیگری عوامل تحکیم‌کننده‌ی نهاد خانواده، مانند پنهان بودن زمان تخمک‌گذاری ماده و رفتار جنسی شخصی انسان.[۸۳۸] به این ترتیب، نهادی به نام خانواده به عنوان سنگ بنای جامعه در کشاکش این دو نیرو پدیدار شده است، و هسته‌ها و گره‌هایی را برای توزیع منابع به نفع کودکان، در بستر جامعه ایجاد کرده است.

به این ترتیب، رفتار به ظاهر ضد و نقیض جنس نر در انسان توجیه‌پذیر می‌گردد. رفتاری که از یک‌سو با رفتار پدرانه و حمایتگرانه از خانواده و فرزند پیوند خورده، و از سوی دیگر عدم پایبندی به حوزه‌ی خانواده و نوعی خصلتِ گریز از مرکز را ــ به لحاظ آماری ــ ایجاد می‌کند. برخی از نظریه‌پردازان رفتار پدرانه‌ی انسان را دنباله‌ی رفتار جفتگیری می‌دانند و آن را به عنوان تبلیغی برای جلب جفت می‌دانند، نه رفتار پدرانه‌ی واقعی که هدفش حفاظت از نسخه‌ی ژنومی تکثیرشده است. این دیدگاه که به نظریه‌ی نمایشی[۸۳۹] مشهور است، در چند مورد آزموده شده است. در آخرین بازبینی، رفتار پدرانه‌ی گروهی از مردان قبیله‌ی هَدزا در تانزانیا مورد مشاهده قرار گرفت و نشان داده شد که رفتار پدر و پدرخوانده با فرزندانی که نسخه‌های ژنومی

---

[838] Buss, 1994.

[839]- Show off theory

آن‌ها را حمل می‌کنند، و نمی‌کنند، تفاوت دارد. به این ترتیب، می‌توان به وجود نوعی رفتار پدرانه که با هدف بالا بردن شانس بقای فرزندان انجام شود، در انسان باور داشت.[۸۴۰]

جنسیت و رفتار جنسی در انسان، با توجه به آنچه گذشت، تنظیم‌کننده‌ای مهم در سازمان‌یابی جامعه است. بیشتر شدن بسامد رفتار یادشده، به همراه بار روان‌شناختی لذتی که به دلایل فیزیولوژیک به آن اضافه شده است، رفتار هم‌آورانه را به صورت نوعی ابزار تقسیم منابع و تنظیم رفتار گروهی درآورده است. ابزار و معیاری که داربست نظم موجود در جوامع انسانی را تشکیل می‌دهد.

گروه و اجتماع

در نخستی‌ها، دراز بودن مدت بارداری و ناقص بودن نوزاد، عاملی کلیدی است که لزوم همکاری بین نرها و ماده‌ها را برای بزرگ کردن بچه ایجاب می‌کند.

در پیش‌میمون‌ها، که این نارس بودن نوزادان با شدت کمتری دیده می‌شود، زندگی شبانه تعیین‌کننده‌ی نوع روابط درون‌گونه‌ای است. این جانوران معمولاً منفرد و منزوی هستند، به تنهایی به دنبال غذا می‌گردند و در برابر دشمنان طبیعی از خود حفاظت می‌کنند. با وجود این، شکل جنینی اجتماعاتی در آن‌ها دیده می‌شود. مثلاً گالاکو سِنِگالِنسیس‌ها[۸۴۱] در اواخر شب به صورت دسته‌هایی بر روی درختان مجتمع می‌شوند و در طول روز به صورت گروهی می‌خوابند. یا لمورِ آواهیلا نیگِر[۸۴۲] برای بزرگ کردن بچه‌های خود خانواده‌ای متشکل

---

[840] Marlow,1999.

[841] Galago senegalensis

[842] Avahila niger

از یک جفت و بچه‌های‌شان را تشکیل می‌دهد. اصولاً زندگی گروهی ساده در بسیاری از لمورهای ماداگاسکاری دیده می‌شود. ایندری ایندری[۸۴۳]، که از وابستگان فرعی خانواده‌ی لمورهاست، اجتماعاتی از چند خانواده‌ی همراه با هم را تشکیل می‌دهد، و گونه‌ی لِمورا کاتا[۸۴۴] گروه‌هایی بزرگ با ۲۵ عضو ایجاد می‌کند.[۸۴۵]

در میمون‌ها، که روزخیز هستند و بینایی نقش مهم‌تری در ارتباط درون‌گونه‌ای ایفا می‌کند، رفتار اجتماعی بسیار پیشرفته‌تری دیده می‌شود. دو استثنای مهم در این میان وجود دارد. یکی اورانگ‌اوتان که معمولاً تنها و منزوی زندگی می‌کند، و دیگری آئوتوس[۸۴۶] که خانواده‌ای با یک جفت و فرزندان‌شان را تشکیل می‌دهد.

میمون‌ها، صرف نظر از این‌که پیچیدگی دسته‌های‌شان چقدر باشد و اندرکنش درون‌گونه‌ای کم یا زیادی را داشته باشند، رگه‌هایی از گزینش خویشاوندی[۸۴۷] را در رفتار خود به نمایش می‌گذارند. به این معنی که کل میمون‌ها ترجیح می‌دهند به افراد هم‌گونه‌ی خود که با خودشان رابطه‌ی خویشاوندی دارند بیشتر کمک کنند. این همیاری می‌تواند به عنوان تلاش برای بیشتر کردن شایستگی زیستی ژنومی با بخش‌های مشترک با ژنوم خود میمون، تفسیر شود.

---

[843] Indri indri
[844] Lemur catta
[845] Cambridge,1990.
[846] Aotus
[847]- Kin selection

مثلا نشان داده شده که میمون‌های سِرکوپیتِکوس آیتیوپس[۸۴۸] اسیر، وقتی حضور شکارچی‌ای را حس کنند، در حضور همراهانی خویشاوند، زودتر و بیشتر از وقتی که با میمون‌هایی غریبه در یک قفس باشند، جیغ‌های اخطاری سر می‌دهند. هم‌چنین در مارموزت‌ها و تامارین‌ها این رفتار خاص دیده شده که فرزندان در شرایطی که، به دلیل تراکم جمعیت یا شدید بودن رقابت، بختِ بچه‌دار شدن نداشته باشند، همراه والدین خود باقی می‌مانند و به بزرگ کردن فرزندان آن‌ها کمک می‌رسانند.

به این ترتیب، نخستی‌ها راسته‌ای را برمی‌سازند که حتی در ساده‌ترین اشکال ممکن، به زندگی گروهی گرایش دارند و برای حفظ نسخه‌های ژنومی نزدیک به خودشان به طور فعال تلاش می‌کنند. از آنجا که رفتار اجتماعی در انسان مورد نظر این نوشتار است، باید راهی بیابیم تا تحلیل رفتار اجتماعی انسان را با پشتوانه‌ای زیست‌شناختی و تکاملی همراه سازیم. یک راه برای پرداختن به این مهم، توجه به سازوکارهای کلیدی‌ای است که سیمای کلی یک جامعه‌ی پستاندار را تعیین می‌کند. یکی از این سازوکارها، به روابط تولیدی و توزیعی در داخل جامعه مربوط می‌شود. این روابط، پیش از هر چیز، بر مبنای منابع غذایی، نوع‌شان و شکل توزیع‌شان در بوم و کنام تعیین می‌شوند.

الگوهای تشکیل خانواده در نخستی‌ها، نتیجه‌ی مستقیم شیوه‌ی زندگی و چگونگی پراکنش منابع غذایی است.[۸۴۹] در واقع، دو عامل غذا و خطر شکارچیان تعیین‌کننده‌های اصلی ساختار اجتماعی میمون‌ها هستند. در بیشتر موارد، هسته‌ی مرکزی خانواده که در نهایت شکل‌دهنده کل جامعه هم هست، توسط ارتباطات درونی افراد ماده با هم تعیین می‌شود، چرا که بخش عمده‌ی بار پرورش فرزند بر دوش ماده‌هاست.

---

[848] Cercopithecus aethiops
[849] Foley, 1989 [A]: 222-261.

اگر غذا به صورت منابعی کوچک و پراکنده وجود داشته باشد، یک فرد به تنهایی می‌تواند به دنبال غذا پرسه بزند و از آن‌ها استفاده کند. در این حالت، به دلیل سرگردان بودن جانوران، دفاع در برابر حملات شکارچیان اهمیت زیادی پیدا می‌کند. اگر دفاع در برابر شکارچیان زیاد مهم نباشد و میمون به دلیل بزرگی جثه‌اش یا کم بودن تعداد شکارچیان در امنیت به سر برد، الگویی مانند خانواده‌ی اورانگ‌اوتان و گالاگو پدید می‌آید. در این جانوران نر و ماده هر یک برای خود قلمروی دارند و به صورت منزوی زندگی می‌کنند، اما قلمرو نرها بزرگ‌تر است و با قلمرو دو یا سه ماده بر هم افتادگی دارد. به این ترتیب، امکان جفتگیری بین نر و ماده فراهم می‌شود. میمون‌ها هر یک به تنهایی زندگی می‌کنند و نرها به عنوان یک عملکرد کلی دفاع از خانواده‌ی پراکنده‌ی خود را هم بر عهده دارند. پراکنده بودن غذا و کم بودن نسبی خطر شکارچی، روابط بین افراد را کمرنگ کرده و به ایشان اجازه‌ی انفرادی زیستن را می‌دهد.

اگر پراکنده بودن منابع غذایی و فقیر بودن محیط تشدید شود، توازن قوا به نفع جنس ماده که بیشترین سرمایه را در تولید مثل می‌گذارد، به هم خواهد خورد. در این حالت، هر ماده قلمرو مشخصی خواهد داشت و در داخل این قلمرو چندین نر زندگی خواهند کرد و همگی با همان ماده جفتگیری می‌کنند. چنین الگویی در مارموزت‌ها و جوامع انسانی تبتی دیده می‌شود.

اگر غذا به همین شکل پراکنده باشد، اما یک نر بتواند فقط از عهده‌ی دفاع از یک ماده برآید، الگوی خانوادگی‌ای شبیه به ژیبون پدید می‌آید. این میمون تک‌همسره است و خانواده‌های تشکیل شده از یک نر و یک ماده و فرزندان‌شان به صورت مجزا از بقیه زندگی می‌کنند، و روابط بین این واحدها بسیار کم است.[۸۵۰]

[850] Rodseth et al, 1991.

اگر چند نر مجبور شوند برای دفاع از قبیله‌ای متشکل از چند گروه خواهری به هم کمک کنند، الگویی پدید می‌آید که در شامپانزه دیده می‌شود. قبیله‌های این میمون از چندین نر و ماده‌ی همخون تشکیل شده که در بین خود سلسله‌مراتبی را با تمرکز قدرت در نرها دارند، اما واحدهای خانوادگی مشخصی در آن‌ها دیده نمی‌شود. با وجود این‌که هر نر در حالت عادی قلمرو مشخصی در جامعه‌اش دارد، اما هرج‌ومرج جنسی هم تا حدودی در این قبیله‌ها وجود دارد و راه را برای رقابت‌های فیزیولوژیکی مانند حجم پشتاب و وزن بیضه باز می‌کند، که پیش از این به آن پرداختیم.

اگر مواد غذایی به فراوانی در محیط وجود داشته باشند اما کیفیتش پایین باشد، الگوی خانواده‌ای شبیه به گوریل و لانگوس ایجاد می‌شود. در این الگو، قبیله‌هایی کوچک مشتمل بر چندین ماده‌ی هم‌خون تشکیل می‌شوند. این قبیله‌ها به قدری کوچک هستند که یک نرِ نیرومند می‌تواند از آن پاسبانی کند و رقبای هم‌جنسِ خود را از میدان به در کند. در این حالت، مانند قبیله‌ی گوریل‌ها، یک نرِ غالب با تزئینات ویژه (مثلا موهای پشت‌نقره‌ای) به همراه چند ماده زندگی می‌کند.

اگر غذای مورد نظر میمون‌ها، کیفیت بالایی داشته باشد و پراکنشش در زمان ناهمگن باشد (یعنی گاه خیلی فراوان و گاه کمیاب گردد)، الگوی دیگری ایجاد می‌شود که در بابون‌های دشتی وجود دارد. هر قبیله‌ی این بابون‌ها از چندین ماده‌ی خویشاوند ــ معمولاً خواهر ــ تشکیل شده که چند نر جدا از هم با سلسله‌مراتب خاص خود در میان‌شان زندگی می‌کنند. این نرها مرتب بر سر مقام رهبری با هم می‌جنگند.[۸۵۱]

[851] Lewin, 1989.

اگر منابع غذایی در فضا و زمان پراکنده باشند، و دستیابی به آن‌ها همکاری چندین فرد را لازم سازد، الگویی شبیه به جوامع انسانی شکل می‌گیرد. در این جوامع خانواده‌هایی که حد و مرز و روابط‌شان با توزیع قدرت در میان نرها تعیین می‌شود، به صورت متحد با هم زندگی می‌کنند و رفتار جنسی ــ مثل شامپانزه‌ی کوتوله، ولی با پیچیدگی بسیار بیشتر ــ بخش مهمی از روابط تولیدی/ توزیعی را تعیین می‌کند. به این ترتیب، توزیع بوم‌شناختی منابع غذایی، نخستین شاخص شکل‌دهنده‌ی جوامع نخستی‌هاست.

با وجود این، نوع غذا هم در سازماندهی اجتماعی نخستی‌ها مؤثر است. اگر مواد غذایی کیفیتی پایین داشته باشند و به فراوانی در دسترس باشند، چندین ماده که از فرزندان یکدیگر نگهداری می‌کنند، به علاوه‌ی یک نر تنومند و قوی دسته‌ای برای خود تشکیل می‌دهند و این خانواده‌ی حرمسرامانند، مستقل از دیگران زندگی می‌کند. چنین چیزی در گوریل‌ها دیده می‌شود.

اگر منابع کمیاب ولی دارای کیفیت بالا باشد، ماده‌های خویشاوند ترجیح می‌دهند در کنار یکدیگر باقی بمانند و برای دفاع و باروری خود با چند نر ائتلاف کنند. در نتیجه، دسته‌ای با چند نر که در بین خود سلسله‌مراتب مشخصی دارند تشکیل می‌شود. چنین الگویی در بابون‌های دشتی به خوبی مشخص است. می‌بینید که ترکیب دو عامل نوع منبع و توزیع آن، به این ترتیب، ساختار اولیه‌ی جوامع نخستی را پی‌ریزی می‌کند.

دگرگونی‌هایی که در مسیر تکامل در نوع و توزیع مواد غذایی مورد نیاز انسان پیش آمده، یکی از عوامل مهم شکل‌دهنده به جوامع انسانی بوده است. در اواسط دوره‌ی میوسن، بوم آفریقایی زادگاه انسان از بخش‌هایی پهناور و سرسبز تشکیل یافته بود که منابع مورد نیاز برای تأمین نیازهای یک جمعیت انسانی کوچک را در خود داشت و بنابراین لزوم چندانی برای تشکیل جوامع پیچیده یا مهاجرت‌های دامنه‌دار دسته‌جمعی وجود نداشت. در اواخر میوسن شرایط اقلیمی تغییر کرد و به دلیل سرد شدن هوا این محیط مساعد به خرده‌بوم‌هایی پراکنده‌تر و فقیرتر تجزیه شد. این تغییر شکل منجر به پیدایش شیوه‌ی زندگی متحرک‌تر و پویاتری شد و

جمعیت‌های انسانی ناچار شدند برای دستیابی به منابع در میان تکه‌پاره‌هایی سرسبز و غنی که در میان برهوتی از مناطق غیرقابل استفاده پراکنده شده بود، جابه‌جا شوند و به شکار، بیش از مواد گیاهی و میوه‌های وحشی متکی گردند. به این ترتیب، اولین قبایل یا گروه‌های مهاجر انسانی شکل گرفتند. گروه‌هایی که احتمالاً نطفه‌ی اولین مهاجران به سایر قاره‌های غیرآفریقایی را در بطن خود می‌پروردند.[۸۵۲]

عامل دیگری که از نظر تکاملی در تعیین ریخت کلی جوامع انسانی نقش مهمی را ایفا کرده، روند رشد فردی در انسان است. به عبارت دیگر، شکل ویژه‌ی جوامع انسانی نه تنها به روند تکامل دودمانی[۸۵۳]، که به روند رشد فردی[۸۵٤] انسان‌ها هم بستگی دارد.

ناقص به دنیا آمدن نوزاد انسان، حضور و مراقبت هم‌زمان والدین را ایجاب می‌کند. این نیاز، چنان‌که دیدیم با شکل گرفتن رابطه‌ی فردی بین زن و مرد تحکیم می‌شود. انسان از گونه‌هایی است که فرزندان خود را به صورت نارس[۸۵۵] به دنیا می‌آورند. کودک انسان به دلیل رشد درازمدت مغزش پس از تولد، دست‌کم تا ده سالگی نیاز به مراقبت و حمایت والدین دارد و تا سه سالگی مهارت‌های حرکتی پیچیده ــ مثل بستن بند کفش ــ را یاد نمی‌گیرد. به این ترتیب، وجود والدینی که تعداد کمی بچه را در مدتی دراز بزرگ کنند، برای زنده ماندن‌شان لازم است.

این دراز شدن زمان رشد کودک، به طور طبیعی به کاهش تعداد سرانه‌ی فرزندان خانواده می‌انجامد. به عبارت دیگر، ما در گونه‌ی انسان راهکاری دقیقاً عکسِ شیوه‌ی جوندگان (بیشترین فرزند) را می‌بینیم. راهکار انسانی،

---

[852] Foley, 1989 [B].

[853]- Phylogenic
[854]- Onthogenic
[855] altricial

شاید بتواند به صورت «بهترین فرزند» صورت‌بندی شود. یعنی گرایش به کیفیت در گونه‌ی انسان بر کمیت غلبه کرده است، و گونه‌ی ما ترجیح داده که از راه پرورش تعداد کمی فرزندِ نیرومند و هوشمند، بقای ژنوم خود را حفظ کند. راهکار رقیبِ «بیشترین فرزند» در بسیاری از حشرات و به ویژه جوندگان رواجی کامل دارد. در جانورانی که به افزایش کمی تعداد فرزندان اهمیت می‌دهند، افزایش تعداد نسخه‌های ژنوم موجود، یعنی سرراست‌ترین روش برای تضمین بقای فرد، برگزیده شده است، و افزایش هم‌افزایانه‌ی اطلاعات در طول زمان در افزایش تعداد رونوشت‌های ژنوم والدین تجلی می‌یابد. به این ترتیب، توالی سریعی از فرزندانِ به نسبت ساده و کوتاه‌عمر که سرعت رشد فراوان، زمان بلوغ کوتاه و باروری بالایی دارند، در این موجودات دیده می‌شود.

در گونه‌هایی که مانند انسان از راهکار کیفی پیروی می‌کنند، الگویی متفاوت دیده می‌شود. در این موجودات راهبرد افزایش بختِ بقا، با تراکم بیشتر اطلاعات در هر یک از فرزندان گره می‌خورد و به این ترتیب تعداد کمی فرزند در هر نسل دیده می‌شود. هر یک از این فرزندان دارای اندوخته‌ای غنی از اطلاعات اکتسابی هستند، و این اطلاعات آموختنی امکان سازگاری بیشتر با محیط را برای‌شان فراهم می‌کند. به این شکل، بقای ژنوم والدین، در روشی صرفه‌جویانه‌تر، با به ارث رسیدن به فرزندانی معدود ولی دارای بختِ بقای بالا، تأمین می‌شود.

برای انباشت اطلاعاتی که این سازگاری بالای فرزند با محیط را ممکن سازد، زمان و هزینه‌ی مادی/ انرژیایی سرانه‌ی بیشتری مورد نیاز است، به همین دلیل هم در این گونه‌ها سرعت رشدی اندک و عمری طولانی را می‌بینیم. برگزینندگانِ این راهکار، در هر نسل تعداد کمی فرزند تولید می‌کنند، و این نوزادان برای مدتی طولانی به والدین‌شان وابسته باقی می‌مانند. این نوزادان در نهایت پیچیده‌تر از آن‌هایی هستند که راهکار نخست ــ یعنی روش کمی ــ را انتخاب می‌کنند. به عنوان مثال، نخستی‌های عالی از جوندگان، و زنبورها

از شب‌پره‌ها پیچیده‌ترند. البته در نظر داشته باشید که راهکار یادشده در راسته‌های گوناگون اشکال متفاوتی به خود می‌گیرد. به ویژه در حشرات اجتماعی راسته‌ی نازک‌بالان (زنبورها و مورچه‌ها) که فراگیرترین و موفق‌ترین شکل از راهکار کیفی را به نمایش می‌گذارند، این روش به دلیل ساخت ژنومی ویژه‌ی جنس نر و ماده (سیستم هاپلو ـ دیپلوئیدی) شکلی خاص پیدا می‌کند.[۸۵۶] انتخاب راهکار کیفی، به بروز تغییراتی در ساخت اجتماعی انسان انجامیده است، که باید کمی دقیق‌تر مورد توجه قرار گیرد.

طولانی بودن عمر انسان پس از فروکش کردن توانایی جفتگیری، نوعی استثنا در جهان جانوران محسوب می‌شود. اصولاً زنده ماندن موجودی که توانایی تولید مثل ندارد، به دلیل رقابتی که این موجود با سایر جانوران هم‌گونه‌اش خواهد داشت، از نظر تکاملی پرهزینه است و می‌تواند باعث نوعی فرسودگی و استهلاک درون‌گونه‌ای شود. چرا که در این حالت بخشی از منابع موجود در محیط که می‌تواند برای زنده نگهداشتن جانوری بالغ و بارور هزینه شود، به مصرف موجودی می‌رسد که توانایی انتقال ژنومش را ندارد. به همین دلیل هم در جهان جانوران تدابیری مشخص برای پرهیز از زیاد زنده ماندنِ موجود فرتوت پیش‌بینی شده است. یکی از مشهورترین این تدابیر، که مثل بقیه‌ی تدابیر تکاملی در جریان آزمون و خطاهای تصادفی و انتخاب طبیعی شکل گرفته، پیری است. پیری عبارت است از انباشته شدن آثار مخرب ژن‌های زیانمندی که اثرشان را پس از تولیدمثل موجود آشکار می‌کنند، و بنابراین توسط انتخاب طبیعی حذف نمی‌شوند. ژنی که آثار زیانمند خود را تا پیش از زمان جفتگیری و انتقال ژنوم آشکار می‌کند، بر احتمال تکثیر نسل اثر منفی به جای خواهد گذاشت و به تدریج از جمعیت حذف خواهد شد. اما ژنی که اثری مشابه را در سنین بالا و پس

---

[856] Krebs and Davis,1993.

از تکمیل روند تولیدمثل از خود آشکار می‌کند، نه تنها از دام انتخاب طبیعی فرار خواهد کرد، که تا حدودی هم توسط گزینش گروهی انتخاب خواهد شد. چرا که با کم کردن عمر جانور در سنین پیری، آن فرسودگی درون‌گونه‌ای را نیز کم می‌کند و وجودش در نهایت به نفع کل گونه تمام می‌شود.

علاوه بر انباشته شدن آثار زیان‌مندِ جهش‌ها، برنامه‌های ژنتیکی مشخصی هم برای کاستن از عمر غیرمفید موجود ــ از دید همانندسازها ــ در ژنوم موجودات وجود دارد. این برنامه‌ها عملیاتی موسوم به خودکشی سلولی[۸۵۷] را راه‌اندازی می‌کنند و در حشراتی مانند زودمیران[۸۵۸] و پروانگان ابریشم[۸۵۹] و دامنه‌ی وسیعی از شاخه‌های دیگر جانوران، مرگِ خود به خودِ موجود پس از تولید مثل را برنامه‌ریزی می‌کنند. بخش مهمی از گونه‌های جانوری شناخته‌شده، فقط تا زمان تولیدمثل زنده هستند و پس از آن به دلیل اجرا شدن این برنامه‌های ژنتیکی می‌میرند و کنام را برای جایگزینی موجودات نسل بعد خالی می‌کنند.

در برخی از گونه‌ها، کنام معمولی و طبیعی جانوران توسط رفتارهای مربوط به زندگی گروهی و شبکه‌ای پیچیده از روابط اجتماعی حمایت می‌شود و به صورت کنامی اجتماعی در می‌آید. محیطی نوظهور که در اثر پیچیدگی روابط درون‌گونه‌ای افراد و هم‌افزا شدن ارتباطاتِ (به ویژه اطلاعاتی) افراد هم‌گونه پدید می‌آید.

در این جانوران، عمر موجود پس از پایان یافتن دوره‌ی تولیدمثل می‌تواند زیاد باشد. چرا که حضور موجود در شبکه‌ای از روابط اجتماعی، می‌تواند بر شایستگی زیستی جانوران دیگری که توانایی تولید مثل دارند تأثیر مثبت گذارد و شایستگی زیستی آن‌ها را افزایش دهد. به این ترتیب، انتخاب طبیعی امکان رسیدن به سن بالاتری را به این نوع موجودات می‌دهد. حشرات اجتماعی نمونه‌هایی بسیار افراطی از این نظر هستند. به

857- Apoptosis
858 Ephemeroptera
859 Bombix mori

طور کلی عمر مورچگان، زنبورها و موریانه‌ها در میان سایر حشرات بسیار زیاد است و می‌تواند در مورد ملکه‌ی مورچه به بیست سال برسد، که بیشترین طول عمر در میان کل حشرات است. تقریباً تمام اعضای یک کلنی از حشرات اجتماعی، فاقد توانایی تولیدمثل هستند و تولید شدن گهگاهِ زنبور یا مورچه‌ی نر توسط برخی از کارگرها نوعی انحراف کوچک از این قاعده به شمار می‌رود. با وجود این، این انبوه حشرات عقیم در کلنی‌های خود برای مدت‌هایی بسیار طولانی‌تر از عمر حشرات زادآورِ خانواده‌های دیگر زنده می‌مانند، چرا که در امر بزرگ کردن فرزندان مادر مشترک‌شان مفید هستند و شانس بقای نسخه‌های ژنومی شبیه به خود را بالا می‌برند.

انسان هم یکی از گونه‌های خاصی است که به دلیل زندگی اجتماعی، عمری طولانی پیدا کرده است. انتقال عناصر فرهنگی (منش‌ها) به نسل بعد، به قدری در گونه‌ی انسان اهمیت پیدا کرده که انتخاب طبیعی موانع موجود بر سر راه عمر درازِ ناقلان آن‌ها را از میان برداشته است. برجسته‌ترین نمود این پدیده، در عمر دراز زنان پس از یائسه شدن دیده می‌شود. یائسگی، در اصل برابر است با از بین رفتن توانایی باروری زن. معمولاً پستانداران ماده پیش از رسیدن به این سن در اثر عوامل طبیعی از بین می‌روند، و آن تعداد اندکی هم که به سن یائسگی می‌رسند در مدتی کوتاه پس از آن به دلیل عوارض شدید ناشی از پیری می‌میرند. اما در انسان، یک زن یائسه می‌تواند تا چهل سالِ دیگر هم عمر کند. یعنی طول عمر به قدری زیاد شده که یائسگی ــ که در حالت عادی باید در انتهای عمر فرد حادث شود ــ در اواسط عمر رخ می‌دهد. عمر زیاد زن، بعد از یائسگی، مهم‌ترین تفاوت انسان و میمون‌های بزرگ از نظر فیزیولوژی تولیدمثل است.[۸۶۰] البته چنین چیزی

[860] Hawkes et al,1999.

در مورد مردان هم دیده می‌شود، اما به دلیل این‌که توانایی تولید مثلی جنس نر اصولاً بسیار دیرتر و کندتر از بین می‌رود، به اندازه‌ی مسأله‌ی یائسگی زن چشمگیر نیست.

تنها علت تکاملی که می‌توان برای این دراز شدن طول عمر فرض کرد، مراقبت مادر از فرزندانِ فرزندش ــ و به ویژه نوه‌های دختری‌اش ــ است. چنین رفتاری می‌تواند شایستگی زیستی کدهای ژنتیکی منتقل شده به نسل بعد را به دلیل حمایت از نوه‌ها در برابر خطرات، افزایش دهد. به این ترتیب «پدیده‌ی مادربزرگی» که در میان پستانداران دیگر کم‌نظیر است، تکامل یافته است. این پدیده، با توجه به شباهت ژنوم مرد و زن، عمر طولانی‌تر مردان را هم در پی داشته است، و همین مردان بوده‌اند که با ایجاد کردن نقش تخصصی دارنده و ناقل منش‌ها (کاهن، دانشمند، متخصص)، بُعدِ جدیدی به این الگوی پیچیده داده‌اند و به طریقی دیگر شایستگی زیستی کل جمعیت را افزایش داده‌اند.[۸۶۱]

پدیده‌ی مادربزرگ، نخستین گام در جهت حفظ و انتقال منش‌های تولیدشده در یک جامعه، به نسل بعد است. اطلاعات و آموختنی‌هایی که در یک نسل تولید شوند، تنها با درصدی از بازده توسط والدین به نسل بعد انتقال می‌یابند. اما اگر این اطلاعات و منش‌ها توسط ناقل برجسته‌ی دیگری مانند پدربزرگ و مادربزرگ هم پشتیبانی شود، بازده انتقال‌شان به نسل بعد بسیار بیشتر می‌شود. این برهم افتادگی نسل‌ها، که یکی از مهم‌ترین کلیدهای انباشت منش‌ها و غنی شدن بوم منش‌هاست، فقط در گونه‌هایی ویژه، با ساخت اجتماعی پیچیده دیده می‌شود. انسان‌ها، مورچگان، زنبوران و موریانگان مشهورترین جانورانِ مجهز به این سازوکار هستند.

---

[861] Diamond, 1991:95-106.

شیوه‌ی تغذیه

رژیم غذایی انسان یکی از متنوع‌ترین، پیچیده‌ترین و پردامنه‌ترینِ رژیم‌های غذایی موجود در نخستی‌هاست. گذشته از تنوع چشمگیر رژیم غذایی انسان، به عنوان قاعده‌ای کلی، می‌توان به گوشت‌خواری انسان اشاره کرد؛ رفتاری که در سایر نخستی‌ها به این شدت دیده نمی‌شود. تنها نمونه‌ی دیگرِ شناخته‌شده از گوشت‌خواری در نخستی‌ها، به شامپانزه‌ها مربوط می‌شود. این موجودات در فصل جفتگیری که ماده در آن نیاز به منابع غذایی غنی دارد، مهره‌داران کوچک و حتی میمون‌های جنس کولوبوس را شکار می‌کنند و می‌خورند، اما این رفتار شکارگری نوعی خصلت فصلی دارد و در سایر اوقات سال دیده نمی‌شود.[۸۶۲]

وابستگی انسان به غذای گوشتی، کاملاً به شرایط اقلیمی وابسته است. به طور کلی هر چه بیشتر از خط استوا دور و به قطب‌ها نزدیک شویم، به دلیل سردتر شدن محیط و کمتر شدن پوشش گیاهیِ قابل استفاده برای انسان، گوشت‌خواری رواج بیشتری می‌یابد. به همین دلیل هم در صحرای کالاهاری آفریقا قبایل سیاهپوستی داریم که تنها ۲۰ درصد مواد غذایی‌شان را گوشت تشکیل می‌دهد، و در قطب شمال اسکیموها را می‌بینیم که عملاً تمام غذای‌شان گوشتی و حیوانی است.

گوشت‌خوار شدن، به شدتی که در انسان دیده می‌شود، نوعی تغییر شیوه‌ی تغذیه‌ی ریشه‌ای و بنیادی است که دگرگونی‌های فیزیولوژیک و ریخت‌شناختی مشخصی را در انسان پدید آورده است. انسان، به عنوان نخستی‌ای گوشت‌خوار، به پاندا که خرسی گیاه‌خوار است، شباهت دارد. در هر دو مورد خطراهه‌ی تکاملی مشخصی که در بومی ویژه رشد کرده و بالیده و در نتیجه نوع ویژه‌ای از رژیم غذایی را هم به گونه‌ی وابسته

---

[862] Stanford, 1995.

بدان تحمیل کرده، دچار چرخشی چشمگیر می‌شود و به نوعی تغییر کنام و تغییر فضای بوم‌شناختی گونه‌ی نوآور می‌انجامد.

انسان، علاوه بر ساخت لوله‌ی گوارش همه‌چیزخوارش ــ که با خوردن گوشت هم سازگار است ــ تغییرات رفتاری خاص گوشت‌خواران را هم از خود نشان می‌دهد. رفتار ویژه‌ی دفع مدفوعِ انسان، در سایر گوشت‌خواران هم دیده می‌شود. موجودی که از گوشت سایر جانوران تغذیه می‌کند، مدفوعی کم‌حجم، بدبو و انباشته از باکتری‌های بیماری‌زا را از خود دفع می‌کنند، که اگر در محیط پراکنده شود می‌تواند باعث بروز بیماری‌های همه‌گیر در جمعیت‌شان شود. به همین دلیل هم همه‌ی گوشت‌خوارانِ دارای لانه‌ی مشخص، که در محیط خاصی جایگیر شده‌اند، مدفوع خود را دفن می‌کنند و یا به شکلی دیگر آن را از سطح کنام حذف می‌نمایند. وجود توالت در ساختمان‌های انسانی، ساده‌ترین دلیل پایدار ماندن چنین رفتاری در انسان است. شاید اگر انسان مانند خویشاوندان دیگرش برگخوار یا علفخوار می‌بود، می‌توانست از مدفوع حجیم و نیمه هضم‌شده‌ی گیاهی‌اش به عنوان سوخت استفاده کند و شاید در آن هنگام توالت با بخاری خانگی به شکلی پیوند می‌خورد!

علاوه بر رفتار دفع، نشانه‌های دیگری از اصول گوشت‌خواری هم در انسان دیده می‌شود. انسان غذای گرم را ترجیح می‌دهد، و گروهی این را باقی‌مانده‌ی عادت انسان به گرمای گوشت شکار می‌دانند. هم‌چنین بخش مهمی از رفتارهای خشونت‌طلبانه و پرخاشگرانه‌ی انسان، می‌تواند به عنوان شکل دگردیس خشونت شکارگری ــ که در جوامع امروزین کاربرد باستانی خود را از دست داده ــ تفسیر شود.[۸۶۳]

[863] Klama, 1988.

گوشت‌خوار شدن انسان در اواخر دوره‌ی میوسن، و شکل گرفتن رفتار شکارگری سازمان‌یافته در جنس انسان نخستین پرش تکاملی مهمی بود که امکان بسط یافتن جغرافیایی انسان و سازگار شدنش با بوم‌هایی بسیار متنوع ــ از قطب گرفته تا کویر ــ را ممکن ساخت. همین تغییر، یکی از عوامل درشت‌تر شدن اندازه‌ی بدن انسان هم بوده است. عاملی که به همراه سازگاری با محیط گرم و استوایی، میمون‌های جنوبی کوتاه و تنومند را به شکارچیانی بلندبالا و دونده تبدیل کرد. این درشت شدن بدن، آن‌گاه که با سازماندهی پیچیده‌تر درون‌جمعیتی انسان گره خورد، امکان تشکیل دسته‌های بزرگ شکارچی را فراهم کرد، دسته‌هایی که می‌توانستند جانورانی بسیار بزرگ‌تر از خود ــ مانند ماموت‌ها ــ را از پای درآورند و با بازدهی بیشتر از دسته‌های شکارچی رقیب ــ مثل کفتارها ــ عمل کنند.[۸٦٤]

در مورد رژیم غذایی انسان‌های راست‌قامت و نئاندرتال، شواهد زیادی وجود دارد. بقای استخوان‌ها و لاشه‌هایی که در کنار ابزارهای سنگی این موجودات کشف شده، نشان می‌دهد که جانورانی بزرگ مورد استفاده‌ی این انسان‌ها قرار می‌گرفته‌اند. چنان‌که دیدیم، امروزه این نظریه که انسان راست‌قامت لاشه‌خوار بوده است و بخش مهمی از جانوران مورد استفاده‌اش را خود شکار نمی‌کرده، هواداران بیشتری دارد. در مورد هم‌نوع‌خواری انسان راست‌قامت هم، که بر مبنای شواهد به‌دست‌آمده در غارهای شمال چین مسلم فرض می‌شد، تردیدهایی جدی راه یافته است. با وجود این، در مورد این عادات انسان‌های نئاندرتال تردید بسیار کمتری وجود دارد. نوع ابزارهای ساخته‌شده توسط این انسان‌ها و توزیع استخوان جانوران در اطراف محل زندگی‌شان نشان می‌دهد که با روش‌هایی پیچیده برای شکار کردن آشنا بوده‌اند. هم‌چنین بقایایی از

---

[864] Milton,1993.

استخوان‌های انسانی در اردوگاه‌های نئاندرتال‌ها یافت شده که اثر سوختگی و خراش‌های ناشی از ابزارهای سنگی بر روی‌شان دیده می‌شود. این بدان معناست که این انسان هم‌نوع‌خوار هم بوده و از گوشت آدمیان دیگر تغذیه می‌کرده است. یکی از شواهدی که این فرضیه را بسیار تقویت کرد، کشف اردوگاهی در ناحیه‌ی اَبری مولا[۸۶۵] در جنوب فرانسه بود که از میان ۱۳ اسکلت یافت‌شده در آن، بر روی ٤ اسکلت آثار سوختگی و خراشیدگی دیده می‌شد.[۸٦٦]

در روند پراکندگی گونه‌ی انسان، و پیچیده‌تر شدن جوامع انسانی، چند جهش عمده را می‌توان تشخیص داد، که شکارگری یکی از آن‌هاست. بعد از آن، کشف آتش را داریم که بیشتر در حوزه‌ی ابزارسازی می‌گنجد. پختن غذا، امکان زهرزدایی حرارتی از بسیاری از دانه‌های گیاهی و مواد غذایی سمی دیگر را برای انسان فراهم کرد و گسترش مهم دیگری در کنام را ممکن ساخت. پس از آن، مهم‌ترین جهش بی‌تردید به اهلی کردن گیاهان و جانوران مربوط می‌شود.

انسان‌هایی که در مناطق غنی و دارای تراکم بالای شکار زندگی می‌کرده‌اند، نیاز چندانی به اهلی کردن جانوران و گیاهان نداشته‌اند. چرا که منابع غذایی به صورت شکار همیشه در دسترس‌شان بود. این انسان‌ها در قالب قبیله‌هایی با جمعیت زیر صد نفر، که از چند خانواده‌ی هم‌خون تشکیل یافته بودند، زندگی می‌کردند. قبایل یادشده در زیستگاه غنی خویش به گردش می‌پرداختند و با طی کردن مسیرهایی منظم، به شکار کردن جانوران

865 Abri Moula
[866] Defleur et al. 1993.

و برداشت کردن مواد گیاهی خوردنی از گیاهان خودرو می‌پرداخته‌اند. قبیله‌های دارای این شیوه‌ی زندگی متحرک و وابسته به محیط را «گردآورنده و شکارچی» می‌نامند.[۸۶۷]

برای مدتی بسیار طولانی، یعنی در طی کل عمر صد هزار ساله‌ی عمر گونه‌ی انسان خردمند، روش غالب زیستن عبارت بود از گردآوری و شکار. این شیوه، بی‌تردید در میان اجداد انسان نیز رواج داشته است و شکل معمول سازماندهی زندگی در روخانواده‌ی شبه‌انسان‌ها بوده است. آدمیان، تا هنگامی‌که به این شکل می‌زیستند، آسیب زیادی به گونه‌های گیاهی وارد نمی‌آوردند و رفتار خشونت‌آمیزشان با سایر اشکال حیات، بیشتر متوجه گونه‌های مهره‌داری بود که به عنوان شکار هدف قرار می‌گرفتند.

اما در حدود ده هزار سال پیش، خشک شدن محیط‌های گرمسیری و زوال جنگل‌ها، باعث نامساعد شدن زیستگاه برای بسیاری از جمعیت‌های انسانی شد. پیدایش کشاورزی و دام‌داری، در اقلیم‌هایی حاشیه‌ای و نه چندان مساعد ریشه دارد، که زندگی در آن به شیوه‌ی گردآوری و شکار دیگر جوابگوی نیازهای اولیه‌ی آدمیان نبود. اهلی کردن جانوران و گیاهان، ابتدا در این مناطق ــ به ویژه در اطراف رودخانه‌های بزرگ ــ آغاز شد و بعدها به بخش‌های دیگر کره‌ی مسکون منتشر شد.

عملاً تمام پستانداران و طیف وسیعی از سایر جانوران را می‌توان اهلی کرد. کافی است که انسانی در هنگام متولد شدن حیوان مورد نظر حضور داشته باشد و جانور به بو و شکل و حضور انسان از نوزادی عادت کند. در واقع اهلی شدن، نوعی آموزش است که در طی آن جانور یاد می‌گیرد از جانورانی با شکل ظاهری و خصوصیات انسان نترسد و آن‌ها را به عنوان گونه‌ای همکار بپذیرد.

---

۸۶۷. لنسکی و نولان، ۱۳۸۰: ۶۰ ـ ۲۵

با وجود این، اهلی شدن جانورانی که به صورت گله‌ای زندگی می‌کنند کمی پیچیده‌تر است، چرا که نوزادان در داخل گله و بین هم‌نوعان خود زاده می‌شوند و بیشتر هم‌نوعان خود را می‌بینند. زندگی گله‌ای به طور عمومی تحمل جانور نسبت به حضور موجودات هم‌گونه و غیرهم‌گونه را افزایش می‌دهد و جانور از نوزادی یاد می‌گیرد که نسبت به گونه‌های دشمن ــ که شناسایی‌شان از روی واکنش گله ممکن است ــ حساس باشد، نه نسبت به همه‌ی جانداران بیگانه. مهم‌ترین دلیلِ اهلی شدن بسیاری از جانوران، همین زندگی گله‌ای و گروهی بوده است.

هرچند نقش مخرب انسان در نابودی گونه‌های دیگر قابل‌انکار نیست، اما باید این حقیقت را هم در نظر گرفت که گونه‌های هم‌زیست با انسان، از این تخریب همه‌جانبه در امان مانده‌اند. اجداد گاو اهلی کنونی، نوعی گاو وحشی[۸۶۸] بوده است.[۸۶۹] این گاوهای وحشی تا قرن هفدهم به صورت گله‌های بزرگ در اروپا وجود داشته‌اند و در آن تاریخ توسط انسان‌های شکارچی قتل‌عام شده و منقرض گشته‌اند. با وجود این، نوادگان اهلی و هم‌زیست‌شان با انسان، امروز یکی از پرجمعیت‌ترین، و بنابراین موفق‌ترین پستانداران قاره‌ی اروپا را تشکیل می‌دهند.

یک مثال برجسته‌ی دیگر در نقش انسان به عنوان حامی حیوانات اهلی، به خرگوش مربوط می‌شود. در حدود دو هزار سال پیش، نسل خرگوش‌های معمولی[۸۷۰] در حال انقراض بود و جمعیت طبیعی این جانوران به حاشیه‌ی جنوبی فرانسه و بخش‌هایی از اسپانیا محدود شده بود. در همان حدود بود که برای نخستین بار

---

[868] Bos primigenius

870. البته اسم علمی گاو اهلی کنونی هم که نواده‌ی این گاوهای وحشی بوده، همین است.

[870] Oryctolagus cuniculus

رومیان موفق به اهلی کردن این خرگوش‌ها شدند و با مراقبت و تکثیر آن‌ها، جلوی انقراض‌شان را گرفتند. رومیان این جانوران را به سایر نقاط امپراتوری‌شان هم منتقل کردند و به تدریج نگهداری از خرگوش اهلی برای استفاده از گوشتش، رایج شد. جالب این‌که همین خرگوش‌های از خطر جسته، پس از مدت کوتاهی بار دیگر به طبیعت راه یافتند و وحشی شدند. تمام جمعیت‌های خرگوش کنونی، که در اوراسیا به فراوانی دیده می‌شوند و همراه انسان به بخش مهمی از جهان نو ــ مانند استرالیا و آمریکا ــ هم راه یافته‌اند، در ابتدا اهلی بوده‌اند و به اصطلاح جمعیت‌هایی باز وحشی‌شده[۸۷۱] تلقی می‌شوند.

جانوران با اهلی شدن، تغییراتی مشخص را تحمل می‌کنند. انسان به عنوان عاملی تعیین‌کننده در گزینش طبیعی بر ترکیب ژنومی جانوران اهلی تأثیر می‌گذارد و با تکیه بر اصول به‌نژادی و اصلاح نژاد، تنوع ژنومی جمعیت‌های وحشی جانوران را دگرگون می‌کند. مهم‌ترین تغییراتی که به طور عام در جانوران اهلی دیده می‌شود، عبارتند از:

۱. کوچک شدن اندازه و سبک شدن وزن، که بازتابی است از اندازه‌ی انسان و گرایش او برای ساده کردن حمل ونقل، نگهداری و در نهایت کشتن جانوران اهلی؛

۲. تغییر شکل ظاهری، که در درجه‌ی اول بازتاب نیاز صاحبان انسانی جانوران اهلی برای بازشناسی آن‌ها از جانوران وحشی هم‌گونه‌شان است. اما منش‌های فرهنگی ویژه‌ای هم می‌توانند به تدریج به این گرایش‌ها جهت دهند. مثلاً دارا بودن جانوری که از نظر ریختی با سایر هم‌نوعانش تفاوت دارد ــ مثلاً رنگ خاصی

871- Feral

دارد یا شکل شاخ‌هایش جور خاصی است ــ می‌تواند برای صاحب انسانی‌اش قدر و منزلت اجتماعی به همراه داشته باشد. به این ترتیب، گزینش نمونه‌های دارای شکل خاص در کل رایج شده است.

۳. کم شدن وزن مغز به وزن بدن، و کوچک و ظریف شدن چهره. این امر می‌تواند با بزرگ‌تر شدن اندازه‌ی چشم و گوش جانور اهلی همراه باشد، اما همواره با ضعیف‌تر شدن حواس او همراه است. این امر دو علت دارد. نخست حذف شدن فشار ناشی از وجود شکارچیان طبیعی، به دلیل حمایت انسان، و دوم گرایش انسان برای این‌که حیوانات اهلی‌اش به خودش شبیه باشند. این امر به ویژه در مورد حیوانات دست‌آموزی که ارزش غذایی برای انسان ندارند ــ مثل سگ و گربه ــ به شکلی شدیدتر دیده می‌شود. در این جانوران تغییر شکل جمجمه و کاهش یافتن وزن مغز با تغییرات ریختی دیگری همراه است که جانور اهلی را به بچه‌ی انسان شبیه می‌کند. کم شدن وزن، کوتاه شدن یا از بین رفتن پوزه، درشت شدن چشم و کوچک شدن بینی، نرم بودن پوست بدن و بلند شدن موها، و رفتار بازی‌گوشانه و کنجکاوانه شاخص‌هایی هستند که در گربه و سگ خانگی به خوبی دیده می‌شوند و احتمالاً برای این انتخاب شده‌اند که با شبیه‌تر کردن جانور اهلی به کودک انسان، از احتمال بروز خشونت از سوی اربابان انسانی‌شان می‌کاسته‌اند.

جانور اهلی	جد وحشی	نام علمی	مرکز اهلی شدن	زمان اهلی شدن
سگ	گرگ	Canis lupus	آسیای غربی	12
گوسفند	قوچ و میش	Ovis orientais	آسیای غربی	9
خوک	گراز	Sus scrofa	آسیای غربی	9
گوزن راین	گوزن راین	Rangifer tarandus	اروپای شمالی	8
خرگوش	خرگوش وحشی	Oryctolagus sp.	اسپانیا	؟
اسب	اسب وحشی	Equus ferus	آسیای میانه	3
خر	خر وحشی، گور	Equus africanus	عربستان، شمال آفریقا	6
شتر	شتر وحشی	Camelus sp.	عربستان	5
شتر باختری	شتر وحشی	Camelus ferus	آسیای مرکزی	5
لاما	شتر آمریکایی	Lama guanicoe	آمریکای جنوبی	7
خوکچه هندی	خوکچه‌ی وحشی	Cavia sp.	آمریکای جنوبی	3
گربه	گربه‌ی وحشی	Fellis sylvestris	آسیای غربی	12
یاک	گاو وحشی هیمالیایی	Bos mutus	هیمالیا	9
بوفالوی آبی	بوفالو	Bubalus arnee	آسیای جنوبی	9
گاو میتان	گاو وحشی آسیایی	Bos gurus	آسیای جنوبی	8
گاو بالی	بان‌تنگ	Bos javanicus	آسیای جنوبی	؟
مرغ	ماکیان وحشی	Galus galus	آسیای جنوبی	6
بوقلمون	شترمرغ	Meleagris galopavo	آمریکای شمالی	5
ماهی قرمز	ماهی قرمز	Carassius aureatus	چین	5
بز	بز وحشی، کل	Capra aegagrus	آسیای غربی	7
گاو	گاو وحشی	Bos primigenus	آسیا	3
مرغ گینه‌ای	مرغ گینه‌ای	Numidia meleagris	آفریقای شمالی	

جانوران اهلی‌شده و خاستگاه جغرافیایی‌شان.[۸۷۲] (زمان اهلی شدن بر حسب واحد «هزار سال پیش» قید شده است.)

[872] Cambridge, 1992:384

٤. جمع شدن چربی در زیر پوست، که در واقع از نیازهای غذایی انسان ریشه می‌گیرد. یک نمونه‌ی بارز، در حجم زیاد چربی زیر پوست خوک دیده می‌شود و دیگری به نفوذ چربی در عضلات گاو و زایده‌ی پرچربی دم گوسفند (دنبه) مربوط است. این خصوصیات در جمعیت‌های وحشی قوچ و گراز و گاو دیده نمی‌شود.

اهلی کردن جانوران تقریباً موازی با روند اهلی کردن گیاهان و پیدایش کشاورزی پیش رفت. از یک سو اهلی کردن جانوران توانست پویایی جمعیت‌های انسانی را افزایش دهد و قبیله‌های کوچ‌نشینی را پدید آورد که به همراه دام‌های خود از منطقه‌ای به منطقه‌ی دیگر کوچ می‌کردند. از سوی دیگر، با پیدایش کشاورزی این روند تکمیل شد و گروه‌هایی از دهقانان وابسته به زمین جایگزین قبایل متحرک شدند. این پدیده، یعنی وابستگی به زمین، به پیامدهای برجسته و بسیار مهمی انجامید. نخست این‌که با تداوم یافتن ارتباط انسان و بوم اطرافش، روند تولید دانش در مورد پدیده‌های طبیعی دچار جهشی اساسی شد و خوشه‌های دانایی غنی و تنومندی در اثر پیچیده شدن روابط اجتماعی ناشی از شهرنشینی به وجود آمد. دوم آن‌که برای نخستین بار منبع ثروتی پایدار و مشخصی به نام زمین در زندگی بشر پدیدار شد و منابع طبیعی‌ای مانند باران و نور خورشید اهمیت یافتند. چهار فصل برای نخستین بار به معنای واقعی کلمه در یک مکان حس شد و به همراه این ادراک شیوه‌های غلبه بر سرما و گرما و پدیدارهای کور طبیعی هم تکامل یافت.

قلمرو جغرافیایی	گیاه اهلی‌شده
آفریقای مرکزی	ارزن، سورگوم، بادام زمینی، خربزه، ایگنام، خرما، قهوه
آسیای غربی	عدس، نخود، گندم، جو
آسیای جنوب شرقی	برنج، موز، نیشکر، مرکبات، نارگیل، ایگنام، قلقاس
شمال چین	ارزن، برنج
آمریکای مرکزی	کدو تنبل، باقلا، کدو، ذرت
آمریکای جنوبی	باقلای لیما، سیب‌زمینی، سیب‌زمینی شیرین، بادام زمینی مانیوک

مراکز اصلی پیدایش کشاورزی و گونه‌های اهلی‌شده در هر یک

با یکجا نشینی و پیدایش روستاها و شهرهای اولیه در مناطق هلال حاصل‌خیز در میان‌رودان، روابط اجتماعی آن‌قدر پیچیده شد که کل ساختار ارتباطات انسانی زیر تأثیر آن دگرگون گشت. مهم‌ترین نمود این تغییر، پیدایش خط و نوشتار بود. پیدایش خط، که برای نخستین بار امکان تبلور منش‌ها در قالبی جدای از شبکه‌ی عصبی انسان را می‌داد، پایدارترین و مهم‌ترین جهش در تکامل منش‌ها را پدید آورد و رسوب کردن منش‌ها و قدرتِ ناشی از آن‌ها را در پیکره‌ی جامعه ممکن ساخت. این روند، همان بود که در نهایت به پیچیدگی روزافزون جوامع انسانی و دگردیسی روابط تولیدی/ توزیعی در ابعاد کلان منتهی شد.

هم‌زمان با پیدایش کشاورزی و شهرنشینی، معادلات سود و زیان قدیمی در مورد اندازه و شکل خانواده هم فرو ریخت. چنان‌که گفتیم شالوده‌ی اجتماع، واحدهای تولید فرزند ــ یا خانواده ــ است، و شکل این هسته‌ی مرکزی پیش از هرچیز زیر نفوذ شیوه‌ی تغذیه و روش معیشت جامعه‌ی مورد نظر تعیین می‌شود. با دستیابی به منابع غذایی منظم و فراوانی مانند گیاهان کاشته‌شده، هزینه‌ی لازم برای بزرگ کردن فرزند کاهش یافت. برای نخستین بار، در جوامع دام‌پرور بود که داشتن فرزند زیاد به لحاظ اقتصادی دارای ارزش شناخته شد. چرا که این فرزندان می‌توانستند بعدها به شکارچیان و شبانانی نیرومند تبدیل شوند و والدین خود را حمایت کنند. با وجود این، در جوامع دام‌پرور هنوز هزینه‌ی بزرگ کردن فرزند زیاد بود، چرا که به دلیل سنگین بودن کارهای مربوط به زندگی شبانی، بچه تا رسیدن به سن هشت ـ نه سالگی امکان کار کردن نداشت و تا این سن از منابع قبیله استفاده می‌کرد. از سوی دیگر، فرزندان دختر از نظر جنگیدن و چوپانی فاقد ارزش بودند و به این ترتیب، داشتن فرزند دختر هزینه‌ای بسیار بالا داشت.

در جوامع کشاورز، این معادله به سود داشتن فرزند بیشتر تغییر کرد. فرزندان کشاورز می‌توانستند در سنین بسیار کمتری وارد دنیای کار شوند و بخش مهمی از کارها را که در خانه انجام می‌گرفت، برعهده می‌گرفتند.

البته ناگفته پیداست که در این زمان هنوز سن کودکی به معنای امروزینش شناخته نشده بود. به رسمیت شناخته شدن سن کودکی، یعنی سنی که بچه به طور رسمی می‌تواند بازی کند و هیچ اجباری برای کار کردن ندارد، پس از انقلاب صنعتی شروع شد و تنها در ابتدای قرن گذشته به طور واقعی فراگیر شد. کالاها و منش‌های وابسته بدان ــ از ادبیات کودک گرفته تا اسباب‌بازی ــ هم به همین شکل به تازگی تکامل یافتند. در جوامع کشاورز سنتی، کودک هنوز به عنوان مصرف‌کننده‌ای که حق تولید نکردن را داشته باشد، رسمیت ندارد. با وجود این، انباشت منابع به قدری بود که پیدایش نهادهای خاص انتقال منش به کودکان را ممکن سازد و به این شکل نخستین مدرسه‌ها پدید آمدند.

با وابسته شدن فرد به زمین، امکان خودمختاری فرد در سنین کمتر ممکن شد. به این ترتیب، سن ازدواج پایین آمد و با این طرد رقابتی در حوزه‌ی تولید، رقابت جوانان و سالمندان و کودکان و جوانان کمتر شد. از سوی دیگر، زندگی شهری نیازمند لوازم ویژه‌ی خود بود. شهر برابر بود با حوزه‌ی جغرافیایی مشخص و نامتحرکی که انباشتی چشمگیر از منابع و ثروت‌ها در آن دیده می‌شود، و این می‌توانست برای تمام افراد هم‌گونه‌ی فقیرتر وسوسه‌کننده باشد. این وسوسه به قدری جدی بود که نخستین جنگ‌های سازمان‌یافته میان آدمیان را هم‌زمان با پیدایش کشاورزی می‌بینیم، و پیدایش نهادهای دفاعی/ تهاجمی سازمان‌یافته ــ برج و بارو و حصار و ارتش ــ را به طور هم‌زمان شاهد هستیم.[۸۷۳]

این عامل، نیاز به نیروی کار را تشدید کرد و ارزش فرزند را بیش از پیش افزایش داد. در این حلقه‌ی بازخوردی بود که افزایش ناگهانی جمعیت در شهرهای اولیه ممکن شد. این افزایش تراکم جمعیت، پیامدهای

---

۸۷۳ . مامفورد، ۱۳۸۲.

پیش‌بینی‌ناپذیری به دنبال داشت. ساده‌ترین پیامد آن، بروز بیماری‌های واگیرداری بود که تا پیش از این در این دامنه سابقه نداشت، دیگری پیچیده‌تر شدن روابط اجتماعی بود، که به عنوان روندی هم‌افزا، الگوهایی یک‌سره نو را در ابعاد گوناگون زندگی اجتماعی پدید آورد. یکی از الگوها توزیع بسیار نابرابر منابع در میان افراد جامعه بود، و این همان است که طبقاتی شدن سیستم اجتماعی را رقم زد.

این طبقاتی شدن، به پیدایش جذب‌کننده‌هایی جمعیت‌شناختی در فضای حالت رفتار جمعی آدمیان مربوط بود. جذب‌کننده‌هایی که باعث تمرکز منش‌ها (و در نتیجه دانایی و قدرت) در بخش‌های خاصی از جامعه شدند، و در نتیجه ظهور گرانیگاه‌هایی را هم به عنوان مراکز تجمع منابع ــ و در نتیجه لذت و قدرت ــ به دنبال داشتند. این شکست تقارن عمده، پویایی درونی سیستم شهرنشینی را به یک‌باره افزایش داد. آشکارترین نمود این پیچیده‌تر شدن، چنان‌که گفتیم، تبلور منش‌ها در سیستم‌های نشانگانی قابل ثبت بود. پیدایش خط، که به دنبال این تحول آمد، در واقع گام آخر روند خودبسنده شدن منش‌ها بود. روندی که هزاران سال پیش با پیدایش زبان آغاز شده بود. به این ترتیب، انباشت اطلاعات در جوامع انسانی، قبایل کوچک و پراکنده و مهاجر اولیه را به شهرهای بزرگ و متمدنی تبدیل کرد که ساکنانش در نهایت نام انسان خردمند را برای خویشتن برگزیدند.

ابزارسازی

ابزارمند عبارت است از به‌کارگیری اشیا و مواد مستقل از بدن، برای تأثیرگذاری بر محیط. این موادِ خارجی معمولاً اشیایی ساده و فراوان در محیط طبیعی هستند و تأثیری هم که بر محیط اعمال می‌شود معمولاً می‌تواند در زیر عنوان دسترسی به منابع رده‌بندی شود.

با این تعریف، طیف وسیعی از جانوران ابزارمند محسوب می‌شوند. کرکس مصری که برای استفاده‌ی غذایی از تخم شترمرغ، با کوبیدن سنگ پوسته‌ی سخت آن را می‌شکند، نمونه‌ی مشهوری از این حیوانات است. بابون‌ها هم به دشمنان خود سنگ پرت می‌کنند و شامپانزه‌ها رفتارهای بسیار پیچیده‌تری مانند استفاده از چهارپایه برای دسترسی به مواد غذایی موجود در نقاط مرتفع را انجام می‌دهند. یک نمونه‌ی هوشمندانه‌ی رفتار ابزارمند در شامپانزه به شکار موریانه مربوط می‌شود. شامپانزه‌ها برای به چنگ آوردن موریانه‌ها یک ترکه‌ی کاه را در داخل سوراخ‌های لانه‌ی موریانه فرو می‌کنند و وقتی موریانه‌ها برای خوردنش آرواره‌های‌شان را در کاه فرو کردند و به آن چسبیدند، ترکه را بیرون می‌کشند و حشرات موجود بر آن را می‌خورند. به این ترتیب، نمی‌توان انسان را تنها جانور ابزارمند دانست.

اما ابزارمندی در انسان تفاوتی اساسی با دیگر جانوران دارد. نخستین تفاوت این‌که انسان تنها جانوری است که با ابزار، ابزار می‌سازد. سایر جانوران با اعضای بدن‌شان ابزار را می‌سازند و رشته‌ی تولید ابزار در حلقه‌ی اول به پایان می‌رسد. اما این زنجیره در انسان خردمند می‌تواند تا نقطه‌ای دوردست تداوم یابد. در میان دستاوردهای انسانی به کارخانه‌های بزرگ و پیچیده‌ای برمی‌خوریم که دستگاه‌های الکترونیکی حساسی را تولید می‌کنند که خودشان به عنوان بخش‌هایی از دستگاه‌های دیگری به کار می‌روند و تازه خود این ابزارهای آخری هم برای ساخت ابزاری دیگر طراحی شده‌اند. چنین زنجیره‌ی پیچیده‌ای از روابط میان ابزارها در هیچ جانور دیگری همتا ندارد.

دومین تفاوت، به زمان مربوط می‌شود. استفاده از ابزار در سایر جانوران، رفتاری لحظه‌ای و نه چندان دوراندیشانه است که برای نیل به پاداشی لحظه‌ای انجام می‌شود. به عنوان مثال، بیشترین زمانی که میمون صرف توجه و کار با یک ابزار می‌کند، پانزده دقیقه است. این در حالی است که یک نقاش یا نویسنده ممکن

است ساعت‌های متمادی با ابزاری مانند قلم‌مو یا قلم کار کند و یک دانشمند و مخترع می‌تواند ماه‌ها و حتی سال‌های پیاپی در مورد طراحی ابزاری جدید تمرکز نماید.

سومین تفاوت، به رفتار حمل ابزار مربوط می‌شود. اگر از بعضی نمونه‌های ساده، مانند صدفی که خرچنگ منزوی به عنوان سپر محافظ شکمش حمل می‌کند، بگذریم، به این نتیجه می‌رسیم که انسان تنها جانوری است که ابزارهای ساخت دست خودش را با خودش به این سو و آن سو می‌برد. دیگر جانوران از ابزارهایی طبیعی استفاده می‌کنند که به هنگام پیش آمدن نیاز خاصی، در اطراف همان مکان یافت‌شدنی باشند.

به این ترتیب، ساخت کلی ابزار در انسان، با سایر جانوران تفاوت دارد. اگر بخواهیم این تفاوت را در یک عبارت فشرده کنیم، باید بگوییم انباشت اطلاعات موجود در ابزارهای انسانی، بسیار بیشتر از چیزی است که در سایر جانوران ابزارمند دیده می‌شود. اطلاعات لازم برای ساخت یک ابزار ساده مثل یک قلم، و اطلاعات مورد نیاز برای به کار گرفتن آن، هر دو بسیار زیاد هستند، و نیازی را هم که برطرف می‌کنند نیازی بسیار پیچیده است. پس به عنوان قاعده‌ای کلی، آنچه در روند تکامل انسان می‌بینیم، افزایش محتوای اطلاعاتی متبلورشده در شبکه‌ی کل ابزارهای انسانی است.

با یک نگاه کوتاه به مدارک باستان‌شناختی، می‌بینیم که روند پیچیده‌تر شدن ابزارهای انسانی، می‌تواند بر نوعی منحنی نمایی تصویر شود. پرش‌های اصلی در این منحنی، به طور مشخص با افزایش حجم مغز انسان همراه بوده‌اند، اما این‌که کدام‌یک علت دیگری بوده، درست مشخص نیست. آنچه بیشتر به واقعیت نزدیک می‌نماید، اندرکنش پیچیده‌ی چند روندِ در هم تنیده است، که پیچیده‌تر شدن جوامع، حجیم‌تر شدن مغز و متنوع‌تر شدن ابزارها مهم‌ترین‌شان هستند.

الگوی جهشی تکامل ابزارسازی در فرهنگ‌های انسانی

رشد توانایی ابزارسازی در اجداد انسان، به عوامل گوناگونی وابسته بوده است. یکی از مشهورترین این شاخص‌ها، نسبت طول به عرض بند آخر انگشت شست است، که تعیین‌کننده‌ی دقت دست در گرفتن اشیاست. این شاخص از دو میلیون سال پیش به این سو تغییراتی را متحمل شده و با آنچه در انگشتان میمون‌های بزرگ دیگر دیده می‌شود، تفاوت یافته است. دگرگونی در انگشت شست انسان‌مانندهای باستانی معلول چند روند تکاملی بوده، که مهم‌ترین‌شان جایگاه مقابلِ شست نسبت به سایر انگشتان در دست است.[۸۷٤] این شکلِ ویژه علاوه بر این‌که امکان گرفتن اشیا در بین شست و سایر انگشتان را فراهم می‌کند، تنوع حرکات ترکیبی انگشتان را هم بسیار افزایش داده است.

[874] Eccles,1991.

پهن بودن سر استخوان متاکارپ شست، یکی از برجسته‌ترین نمودهای این توانایی و تنوع بالاست. با توجه به این‌که چنین شکلی در استخوان‌های لوسی یافت نشده است، نمی‌توان تاریخ پیدایش ابزارسازی را تا دوره‌ی شبه‌میمون‌های آفریقایی عقب برد.[۸۷۵] شواهد نشان می‌دهد که شبه‌میمون تنومند دارای چنین انگشت شستی بوده است، و این در حالی است که خویشاوندانش در آفریقای شرقی فاقد این توانایی بوده‌اند. دو نتیجه‌ی عمده‌ی ناشی از این مقایسه‌ی فسیل‌شناختی، چنان‌که پیش از این هم گذشت، جدیدتر بودن افزایش حجم مغز نسبت به ابزارمندی است، و منتشر، پراکنده و تدریجی بودن روند تکامل این توانایی انسانی. پیچیده‌تر شدن ابزارهای ساخته شده توسط انسان، و غنی‌تر شدن‌شان از نظر اطلاعاتی، در نهایت به بروز جهشی بزرگ انجامید، و آن ابداع نشانه‌ی خودآگاه بود.

سیستم‌های نشانگان در تمام جانوران دیده می‌شوند. کدهای نوری، صوتی، شیمیایی و... در همه‌ی شاخه‌های جانوری نظام‌هایی از بازنمایی جهان خارج را تشکیل می‌دهند، که جانور با بازخوانی و واگشایی نمادهای آن، حقیقتِ منسوب به جهان خارج را برای خود بازتولید می‌کند. این نظام‌های نشانگان/ معانی در جانوران پیچیده‌تر لایه‌ای از «پیش‌منش‌واره‌ها» ــ یعنی نشانه‌های تولیدشده توسط خود جانور ــ را هم در بر می‌گیرند. یعنی در موجودی مثل آمیب، تمام آنچه دیده می‌شود، کدهای فیزیکی/ شیمیایی خاصی است که جانور به کمک آن بازنمایی دست و پا شکسته‌ای از جهان خارج تولید می‌کند و آن را دستمایه‌ی تنظیم رفتار خود و تضمین بقای ژنومش قرار می‌دهد. اما در یک ملخ نر که مشغول خواندن است، یا کفتاری که با تولید صدا همراهانش را در شکار رهبری می‌کند، مجموعه‌ای از نشانه‌ها به صورت مصنوعی توسط خود موجود تولید

---

[875] Gibbons,1997

می‌شوند تا بازنمایی ویژه‌ای در سایر جانوران، که معمولاً هم‌گونه‌اش هم هستند، ایجاد کند. این تولید نشانه‌ها، از هر نوعی که باشد ــ از نور کرم شب‌تاب گرفته تا آواز قناری ــ معمولاً از نظر عصب‌شناسی به عنوان نشانگانی ناخودآگاه در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی، به نظر می‌رسد که مغز موجوداتِ تولیدکننده‌ی این نشانگان، بازنمایی مستقل و مجزایی از این اطلاعات را در یک سطح سلسله‌مراتبی متفاوت از پیچیدگی، تولید نکند. در انسان روند تکامل، منتهی به انباشتی چنان چشمگیر از اطلاعات شده، که یک سطح سلسله‌مراتبی جدید از اطلاعات را به روند پردازش عصبی افراد اضافه کرده و این همان است که در قالب نشانه‌های خودآگاه نمود می‌یابد. این نمادهای خودآگاه، شالوده‌ی زبان را تشکیل می‌دهند.[۸۷۶] زبان، شاهکار ابزارسازی انسان است.

زبان

بی‌تردید یکی از بلندترین گام‌ها در پیدایش فرهنگ انسانی هنگامی برداشته شد که زبان گشتاری/ زایشی[۸۷۷] انسانی در انسان‌های خردمند تکامل یافت. به نظر می‌رسد که در مورد سرچشمه‌ی رفتاری مانند زبان، که در حالت غیرنوشتاری‌اش اثر فیزیکی مشخصی بر مواد بر جای نمی‌گذارد، به سختی بتوان اظهار نظر کرد. با وجود این، شاخص‌های غیرمستقیم فراوانی وجود دارند که می‌توانند تبارشناسی پیدایش زبان در انسان کنونی را برای ما روشن کنند. بررسی روند شکل‌گیری زبان در نوزادان، نشانه‌شناسی بیماری‌های عصب‌شناختی و عضویِ وابسته به زبان، و روند زوال توانش‌های زبانی در این افراد، بررسی‌های دیرین‌شناختی و کالبدشناختی

---

۸۷۶ . وکیلی، ۱۳۷۸.

877- Reproductive - Generative

متکی بر منابع فسیلی و رفتارشناسی ارتباطات در جانوران، مهم‌ترین مراجع دانش ما در مورد سرچشمه‌ی زبان هستند.

در نخستی‌ها، گذشته از کدهای بویایی، ساده‌ترین شکل انتقال اطلاعات به دیگر افراد هم‌گونه، استفاده از عضلات حرکتی و نشانه‌گذاری حرکات بدن است. حرکات دست و پا و سر، به همراه شکل قرارگیری بدن و الگوی انقباض و انبساط عضلات بدن، در همه‌ی نخستی‌ها به عنوان زمینه‌ای غنی برای انتقال اطلاعات و ایجاد ارتباط عمل می‌کند. ارتباط برخی از حالت‌های درونی با حالات حرکتی، هنوز هم در انسان دیده می‌شود. ترسی که از روی بدن مچاله‌شده و زانوان لرزان و نیمه‌خمیده‌ی شخص آشکار می‌شود، غرور و قدرتی که از راست بودن قامت و بالا گرفتن سر درک می‌شود، و شرمندگی نمایان‌شده در اثر پایین افتادن سر و قوز کردن، همگی نمونه‌هایی از بقایای این شیوه‌ی ارتباطی هستند. اما این شیوه هم به دلیل ساختار بدنی ویژه‌ی نخستی‌ها، در این راسته پیچیدگی فراوانی پیدا کرده است.

نخستی‌ها از معدود جانورانی هستند که تعداد عضلات چهره‌شان زیاد است و به دلیل جزء به جزء منقبض شدن این عضلات، امکان نمایش دادن الگوهای رفتاری متنوعی برای‌شان فراهم است. ارزش بیانگری چهره به قدری برای میمون‌های بزرگ مهم بوده است که موی صورت در این جانوران از بین رفته و پوست چهره برای نمایش انقباضات عضلانی‌اش در برابر چشم افراد هم‌گونه، برهنه شده است. بی‌مو بودن صورت شامپانزه، گوریل و اورانگ‌اوتان از این کارکرد سرچشمه گرفته‌اند.

این الگو به خوبی در انسان هم دیده می‌شود. بخش‌هایی ثابت در سر وجود دارند که دهان و چشم و گوش و بالا و پشت جمجمه و محل قرارگیری سوراخ‌های بینی نمونه‌هایی از آن هستند. این بخش‌های به ظاهر ثابت، در ترکیب با طیف وسیعی از عضلات پوشاننده‌ی سطح صورت، شاخص‌هایی هستند که نوعی «دستور زبان چهره» را پدید می‌آورند. این دستور زبان، تکیه‌گاه‌های مشخصی دارد که از همین نقاط ثابت تشکیل

شده‌اند. تغییر شکل چهره در اثر انقباض عضلات، الگوهایی ریختی را بر روی این تکیه‌گاه‌های ثابت ایجاد می‌کند که می‌توانند مانند نشانه‌های معناداری خوانده شوند. این نشانه‌های معنادار، هر یک در زبان‌های طبیعی نامی دارند. بنابر دیدگاه اِکمن[۸۷۸]، هفت تا از این نشانه‌ها ــ که نشانگر شادی، تنفر، ترس، غم، تعجب، خشم و علاقه هستند ــ در تمام جمعیت‌های انسانی وجود دارند و بنابراین ویژگی گونه‌ی ما محسوب می‌شوند. اکمن در آزمونی فراگیر عکس‌های افرادی اروپایی ــ با این هفت حالتِ چهره ــ را به مردمانی بومی که تا آن لحظه فرد اروپایی، و اصولاً عکس ندیده بودند، نشان داد و مشاهده کرد که حالت تمام این چهره‌ها به درستی شناسایی می‌شوند.

بر مبنای الگوی انقباض عضلات چهره و بدن، نشانگان حرکتی بدن انسان را به این بخش‌ها تقسیم می‌کنند:[۸۷۹]

الف. سازگارکننده‌ها[۸۸۰] که رفتارهای حرکتی پیچیده‌ای با چند بخش هستند. این رفتارها در عین رساندن پیامی به طرف مقابل، نوعی سازگاری زیست‌شناختی هم با محیط ایجاد می‌کنند. نمونه‌های مشهور آن عبارتند از جوریدن، جنگیدن، تهدید کردن و حتی رانندگی کردن.

ب. علامت‌ها[۸۸۱] که رفتارهایی با کدهای مشخص و دارای معنای محدود را شامل می‌شود. مثل چشمک زدن، سر تکان دادن، حالت چهره و علایم زبان ناشنوایان.

878- Ekman
879 Hinde,1974.
880- Adaptors
881- Emblems

پ. بیانگرها[۸۸۲] همه‌ی نشانگان کدبندی‌شده در قالب زبانی را در بر می‌گیرد. با اتکا به قواعد گشتاری/ زایشی مورد نظر چامسکی، به نظر می‌رسد که حجم اطلاعات انتقال‌پذیر توسط پیام‌های بیانگر از نظر عملی نامتناهی باشد.

ت. تنظیم‌گرها[۸۸۳] نشانه‌هایی هستند که چارچوب ظهور باقی نشانه‌ها را تنظیم می‌کنند، مثل شکل نگاه کردن و حرکات سر و گردن که آغاز و قطع کلام را نشانه‌گذاری می‌کند.

آدمیان از دیرباز در مورد سرچشمه‌ی زبان کنجکاو بوده‌اند. مصریان باستان پیدایش زبان را مدیون خدایانی مانند توت و پتاح می‌دانستند. به همین ترتیب، اقوام دیگر نیز خط و گفتار را پدیدارهایی غریب و جادویی می‌پنداشتند، و خاستگاهش را در آسمان‌ها می‌جستند. در یونان باستان بحث و کشاکش در مورد سرچشمه‌ی انسانی یا الهی زبان را در متون کهن می‌توانیم بازیابیم. فیثاغورث، در شش قرن پیش از میلاد پیدایش زبان را به خدایان یا داناترینِ مردمان نسبت داد، و پس از او آیسخولوس (فوت در ٤٦٥ پ.م.) زبان را دارای منشأ خدایی دانست و با مخالفت دموکریتوس (فوت در ٣٦٢ پ.م.) روبه‌رو شد، که هوادار سرچشمه‌ی انسانی زبان بود. اولین اثر مدون در مورد منشأ زبان، سرودهای گاهان در *اوستا* است که در آن زبان روزمره و زبان مقدس (مانترَه) از هم تفکیک شده و خاستگاه دومی جهان مینویی دانسته شده است. گفتمان مهم دیگری که در میانه‌ی دوران هخامنشی پدید آمد و به خاستگاه زبان می‌پرداخت، آثار بوداست که زبان را در ارتباط با دانستگی و شکلِ چیزها (دَرمَه) بررسی می‌کرد و میل به کامجویی را یکی از علل برسازنده‌اش می‌دانست.

882- Illustrators
883- Requlators

کمی بعدتر، رساله‌ی کراتولوسِ[۸۸٤] افلاتون را داریم که در متون اروپایی به نادرست هم‌چون کهن‌ترین متن درباره‌ی خاستگاه زبان شهرت یافته است. در این رساله بحثی آمده که در آن سقراط منشأ زبان را طبیعت می‌داند و در مقابلش هرموگِنس نامی هوادار نظریه‌ی اختراعی و قراردادی بودن زبان است. ارسطو نیز در این مورد حرف‌هایی دارد و منشأ زبان را قرارداد و ابداع خودِ آدمیان می‌داند. اپیکور در این موارد با او موافق بود، اما به وجود نوعی شباهت موسیقایی بین زبان و پدیده‌های طبیعی باور داشته است.

نخستین آزمایش تجربی در مورد منشأ زبان، به پسامتیک ــ فرعون مصر در دوران مادها ــ مربوط می‌شود و گزارش آن را می‌توان در *تواریخ* هرودوت خواند.[۸۸۵] این فرعون که در مورد نخستین زبان بشری کنجکاو بود، دستور داد دو کودک را از هنگام تولد از دیگران جدا کنند و دایه‌ای که از سخن گفتن منع شده بود با یاری دو بز شیرده آن‌ها را بپرورد تا به سن زبان باز کردن برسند. به گفته‌ی هرودوت، فرعون انتظار داشته که کودکان پس از بزرگ شدن به زبان مصری ــ که به نظرش کهن‌ترین زبان گیتی بود ــ صحبت کنند. اما اولین حرفی که بچه‌ها بر زبان راندند، «باکوس» بوده که در زبان فریجیه‌ای «نان» معنا می‌دهد.

دومین آزمون از این دست توسط فردریک دوم، امپراتور پرجبروت خاندان هوهنشتافن[۸۸٦]، در اواسط قرن سیزدهم میلادی انجام گرفت. در این آزمون از همان روش پسامتیک استفاده شد، اما کودکان به دلیل بی‌توجهی دایه‌های‌شان مردند!

884- Cratylus

۸۸۵. هرودوت، کتاب دوم، بند ۲.

886- Hohenstaufen

جیمز پنجم پادشاه اسکاتلند (درگذشته در ۱۴۹۳ م.)، که به شدت به دیدگاه کتاب مقدس در مورد زبان و برج بابل باور داشت، تلاش کرد تا بار دیگر این آزمون را تکرار کند. بر طبق روایت کتاب مقدس، تا پیش از فروریزی برج بابل همه‌ی مردم دنیا به یک زبان ــ که فرض می‌شد عبری است ــ صحبت می‌کرده‌اند. آزمون جیمز پنجم ظاهراً دچار خدشه‌ی آزمایشگاهی کوچکی بوده است، چون بنا بر گزارش تاریخی، بچه‌ها به محض زبان باز کردن به زبان عبری خالصی حرف می‌زده‌اند![۸۸۷]

آخرین آزمون از این دست را ــ که در ضمن درست‌ترین‌شان هم بوده ــ اکبرشاه، امپراتور هند در اواخر قرن شانزدهم میلادی انجام داد. او سی نوزاد را به دایه‌هایی لال سپرد، و آن‌ها را چهار سال به حال خود رها کرد. پس از آن معلوم شد که بچه‌ها به هیچ زبانی حرف نمی‌زنند.[۸۸۸] در میان تمام این آزمون‌ها، تنها همین آخری صحت علمی دارد. امروز ما می‌دانیم که کودکان اگر در سن بحرانی خاصی تا پیش از هفت سالگی در معرض زبان قرار نگیرند، از سخن گفتن باز می‌مانند و این توانایی را از دست می‌دهند.

در عصر روشنگری بازار دیدگاه‌های عجیب و غریب در مورد منشأ زبان داغ بود. اینیگو جونز (درگذشته در ۱۶۵۲ م.) معتقد بود که کشتی نوح در چین فرود آمده و بنابراین قدیمی‌ترین زبان زنده‌ی جهان چینی است. اسپینوزا (درگذشته در ۱۶۷۷ م.) هم این عقیده را باور داشته و فکر می‌کرده تورات در واقع متنی است که از زبان چینی ترجمه شده است. در این میان یک دانشمند الهیات به نام کمپ[۸۸۹] ادعا کرده بود که زبان خداوند اسپانیایی، زبان حضرت آدم دانمارکی و زبان مارِ فریبکار بهشت فرانسوی بوده است!

---

887 Lindsay, 1728: 104.
888 Wind, 1992.
889- Kemp

از میان افراد جدی‌تر، لایب‌نیتس (درگذشته در ۱۷۱۶ م.) به منشأ طبیعی زبان باور داشته و فکر می‌کرده واژگان، اصواتی تقلیدشده از صداهای عادی طبیعی هستند. ماندویل[۸۹۰] (درگذشته در ۱۷۳۳ م.) فکر می‌کرده که دو نوزاد که با هم بزرگ می‌شوند باید بتوانند زبانی مخصوص به خود ابداع کنند. این حرف پس از دو قرن توسط پژوهش‌های ویگوتسکی بر شکل‌گیری زبان در نوزادان دوقلو تأیید شد.

با وجود پیشینه‌ای چنین طولانی در مورد نظریه‌های منشأ زبان، تنها در سه دهه‌ی گذشته بود که پیشرفت در حوزه‌های عصب‌شناسی و زیست‌شناسی تکوینی امکان تحلیل منشأ زبان را به طور علمی برای ما فراهم کرد. در این نوشتار در مورد سرچشمه‌ی پیدایش زبان مدلی را پیشنهاد خواهم کرد که از دیدگاه سیانی و چیارِللی وام گرفته شده است.[۸۹۱]

همانطور که می‌دانیم، زبان، به عنوان عضوی عضلانی و حسی که در مرحله‌ی نخست برای تغذیه کاربرد داشته است، در کارکرد زبانی/ گفتاری هم نقش مهمی را عهده‌دار است. در بیشتر زبان‌ها، زبانِ حسی/ عضلانی و زبان گفتاری با واژگانی مشترک مورد اشاره قرار می‌گیرند، و زبان فارسی در این مورد استثنا نیست.

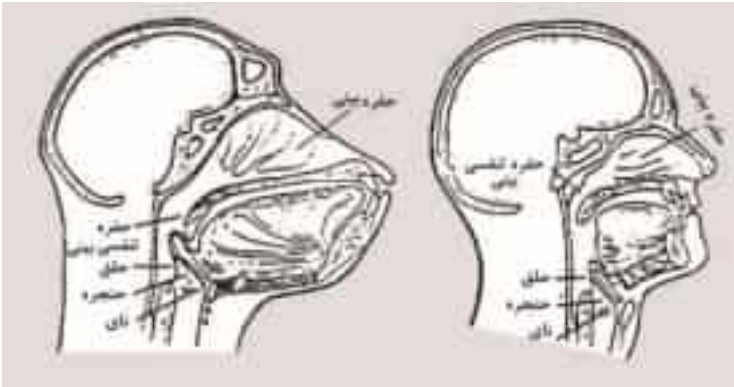
در این‌جا می‌خواهیم ادعا کنیم که این شباهت از سطح یکسان بودن واژگان فراتر می‌رود و به راستی از نظر تکاملی نوعی ارتباط تنگاتنگ بین زبانِ عضلانی و زبانِ گفتاری وجود داشته است.

بیایید بحث را از ساده‌ترین جا، یعنی از زبان به عنوان عضله‌ای با کارکرد حسی ویژه (چشایی) آغاز کنیم. زبان انسان با زبان سایر پستانداران چند تفاوت عمده دارد. نخست این‌که تخت و مسطح نیست و در حفره‌ی دهانی به صورت گسترده قرار نمی‌گیرد. زبان انسان برعکس سایر پستانداران حالتی گوشتی و حجیم دارد و

890- Mandeville
[891] CianiandChiarelli,1992.

به صورت جمع‌شده و چین‌خورده در داخل حفره‌ی دهانی جای می‌گیرد. دقیقاً به همین دلیل، تحرک زبان انسان خیلی زیاد است و می‌تواند حرکات ارادی، دقیق و متنوعی را انجام دهد.

ساختار حفره‌ی دهانی انسان هم با سایر پستانداران تفاوت‌هایی دارد. نخستین تفاوت، به پایین قرار گرفتن حنجره‌ی انسانی مربوط می‌شود. بر خلاف سایر میمون‌ها و پستانداران دیگر که حنجره‌شان در بین مهره‌های اول تا سوم گردنی و در بالای لوله‌ی غذایی جای گرفته، انسان حنجره‌ای دارد که پایین‌تر قرار دارد و بنابراین ارتباط خود را با حفره‌ی تنفسی بینی[۸۹۲] از دست داده است. نتیجه‌ی این تغییر مکان، پیدایش چهارراهی بر سر مسیر تغذیه و تنفس بوده است. این چهار راه، با وجود حضور اندام‌های کنترل‌کننده‌ای مانند اپی‌گلوت و زبان کوچک که از ورود غذا به مجرای تنفسی جلوگیری می‌کنند، باعث مهار تنفس به هنگام خوردن یا نوشیدن می‌شود. این تغییر مکان حنجره را در یک شاخه‌ی تکاملی دیگر نیز می‌بینیم؛ دلفین‌ها. در دلفین‌ها حنجره برعکسِ انسان به بالا مهاجرت می‌کند و در زیر فک پایین قرار می‌گیرد و برای تولید صداهای پیچیده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.[۸۹۳]



مقایسه‌ی جایگیری حنجره در انسان و شامپانزه

892- Nasopharynx
[893] Laitman,1992.

جایگیری متفاوت حنجره‌ی انسان برای مدت‌ها به عنوان نمودی از کودک‌وارگی تفسیر می‌شد، اما امروز می‌دانیم که این برداشت ساده‌انگارانه بوده است. در واقع، جای حنجره و شکل زبان در نوزاد انسان شباهت زیادی به سایر میمون‌ها دارد، و در طول زمان است که حنجره به سمت پایین مهاجرت می‌کند و در امتداد مهره‌های میانی گردن قرار می‌گیرد. از نظر جنین‌شناختی، حنجره‌ی انسان در هفته‌ی ۲۵ـ۲۳ جنینی تشکیل می‌شود. مکان این حنجره‌ی جنینی ابتدا در بالای گردن است، و این جایگیری تا سال نخست پس از تولد حفظ می‌شود.

پس از تولد نوزاد، هم‌زمان با تکمیل رشد حجمی مغز، حنجره به سمت پایین مهاجرت می‌کند و در هفت سالگی به مهره‌های سوم، چهارم و پنج گردن می‌رسد. تا هنگام بلوغ، این جعبه‌ی غضروفی پایین‌تر هم می‌رود و تا مهره‌ی هفتم عقب‌نشینی می‌کند.[۸۹٤] بر مبنای مدارک فسیلی، می‌دانیم که در اجداد انسان حنجره وضعیت کنونی را نداشته و در بالای نای و زیر فک پایین قرار می‌گرفته و از نظر ظاهری تفاوت چندانی با میمون‌های کنونی نداشته است.

از آنجا که زبان و حنجره بافت‌هایی نرم و ناپایدار هستند، دیرین‌شناسان از برگه‌هایی استخوان‌شناسانه برای بازسازی مکان حنجره در گونه‌های منقرض‌شده استفاده می‌کنند. یکی از ابزارهای تحلیلی سودمند برای تخمین محل این عضو، اندازه‌گیری خمیدگی پایه‌ی جمجمه است. وجود همبستگی بین این دو خود دلیلی است بر اهمیت رشد حجمی مغز در مهاجرت حنجره. داده‌های موجود در مورد جمجمه‌ی میمون‌های جنوبی نشان می‌دهد که حنجره در بالای حلق قرار داشته است. پس این موجودات قادر به سخن گفتن نبوده‌اند و

---

[894] Laitman,1992.

احتمالاً نظام ارتباطی‌شان با آنچه در شامپانزه‌ها می‌بینیم شباهت داشته است.[۸۹۵] در انسان راست‌قامت حالتی بینابینی ایجاد شده، و بنابراین احتمالاً زبان او چیزی میان صداهای شامپانزه و زبانِ انسانی بوده است[۸۹۶] و حتی در نئاندرتال‌ها هم حنجره هنوز در بالای لوله‌ی تنفسی قرار داشته است. یعنی این انسان هم قادر به تولید آواهای متنوع زبان انسانی نبوده است. به این ترتیب، شاید بتوان انسان خردمند را نخستین گونه‌ی این تبار دانست که سیستم زبانی پیشرفته‌ی کنونی را داراست.[۸۹۷]

نظریات کلاسیک تکاملی، مهاجرت حنجره را ناشی از کشمکش دو نیروی متضاد می‌دانند. یک نیرو باعث پایین رفتن حنجره می‌شده تا به دست آوردن توانایی تکلم و تولید صداهای متنوع‌تر را تسهیل کند. تولید این صداها بی‌تردید به دلیل نقش ارتباطی مهم‌شان در زندگی اجتماعی، بر شایستگی زیستی صاحب‌شان اثر زیادی داشته است.[۸۹۸]

دومین فشار تکاملی، از سوی دستگاه تنفسی و تغذیه‌ای وارد می‌شده و تمایل داشته حنجره را در بالای نای نگه دارد. این بالا بودن حنجره جدا شدن مسیر تغذیه و تنفس را ممکن می‌کرده و از پریدن غذا در گلو و خطرهای دیگرِ تهدیدکننده‌ی دستگاه تنفسی جلوگیری می‌کرده است. بنابر دیدگاه کلاسیک، این نبرد با برد گرایشِ پایین‌رونده خاتمه یافته و امروز حنجره‌ی ما در پایین گلوی‌مان قرار دارد.

بنابر شواهدی که پیش از این دیدیم، نیروی پایین‌برنده‌ی یادشده، که در جریان تکامل به صورت غالب درآمده، در واقع، بازتابی از افزایش اندازه‌ی مغز بوده و به این ترتیب می‌توان تغییر مکان حنجره به پایین

---

[895] Arcadi, 2000: 205-223.
[896] Ruhlen, 1994: 3.
[897] Aronoff and Rees-Miller, 2001: 1–18.
[898] Marshack,1976.

حلق را یکی از پیامدهای فرعی بزرگ شدن مغز دانست. آنچه در این‌جا برای ما اهمیت دارد، پیامدهای این مهاجرت است.

دیدیم که رشد مغز، به تحلیل رفتن هم‌زمان چهره منتهی شد و با کاهش اندازه و تعداد دندان‌ها و از بین رفتن پوزه و کوتاه شدن استخوان‌های کام شکلی جدید به انسان بخشید. این تغییرات، با دگرگونی‌های هم‌زمانی در بافت‌های درونی‌تر جمجمه همراه بوده‌اند و بدون در نظر گرفتن آن‌ها، نمی‌توان به طبیعت این تغییرات به درستی پی برد.

یکی از پیامدهای اساسی کوتاه شدن چهره و از بین رفتن پوزه، قرار گرفتن دهان در زیر جمجمه، و جمع شدن زبان به داخل حفره‌ی دهانی بود. این همان زبانی است که در عصر میمون‌های جنوبی ــ به دلیل رژیم غذایی ویژه‌شان ــ بزرگ و عضلانی شده بود تا بتواند برای جدا کردن شن و سنگریزه از دانه‌های گیاهی خوراکی، حرکاتی دقیق و ارادی انجام دهد. بنابراین ما در پایان روند تحلیل چهره‌ی انسانی با زبانی روبه‌رو هستیم که حجیم بوده و به سختی در حفره‌ی دهانی جای می‌گرفته است. این زبان به دلیل کارکرد ویژه‌اش ــ که در ابتدا فقط نقش تغذیه‌ای را شامل می‌شده ــ امکان کوچک‌تر شدن را نداشته، و بنابراین از کوتاه شدن پوزه پیروی نکرده است. در واقع حتی در حال حاضر هم کارکرد اصلی زبان نقش تغذیه‌ای آن برای شناسایی مزه‌ی غذا و هدایت آن به داخل مری است. در بیماری فقدان مادرزادی زبان[۸۹۹] کارکرد بلع بیشتر از تکلم دچار اشکال می‌شود و این نشانگر برجستگی نقش تغذیه‌ای زبان است.

899- Aglossia

جایگیری عمیق زبان در حفره‌ی دهانی، با فشاری همیشگی بر ساختارهای زیرین حلقی همراه است. زبان برای این‌که برای خود جا باز کند، ناچار است بافت‌های داخلی‌تر و پایین‌تر گردن را به پایین بفشارد. این، دلیل اصلی مهاجرت حنجره به پایین گلو است. در موارد خاصی که این فشار بر حنجره وارد نمی‌شود، می‌بینیم که جایگیری این عضو هم تغییر می‌کند و در جایگاهی بالاتر از حد معمول قرار می‌گیرد. چنین حالتی در افراد مبتلا به نبودِ مادرزادی زبان[۹۰۰] و در نوزادان به روشنی دیده می‌شود. به ویژه در نوزاد شیرخوار، به دلیل کوچک بودن زبان و وجود جای کافی برای آن در زبان، حنجره در جایگاهی قرار گرفته که به وضعیت میمون‌های بالغ بسیار نزدیک است. زبان نوزادان، بعد از سپری شدن دوران شیرخوارگی، هم‌زمان با رشد بافت‌های داخلی گلو و بزرگ‌تر شدن زبان و آغاز شدن نقش تغذیه‌ای‌اش، حنجره را به پایین می‌راند. البته این رانش حنجره تنها دلیل مهاجرت این عضو نیست و نوعی برنامه‌ی ژنتیکی هم برای چنین تغییری وجود دارد.[۹۰۱]

به این ترتیب، مکان کنونی حنجره، توسط مجموعه‌ای از عوامل گوناگون تعیین شده است. مهم‌ترین عامل، اندازه‌ی مغز است که به کوچک شدن و چرخیدن چهره انجامیده و زبان و دهان را در داخل جمجمه فرو برده است. همین فشار مکانیکی، باعث شده بخش‌هایی از دستگاه تنفس ــ از جمله حنجره ــ به پایین کشیده شوند. روند رشد مغز، بزرگ‌تر شدن زبان و فشار آمدن بر حنجره و تغییر مکان آن، پدیدارهایی هستند که در

900- Aglossia
[901] CianiandChiarelli,1992.

یک انسان نوزاد معمولی به روشنی دیده می‌شوند و به این ترتیب یکی از موارد صدقِ جمله‌ی مشهور ارنست هکل ــ «رشد جنینی روند تکامل دودمانی را تکرار می‌کند»[۹۰۲] ــ می‌تواند همین باشد.

پایین آمدن حنجره، آن را در میانه‌ی عضلات پرشمار گردنی قرار داده و بنابراین تولید بیشتر از صد نوع واج را برای ما ممکن کرده و به این ترتیب شالوده‌ی سخت‌افزاری زبان را پدید آورده است. با وجود این، نباید پنداشت که به دست آوردن این توانایی بدون پرداخت هزینه ممکن شده است. پایین بودن جایگاه این عضو در انسان، و جدا شدن حنجره از حفره‌ی بینی، به این خطر دامن زده که غذا به داخل نای برود. از این روست که پریدن غذا به داخل گلو، عارضه‌ای ویژه‌ی گونه‌ی انسان است. در هر سال، صدها هزار نفر به دلیل همین حادثه می‌میرند. با توجه به این امر، می‌توان نتیجه گرفته که بزرگ شدن مغز و به دست آوردن توانایی زبان این‌قدر ارزشمند بوده که می‌ارزیده بهایی چنین بزرگ برایش پرداخت شود.

پایین آمدن حنجره، هرچند پیدایش زبان را تسریع کرده و آن را به شکل پیچیده‌ی کنونی درآورده، اما نباید به عنوان تنها عامل مؤثر در پیدایش زبان تلقی شود. تولید صدا، کارکردی است که تا حدود زیادی مستقل از مکان حنجره انجام می‌پذیرد. میمون‌هایی که دارای حنجره‌ی زبرین هستند هم به خوبی صدا تولید می‌کنند و تنوع چشمگیری را هم در این زمینه از خود نشان می‌دهند. تأکید بر این نکته، برای بیان این مدعاست که پایین رفتن حنجره را نباید به عنوان نوعی نشانه‌ی تکامل جهت‌دار و هدفمند در نظر گرفت. در واقع آنچه رخ داده ــ و در جریان تکامل مثال‌های فراوان دیگری هم دارد ــ بروز یک تغییر سازشی است که کارکردی نو به تدریج بر آن سوار شده است. مثال‌های شبیه به این در جهان جانوران و بدن خودمان فراوان است.

---

903. ترجمه‌ای غیردقیق از جمله‌ی مشهور هکل: Onthogeny recapitulates phylogeny

آرواره‌های ما که امروز برای غذا خوردن مورد استفاده قرار می‌گیرند، در اجداد مهره‌داران اولیه بخش‌هایی از قوس آبششی بوده‌اند و کارکرد تغذیه‌ای داشته‌اند. هم‌چنین دست‌هایی که امروز برای ما اینقدر ارزشمند هستند، روزگاری به عنوان اندام‌های تکیه کردن بر گِل‌های ساحلی مورد استفاده‌ی اجداد ماهی‌مانندمان قرار می‌گرفته‌اند. پس این پدیده‌ی سوار شدن بعدی کارکردی پیچیده بر زمینه‌ی سخت‌افزاری ایجادشده، به دلیلی کاملاً متفاوت، نمایشنامه‌ای تکراری است که در مورد پیدایش زبان هم اجرا شده است.

با این روند، حنجره به عنوان جعبه‌ی صوتی اصلی تولیدکننده‌ی صدا در انسان، به جایگاه کنونی خود رسید. اما این تغییر مکان حنجره به تنهایی برای پیدایش زبان کافی نبود. در متون مربوط به تکامل زبان، معمولاً نقش مهم و بنیادی تکامل سیستم تنفسی در شکل‌گیری زبان نادیده انگاشته می‌شود. برای این‌که بحث‌مان در مورد سخت‌افزار فیزیکی تولید صوت در انسان کامل باشد، باید اشاره‌ای هم به سیستم پشتیبان حنجره ــ یعنی شش‌ها ــ داشته باشیم. چنان‌که پیش از این گفتیم، ساختار تشریحی شش‌ها، شکل عصب‌گیری‌شان، و عضلات تنفسی متصل به آن‌ها، به شکلی تکامل یافته که کنترل دقیق آمد و شدِ هوا در این کیسه‌ی توخالی ممکن شود. چون دستگاه صوتی انسان در اصل یک لوله‌ی بسته‌ی بادی است. به همین دلیل هم تنظیم جریان هوایی که از حنجره عبور می‌کند، مبنای فیزیکیِ تولید گفتار است.

در میمون‌های جنوبی و انسان‌های اولیه (مثل انسان ابزارساز و راست‌قامت)، مهره‌های گردنی دارای عرض کم بودند و این بدان معناست که عصب‌رسانی به عضلات گردنی/ سینه‌ای و دقت کنترل‌شدن‌شان توسط مغز چندان زیاد نبوده است. در انسان نئاندرتال و انسان خردمند، افزایش مشخصی را در عرض مهره‌های گردنی و تغییر شکل آشکاری را در استخوان‌های گردن و سینه می‌بینیم، و این شاهدی است مبنی بر این‌که این انسان‌ها، با نظامی پیچیده‌تر و کارآتر به عضلات سینه‌ای و گردنی خود ــ که کارکرد تنفسی داشته ــ عصب‌رسانی می‌کرده‌اند.

نظریات گوناگونی در مورد علت این تغییر شکل وجود دارد. گروهی این سازش را نوعی سیستمِ پشتیبانِ عضلات نگه‌دارنده‌ی تنه می‌دانند، که به راه رفتن دوپا کمک می‌کرده است. این دیدگاه هرچند تا حدودی در انسان کنونی مصداق دارد، اما توجیه خوبی برای تغییرات فسیل‌شناختی یادشده نیست، چرا که می‌دانیم نیاکان ما از میمون‌های جنوبی به بعد به خوبی روی دوپای‌شان راه می‌رفته‌اند. ولی این سازش‌های عضلانی/ استخوانی در میمون جنوبی و انسان راست‌قامت دیده نمی‌شود.

گروهی دیگر معتقدند که این افزایش عصب‌رسانی، سازشی بوده در راستای بیشتر کردن عمق و قدرت تنفس و بنابراین کارآمدتر کردن عمل دویدن. این کارکرد هم بی‌تردید مهم است، اما باید قاعدتاً در اجداد دوپای دور انسان نیز دارای اهمیتی مشابه بوده باشد.

دیدگاهی دیگر، این سازش را مربوط به مرحله‌ی آبزی بودن انسان می‌داند و حبس کردن هوا در سینه و کنترل دقیق‌تر تنفس را رانه‌ی تکاملی اصلی می‌داند که این تغییر ریختی را موجب شده است.

هر یک از این دیدگاه‌ها بخشی از شواهد را در مورد تکامل سیستم تنفسی انسان تفسیر می‌کنند، و می‌توانند همگی تا حدودی درست باشند. اما آنچه در این زمینه به ندرت مورد اشاره قرار می‌گیرد، اهمیت تکاملی زبان و هم‌زمانی پیدایش آن با تغییرات یادشده است. عضلات شکمی و میانی سینه، که در جریان این تغییرات نیرومندتر و دقیق‌تر شده‌اند، به طور خاص برای کنترل تنفس به هنگام حرف زدن کاربرد دارند، و به این ترتیب باید تغییرات یادشده را نوعی سازش برای تکمیل دستگاه تولید زبان دانست.[۹۰۳] افزایش توانایی ارتباط با سایر هم‌نوعان و افراد هم‌خانواده که در کنشی پیچیده مانند شکارِ دسته‌جمعی درگیر بوده‌اند، آن‌قدر برای

---

[903] MacLarnonetal,1999.

اجداد دور ما اهمیت داشته، که پیدایش سیستمی کارآمد برای تنظیم تنفس و تولید صدا را در ایشان موجب شده است. این، همان است که ما امروز در قالب ساختار عضلانی متصل به دستگاه تنفسی در بدن خودمان تجربه‌اش می‌کنیم.

ناگفته پیداست که شکل‌گیری اندام تولید صدا به تنهایی برای پیدایش زبان کافی نبوده است. چیزی که از آن مهم‌تر است، ساختار عصب‌شناختی لازم برای تولید صدا و درک کدهای صوتی است. به نظر می‌رسد که این دو کارکرد هم به طور مستقل در قشر مخ انسان تکامل یافته باشند، و سرچشمه‌ی هر یک کارکردهایی متفاوت بوده باشد.

خانم چرچلند، که از نام‌دارترین نظریه‌پردازانِ عصب‌شناسی است، بر این نکته تأکید دارد که مغز در واقع عضوی حرکتی است.[۹۰٤] این برداشت از منظر فیزیولوژی اعصاب درست است. همه‌ی کارکردهای مغز، و اصولاً کارکردهای سیستم عصبی، از نظر تکاملی به حرکت دادن بدن جانور و دقیق‌تر و کارآمدتر کردن آن اختصاص یافته‌اند. شاید به همین دلیل باشد که جانورانِ فاقد توانایی حرکت، و هم‌چنین گیاهان، هرگز صاحب سیستم کنترلی پیچیده‌ای ــ مانند دستگاه عصبی ــ نشده‌اند.

کارکرد پردازشی مغز، با کمی کل‌گرایی فلسفی، به توانش‌های حرکتی قابل تحویل است. حتی پیچیده‌ترین توانایی‌های شناختی ــ مثل تشخیص الگوهای تصویری و حافظه ــ می‌توانند به عنوان رهیافت‌هایی برای بهینه کردن حرکت در فضا در نظر گرفته شوند. به یک معنا، زبان هم رفتاری از این دست محسوب می‌شود.

---

[904] Churchland and Sejnowski,1992.

ابزار تولید زبان، زبان است. یعنی عضله‌ای انعطاف‌پذیر و پیچیده که کارکرد مهمی را در انتخاب غذای قابل‌استفاده بازی می‌کند و به ویژه در جانورانی مانند اجداد انسان که نیازمند جدا کردن دانه‌های گیاهی از خرده‌ریزهای غیرخوراکی بوده‌اند، این عضو اهمیت بیشتری پیدا می‌کرده است. دیدیم که این زبان، در اثر رشد مغز به ابزاری پیچیده مانند حنجره مسلح شد، و این امکان را یافت تا صدا تولید کند. اما تولید صداهایی با پیچیدگی زبان انسانی، توالی فشرده و سریعی از حرکات بسیار متنوع و بغرنج را می‌طلبد که در نگاه اول انجام‌نشدنی می‌نمایند.

انسانی که با سرعت عادی حرف می‌زند، تعداد زیادی از عضلات مرتبط با تولید صدا را به کار می‌گیرد که زبان و عضلات تنفسی و گردنی و سینه‌ای تنها مهم‌ترین‌شان هستند. در عین حال، فرد مورد نظر باید این ترکیب پیچیده از عضلات را با سرعتی زیاد و در جریان سلسله‌ای از حرکات به هم پیوسته انجام دهد، وگرنه کدهای صوتی از هم گسسته خواهند شد و واژگان و زبان به شکل شناخته‌شده شکل نخواهند گرفت.

این کارکرد پیوسته، در منطقه‌ای از مغز به نام بروکا سازماندهی می‌شود. بروکا، بخشی از لوب پیشانی است که همسایه‌ی شیار حرکتی است و از نظر تکاملی می‌تواند به عنوان بخشی رشدیافته از قشر حرکتی در نظر گرفته شود. این ناحیه در میمون‌ها هم وجود دارد و کارکردهایی مشابه را نیز انجام می‌دهد.

بخش بروکا در نیم‌کره‌ی چپ بزرگ‌تر از راست است و در همان‌جا هم رفتار گفتاری کدگذاری می‌شود. عصبی که حرکات زبان را کنترل می‌کند، رشته‌ی عصبیِ زیرزبانی[۹۰۵] است که اندازه‌اش را می‌توان با بررسی استخوان‌های گردن به دست آورد. شواهد دیرین‌شناختی نشان می‌دهد که این عصب تا سیصد هزار سال پیش

[905] Hypoglossal nerve

وضعیتی ابتدایی داشته و کمابیش با عصب زیرزبانی شامپانزه برابر بوده، اما بعد از آن دستخوش تغییر شده و به شکل کنونی دگردیسی یافته است.[۹۰۶]

منشأ تکاملی کارکرد یاد شده، می‌تواند در رفتارهای زنجیره‌ای[۹۰۷] ــ مانند راه رفتن یا پرتاب کردن چیزی ــ ردیابی شود. ما به هنگام انجام کنشی مانند راه رفتن بر روی دو پا، یا پرتاب کردن سنگی به هدف نیز مانند سخن گفتن مجموعه‌ای از عضلات را در دنباله‌ای پیاپی و فشرده به کار می‌گیریم، به طوری‌که رشته‌ای از رفتارهای دنبال هم در بسته‌های رفتاری مستقلی اجرا می‌گردد. هر یک از این بسته‌ها، نامی دارند. مثلاً هدف‌گیری با سنگ، رفتاری است که از کنش خم شدن، برداشتن سنگ، جابه‌جا کردنش در دست و پرتاب کردنش ــ به علاوه‌ی رفتارهایی حسی مانند نشانه‌گیری ــ تشکیل شده است. راه رفتن و دویدن و بر زبان راندن یک واژه نیز رفتارهایی مشابه هستند و ظاهراً ریشه‌ی تکاملی مشترکی دارند.

یک ویژگی مهم رفتارهای پیاپی، یکپارچگی و برنامه‌مند بودن‌شان است.

بازتاب انقباض عضله‌ی اندام (مثل دست و پا) در اثر تحریک دوک عضلانی، که یکی از سریع‌ترین پاسخ‌های حرکتی را در انسان ایجاد می‌کند، ۱۱۰ هزارم ثانیه به طول می‌انجامد. این در حالی است که پرتاب یک سنگ که با عملکرد هم‌زمان ده‌ها عضله همراه است، می‌تواند فقط ۱۱۹ هزارم ثانیه طول بکشد.

این بدان معناست که عضلات در حین انجام حرکت پرتابی از اعصاب، بازخورد حسی دریافت نمی‌کنند و برنامه‌ای را به طور یک‌جا اجرا می‌کنند. چنین چیزی در صحبت کردن هم وجود دارد. یکپارچه بودن این برنامه، و شکل ذخیره و اجرای آن به ویژه هنگامی آشکار می‌شود که عاملی بیرونی اختلالی در این برنامه‌ی

---

906 Jungers, et al. 2003: 473–484.
907- Sequencing behaviour

از پیش تعیین‌شده ایجاد کند. اشتباه‌های کلامی و جابه‌جا بیان کردن واژگان و واج‌ها که این همه مورد علاقه و توجه فروید بود، نمونه‌ای از این اختلال‌هاست.

این رفتارهای حرکتی پیچیده هم مانند سایر کارکردهای رفتاری/ عصبی انسان، ریشه‌های مشخصی در خویشاوندان نخستی دیگر ما دارند. به عنوان مثال، رفتارهای پیاپی، در سایر میمون‌ها و به ویژه در رفتار چکش‌کاری شامپانزه هم دیده می‌شود. این رفتاری است که شامپانزه‌ها در طی آن برای گشودن یک گردو یا دانه‌ی سخت دیگری، با سنگی بر روی آن می‌کوبند.[۹۰۸] این چکش‌کاری هم مانند حرکات پیاپی انسانی در زنجیره‌ای به هم پیوسته و بی‌وقفه از حرکات انجام می‌گیرد. این نکته که مرکز بروکای مغز در کنار مرکز مربوط به حرکات پرتابی قرار گرفته هم معنادار است. به این ترتیب، دلایل نظری کافی برای مربوط دانستن تکامل زبان با رفتارهای حرکتی زنجیره‌ای و پیاپی وجود دارد که می‌تواند به همراه موارد سخت‌افزاری‌تری که درباره‌ی حنجره گفته شد، نوری بر ابهامات شکل‌گیری زبان انسانی بیفکند.

بنابراین، گذشته از توانایی عصبی برای برنامه‌ریزی حرکات تنفسی، سخن گفتن به برنامه‌ای عصبی نیز نیازمند است تا حرکات پیاپی دهان و زبان و تولید متوالیِ واج‌ها را ممکن سازد. به تازگی برخی از ژن‌های مسؤول این کار شناخته شده‌اند. احتمالاً مهم‌ترین ژن در این میان، FOXP۲ است که کوتاه‌شده‌ی «پروتئینِ جعبه‌ی سرچنگالیِ پی ـ ۲»[۹۰۹] است[۹۱۰] و بر کروموزوم هفتم انسان قرار دارد.[۹۱۱] این ژن در تمام پستاندارانی که ژنوم‌شان تا به حال رمزگشایی شده، وجود دارد. پروتئینی که توسط این ژن رمزگذاری می‌شود، به رده‌ی

---

908 Calvin,1992.

909 Forkhead box protein P2

910 Lai et al., 2001: 519–23.

911 Fisher et al., 1998: 168–70.

پروتئین‌های FOX تعلق دارد. یعنی سری چنگال‌گونه دارد و کارکردش به تنظیم بیان سایر ژن‌ها مربوط می‌شود. جهش این ژن در انسان به اختلال شدید گفتار منجر می‌شود.[۹۱۲] همین ژن در پرندگان آواخوان نیز برای تولید آواز اهمیت دارد.[۹۱۳] شواهد نشان می‌دهد که کارکرد اصلی آن افزایش انعطاف‌پذیری شبکه‌ی عصبی است تا بتواند توالی‌های پیاپی از صدا را تولید کند.[۹۱٤] در پرندگان هنگام یادگیری آواز خواندن بیان این ژن شدت می‌یابد. در قناری‌ها تولید آوازهای نو نیز با افزایش فعالیت این ژن همراه است.[۹۱۵] جالب آن‌که این ژن به فهم گفتار نیز ارتباط می‌یابد. در خفاش‌ها هم تأثیر این ژن را در رادار صوتی‌شان نشان داده‌اند.[۹۱٦] یکی از ژن‌هایی که توسط FOXP2 کنترل می‌شود **CNTNAP2** نام دارد. این ژن به خانواده‌ی نورکسین‌ها[۹۱۷] تعلق دارد و در ایجاد مدارهای عصبی مربوط به گفتار نقش ایفا می‌کند.[۹۱۸] جالب این‌که خودِ FOXP2 علاوه بر تسهیل ایجاد مدارهای عصبی در مغز، در رشد جنینی شش‌ها نیز تاثیر دارد.

ژن FOXP2 در بسیاری از مهره‌داران یافت می‌شود و برای مدت‌ها گمان می‌کردند که توالی ثابتی دارد و در جریان تکامل تغییری ناچیز یافته است. با وجود این، شواهد تازه نشان داده که توالی‌های این ژن در خفاش‌ها تنوع زیادی دارد. پروتئینِ برخاسته از این ژن در انسان و شامپانزه در دو اسیدآمینه با هم تفاوت دارند و برخی از پژوهشگران همین عامل را در پیدایش زبان در انسان موثر می‌دانند[۹۱۹]، هرچند انتقادهایی

---

912 MacDermot, 2005: 1074–80.
913 Haesler et al,. 2007: e321.
914 Fisher and Scharff, 2009: 166–77.
915 Haesler et al., 2004: 3164–3175.
916 Li G et al., 2007: e900.
917 neurexin
918 Vernes et al., 2008: 2337–45.
919 Enard et al., 2002: 869–872.

هم بر این برداشت وارد است.[۹۲۰] توالی‌های خاصی که در انسان دیده می‌شود احتمالاً هم‌زمان با تکامل گونه‌ی انسان (هومو) در شاخه‌ی دودمانی ما ظاهر شده است. انسان نئاندرتال دقیقاً همان نسخه‌ای از این ژن را داشته که در انسان امروزین دیده می‌شود.[۹۲۱] اما سابقه‌ی این توالی کهن‌تر است و ژن‌های استخراج‌شده از اسکلت یافته‌شده در غار دِنیسوودا نشان می‌دهد که این گونه نیز دارای توالی‌ای همسان با انسان امروزین بوده است.[۹۲۲]

سرعت تحول توالی‌ها در ژن FOXP2 در شاخه‌های دودمانی گوناگون متفاوت است. در کل، این ژن در مسیر تکاملی انسان کندتر تغییر کرده و محافظه‌کارتر بوده است. از این رو، چنین می‌نماید که کارکرد آن اهمیت داشته و ارتباطی مستقیم با فشارهای انتخاب طبیعی برقرار می‌کرده است.[۹۲۳]

برگه‌ی دیگری که در مورد تکامل زبان انسان وجود دارد، به شکست تقارن در کارکردهای نیم‌کره‌های مخ مربوط می‌شود. چنان‌که اشاره کردیم، دو نیم‌کره‌ی مخ انسان، کارکردهای مشابهی را انجام نمی‌دهند. در نیم‌کره‌ی چپ، ساختار زیرین که کارکردهای تحلیلی/ تجزیه‌انگارِ تخصص‌یافته‌تری را انجام می‌دهد، رشد بیشتری یافته و فرآیندهای مربوط به پردازش تحلیلی ــ مانند درک زبان و توانش‌های ریاضی ــ را پشتیبانی می‌کند. این کارکرد با رشد زیاد و تخصصی شدن شبکه‌ی عصبی ناحیه‌ی گیجگاهی/ پیشانی همراه است. در نیم‌کره‌ی راست، برعکس، با ساختار زبرین رشد یافته‌تری در بخش آهیانه‌ای روبه‌رو هستیم که کارکردهای

---

920 Webb and Zhang, 2005: 212–6.
921 Krause et al., 2007: 1908–1912.
922 Reich, et al., 2010: 1053–1060,
923 Zhang et al., 2002: 1825–1835.

ترکیبی و کل‌گرا را انجام می‌دهد و به همین دلیل هم فرآیندهایی مانند درک موسیقی یا ارتباطات فضایی بینایی در این بخش بیشتر کدگذاری می‌شوند.[۹۲٤]

سن (سال)	توانش حرکتی	توانش زبانی
۰/۵	نشستن، حفظ تعادل به کمک دست، دراز کردن دست برای گرفتن چیزی	تبدیل جیغ‌های نوزادانه به بلغور کردن و تولید واج‌های پراکنده
۱	برخاستن، راه رفتن با تکیه به یک دست که در دست والد است	تقلید و بازتولید واج‌ها، درک واژگان، استفاده از کلمات خودساخته برای اشاره به افراد و اشیا
۱/۵	تکمیل توانایی گرفتن و رها کردن اشیا، تاتی کردن، با پشت از پله‌ها پایین آمدن	خزانه‌ی واژگانی در حدود ۵۰ ــ ۳ کلمه که هنوز در عبارات ترکیب نشده‌اند، توانایی درک جملات و تولید شبه‌جمله‌های معنادار
۲	دویدن، از پله‌ها بالا رفتن با برداشتن یک پای منفرد و توقف متناوب در هر گام	خزانه‌ی واژگانی بیش از ۵۰ کلمه، تولید عبارات دو یا سه واژگانی، پایان بلغور کردن، علاقه به گفت وگو
۲/۵	جفت پا پریدن، برای یک ثانیه روی یک پا ایستادن، با شش مکعب برجی عمودی ساختن	هر روز واژگان جدید آموختن، ساختن عباراتی با بیش از سه واژه با اشتباه‌های دستوری، درک کامل حرف دیگران
۳	سه متر پاورچین راه رفتن، در حدود ۹۰ سانتی‌متر پریدن، مثل بزرگ‌سالان با هر دو پا از پله‌ها بالا رفتن	خزانه‌ی واژگان بیش از هزار کلمه، فهمیدن هشتاد درصد همه‌ی حرف‌ها، دستور زبان نزدیک به افراد بالغ، اشکالات دستوری قابل پیش‌بینی و سازمان‌یافته
٤/۵	از طناب بالا رفتن، لی‌لی کردن، روی یک خط راه رفتن	انسجام زبانی، اشتباه‌های دستوری محدود به ترکیبات ناآشنا و ادبی

جدول مقایسه‌ایِ رشد توانایی‌های زبانی نوزاد نسبت به توانایی‌های حرکتی‌اش

[924] Eccles,1991.

شکست تقارن در هر سیستم زیستی، نمود افزایش پیچیدگی در آن است. به این ترتیب، مغز پستانداران نیز پس از گذشتن از آستانه‌ی مشخصی از پیچیدگی این شکست تقارن را تجربه کرده و کارکردهایی متفاوت به درجاتی گوناگون در دو نیم‌کره جای گرفته‌اند. راست‌دست بودن یا توجه نامتقارن به بخش‌های مختلف میدان بینایی، نمودهای رفتاری کوچکی از این تمایز ریشه‌ای میان راست و چپِ مغز هستند، و در اعماق شالوده‌ی عصبی مغز جای دارند. جانبی شدن حرکات مربوط به گلو و حنجره و تمرکز برنامه‌های حرکتی پیاپی مربوط به زبان در نیم‌کره‌ی چپ نیز یکی از مواردی است که تخصصی شدن مغز را نشان می‌دهد.

عدم تقارنی از این دست، در بسیاری از رفتارهای پایه‌ی جانوران ساده‌تر از انسان هم دیده می‌شود. نخستین مدارک فسیلی از عدم تقارن دستگاه عصبی، به اولین وابستگان به جنس انسان (هومو) یعنی انسان ابزارمند مربوط می‌شود. تحلیل دقیق ابزارهای این انسان، که در منطقه‌ی تورکانای آفریقا کشف شده است، نشان می‌دهد که همه‌ی آن‌ها با دست راست تراشیده شده‌اند و برای این‌که توسط دست راست به کار گرفته شوند طراحی شده بوده‌اند. این راست‌دستی ــ و بنابراین غلبه‌ی نیم‌کره‌ی چپ ــ در تمام وابستگان به جنس انسان دید می‌شود و با افزایش اندازه‌ی مغز و پیچیده‌تر شدن ساخت دستگاه عصبی انسان، شکلی اغراق‌آمیزتر و برجسته‌تر به خود می‌گیرد.

در مورد روند این افزایش تدریجی تخصص‌یافتگی نیم‌کره‌ها و الگوی جانبی شدن رفتار زبانی و شکل‌گیری زیرساخت زبان طبیعی، نظریات گوناگونی در انسان‌شناسی تکاملی وجود دارد. بنابر نظر رَندَل وایت[۹۲۵]، که یکی از دیرین‌شناسان صاحب‌نظر در مورد شکل‌گیری زبان است، سخت‌افزار عصب‌شناختی و فیزیکی تولید

925- Randall White

صدا از حدود صد هزار سال پیش ــ یعنی هم‌زمان با پیدایش انسان خردمند ــ در اجداد انسان وجود داشته است. اما شکل‌گیری زبان به عنوان کارکردی ارتباطی و تا این حد پیچیده، مسیر تکاملی طولانی‌ای را طی کرده است و به تدریج در طی رشد و پیچیده‌تر شدن جوامع انسانی به شکل امروزین خود در آمده است. به عبارت دیگر، وایت بین زمان پیدایش سخت‌افزار پشتیبان زبان (صد هزار سال پیش) و کاربردی شدن واقعی آن در جمعیت‌های انسانی (حدود سی و پنج هزار سال پیش) نوعی گسست زمانی و شکاف رفتارشناختی تشخیص می‌دهد. بنا بر نظر وایت، تفاوت اصلی انسان خردمند و نئاندرتال، که در نهایت منجر به انقراض دومی هم شد، همین زبان بوده است. یعنی او انسان نئاندرتال را ــ با وجود عدم تقارن در نیم‌کره‌های مغزش ــ فاقد زبان طبیعی می‌داند. دیدگاه مشابهی را استیون میتِن پیشنهاد کرده است. از دید او، حتی انسان خردمند باستانی نیز زبان گشتاری/ زایشی نداشته و به شکلی ابتدایی با همنوع خود ارتباط برقرار می‌کرده است. میتن برای توصیف زبان این موجودات، اصطلاح هْمممم[۹۲۶] را ابداع کرده که در اصل سرواژه‌ی این عبارت‌هاست: کل‌گرا[۹۲۷] و غیرترکیبی، دستوری و فرمانی[۹۲۸] (یعنی محتوای سخن پیشنهاد یا دستور باشد، نه توصیف و انتزاع)، چندبُعدی[۹۲۹] (یعنی استفاده از صدا هم‌زمان با حالت چهره و حرکات بدن)، موسیقایی[۹۳۰] و

926 Hmmmmm
927 holistic
928 manipulative
929 multi-modal
930 musical

انتقال‌دهنده‌ی مِم[۹۳۱] (منش فرهنگی). از دید او این شش صفت زبان نیاکان‌مان را از ما متمایز می‌ساخته است.[۹۳۲]

رالف هالووی[۹۳۳] یکی دیگر از پژوهشگران متخصص در زمینه‌ی تکامل زبان است که دیدگاهی متفاوت را پیشنهاد می‌کند. به نظر او حجم زیاد مغز انسان نئاندرتال، که تفاوت چندانی با مغز انسان کنونی نداشته، و سازمان‌یافتگی پیچیده‌ی آن، دلیلی کافی است تا فرض کنیم که او نیز زبانی گشتاری/ زایشی داشته است. هالووی به تکامل تدریجی زبان معتقد است و شواهد کالبدشناختی چندی هم برای تأیید حرف خود دارد. او به رشد تدریجی اندازه‌ی مغز از انسان راست‌قامت تا انسان خردمند اشاره می‌کند و این حقیقت را مورد تأکید قرار می‌دهد که ناحیه‌ی بروکا، که مرکز عصبی تکلم است، از ۱/۸ میلیون سال پیش در انسان راست‌قامت وجود داشته است.

یکی از هم‌فکران هالووی، دانشمندی است به نام جفری لایتمن[۹۳٤] که متخصص کالبدشناسی عصبی است و دقتش را بر شکل خمیدگی پشت سر جمجمه‌ی انسان‌های راست‌قامت متمرکز کرده است. خمیدگی پشت سر، چنان‌که گذشت، شاخصی مهم است که درجه‌ی رشدیافتگی قشر مخ را در ناحیه‌ی گیجگاهی ــ که مربوط به پردازش صداها و تولید زبان است ــ نشان می‌دهد. لایتمن نشان داده که خمیدگی سر انسان‌های راست‌قامت با آنچه امروز در کودکان شش ساله‌ی انسانی می‌بینیم کمابیش یکسان است. به این ترتیب، باید

---

931 memetic
932 Mithen, 2006.

933- Ralph Halloway
934- Jeffrey Laitman

قضاوت کرد که انسان راست‌قامت سیستم عصبی توانمندی را برای تولید صداهای متنوع داشته است. نکته‌ی جالب این‌که این خمیدگی در انسان نئاندرتال کاهش می‌یابد و به نظر می‌رسد که نوعی تکامل معکوس در قشر گیجگاهی این انسان صورت گرفته باشد.

فیلیپ لیبرمان[۹۳۵] عصب‌شناس دیگری است که در این زمینه نظر داده است. به نظر او، انسان نئاندرتال هم دارای توانایی تولید صدا بوده و به نوعی زبان ابتدایی و ساده مجهز بوده است. اما زبان طبیعی پیچیده‌ای مانند آنچه در انسان امروزین می‌بینیم، در او وجود نداشته و همین عقب‌ماندگی هم باعث شکست خوردنش از انسان خردمند شده است. لیبرمان با وجود نفی ساخت زبانی پیچیده‌ی امروزین در انسان نئاندرتال، به وجود زبان اشاره و زبان صوتی/ حرکتی مربوط به چهره در آن‌ها قائل است.

ناگفته نماند به نظر می‌رسد که نشانگان صوتی مورد استفاده در زبان گفتاری در جریان تکامل، مسیری موازی با نشانگان علامتی ناشی از حالات چهره را طی کرده باشد. بررسی‌هایی که بر شکل‌گیری و مراکز عصبی کدکننده‌ی این دو نوع دستگاه ارتباطی انجام گرفته است، وجود دو سیستم موازی و تا حدودی مستقل را اثبات می‌کند؛[۹۳۶] دو سیستمی که در عین توازی با یکدیگر، با هم اندرکنش بغرنجی هم داشته‌اند و در نهایت دو سیستم مجزای ارتباطی از راه نشانگان حرکتی مربوط به عضلات چهره ــ ژست‌ها ــ و زبان صوتی آشنای‌مان را ایجاد کرده‌اند.

دو نظریه‌ی مقابلِ وایت در برابر هالووی، نمودی دیگر از دو نگرش کلانِ گسسته یا پیوسته‌انگار است که به ناگهانی یا تدریجی بودن تغییرات تکاملی معتقد است و نمود دیگر آن را در کشاکش بین دو نظریه‌ی خروج

935- Philip Lieberman
[936] VonRaffler-Engel,1992.

از آفریقا و چندمرکزی دیدیم. سرمشق مشابهی هم در مورد نظریاتی که ارتباط زبان انسانی و زبان سایر جانوران را بیان می‌کنند وجود دارد. یعنی در مورد ارتباط زبان انسانی با علامت‌های صوتی موجود در سایر میمون‌ها هم دو نظریه‌ی متفاوت وجود دارد. کیمورا[۹۳۷] رهبری گروهی را بر عهده دارد که زبان انسانی را از زبان میمون‌ها مشتق می‌داند. او با توجه به ساختار مشترک عصبی، و عدم تقارن موجود در سخت‌افزار تولید زبان که در میمون‌های بزرگ دیگر هم قابل‌ردیابی است، ادعا می‌کند که انتقال از زبان صوتی میمون‌ها به زبان گفتاری کنونی، مسیری پیوسته را طی کرده است. به نظر کیمورا، زبان صوتی میمون‌های بزرگ با گذار از یک مرحله‌ی اشاره‌ای، به زبان گفتاری انسان کنونی تبدیل شده است. کیمورا برای تأیید دیدگاه خود به آزمون‌هایی اشاره می‌کند که در آن‌ها توانایی چشمگیر زبان‌آموزی در میمون‌های بزرگ نشان داده شده است.[۹۳۸]

دیدگاه مقابل این پیوسته‌انگاری هم هواداران بلندآوازه‌ای دارد. چامسکی[۹۳۹] و به دنبال او گولد[۹۴۰] اعتقاد دارند که زبان‌های انسانی و حیوانی تفاوتی ذاتی با هم دارند و به نوعی جهش زبانی معتقدند که زبان میمون‌ها را با گذر از شکافی کارکردگرایانه به گفتار انسانی تبدیل کرده است. مهم‌ترین دلیل ارائه‌شده از سوی این گروه، تفاوت‌های چشمگیر بین زبان انسان و میمون است. با توجه به تجربه‌ی افرادی که در جنگل‌ها و به دور از مردم بزرگ شده‌اند، می‌دانیم که زبان انسانی غریزی نیست و بدون حضور آموزگار، در انسان ایجاد نمی‌شود. در مقابل، زبان میمون‌های بزرگ حتی در نوزادانی که میمونِ هم‌گونه‌ی خود را ندیده‌اند نیز ایجاد می‌شود و تا حدودی از یک برنامه‌ی ژنتیکی پیروی می‌کند. تفاوت عمده‌ی دیگر، به مخرج اصوات مربوط

937- Kimura
938 GardnerandGardner,1992.
939- Chomski
940- Gould

می‌شود. میمون‌ها در واقع جیغ می‌زنند و تنها از عبور هوا از حلق برای تولید صدا استفاده می‌کنند، ولی واج‌های زبان انسانی توسط عبور ترکیبی هوا از حلق، کام و زبان تولید می‌شود.

بالاخره، به نظر چامسکی مهم‌ترین تفاوت زبان انسان و میمون، به گشتاری/ زایشی بودن زبان انسانی مربوط می‌شود. این بدان معناست که زبان انسانی قادر به بازنمایی جهان خارج است و می‌تواند با تولید بی‌شمار ترکیب زبانی، هر معنایی را رمزگذاری کند. اما چنین توانایی‌ای در زبان‌های جانوران دیده نمی‌شود و در آن‌ها نوعی تناظر علامت/ موقعیت را شاهد هستیم که تنها معانی محدودی را در زبان منتقل می‌کند. ما در این نوشتار از مفهوم عام‌تر و ساختارشناختی زبان استفاده کرده‌ایم، وگرنه بنا بر نظر چامسکی، جیغ‌های میمون و صداهای دلفین‌ها به دلیل فاقد بودن ساختار دستوری گشتاری/ زایشی، اصولاً زبان محسوب نمی‌شوند. از نظر چامسکی زبان انسانی در حدود صد هزار سال پیش به دنبال یک جهش یکتا، که توانایی شناختی انسان را دگرگون ساخت، در گونه‌ی انسان خردمند پدیدار آمده است.[۹۴۱]

تفاوت دیگر در میان زبان انسان و سایر جانوران، به متمرکز شدن این کارکرد در قشر مخ انسان باز می‌گردد. عمل تولید صدا در جانوران دیگر، در مراکزی رمزگذاری می‌شوند که به ویژه در مغز میانی قرار دارند. این در حالی است که قشر گیجگاهی و آهیانه‌ای مخ در انسان برای تولید و درک زبان اهمیت فراوان دارند. به عبارت دیگر زبان در انسان قشری شده و به همین دلیل هم خصلتی خودآگاه یافته است. با وجود این، کارکردهای زیرقشری مانند بلع، خنده و گریه که می‌توانند شیوه‌ی تنفس را دگرگون کنند، باعث مهار مراکز تکلم می‌شوند و به نوعی بر آن غلبه می‌کنند.

---

[941] Chomsky, 2004: 379-405.

تمایز عمده‌ی دیگر میان زبان انسان و سایر نخستی‌ها، آن است که در زبان انسانی هر واحد زمانی از صوت (یعنی یک واج یا ترکیب واج‌ها) به یک رده از چیزها یا رخدادها ارجاع می‌دهد، در حالی‌که در نظام‌های ارتباطی سایر نخستی‌ها، چنین بسته‌های مجزایی از نمادها وجود ندارد و علامت‌های صوتی، بسته به شدت‌شان و موقعیت بدنِ تولیدکننده‌شان، معنادار می‌شوند. این بدان معناست که زبان میمون‌ها درجه‌بندی‌شده، طیف‌دار و وابسته به موقعیت است، در حالی‌که زبان انسانی بخش‌بندی‌شده، تقطیع‌شده، انتزاعی و مستقل از شرایط، معنا را حمل می‌کند.[۹۴۲]

آموختنی بودنِ زبان انسانی باعث شده تا گذشته از تمایزی که میان پیوسته‌انگاران و گسسته‌گرایان وجود دارد، دو جبهه‌ی دیگر نیز در میان نظریه‌پردازان پدید آید و آن به این مسأله باز می‌گردد که خاستگاه زبان را برنامه‌ای درون‌زاد و ژنتیکی بدانیم، یا آن را فرآورده‌ای اجتماعی و مستقل از سطح زیستی در نظر بگیریم. این همان کشمکش قدیمی میان کسانی است که زبان را ذاتی و درون‌زاد، یا اکتسابی و برون‌زاد می‌دانستند.[۹۴۳] در این میان کسانی که ذاتی بودن زبان را می‌پذیرند، بیشتر به تحول تدریجی و آرام آن باور دارند و زبان انسان و میمون را هم‌ریخت قلمداد می‌کنند.[۹۴۴] در مقابل، دانشمندانی مانند اولبایک قرار دارند که بر جنبه‌ی شناختی زبان تأکید می‌کنند و آن را نتیجه‌ی جهشی در سطح پیچیدگی جوامع انسانی و توانایی‌های شناختی انسان خردمند می‌دانند.[۹۴۵] برخی از دانشمندانی که بر خاستگاه اجتماعی زبان تأکید دارند، بر این نکته پافشاری دارند که زبان از الگوهای حرکتیِ بیان احساسات و انتقال معنا از راه انقباض عضلات چهره مشتق شده و

---

942 Goodall, 1986: 125.
943 Ulbaek, 1998: 30–43.
944 Pinker, 1994.
945 Ulbaek, 1998: 30-43.

حتی نقش دستگاه صوتی در تکامل آن را فرعی و حاشیه‌ای می‌دانند.[۹۴۶] راپاپورت، که یکی از نظریه‌پردازان نامدار در این مورد است، کتابی نوشته و در آن پیچیده شدن جوامع انسانی و افزایش چشمگیر اعتماد به دیگری و رواج بازی‌های برنده ـ برنده را عاملی دانسته که مهار تکاملی و محدودیت رفتاری حاکم بر محتوای ژنومی را برداشته و ظهور اشکال ارتباطی تازه و خلاقانه‌ای را در قالب زبان ممکن ساخته است.[۹۴۷] از دید این گروه، این‌که جانورانی مانند شامپانزه با وجود توانایی چشمگیرشان در یادگیری زبان انسانی، این دستگاه‌های نمادین پیچیده را در طبیعت و حالت وحشی به کار نمی‌گیرند، از تأثیر این مهار و محدودیت بوم‌شناختی ناشی شده است. یعنی ساختار قبیله‌های این میمون‌ها به قدری پیچیده و امنیت‌بخش نیست که به کارکردهایی از این دست دامن بزنند. از این رو، توانایی یاد شده به شکلی جنینی و نهفته در جانور باقی می‌ماند.[۹۴۸]

شناسایی سرچشمه‌ی زبان، علاوه بر اهمیتی که در بازسازی آغاز تکامل منش‌ها دارد، می‌تواند به عنوان ابزاری کمکی و قابل‌اتکا در مدل‌سازی پراکنش و گسترش بوم‌های گوناگون منش‌ها هم کاربرد یابد.[۹۴۹] در چند سال گذشته، روش‌هایی میان‌رشته‌ای ابداع شده‌اند که برای ردگیری پویایی جمعیت‌های انسانی، دیرین‌شناسی انسانی و زبان‌شناسی تطبیقی را با هم ترکیب می‌کنند و نتایجی خیره‌کننده را در این زمینه به دست می‌دهند.

---

946 Tomasello, 1996: 275-307.
947 Rappaport, 1999.
948 Savage-Rumbaugh and McDonald, 1988: 224-237.
949 Goldman and Barton,1992.

در سال ۱۹۷۳ م. دانشمندی آمریکایی به نام کاوالی- اسفورزا با همکاری چند نفر دیگر رویکردی تازه را برای تحلیل سیر تکامل انسان پیشنهاد کرد.[۹۵۰] او پیش از این هم به دلیل پژوهش‌های پردامنه و دقیقش بر روابط خویشاوندی نژادهای انسانی شهرت داشت و در مقاله‌ای که در این سال منتشر کرد، پیشنهاد کرد از زبان به عنوان شاخصی برای تشخیص زمان اشتقاق جمعیت‌های انسانی استفاده شود. او درخت‌های خویشاوندی پیچیده‌ی به‌دست‌آمده در مورد جمعیت‌های انسانی را که بر مبنای مطالعات مولکولی و شباهت‌های ژنومی ساخته شده بود، با دست‌یافته‌های زبان‌شناسانی که خویشاوندی زبان‌های انسانی را بررسی می‌کردند مقایسه کرد، و به این نتیجه رسید که این دو شجره‌نامه، تطابقی چشمگیر را از خود نشان می‌دهند. به این ترتیب، نشان داده شد که خوشه‌های زبانیِ پشتیبان حفظ و تکثیر منش‌ها، موازی و با تکیه بر سخت‌افزاری از خوشه‌های تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های انسانی تکامل یافته‌اند.

در حال حاضر، بین پنج تا شش هزار زبان مجزا در جوامع انسانی رواج دارند. این زبان‌ها را می‌توان بر مبنای شباهت‌های ساختاری در دستور زبان عمومی و واژه‌بندی و ترکیب آوایی، در دویست روخانواده‌ی زبانی مجزا دسته‌بندی کرد. با توجه به برتری دیدگاه خروج از آفریقا، می‌توان چنین نتیجه گرفت که همه‌ی نژادهای کنونی ــ همان‌طور که از جمعیت باستانی یکتایی سرچشمه گرفته‌اند ــ دارای زبان مشترکی هم بوده‌اند. به این ترتیب، شاید بتوان این ریشه‌ی مشترک را بازسازی کرد.

یکی از روش‌های رایج در بازیابی ریشه‌های مشترک زبان‌ها، و بازسازی این زبان اولیه، به نام روش مقایسه‌ی چندسویه[۹۵۱] شهرت دارد. این روش از ابزارهای تحلیلی‌ای شبیه به آنچه در رده‌بندی جانوری کاربرد دارد

---

950 Cavalli-Sforza, 1991.

951- Multilateral copmarison

برای تشخیص معیارهای نزدیکی و دوری زبان‌ها نسبت به یکدیگر و تعیین شاخص‌های مشترکِ میان‌شان استفاده می‌کند.

بهره‌گیری از این شیوه‌ها، امکان روشن کردن جزئیات زیادی را در مورد این زبان مشترک اولیه فراهم آورده است. زبان ریشه‌ای مشترک بین تمام اقوام کنونی، به عنوان نامی قراردادی، با عنوان «ابرخانواده‌ی نوستراديک»[۹۵۲] شهرت یافته است. این زبان نزدیک به پانزده هزار سال پیش در بین انسان‌های خردمند رواج داشته و ریشه‌ی مشترک خانواده‌های زبانی هندواروپایی، کره‌ای، آلتایی[۹۵۳]، الامو ـ دراویدی[۹۵٤]، کورت‌ولی[۹۵۵] و آفریقایی ـ آسیایی[۹۵٦] دانسته می‌شود. همه‌ی این خانواده‌های زبانی دارای نام‌های مشترکی برای عناصر پایه پدیده‌های عام طبیعی و اعداد کوچک هستند. ضمایری مانند من و تو، و نام‌های مربوط به بخش‌های مختلف بدن و آب و برخی از درختان هم در این زبان‌ها مشترک هستند، اما نام حیوانات و گیاهان اهلی در آن‌ها مشترک نیست. یعنی می‌توان نتیجه گرفت که این زبان نوستراديکِ باستانی، پیش از پیدایش کشاورزی و دامداری شاخه‌شاخه شده‌اند.[۹۵۷]

952- Nostradic superfamily
953- Altaic
954- Elamo - Dravidian
955- Kortvelian
956 Afro - Asian
957 Cavalli-Sforza,1991.

بازسازی درخت تکاملی زبان‌های انسانی با ضریب قطعیت بالایی نشان می‌دهد که نیای مشترک زبان‌های امروزین، در فاصله‌ی صد تا دویست هزار سال پیش در منطقه‌ی زیر صحرای بزرگ آفریقا زاده شده است، و این همان زمان و مکانی است که زادگاه گونه‌ی انسان خردمند نیز هست.[۹۵۸]

انشعاب شاخه‌های گوناگون زبان نوستراديک در قاره‌های گوناگون و بوم‌های مختلف به اشکالی گوناگون صورت گرفته است. به عنوان مثال، در قاره‌ی آمریکا شش‌صد زبان مختلف بومی وجود دارد که می‌توانند در ۱۵۵ خانواده تقسیم‌بندی شوند. در این میان سه تا از خانواده‌ها بیشترین زبان‌ها را در خود جای داده‌اند، که خانواده‌ی زبانی آمریندان[۹۵۹] یکی از آن‌هاست. تنوع زبانی و پراکنش جغرافیایی زبان‌های این خانواده به قدری بالاست که به نظر می‌رسد زمان آغاز شاخه‌زایی در آن بسیار بیشتر از مرز کلوویس ــ یعنی زمان مهاجرت آسیایی‌ها به آمریکا ــ باشد. تاریخ واگرایی زبان‌های این خانواده را به سی تا چهل هزار سال پیش مربوط می‌دانند.

امروز، بر مبنای همین شواهد زبان‌شناختی دیدگاه قدیمی‌تری که برش تاریخی دوازده هزار سال پیش (مرز کلوویس) را به عنوان تاریخ ورود انسان خردمند به قاره‌ی آمریکا در نظر می‌گرفت، رد شده است. باستان‌شناسان کنونی سه موج مهاجرت به قاره‌ی آمریکا را در نظر می‌گیرند. اولی در حدود سی هزار سال پیش رخ داد و سرخ‌پوستان باستانی را از راه پل خشکی بِرینگ[۹۶۰] به آمریکا وارد کرد. این مردم به زودی در

---

[958] Botha and Knight, 2009.
959- Amerindan
960- Berring

کل قاره پراکنده شدند و بیشتر در آمریکای جنوبی متمرکز شدند. زبان این مردم از خانواده‌ی آمریندان بود و در طی هزاره‌هایی که پس از آن گذشت، این خانواده بر شاخه‌های خود افزود و پیچیده‌تر شد.

موج دوم، در حدود بیست هزار سال پیش آغاز شد و مردمی از نژاد آلوت[۹۶۱] را به شمال آمریکای شمالی وارد کرد. این‌ها اجداد اسکیموهای شمال کانادا بودند. موج سوم حدود پانزده هزار سال پیش آغاز شد و وابستگان به خانواده‌ی زبانی نا ـ دِن را وارد آمریکای شمال‌غربی و مرکزی کرد.[۹۶۲] این همان موجی است که معمولاً در متون قدیمی‌تر با نام مرز کلوویس شناخته شده است.

نقشه‌ی مشابهی را می‌توان برای همه‌ی قاره‌ها ترسیم کرد و از آن برای دستیابی به نتایج فرعی دیگری استفاده کرد. در شرق آفریقا، از سنگال تا کامرون، می‌توان هفت‌صد زبان مختلف را در میان قبایل گوناگون سیاه‌پوستان مشاهده کرد. اگر تراکم این زبان‌ها را در واحد سطح زمین بر روی نقشه‌ای نشان دهیم، می‌توانیم با دقتی بالا ادعا کنیم که همان نقشه، میزان بارش سالیانه را هم نشان می‌دهد. مقایسه‌ی این دو شاخص ــ یعنی چگالی زبان بر سطح زمین و میزان بارش سالیانه ــ نشان می‌دهد که در نقاط دارای بارش زیاد، قبایل همسایه به دلیل فراوانی منابع و خودبسنده بودن زندگی‌شان کمتر با یکدیگر آمیخته می‌شوند و بنابراین تعداد زبان‌های مستقل بیشتری در طول زمان در واحد سطح تکامل می‌یابد.[۹۶۳]

961- Aleut
962 Lewin,1993.
963 Glauswitz,1997.

پژوهش‌های تبارشناختی مشابهی در مورد سرچشمه‌ی گروه زبانی ـ نژادی موسوم به آریایی هم انجام گرفته است. بر طبق شواهد تاریخی، آریایی‌ها در حدود چهار هزار سال پیش از بخش‌های شمالی اوراسیا به جنوب هجوم آوردند و تمدن‌های دراویدی هند و سامی خاورمیانه را به تدریج در طی پانزده قرن تسخیر کردند.

با توجه به شواهد ژنومی، می‌دانیم که در حدود یک‌پنجم کل خزانه‌ی ژنتیکی انسان خردمند کنونی به دو گروه کلانِ نژادی دراویدی و آریایی مربوط می‌شود. از آنجا که یک پنجم محتویات ژنتیکی میتوکندری انسان به بخشی موسوم به گروه تکینه[۹٦٤] تعلق دارد، این بخش در مردم آریایی و اهالی اوراسیا مشترک است. بنابراین شواهد، و بررسی‌هایی که بر DNAی میتوکندریایی هندی‌ها و مردم اوراسیایی انجام شده، نشان داده شده که زمان اشتقاق این دو خطراهه به حدود آخر دوره‌ی پله‌ایستوسن ــ یعنی بسیار پیش از هجوم آریایی‌ها ــ می‌رسد. به این ترتیب، باید فرض کنیم آریایی‌ها پیش از موج بزرگ مهاجرت‌شان به جنوب هم در بخش‌های مرکزی‌تر آسیا وجود داشته‌اند.[۹٦٥] در واقع، دور نیست که مهاجرت آریایی‌ها به جنوب را هم مانند مهاجرت سرخ‌پوستان به امریکا، در چند موج پیاپی در نظر بگیریم. موج‌هایی که در ابتدا به شکلی خفیف و نامشخص انجام می‌گرفتند، و در هزاره‌ی چهارم پیش از میلاد به شکلی متراکم و بهمن‌گونه درآمده و ظهور دولت‌های هند و ایرانی را در فلات ایران و شبه‌قاره‌ی هند ممکن ساخته است.

چنان‌که از مثال‌های یادشده برمی‌آید، زبان به عنوان مهم‌ترین زمینه‌ی رسوب‌گذاری و تکوین منش‌ها، می‌تواند از زاویه‌ی انسان‌شناسی تکاملی به اشکال گوناگون مورد تحلیل قرار گیرد. تبارشناسی ساخت زبان طبیعی، و ریشه‌یابی عوامل مؤثر در شکل‌گیری آن، می‌تواند در قالب زیستی کنونی انسان پاسخ‌هایی در خور پیدا کند،

964- Haplogroup
965 Kivisild et al,1999.

و به نوبه‌ی خود روش‌هایی برای پاسخ‌گویی به پرسش‌های جزئی‌تر درمورد تبارشناسی منش‌ها و بوم‌های منش‌ها ــ یعنی زبان‌های خاص ــ را به دست دهد.

امروزه غالب دانشمندانی که درباره‌ی خاستگاه زبان پژوهش می‌کنند، تمام داده‌های یادشده را در نظر می‌گیرند. یعنی هم به داده‌های برآمده از خویشاوندی زبان‌های انسانی و الگوی تکاملِ ساختار زبان‌ها توجه می‌کنند، و هم شواهد دیرین‌شناختی و ژنتیکی را در کنار داده‌های رفتارشناسی جانوری به کار می‌گیرند. بر این مبنا، در حال حاضر پنج نظریه‌ی عمده درباره‌ی تکامل زبان وجود دارد.

نخست ـ نظریه‌ی زبان مادر[۹۶۶] در سال ۲۰۰٤ م. توسط فیچ ارائه شد.[۹۶۷] این نظریه بر محور مفهوم داروینیِ انتخاب خویشاوندی، و به ویژه شکل بازسازی‌شده‌ی آن توسط هامیلتون[۹۶۸]، استوار شده است. مسأله‌ی مرکزی این نظریه، آن است که زبان همواره محتوایی راستگویانه ندارد و می‌توان در آن دروغ هم گفت. پیش‌داشت فیچ آن است که زبان تنها در شرایطی شکل می‌گیرد و تکامل می‌یابد که شنونده به راستیِ سخن گوینده باور داشته باشد. یعنی سود تکاملی زبان و افزایش شایستگی زیستی ناشی از آن تنها در شرایطی رخ می‌دهد که محتوای زبان راست و درست باشد. به عبارت دیگر، اعتماد متقابل گوینده و شنونده به هم، و راستگویی گوینده شرط لازم برای تکوین زبان است. از دید فیچ، چنین شرایطی تنها در میان خویشاوندان نزدیک رخ می‌دهد و ایشان هستند که به خاطر محتوای ژنتیکی همسان، یاری‌گری به یکدیگر را به عنوان تدبیری برای تکثیر کد ژنتیکی خود برمی‌گزینند. خالص‌ترین نمونه‌ی این ارتباط از دید فیچ به اندرکنش مادر

---

[966] *The 'mother tongues' hypothesis*
[967] Fitch, 2004: *275-296.*
[968] Hamilton, 1964: 1-52.

و فرزند بازمی‌گردد. از آنجا که فرزندان همواره زبان را از مادران‌شان می‌آموزند، مدلی پدید می‌آید که بر مبنای آن زبان از ابتدا برای ارتباط مادران با فرزندان‌شان ابداع شده است. یعنی زبان اولیه ابزاری صوتی بوده برای آن‌که مادر از حال فرزند خبردار شود و او را از حضور خود مطمئن کند. این ارتباط صوتی ساده که میان مادر و فرزند در گونه‌های بسیار متنوعی دیده می‌شود، به تدریج به ابزاری برای انتقال معناهای سودمند، از جمله آموزش مهارت‌های پایه‌ی زیستن تحول یافته و بعد از آن برای ارتباط با سایر اعضای بالغ قبیله نیز کاربرد یافته است. دیدگاه فیچ بی‌شک حقیقتی را درباره‌ی سودهای تکاملی زبان و محورِ تأثیرگذاری آن بر شایستگی زیستی بیان می‌کند. با وجود این، فرض او که برای ارتباط زبانی مادر و فرزند تقدم زمانی قایل است و ارتباط بالغ‌ها با هم را به دورانی جدیدتر منسوب می‌کند، پذیرفتنی نیست. الگوی مشابهی در میان شامپانزه‌ها یا سایر میمون‌ها نیز دیده نمی‌شود، در حالی که ایشان نیز بیشترین هم‌گرایی و انتخاب خویشاوندی را میان مادر و فرزند نشان می‌دهند.[۹۶۹] چنین می‌نماید که زبان از همان ابتدای کار طبق الگویی مشابه با قبایل شامپانزه و گوریل میان تمام اعضای جامعه رواج داشته باشد، هر چند احتمالاً هسته‌ی مرکزی سود تکاملی آن به ارتباط مادر و فرزند مربوط می‌شده است.

دوم ـ نظریه‌ی فداکاری دوجانبه‌ی اجباری[۹۷۰]، نیز بر مبنای شکلی از انتخاب طبیعی داروینی تدوین شده است. ایب اولبایک، که این نظریه را طرح کرده، بر این باور است که فداکاری و نیکخواهی دوجانبه‌ی داروینی برای توضیح خاستگاه زبان بسنده است. در شرایط عادی، اعضای یک دسته‌ی هم‌گونه، اگر مدام با هم در تماس باشند به تدریج به سوی قواعدی رفتاری گرایش می‌یابند که بر اعتماد متقابل و یاری‌گری متکی باشد.

---

969 Tallerman, 2011.

970 *The 'obligatory reciprocal altruism' hypothesis*

این، از آن روست که در میان الگوهای متفاوتِ اندرکنش دو بازیگر، تنها الگوی برنده ـ برنده است که از نظر تکاملی پایدار است و بنابراین در درازمدت باقی می‌ماند.[۹۷۱] بر این مبنا، اولبایک فرض کرده که جماعت‌های اولیه‌ی نیاکان انسان از ابتدا به نوعی دستگاه اخلاقی مجهز بوده‌اند و بنابراین زمینه‌ی امن و راستگویانه‌ی لازم برای تکامل زبان را پیشاپیش دارا بوده‌اند.[۹۷۲] ایراد این نظریه آن است که سازوکارهای روشنی برای ظهور این دستگاه اخلاقی پیشنهاد نمی‌کند و در ضمن با انبوه شواهد موجود درباره‌ی کاربرد زبان طبیعی در جوامع انسانی تعارض دارد. چون تمام شواهد نشان می‌دهد که مردمان به شکلی ایثارگرانه زبان را به کار نمی‌گیرند، و برعکس، مدام داده‌هایی اغراق‌آمیز درباره‌ی توانایی و صلاحیت شخصی خویش مخابره می‌کنند و بخش‌های ارزشمند و تعیین‌کننده‌ی معنا را برای استفاده‌ی خود و نزدیکان‌شان ذخیره می‌کنند.[۹۷۳]

سوم ـ نظریه‌ی جوریدن و شایعه‌پردازی[۹۷٤]. بر اساس این نظریه، زبان جانشینی برای رفتار جوریدن در نخستی‌های عالی محسوب می‌شود. روبین دونبار که این نظریه را پیشنهاد کرده، بر این باور است که ظهور زبان در ابتدای کار جایگزینی کم‌هزینه و کارآمد برای جوریدنِ دوستان بوده است. جوریدن، یعنی جست‌وجوی بدن و کشتن انگل‌های خارجی مثل شپش و کنه، بخش مهمی از وقت روزانه‌ی میمون‌های بزرگ را اشغال می‌کند و مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌ی تعادل اجتماعی و نظم رفتاری در قبیله‌ی میمون‌هاست. از دید دونبار، با بزرگ شدن اندازه‌ی جوامع انسانی اولیه، جوریدن بدن همه‌ی آشنایان و دوستان با دست ممکن

---

971 Trivers, 1971: 35-57.
972 Ulbaek, 1998: 30-43.
973 Dessalles, 1998: 130-147.
974 *gossip and grooming hypothesis*

نبود، و بنابراین می‌بایست رفتاری جایگزین این شیوه از ابراز دوستی و نمایش نیکخواهی شود. از دید دونبار تولید صداهای خوشامدگویانه، هشداردهنده و یا نوازشگرانه ابداعی جدید بود که برای حل این مشکل پدید آمد.[۹۷۵] این نظریه امروز چندان مورد قبول متخصصان نیست. از سویی کم‌هزینه بودنِ گفتار و ساده بودنِ تولید صدا عاملی است که ارزشِ «جوریدنِ صوتی» مورد نظر دوبنار را کاهش می‌دهد و از استوار شدن پیوندهای اجتماعی در این زمینه جلوگیری می‌کند. از سوی دیگر، این نظریه چگونگی گذار از جوریدنِ صوتی به توانایی‌های شناختی و رفتاریِ متصل به زبان گشتاری/ زایشی را نشان نمی‌دهد و در کل دلیل و ضرورت پیدایش زبان امروزین را مبهم باقی می‌گذارد.[۹۷۶]

چهارم ـ نظریه‌ی اداها[۹۷۷]. بر اساس این نظریه، زبان گفتاری از ادا و اطوارهای ریختی و ژست‌های بدنی گرفته شده و از این رو خاستگاهش چیزی نزدیک به زبان حرکتیِ ویژه‌ی ناشنوایان بوده است. دو رده از شواهد این برداشت را پشتیبانی می‌کنند. نخست آن‌که مدارهای عصبی مربوط به زبان و زبانِ اشاره در قشر مخ یکی است[۹۷۸] و آسیبِ یکی منجر به اختلال در دیگری نیز می‌شود. دیگر آن‌که نخستی‌های دیگر هم در این مدارها و رفتارهای نمادین مربوط بدان با انسان شباهت دارند؛ یعنی، از مدارهای مشابهی برای ارسال پیام‌های مشابه استفاده می‌کنند و این می‌تواند رگ و ریشه‌ی تکاملی زبان را نشان دهد. طبق این نظریه، زبان در ابتدای کار با حرکت دست و حالت‌های چهره عمل می‌کرده، و بعد از توسعه‌ی ابزارمندی انسان و اشغال

975 Dunbar, 1996.
976 Power, 1998: 111-129.
977 Gestural theory
978 Newman, et al. 2002: 76–80.

شدن دست‌ها بود که گرایش بیشتری برای تولید صدا و ارتباط کلامی در نیاکان انسان پدید آمد.[۹۷۹] این نظریه، به همین ترتیب، دست تکان دادن و تغییر حالت چهره هنگام سخن گفتن را نیز توضیح می‌دهد. ایراد اصلی این نظریه آن است که ارتباط صوتی نیز از ابتدای کار در جوامع نخستی‌های اولیه وجود داشته و دلیلی استوار طرح نشده که ریشه گرفتن زبان گفتاری از اداهای اشاره‌ای، و نه همین صوت‌های ساده را، اثبات کند.

پنجم ـ نظریه‌ی تکامل هم‌زمان مناسک و گفتار[۹۸۰]. این دیدگاه را نخستین بار رُی راپاپورت پیشنهاد کرد[۹۸۱] و بعدتر انسان‌شناسان زیادی آن را بسط دادند. مبنای این نظریه آن است که اصولاً چیزی به نام «نظریه‌ی خاستگاه زبان» نمی‌تواند وجود داشته باشد، چون زبان چیزی مستقل و سازشی یکتا در مسیر تکامل نیست. از دید ایشان، زبان نمودی درونی و ذهنی از طیفی وسیع از رخدادها و سازش‌هاست که روی هم رفته می‌توانند با برچسبِ «نظام نمادینِ فرهنگ انسانی» شناسایی شوند.[۹۸۲] کل کارکردهای نمادین در نظام ارتباط‌های نخستی‌ها، به همراه پیامدهای رفتاری و اجتماعی‌شان، شبکه‌ای از رخدادها و روندها را برمی‌سازند که زبان انسانی نمودی سطحی و انتخابی از آن است. تلاش برای توضیح خاستگاه زبان بدون توجه به این زمینه‌ی بزرگ‌تر، مسأله‌ای را طرح می‌کند که از همان آغاز مبهم و بی‌جواب است. به تعبیر راپاپورت، کلمه و کلام باید پیش از به‌کار گرفته شدن، در زمینه‌ای اجتماعی تثبیت شوند. استقرار کلمه همواره در شرایطی رخ می‌دهد که امکانِ دروغ و فریب هم وجود دارد، و بنابراین سازوکارهای تصفیه‌کننده و سازمان‌دهنده به

---

979 Corballis, 2002: 161-179.
980 ritual/speech coevolution theory
981 Rappaport, 1999.
982 Knight, 2010: 193-211.

راست و دروغ، صداقت و فریبکاری، و اعتماد و بدبینی از همان آغاز در سپهر کاربرد زبان وجود دارند.[۹۸۳] بنابراین زبان به تنهایی سود یا زیان تکاملی ندارد، و اگر به صورت رمزگانِ خالصِ ارسال‌شده از گوینده به مخاطب نگریسته شود، اصولاً با توجه به امکانِ دروغ بودنش ارزشی ندارد و به بروز رفتاری خاص منتهی نمی‌شود.[۹۸٤] تنها با پشتوانه‌ی اندوخته‌ای از اعتبار اجتماعی و با تکیه به اعتمادی نهادینه‌شده است که یک کلام به تغییر مسیر رفتاری شنونده می‌انجامد. این بدان معناست که کاربرد زبان، خود به خود وجود نهادهای اجتماعی را پیش‌فرض می‌گیرد.[۹۸۵] نهادهای یادشده، هنجارها و قواعدی را به کاربرد زبان تحمیل می‌کنند که آن را به قالبی مناسک‌آمیز درمی‌آورد و مرزهای دروغ‌گویی و فریبکاری را در آن محدود می‌سازد. این نهادها در جوامع گردآورنده و شکارچی باستانی کارکردی همتای نهادهای مذهبی و آموزشی داشته‌اند.[۹۸٦] به این ترتیب، هواداران این نظریه اعتقاد دارند پرداختن به خاستگاه زبان تنها با رویکردی میان‌رشته‌ای و با تکیه به داده‌های جامعه‌شناختی و تاریخی ممکن است. این نظریه امروز در میان دیدگاه‌های رایج، شهرت و اعتبار بیشتری به دست آورده و بیشتر دانشمندان در این چارچوب بحث خود را پیش می‌برند. مهم‌ترین منتقد این دیدگاه نوآم چامسکی است که از سویی به ماهیت مستقل و غیرسیستمی زبان باور دارد و آن را بخشی از یک شبکه‌ی بزرگ‌تر ارتباط نمادین نمی‌بیند، و از سوی دیگر به ظهور ناگهانی و جهش‌آسای زبان در تاریخ

983 Rappaport, 1979: 210-211.
984 Zahavi, 1993: 227-230.
985 Searle, 1996.
986 Durkheim, 1947 [1915]: 205-239.

تکامل انسان باور دارد. از دید او، این نظریه با دگرگون کردن مفهوم زبان، در عمل صورت‌مسأله را پاک می‌کند.[۹۸۷]

هنر

هم‌زمان با پیدایش انسان خردمند، یکی از عجیب‌ترین پدیده‌های رفتارشناختی در کل فرمانروی جانوران بر صحنه‌ی زمین آشکار شد. این پدیده، آفرینش هنری بود. ظهور هنر در انسان خردمند زمانی بهتر فهم می‌شود، که مفهوم سیستمیِ دوشاخه‌زایی[۹۸۸]، بازبینی شود. دوشاخه‌زایی عبارت است از استقلال یافتن دو متغیر از یک سیستم، که در ابتدا با هم متحد بوده‌اند. پیدایش صفات جدید در جریان تکامل جانداران، نوعی دوشاخه‌زایی است، چرا که هر یک از این صفات نوظهور در ابتدا در صفت‌های دیگری ریشه داشته‌اند، و تنها به دلیل پیچیده‌تر شدن سیستم بوده که این شاخص‌ها از هم استقلال یافته‌اند. مثلاً پیدایش زبان گفتاری در انسان صفتی وابسته به مکان حنجره است. هم‌زمان با پیدایش انسان خردمند، یک دگرگونی یکتا ــ افزایش حجمِ مغز ــ که خود بخشی از روند عمومی پیچیده‌تر شدن سیستم بدن بوده، به تغییر شکل جمجمه و مهاجرت حنجره انجامیده است. این دگرگونی، در نهایت، پیدایش صفت جدیدی مانند زبان را ممکن ساخته، و این صفت جدید خود به دنبال شاخه‌زایی‌های دیگر صفات جدیدی ــ مانند نوع آوابندی زبان مادری، شیوه‌ی نوشتن آن و... ــ را به ارمغان آورده است. به این ترتیب، افزایش پیچیدگی در سیستم‌های زنده

---

[987] Chomsky, 2011: 263-278.
988- Bifurcation

پدیداری است بالنده و خودزاینده، که در هر گام به کمک شاخه‌زایی‌های پیاپی تجربه‌ی خطراهه‌های جدیدی را در پویایی سامانه‌ی مورد نظر، ممکن می‌سازد.

این نوع دوشاخه‌زایی، اتفاقی است که به طور مرتب در خمینه‌ی پویایی سیستم‌های پیچیده رخ می‌دهد. بر روی فضای حالت، این امر به صورت تجزیه شدن خطراهه‌ای منفرد به دو یا چند خط واگرا بازنمایی می‌شود. هر یک از این خمینه‌های جدید، امکان جدیدی را در فضای حالت سیستم به نمایش می‌گذارند. سیستم در مسیر پویایی خود تنها قادر به انتخاب یکی از این گزینه‌ها خواهد بود. فرآیندی که انتخاب یکی از چند گزینه‌ی همسان را ممکن می‌سازد، رخدادی است که «شکست تقارن» خوانده می‌شود. این بدان معنی است که سیستم در محل دوشاخه‌زایی ناچار خواهد شد تا یکی از گزینه‌های همانند و متقارنِ پیش رویش را برگزیند و با این انتخاب یکی از امکان‌های پیشارویش را از بقیه متمایز نماید، یا به عبارت دیگر تقارن آن را بشکند.

دوشاخه‌زایی، می‌تواند در مورد عناصر درونی یک سیستم ابرپیچیده هم مشاهده شود. در این حالت، آنچه رخ می‌دهد، تجزیه‌ی یک روند یگانه به دو یا چند روند مستقل از هم است. این هم چیزی است که در تکامل سازواره‌های زیستی به فراوانی رخ می‌دهد و در واقع، همه‌ی گام‌های بزرگ در تکامل نوعی دوشاخه‌زایی در درون ساختارهای زنده بوده‌اند. تبدیل شدن استخوان‌های نگه‌دارنده‌ی کمان‌های آبششی ماهیان اولیه به آرواره در ماهیان پیشرفته‌تر، و تغییر شکل استخوان‌های جمجمه و تبدیل شدن‌شان به استخوان‌های گوش میانی در پستانداران، نمونه‌هایی برجسته از این پدیدارند.

دوشاخه‌زایی، تنها در ابعاد ریخت‌شناختی رخ نمی‌دهد. برعکس، آشناترین نمودهای آن را در پویایی رفتار جانداران مشاهده می‌کنیم. پدیدارهای آشنایی مانند ابداع، نوآوری و حتی ادراک و ورود اطلاعات به حافظه،

به نوعی با پیدایش دوشاخه‌هایی در پویایی سیستم عصبی ما همراه هستند. پس دوشاخه‌زایی می‌تواند در ابعاد رفتارشناختی هم نمود یابد و احتمالاً پیدایش هنر یکی از نمودهای آن است.

آنچه در تکامل انسان رخ داده، نوعی دوشاخه‌زایی شگفت‌انگیز بوده که جدا شدن شاخص‌های تعریف‌کننده‌ی لذت را از شاخص‌های تعیین‌کننده‌ی بقای ژنوم به دنبال داشته است. شگفت‌انگیز بودن این پدیدار از آنجا ناشی می‌شود که لذت، به عنوان سخت‌افزاری عصب‌شناختی، مهم‌ترین شاخص تعیین‌گرِ بختِ بقای ژنوم است. در واقع آنچه رفتار جانداران را در نهایت تعیین می‌کند، ارزش‌گذاری خاص سیستم پاداش و جزای مغز است، که به ازای هر رفتار خاصی، لذت و درد مشخصی را تولید می‌کند و به این ترتیب ارزش تکاملی رفتار یادشده را به موجود می‌فهماند. شبکه‌ی عصبی لذت، پایه‌ای محکم است که الگوی کلی رفتار جانوران را تعیین می‌کند و آنچه در این زمان دراز مایه‌ی پایدار ماندن و مرکزیتش شده است، همین گره خوردنش با مفهوم بقا بوده است. جانورانی که به این پایه‌ی محکم مجهز نبوده‌اند، خیلی ساده در آشفتگی ارزش‌های ناشی از غیاب معیاری تکاملی مانند لذت، منقرض شده‌اند.

وجود دستگاه ارزش‌گذار طبیعی‌ای مانند شبکه‌ی عصبی لذت، به معنای خطاناپذیر بودن یا جبری شدن رفتارها نیست. موجوداتی که در حال اندرکنش با محیط خویش هستند، مرتباً دوشاخه‌هایی رفتاری را تجربه می‌کنند، یعنی به چندراهی‌هایی می‌رسند که گویا تمام گزینه‌های موجود در آن دارای ارزش لذت ــ و بنابراین ضمانت بقای ــ برابر هستند. این همان است که در جانداری خودآگاه مانند انسان، به تردید تعبیر می‌شود.

انتخاب یکی از این گزینه‌ها، که هم‌ارزِ شکسته شدن تقارن رفتاری است، همان است که انتخاب آزاد و اختیار خوانده می‌شود.[۹۸۹]

وجود امکان انتخاب در موجود زنده، لزوماً به معنای بهینه بودن آن انتخاب نیست. برعکس، جانداران به طور مستمر در انتخاب گزینه‌ای که به نظرشان بیشترین لذت ـ بقا را دارد، دچار اشتباه می‌شوند، و این توانایی اشتباه کردن مهم‌ترین نمود پیچیدگی‌شان است. موجود با اشتباه کردنش، استقلال نسبی رفتارش را از دستگاه ارزش‌گذار لذت اعلام می‌کند، و این خود نوعی دوشاخه‌زایی است. جانوری پیچیده و خودمختار است که توانایی انتخاب کردن ــ و در نتیجه اشتباه کردن ــ را داشته باشد.

برجسته‌ترین نمود این نوع اشتباه‌ها در انسان، به پدیده‌ی اعتیاد باز می‌گردد. فرد معتاد توسط ترکیباتی شیمیایی مراکز عصبی لذت خود را تحریک می‌کند و این کار را بدون توجه به این حقیقت انجام می‌دهد که تحریک یادشده در نهایت منجر به کاهش یافتن بختِ بقای خودش می‌شود و لذت کل تجربه‌شده در طول عمرش را کاهش می‌دهد.

در میان مهره‌داران این تمایزِ سازمان‌یافته‌ی بین لذت و بقای ژنوم، برای نخستین بار در اجداد انسان پدیدار شده است. دستگاه عصبی انسان به قدری پیچیده است که بومِ منش‌های موجود در آن هویتی مستقل و نیمه‌خودمختار به دست آورده‌اند و به این وسیله کل ساختار تعریف و درک لذت را دگرگون کرده‌اند. هنر یکی از نمودهای آشکار این دوشاخه‌زایی است.

---

۹۸۹ . وکیلی، ۱۳۸۱ [ب].

به این ترتیب، می‌توان وجود برخی از رفتارهای دارای تضاد با بقای ژنوم در انسان را توجیه کرد. رفتار بوعلی‌سینا، که به دلیل مشغله‌ی علمی‌اش از ازدواج و تولید مثل خودداری کرد، یا ابوالعلاء معری که به دلیل عقاید خاص خود معتقد بود زادن یک انسان به معنای کشتن او هم هست و به این دلیل چنین جنایتی را در حق کسی مرتکب نشد، نمونه‌هایی از این پدیده هستند. در تمام این موارد، مجموعه‌ای از منش‌ها که در دستگاه عصبی فرد وجود دارند، به عنوانی ساختاری مستقل از بقای ژنوم بر سیستم ارزش‌گذاری رفتاری فرد ــ بر مبنای لذت ــ اثر می‌گذارند و الگوی رفتاری فرد را تعیین می‌کنند.

آفرینش هنری، و لذت بردن از آن، در انسان امروزی ظاهراً هیچ ارزش تکاملی خاصی ندارد. یک صحرانشین بدوی کاملاً غریبه نسبت به هنر همان‌قدر امکان انتقال ژنومش به نسل بعد را دارد، که یک شاعر و هنرمندِ مقیم همان قبیله. و حتی گاه این توانایی هنرمندانه شانس بقا و شایستگی زیستی را کاهش می‌دهد، و این الگویی است که در جوامع برنامه‌ریزی‌شده بر مبنای اصول جمهور افلاطون –از چین کمونیست گرفته تا ایتالیای فاشیست– نمونه‌هایش را فراوان می‌بینیم. به این ترتیب، در حال حاضر تولید لذت از اثر هنری، کارکردی مستقل از بقای ژنوم است، و این مثالی خوب از لذت‌های مستقل از بقاست.

رفتار آفرینش‌گرانه‌ی هنری، دو ویژگی عمده‌ی دیگر هم دارد. نخست این‌که بر مبنای نوعی قوانین عام شناختی سازمان می‌یابد، به طوری که هنرهایی مثل موسیقی و نقاشی خصلتی جهانی می‌یابند و در همه‌ی فرهنگ‌ها از برخی قواعد عام ــ مثل تقارن ــ پیروی می‌کنند. ویژگی مشترک دیگرِ هنرها، وابستگی‌شان به فرهنگ است. یعنی با وجود این‌که شکل آفرینش هنری زیر تأثیر برخی از قواعد شبه‌منطقی عام و فراگیر در گونه‌ی انسان شکل می‌گیرد، ریزه‌کاری‌های آن تعیین نمی‌شود و در نهایت شبکه‌ی منش‌ها و بافت فرهنگی ویژه‌ی زمینه‌شان به جزئیات آن شکل می‌دهد.

از قول اسکار وایلد نقل شده که گفته: هنر به درد کسی نمی‌خورد. این گفته اگر در چارچوب تکاملی و از دید زمان حال نگریسته شود، کاملاً درست است. کارکرد هدفگرایانه و بازارمندانه‌ی یک اثر هنری، به ویژه اگر در جامعه‌ای مانند اروپای قرن نوزدهم نگریسته شود، بیش از آن‌که عاملی در راستای بالا بردن شانس بقا تلقی شود، شاخصی خطرناک و مرگبار محسوب خواهد شد. یک دلیل کوچک در تأیید این ادعا این‌که بخش مهمی از نقاشان اروپایی اواخر قرن نوزدهم میلادی به دلیل طرد شدن از سوی جامعه خودکشی کردند یا زندگی نابسامانی را از سر گذراندند.

با این وجود، هر دو شاخه‌ی یک خمینه‌ی یکپارچه، روزی به هم متصل بوده‌اند، و ما برای روشن‌تر کردن ادعای‌مان در مورد ارتباط لذتِ ناشی از اثر هنری و لذت ناشی از انتقال ژنوم، نیاز به شواهد بیشتری داریم. شواهدی که یکتا بودن این دو کارکرد را در گذشته‌ای دور توجیه کند. به عبارت دیگر، منش‌های منتهی به رفتار هنرمندانه، هرچند در برخی از جوامع به دلیل شاخه‌زایی یادشده به شکلی خطرناک و ضدلذت عمل می‌کند، باید روزگاری با مفهوم لذت و بقا همتا بوده باشد. گویا شواهدی در راستای تأیید این ادعا وجود داشته باشد.

آفرینش هنری، یعنی انجام کنش‌های متمرکز بر تغییر دادن محیط که نوعی هماهنگی زیبایی‌شناختی فاقد ارزش زیست‌شناختی داشته باشند. با این تعبیر، آفرینش هنری منحصر به انسان نیست. بسیاری از میمون‌های بزرگ به طور خودجوش و خودانگیخته نقاشی می‌کشند و از میان آن‌ها شامپانزه‌های مشهوری مانند کنگو و بتسی، اورانگ‌اوتانی به نام الکساندر، گوریلی به نام سوفیا و میمون دیگری به نام پابلو، شهرت بیشتری دارند. این میمون‌های نقاش، همگی در سنین پایین بیشترین خلاقیت خود را ابراز می‌کنند و با افزایش سن‌شان کم‌کم انگیزه‌ی خلق اثر هنری را از دست می‌دهند. برخی از این میمون‌ها نمایشگاه‌های نقاشی هم تشکیل

داده‌اند، و دست‌کم در مورد کنگوی شامپانزه، که آثارش در سالن جشنواره‌ی سلطنتی لندن[۹۹۰] به نمایش گذاشته شده بود، و بتسی که در موسسه‌ی هنرهای معاصر لندن چنین کاری را کرد، می‌دانیم که تمام آثارشان با قیمتی گزاف به فروش رفتند.

جالب این‌که گروهی از روان‌شناسان انگلیسی آثار هنری این میمون‌ها را از نظر روان‌شناختی تحلیل کرده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که الگوی کلی این نقاشی‌ها با آنچه در بیماران شیزوفرنیک پارانوئید دیده می‌شود شباهت دارد!

ایرادی که می‌توان در مورد خلاقیت هنری میمون‌ها مطرح کرد، آن است که این موجودات تنها زیر تأثیر آموزش و در ارتباط با فضاهای انسانی به فعالیت هنری می‌پردازند. اما نمونه‌های جالب توجهی از این رفتار در جانوران دیگری دیده می‌شود که هیچ ارتباطی با انسان ندارند.

نمونه‌ای برجسته از آفرینش هنری در جانوران را در مرغ آلاچیق[۹۹۱] می‌بینیم. رفتار هنرمندانه‌ی این پرنده بر خلاف میمون‌های اهلی به طور خودجوش و کاملاً مستقل از حضور انسان بروز می‌کند. مرغ آلاچیق نر رفتار جالبی دارد که همانا آلاچیق‌سازی است. در فصل جفتگیری، پرنده‌ی نر در میان بوته‌ها آلاچیقی کوچک می‌سازد و بعد با جمع کردن خرده‌ریزهای گوناگون آن را می‌آراید. این تزیین کردن، با چیدن اشیایی مانند پروانه و سنگ‌های رنگی ریز و درشت همراه است و به ایجاد منظره‌ای پیچیده می‌انجامد که حتی در چشمان انسان هم زیباست. مرغ ماده این حجله‌ها را وارسی می‌کند و با توجه به شکل آلاچیق‌ها، جفت خود را انتخاب می‌کند.

990- London's Royal Festival Hall
991- Bowerbird

به یاد دارید که به طور کلی در جانوران، جنس ماده سرمایه‌گذاری بیشتری بر تولیدمثل می‌کند؛ یعنی، پیدایش و تکامل جنسیت با شکست تفارنی در هزینه‌ی وابسته به تولیدمثل همراه بوده است. جنس نر معمولاً برای تولید یک فرزند جدید مقدار اندکی ماده و انرژی ــ در حد یک سلول متحرک اسپرماتوزوئید ــ را سرمایه‌گذاری می‌کند، در حالی‌که در جنس ماده تولید تخمکی پر از اندوخته‌ی غذایی و دوره‌ای بودن مراحل فیزیولوژیک باروری با صرف ماده و انرژی بسیار بیشتری همراه است. به همین دلیل هم در کل جانوران، الگوی غالب رفتار مادرانه را شاهد هستیم. جانور ماده‌ای که سرمایه‌گذاری زیادی برای ایجاد یک سلول تخم صرف کرده، برای بزرگ کردن و حفاظت از او هم هزینه‌ی بیشتری را خواهد پرداخت، و این همان روندی است که در جانورانی مانند پستانداران به تکامل رحم انجامیده است.

در پرندگان و حشرات و سایر موجودات تخم‌گذار هم چنین الگویی دیده می‌شود. تقریباً تمام مواد غذایی تولیدشده برای ایجاد تخم توسط بدن ماده تولید می‌شود و بنابراین جنس ماده باید در انتخاب جفت وسواس بیشتری از خود نشان دهد. در بیشتر جانوران تخم‌گذار، جنس ماده نر را انتخاب می‌کند. یعنی نرها با نشان دادن توانایی خود کامل و بی‌نقص بودن ژن‌های‌شان را به نمایش می‌گذارند و ماده‌ها با بازدید از چنین نمایشگاهی جفت خود را انتخاب می‌کنند. جفتی که قاعدتاً باید بهترین ژنوم را داشته باشد و شانس بقای تخم ارزشمند ماده را بیشینه کند.

رفتارهایی مانند قلمروگیری در ماهیان و پرندگان، جنگ تن‌به‌تن در بزها و علفخواران دیگر، و خواندن قناری و ملخ، همه و همه در چنین چارچوبی قابل‌درک هستند. در تمام این موارد، نرها با هم‌جنسان خود درگیر رقابت می‌شوند و با انجام مسابقه‌ای توانایی عضلانی، یا اندازه، یا پیچیدگی رفتار خود را به رخ حریف می‌کشند و برای این‌که مورد توجه ماده قرار بگیرند با هم رقابت می‌کنند. ممکن است این رقابت در جنس

نر به قدری افراطی شود که به خشونت بر ضد ماده‌ها هم بینجامد ــ مانند گوریل، انسان و دلفین ــ اما این پدیده، که در واقع نوعی دوشاخه‌زایی جدید است، به ندرت دیده می‌شود.

در مرغ آلاچیق هم چنین چیزی را می‌بینیم. مرغ نر با ساختن آلاچیق در واقع دارد توانایی‌های خود را نمایش می‌دهد. مرغی دارای ترکیب ژنتیکی توانمند است که قدرت عضلانی حمل اشیای گوناگون با وزن‌های مختلف و اشکال گوناگون را داشته باشد. هم‌چنین مرغی دارای ژن‌های خوب است که سیستم حسی دقیقی داشته باشد و بتواند رنگ‌ها و حجم‌ها و فضاها را به خوبی تشخیص دهد، و به همین ترتیب توانایی انجام فعالیت‌های ترکیبی بغرنجی را برای تزیین آلاچیق داشته باشد. به این ترتیب، یک آلاچیق تزیین‌شده در واقع نوعی بیانیه در مورد توانمندی ژنوم جانور نر است، و در رقابت تنگاتنگ آلاچیق‌های گوناگون است که ماده‌ها جفت خود را انتخاب می‌کنند. ناگفته پیداست که آلاچیق‌های این پرنده با تصویر کلاسیک عاشقی که در زیر پنجره‌ی معشوق گیتار می‌زند و آواز می‌خواند شباهتی نمایان دارند.

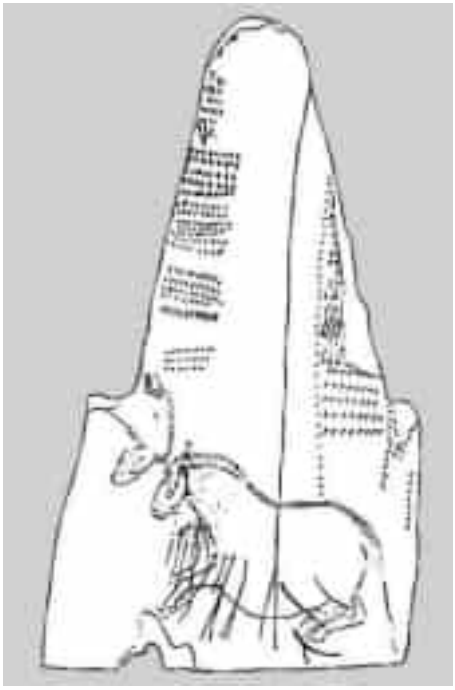
رفتار هنرمندانه‌ی مرغ آلاچیق شباهت‌های دیگری هم با رفتارهای انسانی دارد. نخست این‌که ریزه‌کاری‌های زیبایی‌شناختی تعیین‌کننده‌ی شکل کلی آلاچیق، به صورت پیش‌تنیده در مغز پرنده وجود ندارد و در هر محیطی شکلی خاص به خود می‌گیرد. در برخی از مناطق مرغان آلاچیق تزیینات آبی و آرام و ملایم را ترجیح می‌دهند و در برخی نقاط دیگر از رنگ‌های تند و ترکیب‌های درخشان و شلوغ استفاده می‌کنند. به بیان دیگر، سلیقه‌های محلی گوناگونی در مورد شکل آلاچیق‌های مربوط به محیط‌های مختلف وجود دارد.

می‌دانیم که ابتدایی‌ترین شکل هنر در انسان، تن‌آرایی و نقاشی کردن بر بدن بوده است. چنین هنری در اشکال ساده‌تر هنوز هم در میان قبایل بومی گینه‌ی نو به شکلی چشمگیر دیده می‌شود و با اشکالی متفاوت در قبایل سرخ‌پوست آمریکایی و سیاه‌پوستان آفریقایی هم دیده می‌شود. اشکال پیچیده‌تر و متجددتر این ماجرا هم در جوامع شهرنشین فراوان دیده می‌شوند. رنگ و نوع لباس، و دستور زبان خاصی که بر معانی لباس‌های

گوناگون حاکم است، دنباله‌ی مستقیم هنر تن‌آرایی محسوب می‌شوند. در واقع، جهان مدرن با روزگار کهن از این نظر تفاوت چندانی نکرده، جز آن‌که ساز و کارها پیچیده‌تر شده و تنوع الگوها بیشتر شده است. بخش مهمی از رنگ‌های مالیده شده بر بدن بومیان اولیه، بر واسطه‌ای از جنس پارچه یا هر چیز دیگر متصل شده است و بسته به پیچیده‌تر شدن نقش‌هایی که فرد باید در جامعه بر عهده بگیرد، این لباس‌ها یا تزیینات هم متنوع‌تر و چندگانه‌تر شده‌اند. از این روست که ما لباس خواب و لباس رسمی و لباس ورزشی و لباس راحتی متفاوتی داریم. هر یک از این نوع لباس‌ها، نشانگر نقشی اجتماعی هستند که ما به هنگام پوشیدن‌شان اجرا می‌کنیم. استاد دانشگاهی که در سر کلاس با لباس خواب ظاهر شود، قادر به ایفای نقش رسمی خود نخواهد بود، و هم‌چنین فردی که با لباس تمام رسمی به بستر می‌رود احتمالاً با اعتراض همسرش روبه‌رو می‌شود. لباس، نه تنها تعیین‌کننده‌ی نقش اجتماعی فرد است، که با ترکیب‌های متنوع و انتخاب‌شده‌اش، نوعی سلیقه‌ی هنری ساده را هم به نمایش می‌گذارد. به همین دلیل هم هست که افراد خوش‌پوش و بدلباس را به عنوان نمایندگان افراد توانا و ناتوان در اجرای این کنش هنری در جامعه از هم تفکیک می‌کنیم.

اما لباس تمام ماجرا نیست. تزیینات پوستی دیگری نیز در انسان وجود دارند. از خالکوبی‌های رایج در جوامع قدیمی که دلالتی دینی و آیینی داشته‌اند، تا نقاشی‌هایی که با همان روش خالکوبی اما با هدف زیبایی روی بازو و گردن می‌کشند. این تزیینات در اشکال قدیمی‌تر و اصیل‌تر خود به صورت رنگ و روغن مالیدن به سر و صورت و رنگ کردن مو دیده می‌شود، و نکته‌ی عجیب این‌که در انسان با نوعی واژگونگی نقش‌ها روبه‌رو شده است و در میان مردان کمتر از زنان رواج دارد. این الگو در معکوس شدن نقش اجتماعی دو جنس در میمون‌های بزرگ ریشه دارد؛ معکوس‌شدنی که به موجود نر توانایی اعمال قدرت بیشتری را در جامعه بخشیده و در نتیجه باعث شده تا مردان زنان را انتخاب کنند، و نه برعکس.

به این شکل، نوعی ارتباط تنگاتنگ و نزدیک بین هنر ــ در ساده‌ترین شکلِ آن ــ و رفتار جنسی و بنابراین بقای ژنوم را می‌بینیم. پیش از این‌که هنرمندان قرن نوزدهمی اروپا به مواد مخدر پناه ببرند و به صورت موجوداتی ولگرد و طردشده از سوی جامعه درآیند، دورانی طولانی‌تر وجود داشته که هنرمند به دلیل توانایی‌های آفرینش‌گرانه‌ی خود بخت تولیدمثل بیشتری داشته و پذیرش اجتماعی بیشتری را کسب می‌کرده است. کافی است به شعر مشهور رودکی درباره‌ی محبوبیتش در میان زیبارویان بخارا بنگریم و آن را با سیاهه‌ی طولانی فخریه‌های شاعرانه در این زمینه مقایسه کنیم، تا دریابیم هنر نقش خود را دیرزمانی در انتخاب جنسی حفظ کرده است.



شاخ آهوی دارای نقاشی جانور سم‌داری باردار که دوازده هزار سال قدمت دارد. نیزه‌هایی نمادین در بدن جانور فرور رفته‌اند که می‌توانند نشانه‌ی نقش جادویی این اثر هنری باشند. احتمالاً نقاط و خطوط بالای تصویر نشانه‌ی شمار ماه‌های قمری و نوعی تقویم بوده‌اند. (Lewin, 1998: 472)

در واقع، اگر در کل طول تاریخ به ماجرای نقش اجتماعی هنرمند نگاه کنیم، بیش از آن‌که با تصویر برجسته‌شده و اغراق‌آمیز هنرمندِ عصر صنعتی روبه‌رو شویم، با هنرمندانی آشنا خواهیم شد که به دلیل توانایی هنری خود منزلت بالاتر و بنابراین بختِ بقای بیشتری در جامعه داشته‌اند. آشفتگی نقش‌هایی که در دوران انقلاب صنعتی در اروپا شاهدش بودیم، در این تصویر نوعی میان‌پرده‌ی کوتاه‌مدت است و نه تصویری پایدار.

در بسیاری از جانوران، زیبایی بدن و کارکرد هنری یادشده با نوعی خطرپذیری همراه است. مشهورترین مورد در این زمینه، به طاووس نر مربوط می‌شود که با داشتن دم بلند مشهور خود، توانایی پرواز کردن و حرکت سریع بر روی زمین را از دست داده و بنابراین بیشتر از سوی شکارچیان تهدید می‌شود. طاووس ماده، به این دلیل نرِ زیباتر و دارای دم بلندتر را ترجیح می‌دهد که بر نیرومندتر بودنش، و بنابراین ارزشمندتر بودن ژنوم‌شان آگاه است. طاووس یا قرقاولی که با دمی به آن درازی و رنگ‌هایی به آن درخشانی و آشکاری به سن بلوغ برسد و از دست شکارچیان گوناگون جان سالم به در برده باشد، باید بسیار هوشیار و سریع و گوش به زنگ بوده باشد و این‌ها صفاتی است که هر پرنده‌ی ماده‌ای مشتاقِ انتقال آن به فرزندانش است. در هردو حالت ــ چه هنرِ موجود به بدنش متصل باشد (طاووس) و چه توسط بدنش تولید شود (مرغ آلاچیق) ــ به عنوان نشانه‌ای برای داشتن ترکیب ژنتیکی مناسب و بنابراین جذاب‌تر بودن از نظر جفتگیری عمل می‌کند. ماده با انتخاب نری که به این شکلِ زیبایی‌شناسانه متمایز و شاخص است، نه تنها شریکی نیرومند و توانا برای گردآوری منابع غذایی را برمی‌گزیند، که به طور مستقیم فرزند خویش را از کد ژنتیکی نرِ نیرومند نیز برخوردار می‌سازد.

بهترین نمونه از داستان‌هایی که به خودآگاهانه بودنِ این اصل تکاملی دلالت می‌کند، در شاهنامه وجود دارد. در آنجا که فردوسی نخستین برخورد خصوصی تهمینه و رستم را در سمنگان روایت می‌کند، با زنی روبه‌رو

می‌شویم که آشکارا تمایل خود را برای بالا بردن بختِ بقای فرزندش از راه درآمیختن با ژنومی شایسته بیان می‌کند.

و دیگر که از تو مگر کردگار نشاند یکی کودکم در کنار

مگر چون تو باشد به مردی و زور سپهرش دهد بهره کیوان و هور

الگوهای رفتاری انسان، دنباله‌ی منطقی و ادامه‌ی پیچیده‌تر همان چیزی است که در جانوران دیگر هم دیده می‌شود. محبوبیت جنگاوران و ماجراجویانِ مرد در نزد زنان، و به تازگی شایع شدن معکوس این حالت، نمودهایی از ارزشمند پنداشته شدن ژنوم کسی است که با خطرهای فراوانی رویارو می‌شود، و هم‌چنان زنده می‌ماند.

وجود برخی از رفتارهای منحصر به فردِ به ظاهر مخالف با اصل بقا را می‌توان در سایه‌ی این حقیقت بازتعریف کرد. دلیل تکاملی این‌که خطرسازان و بدل‌کاران و جهانگردانِ ماجراجو از انجام آنچه می‌کنند و روبه‌رو شدن با خطرات گوناگون لذت می‌برند، در این حقیقت نهفته است که این رفتارها در زمان‌های دور ــ و تا حدودی هم‌اکنون ــ به افزایش محبوبیت فرد در میان اعضای جنس مخالف ــ و بنابراین بیشتر شدن بخت تولید مثل ــ می‌انجامد. این شاخص البته در جوامع امروزی که امکان تولید مثل هر کس از حد خاصی بالاتر رفته، چندان مهم شمرده نمی‌شود. اما در نظر بگیریم که زندگی به سبکی جز گردآوری و شکار امری نوظهور و نوپاست که تنها برهه‌ای کوتاه از عمر گونه‌ی انسان را در بر می‌گیرد.

وجود عملیات خطرناک و مرگباری که در مناسک اهلیت و گذار به سن بلوغ در بسیاری از جوامع ساده‌تر می‌بینیم، در واقع نمودی از همین پدیده است. آفریقایی جوانی که ناچار بوده برای اثبات مردی‌اش به مردان قبیله‌اش، شیری شکار کند و فقط پس از آن به محفل مردان بالغ پذیرفته می‌شده، در واقع با نوعی آزمون تکاملی دست و پنجه نرم می‌کرده که افراد ناتوان و ناقص را از دور جفتگیری و تولیدمثل خارج می‌کرده

است. هم‌چنین ابراز رشادت در جنگ‌های قدیم را هم می‌توان در همین قالب تفسیر کرد. رواج جهانی رفتارهای خطرپذیر و مرگبار در میان افراد جوان، و به ویژه در میان مردان، ته‌مانده‌ای از یک سنت تکاملی بسیار کهن است که با تلاش برای اثبات توانمندی آمیخته است. الگوهای رفتاری مدرن این پدیدار، از رانندگی با سرعت بالا گرفته تا مصرف مواد سمی مانند مواد مخدر و سیگار، هم در این چارچوب تفسیرپذیر هستند. جدای از این حقیقت که این رفتارهای تغییرشکل یافته در حال حاضر کارکرد قدیمی و تکاملی خود را از دست داده‌اند و تا حدودی به ضد آن تبدیل شده‌اند، باید اذعان کرد که تمام این رفتارها به نوعی طبیعی محسوب می‌شوند. هم‌چنان‌که مردن، پدیده‌ای به شدت طبیعی است!

از نظر تاریخی توانایی تولید اثر هنری، یعنی دوشاخه‌زایی بین دو رفتار نمایشگری جنسی و تولید منش‌های خلاقانه به قصد لذت بردن، برای بار نخست در انسان خردمند به شکلی آشکار پدیدار شد. چشمگیرترین آثار باستانی به‌جامانده از انسان‌های خردمند، آثار هنری ایشان و به ویژه نقاشی‌های زیبایی است که بر دیواره‌ی غارها کشیده‌اند. در اروپا بیشتر از دویست غار که دارای آثاری از این دست است یافت شده‌اند و تفسیرهای گوناگونی از انگیزه‌ی نقاشان و کارکرد اجتماعی این نقاشی‌ها پیشنهاد شده است.[۹۹۲]

پدر هنری بروی[۹۹۳]، که یکی از کاشفان بزرگ این غارهاست، اعتقاد داشت که این نقاشی‌ها کارکرد جادویی و توتمی برای انسان‌های نخستین داشته‌اند. دلیل او برای این ادعا، شواهد مردم‌شناسی امروزی بود که کارکردی مشابه را در دیوارنگارهای بومیان استرالیا گزارش می‌کرد. بنابر این تفسیر، این نقاشی‌ها در جادوی شکار و به نمایش گذاشتن توتم‌های مورد احترام قبیله اهمیت می‌یافته‌اند. بنابراین دیدگاه، نقاشی‌ها فاقد نظم

---

[992] Lewin, 1993: 137 – 159.

993- Abbe Henri Breuill

و سازماندهی مشخص بودند و مثل نقاشی‌های بومیان استرالیا به صورت تصادفی و ناگهانی بر نقاط دلخواه غارها کشیده می‌شدند و حتی گاه روی نقاشی‌های قدیمی‌تر را نیز می‌پوشانده‌اند.

آندره لُروا گوران[۹۹٤]، که یکی دیگر از نظریه‌پردازان در این زمینه است، از زاویه‌ای دیگر به موضوع نگاه کرده است. او نظم و سازمان‌یافتگی مشخصی را در محتوا و شکل ترسیم نقاشی‌ها تشخیص داد و فرضیه‌ی تصادفی بودن‌شان را رد کرد. او توانست نشان دهد که جانورانی که هرگز شکار نمی‌شده‌اند ــ و احتمالاً توتم بوده‌اند ــ بیشتر تصویر می‌شده‌اند. بنابراین این نقاشی‌ها را با مناسک شکار نمی‌توان مربوط دانست.

لوی اشتراوس[۹۹۵]، ساختارگرای بزرگ فرانسوی، هم دیدگاه جذابی در مورد این دیوارنگاره‌ها پیشنهاد کرده است. او هم مانند گوران این نقاشی‌ها را به شکار مربوط نمی‌داند. در مقابل، آن‌ها را به عنوان نوعی بیان ادراک ابتدایی انسان‌های نخستین از جهانی که در آن زندگی می‌کرده‌اند، تفسیر می‌کند. او به عنوان مثال به تمایزهای دوگانه‌سازی می‌پردازد که هم‌اکنون هم در جوامع انسانی رواج دارد. یکی از این تمایزها، به جدایی جنسیت نر از ماده مربوط می‌شود. بر اساس این تفسیر، برخی از نقش‌ها نشانگر ذات نرینگی، و برخی نمایشگر مادینگی هستند. مثلاً اسب‌ها و بزهای کوهی نرینه‌اند و ماموت و بوفالو ماده محسوب می‌شوند.

جایگیری نقش‌ها، هم چنان‌که گوران ادعا کرده بود، از نظمی مشخص پیروی می‌کنند. به عنوان مثال، نقش گوزن را معمولاً در آستانه‌ی ورودی غار می‌بینیم، و نقش‌های مربوط به نرینگی و مادینگی را که ذکر شد در

994- Andre Lerai Gourhan
995- Levy - Straus

سرسراهای اصلی می‌یابیم. جالب این‌که تصویر گوشت‌خواران به ندرت نقاشی می‌شده است، و در تمام موارد استثنایی تصویر شدن‌شان، در عمیق‌ترین اتاق‌های غار قرار می‌گرفته است.[۹۹۶]

بررسی نقش‌هایی که در غارهای بزرگی مانند آلتامیرا در اسپانیا کشیده شده، نشان می‌دهد که برخی از غارهای یادشده چیزی فراتر از یک پرستش‌گاهِ قبیله‌ای کوتاه‌مدت بوده‌اند. تحلیل تصاویر این غار نشان می‌دهد که دست‌کم پانزده الگوی متفاوت نقاشی و چارچوب معنایی و نشانه‌گذاری متفاوت به طور هم‌زمان در این غارها ترسیم می‌شده‌اند. در واقع، به نظر می‌رسد که غار آلتامیرا نوعی محل همایش قبیله‌های گوناگون انسان خردمند بوده که در فصول خشک‌سالی یا شرایط نامساعد، مثل سایر جانوران در اطراف منابع آبِ باقی‌مانده و دریاچه‌های بزرگ جمع می‌شده‌اند. پدید آمدن چنین مجموعه‌ی هنری کمیابی از خلاقیت‌های قبایل گوناگون را در چنین غارهایی تنها می‌توان به این ترتیب توجیه کرد.

نمونه‌ای از نقش‌های هیولاگونه در غار

سه برادر (فرانسه) (Lewin,1993)

[996] Bahn,1990.

یکی از ویژگی‌های جالب توجه در نقاشی‌های باستانی غارها، وجود عناصر هندسی فراوان در آن است. پدر بروی این نقش‌ها را به عنوان نقشه‌هایی برای شکار و طرح‌ریزی تله تفسیر کرده بود، اما گوران در این مورد هم با او مخالف بود و این نقش‌ها را در قالب دیدگاه دوگانه‌انگارِ لوی اشتراوس درک می‌کرد. به نظر او نقش‌های نوک تیز و دراز ــ مثل خط، مثلث کشیده و خط‌چین ــ نشانگر جنس نر و مثلث‌های دارای گوش‌های برابر و دایره‌ها و مربع‌ها نشانگر جنس ماده هستند.

جالب‌ترین و جدیدترین تفسیر از این نقوش، به عصب‌شناسی به نام دیوید لویس ویلیامز[۹۹۷] مربوط می‌شود. این دانشمند الگوهای ترسیم‌شده بر دیوار غارها را با آنچه که معتادان پس از مصرف مواد مخدر می‌بینند، مقایسه کرد و به این نتیجه رسید که این تصاویر را شمن‌ها و جادوگرانی ترسیم کرده‌اند که زیر تأثیر مواد مخدر بوده‌اند.

بررسی اثرات عصب‌شناختی مواد مخدر، شاخه‌ای از دانش اعصاب است که مدت‌ها پیش از ویلیامز توسط روانشناسی به نام تیموتی لیری[۹۹۸] به طور جدی طرح شده بود. شواهد آزمایشگاهی حاکی از آن هستند که تجربه‌ی افرادی که مواد توهم‌زا[۹۹۹] مصرف می‌کنند، به سه مرحله قابل تقسیم است.

در مرحله‌ی نخست، که هنوز هوشیاری کاملاً از دست نرفته و فرد قادر به اندرکنش حرکتی با محیط است و مثلاً امکان نقاشی کردن هم در جریان آن وجود دارد، شکل‌هایی هندسی دیده می‌شوند. این اشکال با آنچه بر دیواره‌های غارهای باستانی تصویر شده‌اند شباهت فراوانی دارند.

997- David Lewis - Williams
998- Timoty Leary
999- Hallucinogen

مرحله‌ی دوم، حالتی است که فرد معمولاً بی‌حرکت باقی می‌ماند و تجربه‌ای شبیه به عبور از تونلی نورانی را از سر می‌گذراند. این تجربه ردپای مشخصی بر غارنگاره‌ها ندارد و به نظر نمی‌رسد که جادوگران تمایل ــ یا توانایی ــ زیادی برای ثبت کردن این تجربیات داشته باشند. سومین و عمیق‌ترین مرحله‌ی خلسه‌ی ناشی از مواد مخدر، به این توهم می‌انجامد که بدن تغییرشکل یافته و به بدن جانوری دیگر تبدیل شده است. در این حالت، فرد بدن خود را به شکل بدن جانوری خاص ــ که معمولاً همان توتم قبیله است ــ می‌بیند و حرکات او را تقلید می‌کند. جالب این‌که این مرحله هم آثاری را از خود به‌جا گذاشته است. احتمالاً نقش‌های هیولاگونه‌ی[1000] فراوانی که از انسان‌های دارای بدن جانوران برجای مانده است، یادگاری از تجربیات ذهنی شمن‌های قدیمی بوده است.

1000- Therianthropic images

فصل دوم: نسل هیولا

انسان، یکی از عجیب‌ترین جانورانی است که تا به حال بر کره‌ی زمین زیسته، و یکی از پیچیده‌ترین خطراهه‌هایی است که بر فضای حالت زندگی کشیده شده است.

انسان، علاوه بر همه‌ی این‌ها، موجودی بسیار خودبین است. به همین دلیل هم متونی از این دست ــ که در زمینه‌ی انسان، به هدف توصیف انسان یا برای موشکافی در ویژگی‌های او به رشته‌ی تحریر درآمده ــ اندک نیستند. بخش مهمی از متون ادبی، علمی و فلسفی نوشته‌شده در فرهنگ این موجود غریب، به سادگی، برچسب انسان‌شناسی را بر خود می‌پذیرد و این همه بدان معناست که آدمی در مورد خویش، بسیار اندیشیده، گفته و نوشته است.

شاید همین دلیل برای سردرگمی کنونی ما بسنده کند. در دو حالت یافتن نقطه‌ی ورود به بحث دشوار می‌شود. یکی، زمانی که هیچ متنی در زمینه‌ی مورد نظر وجود نداشته باشد و فرد، اولین نویسنده و خالق آنچه می‌اندیشد، باشد. دیگری هنگامی که پیش‌تر بسیار در آن مورد اندیشیده و نوشته باشند و در این‌جاست که از شدت انبوهی مفاهیم، سررشته‌ی موضوع به سادگی گم می‌شود؛ و انگار که ما به هنگام بحث در مورد انسان با مشکلی از نوع دوم روبه‌رو باشیم.

از ابتدای متن تا به حال، حد و مرز بحث در بستری از دانسته‌های زیست‌شناختی و دیرین‌شناختی ترسیم شد، و تلاش در این راستا بود که به انسان به عنوان جانوری در میان سایر جانداران کره‌ی خاکی‌مان نگاه کنیم. اما از این‌جا به بعد، بازار نتیجه‌گیری داغ خواهد شد و خواهیم کوشید تا در مقام ناظری بیرونی درباره‌ی آدمی داوری کنیم.

بدین منظور، چنین عمل خواهیم کرد. چند برش معنایی گوناگون به مفهوم انسان خواهیم زد و هر برش را در یک سطح سلسله‌مراتبی از پیچیدگی تعریف می‌کنیم، تا امکان واسازی مفاهیم متصل به نام گونه‌ی ما فراهم گردد. سپس، هر یک از این برش‌ها را به طور جداگانه مورد توجه قرار داده و مفاهیم برآمده از آن را وارسی خواهیم کرد. تصویر انسان به عنوان جانداری زیست‌شناختی، که آماج ماست، از برهم افتادن تمام این تصاویر حاصل می‌شود. ناگفته پیداست که این برش‌ها و خوشه‌های دانایی وابسته بدان که مورد استفاده‌ی ما قرار خواهد گرفت، به دلیل شیوه‌ی خاص نگاه ما ــ که از ابتدا زیست‌شناسانه بود ــ با این ترتیب و شیوه‌ی ویژه انتخاب می‌شوند. اگر به خوشه‌های دانایی دیگر نگاه کنیم، بی‌تردید، با تصاویری دیگر از انسان روبه‌رو خواهیم شد. تصویر اسطوره‌شناختی از انسان، که در باورهای باستانی اقوام گوناگون وجود دارد، یکی از این تصاویر است، و در همین راستا می‌توان به انگاره‌های دیگر ــ از فلسفی گرفته تا غایت‌شناختی ــ اشاره کرد. اما در این‌جا زمان، تخصص و فضای کافی برای پرداختن به تمام این انگاره‌ها وجود ندارد. پس به حوزه‌ای که از ابتدای کار انتخاب کردیم وفادار خواهیم ماند، و تصویری از انسان را توصیف می‌کنیم که توسط دانش تجربی امروزین‌مان تولید شده و مورد توافق اندیشمندان پیشرو در این قلمرو باشد.

برداشت جانورشناختی

انسان بدون هیچ تردیدی نوعی جانور است![1001] و این نخستین دلیل گزینش دیدگاه خاص این نوشتار در مورد وی بود. اگر بخواهیم در مورد انسان به دیدگاهی معقول دست یابیم، نیازمند حداقلی از اندوخته‌های علمی و فنی هستیم و این سطح کمینه، به خوبی در دانش زیست‌شناسی قابل‌دستیابی است. هر نگرشی از انسان که واقعیت زنده بودن او را نادیده انگارد، یا بکوشد تا بخش‌هایی از حقایق وابسته به جانور و جاندار بودن انسان را از قلم بیندازد، به چیزی جز یک افسانه‌ی اغراق‌آمیز منتهی نخواهد شد. تصویری که از چنین نگرشی به دست خواهد آمد، به دلیل نادیده گرفته شدن اصولی‌ترین و پایه‌ای‌ترین ویژگی‌های تعیین‌کننده‌ی هستی انسان، به تصویرهای کاریکاتورمانند آیینه‌های شهر بازی شباهت خواهد یافت؛ تصاویری که شاید سرگرم‌کننده، دوست‌داشتنی یا خنده‌دار باشند، اما چندان حقیقی نیستند.

به این ترتیب، انسان پیش از هر چیز جانوری هوشمند است. موجودی است که با شتابی زیادشونده دگرگون شده و با موتورهای نیرومندِ پیچیدگی به جایگاه کنونی‌اش دست یافته است. روند افزایش پیچیدگی در انسان، چنان‌که دیدیم، حالتی نمایی داشت. اگر شاخص‌های وابسته به پیچیدگی انسان (مثل حجم مغز، تنوع ابزارها و زبان) را بر منحنی‌ای که نشانگر زمان باشد تصویر کنیم، خمینه‌ای لگاریتمی را در برابر خویش می‌بینیم، که بیشتر شدن سرعت دگرگونی انسان را در روند تاریخ نشان می‌دهد. روندی شتاب‌گیرنده که در چند ده هزاره پیش به تعادلی نسبی دست یافته و در نقطه‌ای به ظاهر پایدار با نام انسان خردمند قرار گرفته است.

۱۰۰۲. انسان به عنوان موجودی زنده و یوکاریوت، تنها با چهار گزینه‌ی دیگر روبه‌روست: گیاه، آغازی، قارچ یا باکتری بودن، که همان جانور بودن شرافتمندانه‌تر از همه به نظر می‌رسد!

انسان همواره خود را از سایر جانوران برتر و نیرومندتر دانسته و سایر جانوران را اشکالی پست‌تر و فرعی از زندگی در نظر گرفته است. اگر از دیدگاه دانش رده‌بندی و بوم‌شناسی به این مدعا نگاه کنیم، چیزی جز غرور نژادی و خودخواهی درون‌گونه‌ای در آن نخواهیم یافت. انسان، چه از نظر قدمت تاریخی و چه از نظر نقشی که در زیست‌کره‌ی زمین ایفا کرده است، کارنامه‌ی درخشانی ندارد. از دیدگاه دیرین‌شناختی، انسان جانوری است نوزاد و نوظهور در میان جهانی بسیار قدیمی‌تر و گونه‌های بسیار سالمندتر، و به ظاهر فروتن‌تر. بخش عمده‌ی حشراتی که در خانه‌ی همه‌ی ما انسان‌های برتر می‌لولند، گونه‌هایی چنان موفق بوده‌اند که در طول سیصد میلیون سال گذشته تغییر چندانی نکرده‌اند و به عنوان یک گونه، تجربه‌ی زیستی‌شان بر زمین هزاران بار بیشتر از ماست. اثری هم که موجودات به ظاهر پیش‌پا افتاده و عادی‌ای مثل جلبک‌ها بر زیست‌کره‌ی زمین می‌گذارند، به هیچ عنوان قابل مقایسه با نقش انسان نیست. در حدود ۹۰ درصد اکسیژن موجود در جوّ، که برای باقی ماندن تعادل بوم‌شناختی زمین ضروری است، توسط این موجودات ایجاد می‌شود. به این ترتیب، نقش زیستی انسان بر صحنه‌ی گیتی آن‌قدرها هم چشمگیر نیست. این نقش تنها در یک مورد اهمیت دارد که در برداشت بوم‌شناختی بدان خواهیم پرداخت. اما گذشته از آن موردِ نامطلوبِ خاص، مدعای اهمیت انسان بر زمین، در برابر برجستگی نقش اکسیژن‌سازانی مانند گیاهان و پاک‌سازانی مانند باکتری‌ها، چندان معقول نیست.

با وجود این، انسان در یک مورد جانوری بزرگ محسوب می‌شود و آن هم از نظر وزنی است. در جهانی که متوسط طول جانوران در حدود یک سانتی‌متر و واحد وزن رایج دهم گرم است، جانوری با ۱۷۰ سانتی‌متر قد و هفتاد کیلو وزن غولی بزرگ محسوب می‌شود.

چنان‌که گفتیم، این بزرگ شدن اندازه و پیچیده‌تر شدن موجود، روندی است که در زیر عنوان طرد رقابتی می‌تواند عنوان‌بندی شود. جانوران بر سر منابع محدودی که در کنام‌های متنوع‌شان می‌یابند، درگیر رقابتی

شدید هستند و به این ترتیب تمایل به این دارند که در مسیر تکامل، نیازهای خود را از منابعی که هوادار کمتری دارد و رقابت بر سرش ملایم‌تر است به دست آورند. دسترسی به این منابع معمولاً دشوار است و به این ترتیب گونه‌هایی که در این مسابقه‌ی تکاملی شکست می‌خورند، ناچار می‌شوند در بوم‌هایی نامساعدتر و شرایطی دشوارتر به دنبال منابع مورد نیازشان بگردند و این روندی است که پیچیده‌تر شدن‌شان را به عنوان پاسخی برای زیستن در این محیط‌های جدید ایجاب می‌کند.

اجداد تک‌یاخته‌ای ما، در رقابت با نمونه‌های ساده‌ی هم‌کنام‌شان کامیاب نبودند، و به همین دلیل هم ناچار شدند کنام‌های آسوده‌ی رقیبان‌شان را ترک کنند و در محیط‌هایی خطرناک‌تر به دنبال منابعی کمیاب‌تر بگردند. راهکار پیچیده‌تر شدن از راه باقی ماندن یاخته‌های هم‌دودمان در کنار هم و پیدایش جانور پرسلولی، روشی بود برای گریز از این کشمکش و دستیابی به منابعی که در لایه‌ی دیگری از محیط زیست جانوران اولیه وجود داشتند. نخستین جانوران خشکی‌زی که ناچار شدند محیط همگن و مساعد دریا را برای یافتن غذا در خشکی ترک کنند هم به همین ترتیب بازندگانی بودند که به قول نیچه شکستی که باعث مرگ‌شان نشد، نیرومندترشان کرد، و امکان آفریدن کنام‌هایی نوظهور را برای‌شان فراهم نمود.

به این ترتیب، روند تکامل جانداران بر سطح زمین به مسابقه‌ای پر سر و صدا و جنجالی شباهت دارد. برندگان اجازه یافته‌اند تا در خانه‌های امن و راحت اولیه‌ی خود بیارامند و از هیاهوی ادامه‌ی مسابقه بگریزند و نیاز به تغییر را حس نکنند، و بازندگانی که جسارت تجربه‌ی بوم‌های جدید و دست‌وپنجه نرم کردن با خطرات تازه را داشتند، مانند رگه‌هایی از جواهر در سنگی سخت، از دل این کوه بیرون زدند و گونه‌هایی بزرگ‌تر و پیچیده‌تر را پدید آوردند؛ گونه‌هایی که کنام‌هایی جدید را ایجاد کردند و از این راه امکان افزایش یافتن تعداد ابعاد فضای حالت، و پر شدن تدریجی بخش‌های مجاز اما تهی آن را فراهم آوردند.

انسان هم نقطه‌ی اوج یکی از این تیرهای پرشتاب است که میلیون‌ها سال پیش از کمان زندگی پرتاب شد، و در تلاش برای بقا با محیطی دگرگون‌شونده و مرگبار مبارزه کرد. خمیره‌ی شکل‌پذیر این نخستی اولیه، در برخورد با آسیای اعصار یخبندان و سوهان خشکی و گرمای متناوب پس از آن، تراشیده شد و شکل گرفت و موجودی همه‌کاره و هیچ‌کاره از دل آن بیرون آمد که هنری جز سازگار شدن نداشت. محصول آزمون و خطای این کارگاه بزرگ، جانوری بود که عضلات و دندان‌ها و ابزارهای جنگی زیستی‌اش را در مقابل مغزی بزرگ‌تر از هر آنچه تا آن هنگام نخستی‌ها به خود دیده بودند، به طبیعت واگذار کرد و مانند فاوست روح طبیعی خود را فروخت تا همه چیز را بداند.

این جانور شکست‌خورده، این کاشف جسور کنام‌های جدید، و این معرکه‌ی درگیری دستگاه عصبی و عضلانی، انسان نام گرفت. آموخت که تخصص یافتن برای مبارزه با هر یک از دشمنان بی‌شمار محیط زیست طبیعی، به قیمت از دست رفتن توانایی‌اش برای مبارزه با دشمنانی دیگر تمام می‌شود، و به این ترتیب برگزید تا با دشمنی انتزاعی به نام طبیعت مبارزه کند. برای جنگیدن با دشمنی چنین انتزاعی و نظری، مغزی بزرگ و کارآمد مورد نیاز بود، و انسان بهای این مغز بزرگ را با واگذار کردن بسیاری از جنگ‌افزارهای دیگرش پرداخت.

با این مقدمه بود که انسان بر صحنه پدیدار شد. جانوری از رده‌ی پستانداران، که رده‌ای از جانوران غول‌آسا و جوان را با پیچیدگی زیاد و سرعت پردازش ماده/ انرژی/ اطلاعات بالا در بر می‌گیرد. رده‌ای از شکست‌خوردگان که تعدادی اندک از غول‌های جوان را شامل می‌شود، و انسان، مدعی آن است که مایه‌ی افتخار این دودمان شده است. و مگر در این ادعا شکی هست؟ مگر نه این‌که پیچیده‌ترین پدیدار جهانِ شناخته‌شده، یعنی مغز انسان، به بهانه‌ی این موجود در رده‌ی پستانداران جای گرفته است؟

در جهانی لبریز از میلیون‌ها گونه حشره‌ی ریز و درشت، در سیاره‌ای انباشته از گونه‌های سالخورده و به تعادل‌رسیده‌ی باستانی، ناگهان آشوبی برخاست، و از دل این آشوب موجودی زاده شد که سلسله‌مراتب و ساختار کل هستی را به چالش می‌خواند. در زمینی که از دید یک ناظر بی‌طرف مسکن حشرات بوده، هست و خواهد بود، از دودمانی به ظاهر بی‌اهمیت و شکست‌خورده که گونه‌هایش با سرعتی خیره‌کننده زندگی می‌کنند و در عمری اندک ــ به طور متوسط پنج میلیون سال ــ می‌میرند، موجودی پدیدار شد که ادعای جاودانگی داشت و زمینه‌ی انقراض بسیاری از سالخوردگان مقیم زمین را به دست خود فراهم کرد.

این جانور جدید، از دید هر ناظر خارجی آشنا به الگوهای زیستی، نوعی هیولا بود؛ موجودی با مغز یک و نیم کیلویی که یک‌بیستم وزن بدنش را تشکیل می‌داد و بهای داشتن رفتارهای پیچیده‌ی مرتبط با آن را با دگردیسی شکل ظاهری‌اش پرداخته بود؛ موجودی که یک‌پنجم کل انرژی مصرف‌شده در بدنش را وقف مغز عظیمش کرده بود؛ جانوری که پوزه‌اش را از دست داده بود، جمجمه‌ای گلوله‌مانند و گرد پیدا کرده بود و موی بدنش را از دست داده بود؛ موجودی که برای تبدیل شدن به جانوری جنسی و به تعادل رسیدن در ساختاری اجتماعی، ناچار شده بود اندام‌های تناسلی اغراق‌آمیزی را بر بدنش حمل کند؛ موجودی که مانند رومیان باستان، فرتوت و فرسوده از به‌کارگیری مداوم سیستم عصبی لذت، روش‌های اجدادی جنگیدن با دشمنان طبیعی را فراموش کرده بود، و مانند مغولان، ریشه‌کن کردنِ کور و خشمناک مخالفان و رقیبان را در عرصه‌ی انتخاب طبیعی برگزیده بود.

انسان، هیولایی بود که شکل ناهنجار و غیرعادی خود را مدیون مغزی متورم و سرطانی بود. هیولایی بود مانند زرافه و فیل، منتها به جای آن‌که گردن و بینی‌اش به طرز اغراق‌آمیزی بزرگ شود، مغزی عظیم پیدا کرده بود، و مگر نه این‌که در نهایت هر سه‌ی این زیاده‌روی‌ها، به کاریکاتوری از مفهوم زندگی تبدیل می‌شوند؟

انسان، به این ترتیب، تعریف شد و در میان سایر جانوران تشخص یافت. آن‌قدر به سر بزرگ و سن کم و شور جوانانه‌اش نازید، که در میان جانداران مشهور شد و طعم تلخ حضور مخربش را به کام سایر جانداران آشنا کرد. Ecce Homo[۱۰۰۲]، گونه‌ای زنده در میان دو و نیم میلیون گونه‌ی زنده‌ی نام‌دار دیگر[۱۰۰۳]، ساکن ناچیز سیاره‌ای از میلیاردها سیاره‌ی کهکشان، و بازیگری که تازه به صحنه وارد شده، اما مدعی یدک کشیدن نقشی بزرگ و پرشکوه است: نسل هیولا!

۱۰۰۳. به لاتین یعنی «این است انسان»، جمله‌ای که پیلاتوس هنگام تصلیب در مورد مسیح گفته بود.

۱۰۰٤. تنها دو و نیم میلیون گونه از این میان شناسایی شده‌اند، اما تنوع زیستی کلی جانداران را می‌توان به کمک روش‌های مولکولی تخمین زد.

برداشت رفتارشناختی

کهن‌دژی است برساخته از استخوان و اندوده با گوشت و خون؛ در او نشسته پیری و مرگ، منی و فریب.

(بودا)

انسان، از دیدگاه رفتارشناختی موجودی یگانه است. موجودی که پیچیده‌ترین دستگاه عصبی تکامل‌یافته بر زمین را در کاسه‌ی سر خود حمل کند، باید قاعدتاً استثنایی در زمینه‌ی تنوع و پیچیدگی رفتار باشد، و به راستی نیز چنین است. انسان پرتنوع‌ترین و پویاترین الگوی رفتاری در جهان جانوران را از خود نشان می‌دهد، و به این ترتیب، پیش‌بینی‌ناپذیرترین الگوی رفتار را داراست.

شالوده‌ی رفتار یک جانور، به دو عامل اصلی وابسته است: نخست، ساختار پیش‌تنیده و اولیه‌ی بدن موجود ــ به همراه دستگاه‌های حسی، نظام پردازنده و ساخت عضلانی/ حرکتی ویژه‌اش ــ که بیشتر زیر تأثیر اطلاعات ژنومی شکل می‌گیرد و در سنین اولیه‌ی رشد جنین و کودک، به شدت نسبت به تغییرات محیطی واکنش نشان می‌دهد و با شرایط گوناگون سازگار می‌شود؛ دوم، مجموعه‌ی داده‌هایی است که از جهان خارج به سوی سیستم پردازنده و تصمیم‌گیرنده‌ی موجود سرازیر می‌شود و رفتار خاص و مناسبی را در هر برهه از زمان رقم می‌زند. این دو عامل، یعنی اطلاعات درونی تعیین‌شده و ساختاری ژنومی، و اطلاعات بیرونی نامعین و حسی محیطی، مانند یین و یانگی جادویی با هم اندرکنش دارند و به هم تنیده‌شدن‌شان شکل ویژه‌ی هستی هر موجود را نتیجه می‌دهد.

در این چارچوب، انسان موجودی منحصر به فرد است، چرا که انباشتی استثنایی و چشمگیر از اطلاعات را در سیستم زیستی خود نشان می‌دهد و در نتیجه شکل خاصی از الگوهای هم‌افزا را در دو محور از خود به نمایش می‌گذارد:

ـ نخستین محور پیچیدگی آدمی، به عنوان فرد، ناشی از پیچیدگی ساختار ژنومی انسان است. تعداد ژن‌های انسان و ساخت ژنتیکی وی، چنان‌که دیدیم، از نظر کمی تفاوت چندانی با میمون‌های بزرگ ندارد. اما شکل بازآرایی و ترکیب خاص اطلاعات ژنومی در انسان به گونه‌ای است که نسبت به جانوران ساده‌تر ــ حتی پستانداران راسته‌های دیگر ــ حالتی خاص را پدید می‌آورد. نتایج ریخت‌شناسی/ کالبدشناختی وابسته به این ساخت ژنومی را در بخش پیشین دیدیم، اما برای بیشتر دانستن در این زمینه، باید به چند نکته‌ی اضافی هم اشاره کرد.

در ژنتیک جمعیت‌ها متغیری وجود دارد که «ضریب تغییرات ژنومی درون‌گونه‌ای» نامیده می‌شود و به این شکل تعریف می‌شود: دامنه‌ی تغییر مُجازی که موجودات در داخل آن هنوز به یک گونه متعلق دانسته می‌شوند. یعنی این ضریب نشانگر حد آستانه‌ای از تغییرات ژنومی در داخل جمعیت‌های یک گونه است، که اگر از آن فراتر برویم، با گونه‌ای جدید روبه‌رو خواهیم بود. این ضریب در جانوران و گیاهان مختلف تفاوت می‌کند. در بی‌مُهرگان، این مقدار را ۱۳/٤ درصد تخمین زده‌اند که احتمالاً علت بالا بودنش ناتوانی ما در تمیز جمعیت‌های شبیه به همِ چندگونه‌ای است. در گیاهان این مقدار به ٤/٦ درصد می‌رسد، و مهره‌داران ضریبی برابر با ٦ درصد را دارا هستند. این ضریب برای انسان به ٦/٧ درصد بالغ می‌شود.[۱۰۰٤]

[۱۰۰٤] آیالا، ۱۳٦۹.

با توجه به این‌که انسان دارای سی تا پنجاه هزار ژن است، می‌توان با کمی ساده‌انگاری این طور فرض کرد که به طور متوسط تغییر در ۳۳۵۰ (۵۰۰۰۰ × ۶/۷ ٪) ژن در یک فرد به معنای خروج او از دایره‌ی گونه‌ی انسان خواهد بود. به این ترتیب، انواع گامت‌های ممکن در درون‌گونه‌ی انسان، $۲^{۳۳۵۰}$ خواهد بود که با $۱۰^{۱۰۰۸}$ ۱۰ برابر است، و این مقدار از تعداد تقریبی کل ذرات جهان ($۱۰^{۷۶}$) بسیار بیشتر است. در نتیجه، احتمال این‌که دو فرد انسانی به طور تصادفی دارای کدهای ژنتیکی‌ای کاملاً مشابه باشند تقریباً صفر است. به این ترتیب، هر موجود انسانی به لحاظ ساخت ژنتیکی‌اش، منحصر به فرد و بی‌همتاست.

البته آشکار است که حساب و کتابی که انجام شد، برای تمام جانورانِ دارای ضریب تغییرات درون‌گونه‌ای نزدیک به انسان و تعداد ژن‌های زیادِ مشابه ــ مثلاً میمون‌های بزرگ ــ هم قابل تکرار است و به این معنا می‌توان تمام پستانداران پیچیده را دارای ساخت ژنتیکی منحصر به فرد دانست.

ـ محور دوم برای پیچیدگی انسان، به ساخت دستگاه عصبی مرکزی و سازماندهی عصبی رفتار مربوط می‌شود. انسان در مغز خود دارای شصت میلیارد نورون است که هر یک به طور میانگین توسط ده هزار سیناپس با نورون‌های دیگر ارتباط برقرار می‌کنند. به این ترتیب سیستم عصبی انسان به قدری پیچیده است که الگوی کلی ساختاربندی آن، و پویایی اطلاعات در درونش باید منحصر به فرد فرض شود. یادگیری، پردازش داده‌ها و انتخاب گزینه‌های حرکتی/ رفتاری، در این هنگامه‌ی درهم گره‌خورده‌ی اطلاعاتی، پدیداری را به وجود می‌آورند که پیش از این نامش را دوشاخه‌زایی نهادیم و وجودش را در پویایی عصبی انسان دلیل و همتای مفهوم اختیار دانستیم.

این پویایی بغرنج اطلاعاتی، آن‌گاه که در کنار عناصر بی‌شمارِ محیط زیست افراد در نظر گرفته شود، الگویی یگانه از مغز/ محیط را به دست می‌دهد که به سادگی یکتا بودن شخصیت روانی و ذهنی هر فرد انسانی را نتیجه می‌دهد. قوانین پیچیدگی به ما می‌گوید که غنای شگفت‌انگیز الگوهای ممکن، و انباشت خیره‌کننده‌ی

اطلاعات در دوقلوی باستانی مغز/ رفتار، بر خمینه‌ی پویایی عصبی انسان و سایر جانورانِ تا این حد پیچیده، چهارراه‌های بی‌شماری را در اثر دوشاخه‌زایی‌های پیاپی تولید می‌کنند. یافتن راه منطبق با بیشترین سازگاری/ شایستگی زیستی در این جنگل انبوهِ راه‌های ممکن، هدفی است که تمام جانداران دنبال می‌کنند.

بیشینه‌ی شایستگی زیستی، چنان‌که گفتیم، با بیشینه‌ی بختِ بقای ژنوم هم‌ارز است، و این مورد دوم خود مفهومی است که می‌تواند به دو عامل تحویل شود: ۱. تداوم زندگی فردِ حامل این ژنوم؛ ۲. بیشینه شدن تعداد نسخه‌های تکثیرشده‌ی آن. به این ترتیب، می‌توان بقا را به عنوان کلیدواژه‌ای در نظر گرفت که هدف نهادین جانداران ــ و در میان‌شان انسان ــ است.

تحلیل سیستم‌های زنده به عنوان سامانه‌ای پیچیده، این امکان را به ما داده است تا شواهد کافی در مورد هم‌ریختی این الگوی تداوم اطلاعات ژنومی را در کل سازواره‌های زنده به دست آوریم. به ظاهر، تنها تفاوت آمیب و انسان در این چارچوب تحلیلی، تفاوتی کمّی در انباشت اطلاعات و پیچیدگی است، و البته خودِ همین عامل است که پیدایش سطوح جدیدی از سلسله‌مراتب را در کارکرد سیستم‌های فرگشته‌تر وبغرنج‌تر رقم می‌زند و پیدایش پدیده‌ای مانند انسان را در یکی از سرشاخه‌های این درخت تنومند و پرشاخه، ممکن می‌سازد.

بقا، می‌تواند به عنوان هدفی نهایی و مشترک در تمام این پهنه‌ی گسترده از تنوع پویایی سیستم‌های پیچیده در نظر گرفته شود. در مسیر تکامل، گونه‌هایی که به اصل مقدس بقا پایبند بوده‌اند باقی مانده‌اند و آنان که فروتنانه در مسابقه‌ی پررقابت نبرد برای زیستن و تکثیر کردن الگوی زیستن خود، شکست را پذیرفته‌اند، از صحنه‌ی روزگار محو شده‌اند.

جانداران، همگی از سطح پیچیدگی لازم برای درک معنای بقا ــ و نه لزوماً نشانه‌ای که آن را بازنمایی کند ــ گذشته‌اند. به عبارت دیگر، هدف بقا را در تمام جانداران ــ تک‌یاخته‌ای یا پرسلولی ــ می‌توان یافت.

ممکن است خودِ موجود آن‌قدر پیچیده شده باشد که بتواند این هدف را با نشانگانی کدگذاری کند و مانند نوشتاری از این دست آن را در سطح معنایی و علامتی بازنمایی کند، اما مستقل از این توانایی، کارکردی به نام بقا و انسجام رفتاریِ نشانگر این معنا در تمام جانداران وجود دارد. بقا، به شکلی که حرفش را می‌زنیم، تنها در سازواره‌هایی یافت می‌شود که آن‌قدر پیچیده شده‌اند که یدک کشیدن دوشاخه‌زایی‌های معناکننده‌ی اختیار را تجربه کنند. یعنی جاندارانی که باید برای حفظ بقای خود ــ یعنی تداوم اطلاعات زیستی پیکره‌ی خود ــ و بقای ژنوم‌شان ــ یعنی تداوم این اطلاعات در مسیر نسل‌های پیاپی ــ تلاش کنند، ناچارند برای سازگار شدن با محیطی همیشه متغیر، از بین گزینه‌هایی که دامنه‌شان توسط پیچیدگی ساختار خودشان تعیین می‌شود، دست به انتخاب بزنند. این‌که این انتخاب بر اساس چه معیاری انجام شود، پرسشی دشوار و حیاتی است که لازم بوده در ابتدای پیدایش حیات بر زمین، به شکلی پاسخ داده شود.

موجود زنده، ماشینی است که پرسش بقا را در رنگ‌ها و اشکال متنوعِ ناشی از شرایط زیستی گوناگون حل می‌کند و برای این پرسش کلیدی اولیه ــ یعنی معیار انتخاب ــ نیز در سپیده‌دم پیدایش حیات چنین راه حلی یافت شد. سازمان بیوشیمیایی زنده، خیلی زود در پگاه پیدایش جانداران دگرگوارِ متحرک ــ یعنی جانوران ــ راه مولکولی خاصی برای آسان کردن انتخاب یافت، و به کمک سطحی جدید از سلسله‌مراتب پردازش اطلاعات، این چیستان را حل کرد. خیلی زود، در جانوران تک‌یاخته‌ای ساده‌ی اولیه، سیستمی مولکولی تکامل یافت که کارش نمادین کردن ارزش زیستی رفتارهای گوناگون بود. رفتارهایی که شایستگی زیستی را افزایش می‌دادند، با اتصال مولکول‌های ویژه‌ای به گیرنده‌های خاص‌شان کدگذاری شدند و در نتیجه جانور توانست بفهمد که کدام رفتار به نفعش است و بقایش را بیشتر تضمین می‌کند. به این شکل، رفتارهای مفید با لذت، و رفتارهای خطرناک با رنج پیوند خوردند. چنان‌که بودا بدبینانه گوشزد کرده است،

نظام درک لذت و رنج، نخستین دستگاه نمادینی است که بسیار زودتر از زبان آدمیان بر سطح زمین پدیدار شد و نشانه‌گذاری رخدادها و چیزها را ممکن ساخت.

این سیستم مولکولی، اولین شکل تکاملی دستگاه پاداش بود. رفتاری که بنا بر تجربیات اکتسابی موجود و یا اطلاعات ذخیره‌شده در ژنوم جانور بخت بقا را افزایش می‌داد باعث به کار افتادن چرخه‌ای بیوشیمیایی هم می‌شد که اتصال این مولکول‌ها به گیرنده‌های‌شان حلقه‌ای از آن بود، و این حلقه به تدریج به عنوان نشانه‌ای برای خوب بودن و درست بودن رفتار معنا یافت. هر چند همیشه برداشت درونی موجود از رفتار خوب محدود و وابسته به اطلاعات ژنومی و آموخته‌شده‌ی محدودی بود، به تدریج همین راهکار آغشته به خطا پیچیده‌تر و هدفمندتر شد و دقیق‌تر و شفاف‌تر ارزش زیستی رفتارها را تشخیص داد. این روند خیلی زود با پیدایش دستگاه‌های عصبی اولیه با آن‌ها پیوند خورد، چرا که خود در واقع نوعی مقدمه بر نظام‌های پردازش اطلاعاتی عصبی بود. مدت‌ها پیش از این‌که نورون‌ها بتوانند در ساخت الکتریکی/ شیمیایی خود اطلاعات را کدگذاری و بازنمایی کنند، مولکول‌هایی که مورد نظرمان هستند این کار را انجام می‌دادند.

این مولکول‌ها امروز نوروپپتید نامیده می‌شوند و ناقل‌هایی عصبی مانند آندورفین[۱۰۰۵] و انکفالین[۱۰۰۶] و دینورفین[۱۰۰۷] را در بر می‌گیرند. سیستم کناری دیگری که به این کارکردها مربوط است، سیستم دوپامینرژیک مغز است که قبلاً به آن اشاره شد. گره‌های عصبی ویژه‌ای که کارکردهای زیستی پایه ــ مانند خوردن و خفتن و جفتگیری ــ را کنترل می‌کنند، به طور مستقیم با این ساختارهای بیوشیمیایی ارتباط دارند. ساختار یادشده،

1005- Endorphin
1006- Enkephalin
1007- Dynorphin

در مغز همه‌ی جانوران دستگاهی را پدید می‌آورد که برای صورت‌بندی کردن لذت تخصص یافته است. این دستگاه در همه‌ی جانوران با ساختار مولکولی ویژه و مشابهی کار می‌کند و ریخت کالبدشناختی‌اش هم در همه‌ی مهره‌داران مشابه است.

شواهد آزمایشگاهی نشان می‌دهند که اگر به کمک ابزارهایی مصنوعی ــ تحریک الکتریکی یا مواد شیمیایی مخدر ــ این مراکز مغزی تحریک شوند، شکلی از لذت توسط موجود تجربه می‌شود. هم‌چنین تجربه‌ی امری لذت‌بخش به فعالیت این بخش‌ها منجر می‌شود. از این‌روست که این شبکه‌ی عصبی نیرومند مرکزی را «شبکه‌ی لذت» یا «سیستم پاداش» هم می‌نامند؛ سیستمی که در مورد رفتارهای پیچیده‌تری مانند حل خودآگاه مسایل و آفرینش هنری هم نقشی فعال را ایفا می‌کند.

جانورانی که در این ساختار بیوشیمیایی دچار اختلال بودند بختِ کمی برای ادامه‌ی زندگی داشته‌اند. ساده‌ترین کارکردهای وابسته به انتخاب گزینه‌ی درست در این موجودات دچار آسیب شده و در نتیجه خیلی زود در رقابت با مسابقه‌دهندگانی که سیستم پاداش منظم‌تر و دقیق‌تری داشتند، از دور تکامل حذف شدند. شاید به همین دلیل هم هست که این مولکول‌های ویژه، از نظر تکاملی از پایدارترین مواد نسبت به جهش و تغییر محسوب می‌شوند و در حد خودِ مواد وراثتی ناقلِ اطلاعات و ساختارهای نگه‌دارنده‌ی آن‌ها ــ مثل هیستون‌ها ــ در طول تکامل دست‌نخورده باقی مانده‌اند.

به این ترتیب، انسان، هم‌چون همه‌ی جانداران دیگر، می‌تواند به عنوان ماشینی بغرنج در نظر گرفته شود که در هر لحظه مشغول حل معمای بقا است. اما این موجود خاص به دلیل اطلاعات ژنتیکی حجیم و پردازنده‌ای چنین هیولاگونه از سایر جانوران ممتاز گشته و الگوهایی بسیار متنوع و گاه غیرمنتظره از رفتار از خود نشان می‌دهد؛ سازواره‌ای که هم‌چون سایر جانوران همواره با پرسش بقا دست به گریبان است و صحت پاسخ‌های خود را با نمره‌ی لذت محک می‌زند. پیچیدگی چشمگیر این موجود، آن‌قدر زیاد بوده که استقلال خط‌راهه‌ی

پویایی پاداش را از تداوم اطلاعات ژنتیکی ممکن ساخته است، و به این ترتیب ما با انسانی روبه‌رو هستیم که برای اندوختن لذت بیشتر، بختِ بقای خود را کاهش می‌دهد.

آموختن و دانستن و فهمیدن، به عنوان کارکردی اطلاعاتی، بختِ بقا را در اجداد ما افزایش می‌داده و به همین دلیل هم کارکردهای وابسته بدان در تمام جانوران با سیستم پاداش پیوند خورده است. ابن سینا و خیامی که عمر خود را در پی یافتن پاسخ‌هایی بی‌شمار برای پرسش‌هایی گوناگون صرف کردند و از ازدواج و تولیدمثل چشم پوشیدند، یا داوینچی نقاش که عمر خود را صرف لذتِ آفریدنِ زیبایی کرد و به همین شیوه تداوم ژنوم خود را نادیده گرفت، افرادی هستند که به بهای بیشینه کردن لذت خود، احتمال بقای ژنوم‌شان را کاهش دادند. هنرمندان بزرگ، نوابغ، انسان‌دوستان مشهور، و حتی جنگاوران و جهان‌گشایان باستانی‌ای مانند اسکندر که هر یک از راه پرداختن به رفتاری لذت‌بخش و عظمت‌طلبانه به بقای زیست‌شناختی پشت پا زدند، افرادی بودند که بر سر دوراهه‌ی تازه پدیدارشده‌ی لذت/ بقا، لذت را برگزیدند و به این ترتیب برای نخستین بار در طول مسیر تکامل زندگی بر سطح زمین، شکلی موفق از طغیان بر ضد اصل بقا را به نمایش گذاردند. بدیهی است که حقیقت انتخاب این خطراهه‌ی جدید، ربطی به پیامدها و محتوای نتیجه‌شده از آن ندارد. ممکن است یک نفر چنین گزینه‌ای را با هدفی جاه‌طلبانه و ویرانگر برگزیند و به هیتلر یا تیمور تبدیل شود، یا غایتی انسان‌دوستانه و روشنفکرانه را در پیش رو داشته باشد و به جرگه‌ی دانشمندان و هنرمندان و ادیبان بزرگ بپیوندد. آنچه در تمام این افراد دیده می‌شود، سرکشی در برابر قانون «بیشینه کردن شمار نسخه‌های ژنومی از خویش»، و ترجیح دادن جفت همزاد معنا/ لذت بر بقا است.

در سوی دیگر این معادله، معتادان به مواد مخدر و محرک قرار دارند. در این‌جا هم با ترجیح خطراهه‌ی لذت بر بقا روبه‌رو هستیم. اعتیاد در هر شکلی که باشد، عبارت است از خطای سیستم پاداش‌دهنده‌ی عصبی، در برابر محرک‌هایی که به طور مصنوعی شبکه‌ی پاداش را تحریک می‌کنند. بخش عمده‌ی مواد مخدر ــ مثل

مورفین ــ کارکردهای نوروپپتیدها را تقلید می‌کنند، و برخی دیگر ــ مانند الکل ــ ساختار دوپامینرژیک مغز را برمی‌انگیزند.

فرآیند اعتیاد، کارکردی است که به انسان منحصر نیست، همچنان‌که ابداع و نوآوری و آفرینش هنری هم چنین حالتی ندارد. تمام جانوران دارای جامعه‌ی حقیقی ــ که در میان‌شان حشرات اجتماعی شاخص‌ترند ــ می‌توانند معتاد شوند. اعتیاد در این جانوران هم مانند انسان با خطایی عجیب همراه است، و مقدار کلی پاداشِ ممکن در طول عمر و بختِ بقا را به طور هم‌زمان کاهش می‌دهد.

شواهد زیادی در مورد استفاده‌ی زنبورها از گل‌های دارای مواد مخدر ــ مثل شاهدانه ــ وجود دارد. رفتاری که به تغییر رفتار زنبور و گیجی او می‌انجامد، و جالب این که منجر به طرد شدن وی از سوی هم‌لانه‌ای‌هایش می‌شود. یعنی در لانه‌ی زنبورها هم مانند جوامع انسانی، نگهبانانی برای دور کردن معتادان از افراد فعال و پاکیزه‌ی جامعه وجود دارند. در این میان، مورچگان شکلی تخصص یافته‌تر و مهیب‌تر از اعتیاد را تجربه می‌کنند. می‌دانیم که مورچگان، متنوع‌ترین خانواده‌ی حشرات اجتماعی بر زمین را ــ با بیش از دوازده هزار گونه ــ تشکیل می‌دهند و رفتارهایی پیچیده مانند برده‌داری و دامداری و کشاورزی در میان‌شان به فراوانی دیده می‌شود. در حدود سه هزار گونه از حشرات دیگر یافت شده‌اند که به حالت هم‌زیست با جوامع مورچگان زندگی می‌کنند. برخی از این گونه‌ها انگل هستند و در غدد شکمی‌شان ترشحاتی تولید می‌کنند که توسط نگهبانان لانه‌ی مورچه خورده می‌شود و باعث مست شدن‌شان می‌شود. این حشرات، که قاب بالِ آتِملِس پوبیکولیس[1008] مشهورترین‌شان است، به این ترتیب وارد لانه‌ی مورچگان می‌شوند و از تخم و نوزاد

[1008] Atemeles pubicolis

آن‌ها تغذیه می‌کنند و در پرورشگاه‌های میزبان‌شان تخم می‌گذارند و از سوی میزبانان معتاد و گیج اطراف‌شان آزاری نمی‌بینند.[۱۰۰۹] در سطحی ساده‌تر و با بسامدی کمتر، موریانگان نیز رفتارهایی مشابه را از خود نشان می‌دهند. به این ترتیب، شاید بتوان اعتیاد را رفتاری دانست که از پیچیدگی بالای ساخت اجتماعی/ عصب‌شناختی جانوران ناشی می‌شود و به خطایی فاحش در تخمین مقدار پاداش به دست آمده منتهی می‌شود.

ذلت اعتیاد و عظمت آفرینش معنا و قدرت، دو سویه‌ی ترجیح لذت بر بقا هستند. در یکی، عاملی شیمیایی، هم‌چون نوعی بیماری عصبی، به شکلی اجباری و مرگبار این ترجیح را ایجاد می‌کند و در دیگری اراده‌ی آزاد موجودی پیچیده و مختار چنین تصمیمی می‌گیرد. در یکی تلاش برای بقا با آلوده شدن دستگاه لذت به سمی شیمیایی رو به زوال می‌رود، و در دیگری با ارتقا یافتنش به سطحی معنایی و استعلایی، دچار دگردیسی می‌شود.[۱۰۱۰]

به این ترتیب، در سطوح بالایی سلسله‌مراتبِ پیچیدگی رفتار در مغز انسان، ما با روند عمومی استقلال یافتن پاداش از بقای ژنوم روبه‌رو هستیم، و دو الگوی رفتاری ویژه را در این زمینه می‌بینیم. نخست الگوی نابغه، که از ترجیح درست و سنجیده‌ی لذت بر بقا ناشی می‌شود، و دوم، الگوی معتاد که از اشتباهی در تخمین مقدار لذت به دست آمده در اثر تحریک شیمیایی و ایجاد اتصال کوتاه میان شبکه‌ی پاداش و محرک‌های شیمیایی حاصل می‌شود.

[1009] Wilson,1990.

۱۰۱۰ . وکیلی، ۱۳۸۱ [ب].

در هر دو حالت، راهکاری خودانگیخته برای بیشینه کردن مقدار پاداش به دست‌آمده در برش زمانی حال برگزیده می‌شود که در مورد نابغه به پردازش اطلاعات، و در مورد معتاد به داروهای مخدر مربوط می‌شود. هر دو گزینه، با توجه به استقلال لذت از بقا، قابل‌توجیه هستند اما روشن است که مدل معتاد در چشم‌اندازی زمانی به ضرر خود سیستمِ لذت عمل می‌کند. معتاد، در واقع، به قیمت اتصال شبکه‌ی لذتش به ماده‌ای محرک، به دستگاهی ساده و هویت‌زدوده تبدیل می‌شود که برای مصرف دایمی مواد ــ تا زمان مرگ ــ تخصص یافته است.

از سوی دیگر، نابغه با یافتن روشی تازه برای لذت بردن ــ مبتنی بر پردازش اطلاعات ــ به افقی اشباع‌ناپذیر و گسترش‌یابنده از امکانات جدید لذت دست می‌یابد. امکاناتی ــ از عظمت‌طلبی جهان‌گشایان گرفته تا ظرافت شاعران ــ که مستقل از محتوای مفهومی و داوری‌های اخلاقی، برای فرد لذتی دیرپا را به ارمغان می‌آورد؛ افقی که با افزایش مهارت فرد در پردازش اطلاعات و زایش معنا غنی‌تر و سودآورتر می‌شود.

برداشت جامعه‌شناسی

موجود زنده، در ابعاد کلان، سیستمی تشکیل یافته از سه عنصر ماده، انرژی و اطلاعات است که در رهگذر پویایی بغرنج این سه عامل، اطلاعاتی ویژه به نام ژنوم را بازتولید می‌کند و به این وسیله امکان بازتولید ساختاری بیوشیمیایی (کالبد) را فراهم می‌کند تا آن ساختار بار دیگر نسخه‌های اطلاعاتی جدیدِ یادشده را تکثیر کند و...

پویایی اطلاعات در موجودات ساده‌تر، پیوندی ناگسستنی با ساخت‌های مادی/ انرژیایی دارد. اطلاعات در تعریفی ساده، عبارت است از شکل قرارگیری ماده و انرژی در یک سیستم، و به این ترتیب کمیتی است که همواره بر ساخت‌هایی از ماده و انرژی سوار است. در جانداران ساده و ابتدایی، این ماده و انرژی هستند که روندهای اصلی زیستی و پویایی عناصر سه‌گانه‌ی یادشده را در سیستم موجود هدایت می‌کنند و پویایی حیاتی جاندار را تعیین می‌کنند.

با این همه، با افزایش پیچیدگی در روند تکامل، به تدریج الگویی جدید شکل می‌گیرد. کم‌کم ساختارهایی که تا پیش از این حفظ و انتقال اطلاعات تنها بخشی از کارکردشان بود، بیش از پیش برای انجام این کار تخصص می‌یابند و نقش اطلاعات در تعیین پویایی موسوم به زندگی، بیش از پیش برجسته می‌شود.

مشهورترین و قدیمی‌ترین ساختار تخصص‌یافته برای حفظ و پردازش اطلاعات، مولکول‌های اسید نوکلئیکی موسوم به DNA هستند. مولکول‌هایی مارپیچی و جفت که از شبه‌آنزیم‌های خودهمانندساز اولیه‌ای که از جنس RNA بوده‌اند مشتق شده‌اند، و به دلیل حفظ بهتر اطلاعات در نسخه‌ی پشتیبان خود ــ رشته‌ی دوم

مارپیچ ــ به شکلی فراگیر نقش حفظ و ذخیره‌ی اطلاعات ژنومی را بر عهده گرفته‌اند. مولکول DNA، نخستین شکل تعمیم‌یافته و موفق از دستگاه‌های بیوشیمیایی است که در خدمت اطلاعات درآمده است.

در جانوران پیچیده‌تر وجود ساختاری پیچیده‌تر و پویاتر از DNAی محافظه‌کار و پایدار مورد نیاز است. به این ترتیب، می‌بینیم که در جانوران ــ که به دلیل متحرک بودن نیازمند حجم بالایی از پردازش اطلاعات هستند ــ سیستمی به نام دستگاه عصبی برای انجام این مهم تخصص می‌یابد، و داده‌پردازی به این شکل بر عهده‌ی بافتی غریب به نام بافت عصبی محول می‌شود؛ بافتی که واحدهای سازنده‌اش ــ نورون‌ها ــ بیشترین حجم بیان اطلاعات ژنتیکی (حدود ۸۵ درصد) را تجربه می‌کنند و بیشتر از همه‌ی سلول‌های دیگر ــ جز برخی سلول‌های سیستم ایمنی ــ عمر می‌کنند.

پیچیدگی قوانین خاص خود را دارد و یکی از این قوانین، انشعاب خطراهه‌هایی است که در محل دوشاخه‌زایی‌ها از هم جدا می‌شوند. حتی سه مفهوم ماده، انرژی و اطلاعات نیز، اگر از دید فیزیک کوانتومی نگریسته شود، سه برداشت ذهنی ماکروسکوپی صِرف از واقعیتی یکه و توصیف‌ناپذیر است. این سه شکل، در واقع، سه الگوی تخصص یافتن هستی برای نمود یافتن در سازوکار سیستم‌های پیچیده است.

افزایش محتوای اطلاعاتی، بغرنج‌تر شدن ساختار و بالاخره همان چیزی که با نام تکامل مشهور شده است، روندی است که در هر یک از این سه شاخه رشد می‌یابد و دگرگون می‌شود. پیچیده‌تر شدن مولکول‌های اسید نوکلئیکی، بزرگ‌تر و تخصصی‌تر شدن مولکول‌های پروتئینی و آنزیم‌ها و مشتق شدن‌شان از یکدیگر، و بالاخره آنچه تکامل مولکولی نامیده می‌شود، نمود این فرگشتِ مادی است.

افزایش حجم و تنوع در خطراهه‌های پردازش انرژی، پدیداری است که در همین فرگرد مورد بررسی قرار گرفت. این روندی عام است که فرگشت انرژیایی را معنا می‌کند.

اما فرگشت اطلاعاتی، داستانی دیگر دارد. از نظر سخت‌افزاری، افزایش پیچیدگی و حجم سیستم‌های پردازنده و نگه‌دارنده‌ی اطلاعات در دودمان جانوری، موضوعی نیست که نیاز به بحث و استدلال زیادی داشته باشد. یکی از نمونه‌های این روند در خطراهه‌ی تکاملی انسان است که در همین کتاب مورد وارسی قرار گرفت. آنچه در طول زمان برای چشمان کنجکاو دیرین‌شناسان و زیست‌شناسان باقی می‌ماند، سنگواره‌هایی از جمجمه‌ها و ابزارهای سنگی است و این‌ها هر چند می‌توانند شاهدی بر اصل تکامل یافتن مستقل پیچیدگی اطلاعات در جانوران باشند، اما برای مدل‌سازی الگوی این تکامل بسنده نیستند.

آنچه مسلم است، زمانی در گذشته‌ی دور، ساخت پردازش اطلاعاتی در مغز آدمی به قدری پیچیده شد که ساختار نمادین/ معنایی ویژه و مستقلی را برای حفظ و منظم کردنش ایجاب کرد. این همان است که امروز «زبان طبیعی» خوانده می‌شود و به گمان برخی از صاحب‌نظران ــ مانند چامسکی ــ وجه تمایز انسان از سایر جانوران است. پویایی اطلاعات در ساخت عصبی/ شناختی جانوران، داستانی طولانی و بزرگ است که تنها به تازگی با مفهوم زبان طبیعی گره خورده است و صد البته که این گره خوردن، پدیداری مهم و نقطه عطفی در تحول اطلاعات بوده است.[۱۰۱۱]

بیایید کمی به عقب برگردیم و عام‌تر سخن بگوییم. در جانوران پیچیده‌ی دارای دستگاه عصبی پیچیده ــ که مهره‌داران و بندپایان و سرپایان مشهورترین خطراهه‌های آن هستند ــ پویایی اطلاعات تا حدود زیادی بر مبنای امکان انتقال داده‌ها به دیگر افرادِ هم‌نوع سازماندهی شده است. یعنی این موجودات توانایی تشخیص

[1011] Fabro, 1992.

افراد هم‌گونه‌ی خود را دارند، و به طور وراثتی قوانین ریچاردسونیِ[1012] گزینش خویشاوندی را هم درک می‌کنند.

اطلاعات، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مورد نیاز برای سازگار شدن با محیط است و جانوری که به اطلاعات بیشتری دسترسی داشته باشد و روش‌های بهتری برای پردازش آن داشته باشد، از نظر تکاملی برنده است. فشار تکاملی شدیدی را که بر دستگاه حسی/ عصبی جانوران اعمال شده است، می‌توان در سایه‌ی این گزاره بهتر فهمید. بر مبنای قواعد جمعیت‌شناختی تکامل، جانوران هم‌گونه ــ به ویژه آن‌هایی که اشکالی از زندگی اجتماعی را دارا هستند ــ باید برای بیشتر کردن متقابل بختِ بقای ژنوم هم‌نوعان خود کوشش کنند.

این بازی برنده ـ برنده به قدری در جهان زنده شایستگی زیستی را بالا می‌برد که تعداد گونه‌های دارای زندگی گوشه‌گیرانه و منزوی نسبت به گونه‌های دارای زندگی گروهی بسیار اندک است و تنها در بوم‌ها و کنام‌های حاشیه‌ای و خاص دیده می‌شود. هم‌چنین یک مقایسه‌ی کوچک نشان می‌دهد که در میان مهم‌ترین شاخه‌ی تکاملی جانوری زمین ــ یعنی حشرات ــ آن‌هایی که زندگی اجتماعی حقیقی داشته‌اند و به اصول این بازی گروهی وفادار بوده‌اند، بختِ بیشتری برای بقا داشته‌اند. به عنوان یک آمار کوچک، کافی است بدانیم که در جنگل‌های پرباران استوایی، چندصد گونه‌ی مورچه‌ی موجود، چیزی در حدود یک پنجم

1012. دانشمندی که به‌طور ریاضی نشان داد از نظر تکاملی به نفع یک جانور است تا به هم‌نوعان خود کمک کند تا بخشی از اطلاعات وراثتی مشترک‌شان را به نسل بعد منتقل کند. قوانین ریچادسون به ویژه در مورد توضیح تکامل جوامع حقیقی در راسته‌ی نازک‌بالان (Hymenoptera)، که مورچگان و زنبورها را در بر می‌گیرد، کاربرد زیادی دارد.

زی‌توده‌ی[۱۰۱۳] کل حشرات موجود در بوم را تشکیل می‌دهند. به این شکل، آشکار است که کمک کردن به هم‌نوع کلیدی طلایی برای بقای ژنوم محسوب می‌شود.

کمک به دیگران، برای هر جانور هزینه‌ای در بر دارد و طبیعت همواره کوتاه‌ترین و صرفه جویانه‌ترین راهکارهای ممکن را انتخاب می‌کند. از آنجا که شریک شدن در اطلاعات نسبت به شرکت در ماده یا انرژی ساده‌تر و کم هزینه‌تر است، علامت دادن به هم‌نوعان دیگر رایج‌ترین شیوه‌ی همکاری محسوب می‌شود. این شیوه به قدری موفق بوده است که حتی در میان گونه‌های غیریکسان هم‌زیست ــ مثل بابون‌ها و گاوهای وحشی یا گله و زنبورها ــ هم دیده می‌شود.

انتقال اطلاعات به هم‌نوع، نیازمند سیستمی نشانگانی/ معنایی است که در هر دو موجودِ فرستنده و گیرنده مشترک باشد و توانایی بازنمایی پدیدارهای جهان خارج را هم داشته باشد. چنین شرایط پایه‌ای در بسیاری از جانوران تکامل یافته، و به این دلیل است که به هنگام ورود به یک جنگل شلوغ مجموعه‌ای چنین متنوع از رنگ‌ها و صداها را در پیش چشم خود باز می‌یابیم.

انتقال اطلاعات، چنان‌که گفتیم، از مجرای محرک‌هایی حسی ممکن است و خودِ پیام، که اصل قضیه است، باید به صورت بسته‌ی اطلاعاتی فشرده‌ای با رمزگانی تکرارپذیر و قابل واگشایی طراحی شود. چنین اتفاقی با تنوع چشمگیر و باورنکردنی در شاخه‌های گوناگون جانوران و گیاهان تکامل یافته است و دستگاه‌های نشانگان/ معنای موازی بی‌شماری را پدید آورده است. آنچه در تمام این دستگاه‌ها مشترک است، نمادهایی قراردادی است که بر مبنای کارکردهایی زیستی شکل گرفته‌اند و در جریان روند تکامل موجود صیقل خورده

1013- Biomass

و دگرگون شده‌اند و معناهایی مربوط به جهان خارج را در دستگاه عصبی جاندار بازنمایی می‌کنند. این نمادها با قوانین دستوری ویژه‌ای با هم ترکیب می‌شوند و بر فضای حالت ویژه‌ی خود زیرفضای مجاز مشخص و محدودی را تشکیل می‌دهند که ارتباط تنها در آن قلمرو ممکن است. قواعد دستوری یادشده، کدهای نشانه‌ای مورد اشاره و معانی متصل به آن‌ها همراه با پویایی سیستم زنده در طول عمرش، و در جریان تکامل گونه‌ی مورد نظر دستخوش تغییر می‌شوند و برای خود روند مستقلی از تکامل را ــ البته در ارتباط تنگاتنگ با شاخص‌های محیطی ــ تولید می‌کنند.

پیام‌هایی که بر مبنای این قواعد دستوری ساخته می‌شوند، تنها در زمان تولید شدن‌شان دارای معنا هستند، و همراه با دگرگون شدن ریخت فضای حالت یادشده و محدوده‌ی مجاز مورد بحث، خود محتوای معنایی‌شان را از دست می‌دهند و معانی جدیدی را به دست می‌آورند.

معنای هر یک از این پیام‌ها در اثر واگشایی رمزگان پیام در مغز گیرنده آفریده می‌شود و به نوبه‌ی خود بر الگوی رفتار گیرنده اثر می‌گذارد. هدف از تولید پیام، می‌تواند بالا بردن شایستگی زیستی فرستنده، گیرنده یا هر دو باشد. شیری که با غریدن وحشتناکش آهوی غافلگیرشده‌ای را از ترس فلج می‌کند، مشغول تولید پیامی است که برای گیرنده خطرناک، و برای خودش سودمند است. زنجره‌ی نری که می‌خواند و ماده را برای جفتگیری جلب می‌کند، پیامی با ارزش زیستی مثبت را برای خودش و گیرنده تولید می‌کند، و میمونی که با دیدن عقاب جیغ می‌کشد و خطر جلب توجه عقاب به سوی خود را به جان می‌خرد، پیامی به نفع گیرنده و به ضرر خود را تولید می‌کند. مهم این است که به طور عام، برآیند آماری تمام پیام‌های رایج در جهان زنده، به نفع بقای ژنوم فرستنده است. در انسان هم مثل سایر جانوران، ساختاری برای تولید، انتقال و درک پیام داریم، و این ساختار یکی از پیچیده‌ترین نمونه‌های شناخته‌شده بر سطح زمین است.

هر بسته‌ی اطلاعاتی نمادینی که بتواند از مجرای این نظام‌های ارتباطی بین افراد یک گروه تبادل شود و بتواند معنا حمل کند، یک منش است. انسان برجسته‌ترین سازنده‌ی منش‌هاست. منش، مفهومی است که در نوشتاری دیگر مفصلاً تعریف شده و مورد موشکافی قرار گرفته است[۱۰۱٤]، اما برای این‌که بحث‌مان در این‌جا کامل باشد، تعریفی ساده از این واژه را به دست می‌دهیم.

منش پیامی است که در زمینه‌ی یک شبکه‌ی عصبی طبیعی به صورت یک بسته‌ی اطلاعاتی هم‌بسته و منسجم قابل تولید، انتقال و درک باشد و احتمال بروز رفتارهای گیرنده یا فرستنده را دگرگون کند. منش‌ها سپهری اطلاعاتی در مغز و سیستم زنده‌ی میزبانان‌شان تولید می‌کنند. این واحدهای اطلاعاتی، به صورت بسته‌هایی اطلاعاتی، از مغزی به مغز دیگر منتقل می‌شوند و از راه اثرگذاری بر سیستم تولید لذت میزبان‌شان ــ معمولاً از راه بیشتر کردن شایستگی زیستی ــ احتمال تکثیر شدن‌شان توسط مغز میزبان را افزایش می‌دهند. منش‌ها مانند ویروس‌هایی رایانه‌ای عمل می‌کنند، اما ویروس‌هایی مفید و ارزشمند که بختِ بقای موجود را افزایش می‌دهند و بیشتر از این‌که با ویروس‌هایی زیانبار مانند آبله قابل مقایسه باشند، به سازواره‌هایی هم‌زیست مانند میتوکندری شباهت دارند. البته این قاعده‌ای آماری است و هر کس که با فرقه‌هایی خودکامه و مرگبار مانند «معبد مردم»[۱۰۱۵] آشنا باشد، می‌داند که نمونه‌های زیانباری از منش‌ها هم در این میان وجود دارند.

1014 وکیلی، ۱۳۸۱ [الف.]

۱۰۱۵. فرقه‌ای با نهصد عضو که در سال ۱۹۷۸ م. به همراه رهبرشان، رورند جیم جونز، در جنگل‌های گویان به‌طور گروهی خودکشی کردند.

منش‌ها، به دلیل تکثیرپذیری‌شان از مجرای پیام‌های نشانگانی، خطاپذیر بودن، و بنابراین امکان جهش کردن‌شان، و تأثیرات متفاوتی که بر شایستگی زیستی مغزهای میزبان‌شان می‌گذارند، نوعی سیستم تکاملی هستند. هر یک از ما، در مغزمان زیستگاهی پیچیده را حمل می‌کنیم که در آن جنگلی از منش‌های رقیب و تکامل‌یابنده وجود دارد.[۱۰۱۶]

انسان، دارای پیچیده‌ترین و متنوع‌ترین ساخت منش‌های جانوری شناخته شده است. منش‌های انسانی، در سطح جدیدی از سلسله‌مراتب ــ که همان زبان طبیعی باشد ــ بازنمایی می‌شوند و این دوباره بازنمایی شدن است که خودآگاهی را تولید می‌کند. خودآگاهی در انسان می‌تواند به عنوان کارکرد ارتباطیِ زبان برای ارتباط مغز با خودش فهمیده شود. چرخه‌هایی معنایی در پردازش اطلاعات مغز انسان تولید می‌شود که به نمادگذاری مفاهیمِ مورد توجه مغز برای خودش منتهی می‌شود، و این همان است که به گفت‌وگوی درونی یا تصویرسازی ذهنی می‌انجامد و شایع‌ترین شیوه‌ی اندیشیدن خودآگاه را تشکیل می‌دهد.

به این ترتیب، هویت زیست‌شناختی انسان به دو لایه‌ی درهم‌بافته‌ی بیوشیمیایی/ اطلاعاتی تجزیه می‌شود. شکاف بین این دو، شکاف ساخت ژنتیکی و شبکه‌ی عصبی پردازنده‌ی اطلاعات و تولید معناست؛ شکافی که به پیدایش سطح جدید و هم‌افزایانه‌ای از پویایی اطلاعات در مغزهای ما منجر می‌شود.[۱۰۱۷]

این دو غلاف اطلاعاتی، که آجرهای سخت‌افزاری یکی مولکول اسیدنوکلئیک و دیگری نورون است، برهم‌کنش اطلاعات وراثتی و آموختنی را ممکن می‌سازند. پیدایش انسان، جهشی بوده در فربه شدن غلاف

[1016] Dawkins, 1989.

۱۰۱۷ . مورن، ۱۳۷۰: ۱۶۹ـ۱۵۷.

عصبی، و روندی بوده که به عدم تعادل این دو کفه‌ی ترازو انجامیده است. نتیجه، انسانی است که دوران کودکی درازمدتی دارد، با انعطاف رفتاری بسیار زیاد و امکان نفی بدیهی‌ترین اصل ژنومی، که بقاست.[۱۰۱۸] در واقع، در انسان افراطی‌ترین شکل چیرگی لایه‌ی تکاملی منش‌های اطلاعاتی بر سطح بدن‌های مادی را می‌بینیم.

به بیانی، انسان گونه‌ای است که به دلیل غنای انبوهی از منش‌ها که در مغزش حمل می‌کند، توانایی عصیان بر ضد قانون آهنین بقا را به دست آورده است. در حوزه‌ی تکامل، انسان به دلیل آن‌که می‌اندیشد، هست و گویا به همین دلیل، جز برای مدتی کوتاه نخواهد بود.

[1018] Feldman, 1996.

برداشت بوم‌شناختی

انسان تازه‌واردی است که به جهانی قدیمی و سالمند گام نهاده است. زمینی که چهار میلیارد سال سن دارد و دست‌کم سه میلیارد سال از عمر زندگی بر پهنه‌اش می‌گذرد. و انسان تازه صد هزار سال است که بر زمین پدیدار شده است.

نقشی که انسان در این مدت ایفا کرده، به‌هیچ عنوان افتخارآفرین نیست. بسیاری ادعای برجسته بودن نقش انسان در سازوکار زندگی زمینی را کرده‌اند؛ چنان‌که گفتیم، این ادعا تنها در یک زمینه راست است، و آن یک مورد یگانه هم به‌هیچ وجه افتخارآمیز نیست:

انسان، خطرناک‌ترین و مخرب‌ترین گونه‌ی شناخته‌شده بر سطح زمین است.

در تاریخ زندگی بر زمین، وقایعی ــ عموماً کیهان‌شناختی ــ تعادل زیست‌کره‌ی زمین را به شکلی ریشه‌ای دگرگون کرده‌اند. این وقایع، با توجه به بازتاب مخرب‌شان بر جهان زنده، با نام انقراض‌های عمومی شهرت یافته‌اند. انقراض‌های عمومی رخدادهایی هستند که به شکلی متناوب و در سطوحی متفاوت از شدت بروز می‌کنند.

وجود سطوح متفاوتی از انقراض عمومی، بدان معناست که تار و پود بافت ظریفی که شبکه‌ی بوم‌شناختی زنده را تشکیل می‌دهد، می‌تواند در اثر عوامل درونی یا بیرونی با شدت‌های متفاوتی از هم گسیخته شود. نابودی یک بوم خُرد و کوچک، و از هم گسیخته شدن شبکه‌ی ارتباطات بین‌گونه‌ای در آن حوزه‌ی خاص، نوعی انقراض عمومی را در سطحی خرد ایجاد می‌کند. بحرانی کلان در سطح کل کره‌ی زمین نیز به از هم

گسیختگی شالوده‌ی کل زیست‌کره می‌انجامد و پدیده‌ای مشابه را در سطحی گسترده‌تر و با پیامدهایی پایدارتر و عمیق‌تر موجب می‌شود. شدت انقراض‌های عمومی را می‌توان با محاسبه‌ی درصد گونه‌های منقرض‌شده اندازه گرفت. یعنی اگر در یک مقطع تاریخی تنها ۵ درصد گونه‌های زنده بر سطح زمین منقرض شوند، این نوعی انقراض عمومی کوچک و موضعی است، ولی اگر ۷۵ درصد گونه‌ها از بین بروند، با انقراض عمومی بزرگ و مهمی روبه‌رو هستیم. شواهد نشان می‌دهد که ضرباهنگ ظهور این انقراض‌های خرد و کلان با هم فرق می‌کنند. هر چه شدت انقراض عمومی کمتر باشد، بسامد و شمار آن بیشتر است و زمانی‌که برای ترمیم آن مورد نیاز است هم کمتر خواهد بود. وقفه‌ای که بین انقراض‌های کوچکی (در حد ۵ درصد گونه‌ها) وجود دارد، در حدود یک میلیون سال است. اما مقدار مشابه برای انقراض‌های بزرگ (با حدود ۷۰ درصد مرگ و میر گونه‌ها) به صد میلیون سال بالغ می‌شود.[۱۰۱۹]

متناوب بودن انقراض‌های عمومی، خصلتی است که از داده‌های فسیل‌شناختی نتیجه می‌شود. چنین می‌نماید که نظم مشخصی در زمان بروز این رخدادها وجود داشته باشد. بر مبنای تحلیلی که دیرین‌شناسانی به نام رواپ و سپکوسکی انجام داده‌اند، انقراض‌های کلان در دوره‌هایی با تناوب ۲۷ میلیون ساله رخ می‌دهند. تنها دلیلی که می‌توان برای چنین نظمی ارائه کرد، رخدادهای نجومی است. در واقع، این دو دانشمند هم اعتقاد دارند که حوادثی مانند گذر دوره‌ای زمین از میان کمربندهای شهاب‌سنگی و برخوردهای اجرامی از این دست به زیست‌کره مهم‌ترین دلیل این انقراض‌ها هستند.[۱۰۲۰] یکی از شواهدی که این نظریه را پشتیبانی

[1019] Raup, 1995 :121.

[1020] Raup, 1991:193-208.

می‌کند، به انقراض آخر کرتاسه مربوط می‌شود. این انقراض عمومی که در حدود شصت و پنج میلیون سال پیش رخ داد، به نابودی دایناسورها و شاخه‌زایی پستانداران منتهی شد. در سال ۱۹۷۹ م. معلوم شد که رسوبات مربوط به این دوره تراکم بالایی از ایریدیوم دارند. این ماده در پوسته‌ی زمین عنصری کمیاب است، اما در شهاب‌سنگ‌ها به فراوانی یافت می‌شود و به همین دلیل هم به عنوان شاخصی برای ردیابی بارش‌های شهاب‌سنگی کاربرد دارد. دانشمندی به نام آلوارز، فرضیه‌ای ارائه کرده که بر مبنای آن بارش شهابی در انتهای عصر کرتاسه دلیل اصلی انقراض دایناسورها بوده است.[۱۰۲۱] چنان‌که می‌بینید، این شواهد با دیدگاه راوپ و سپکوسکی هم‌خوانی دارند. دیدگاه این دانشمندان، با وجود جذابیتی که دارد، و شواهد پشتیبانی که به دست آورده، هنوز مورد تردید و نقد بسیاری از متخصصان است. یکی از دلایل دیگری که برای انقراض‌های عمومی پیشنهاد شده است، فعالیت دوره‌ای آتشفشان‌ها و ناپایداری پوسته‌ی زمین است.[۱۰۲۲]

نخستین انقراض عمومی شناخته‌شده، که معمولاً در موردش حرفی زده نمی‌شود، در گذشته‌ای بسیار دور، در حدود سه میلیارد سال پیش رخ داد. شاید علت پرده‌پوشی در مورد این انقراض اولیه، این باشد که در آن مورد هم یک شاخه از زندگی بر زمین بود که موجبات نابودی انبوه سایر گونه‌های زنده را پدید آورد. این انقراض انبوه فاجعه‌آمیز، با تکامل یافتن و پدیدار شدن نخستین موجودات تک‌یاخته‌ای نورگوار (فتوسنتزکننده) که توانایی استفاده از نور خورشید و تولید اکسیژن را داشتند، آغاز شد. فعالیت زیستی این موجودات که احتمالاً مانند سایر جانداران آن دوران دریازی بوده‌اند، ترکیب جو زمین را تغییر داد و درصد

[1021] Alvarez and Asaro, 1990.

[1022] Courtillot, 1990.

اکسیژن آن را به شکلی خطرناک افزایش داد. بالا رفتن مقدار اکسیژن جو، برای جانداران ناشناخته‌ای که بی‌تردید در آن زمان وجود داشته‌اند و از راه واکنش‌های شیمیایی (شیمیوسنتز) چرخه‌های ماده/ انرژی/ اطلاعات درونی خود را تنظیم می‌کردند، اثری مرگبار داشت. این موجودات در معرض سمی اکسیدکننده ــ اکسیژن ــ قرار گرفتند و نابود شدند، و احتمالاً این انقراض انبوه تمام گونه‌های موجود درآن زمان ــ به جز نورگواران ــ را نابود کرده باشد. تنها پروکاریوت‌هایی جان سالم به در بردند که توانستند به محیط‌هایی دور از اکسیژن بگریزند. از این بازماندگان فراری، میتوکندری‌ها و کلروپلاست‌ها را می‌شناسیم که به درون سیتوپلاسم سلول‌های دیگر پناه برده‌اند و ارکی باکترها را که به اعماق خاک گریختند و دمای زیاد و شرایط نامساعد این مناطق را تاب آوردند.

زندگی معمایی است که طبیعت در حال حل کردنش است. معمای آشتی چرخه‌های بیوشیمیایی مربوط به همانندسازها با سوخت‌وساز وابسته به اکسیژن هم معمایی بود که با پیدایش نخستین نورگوارها حل شده بود. به این ترتیب، این یاخته‌های ویرانگر به رقابت با یکدیگر پرداختند و در روندی آشنا که تکامل سیستم‌های پیچیده هرباره به همان شکل تکرارش می‌کند، شاخه‌زایی و پیچیده‌تر شدن و پر کردن بخش‌های دورافتاده‌ی فضای حالت زندگی را تجربه کردند. به این ترتیب بود که یوکاریوت‌ها، پرسلولی‌ها، خشکی‌زی‌ها، و در نهایت انسان ــ شاخه‌ای دورافتاده از این درخت تنومند ــ نیز امکان هستی یافت. کلاف زندگی، با سرعتی روزافزون گشوده شد و هر از چندگاهی با وقفه‌هایی که در اثر دگرگون شدن محیط ایجاد می‌شد و مزه‌ی نابودی انبوه را به نابودگران دیروزی می‌چشاند، از حرکت باز می‌ماند.

دومین انقراض عمومی، که نخستین موردِ ثبت‌شده در مدارک سنگواره‌ای هم هست، به انتهای دوره‌ی اردویسین (٤٦٠ میلیون سال پیش) مربوط می‌شود. در این واقعه ۱۲ درصد کل خانواده‌های زنده منقرض شدند، و ۲۵ میلیون سال طول کشید تا بار دیگر تنوع زیستی زمین تا سطح پیش از فاجعه ترمیم شود. انقراض

بعدی در آخر دوره‌ی دونین (۳٦۵ میلیون سال پیش) رخ داد و این بار هم حدود ۱۲ درصد خانواده‌ها از بین رفتند. این بار سی میلیون سال برای ترمیم خسارت وارده بر زیست‌کره زمان صرف شد. انقراض عمومی بعدی در آخر دوره‌ی پرمین (۲٤۵ میلیون سال پیش) رخ داد و در آن ۵٤ درصد خانواده‌های موجود منقرض شدند. این انقراض، فاجعه‌ای به تمام معنی بود و نظریات گوناگونی در مورد دلیل پیدایش آن وجود دارد. نظریاتی که عواملی مانند تغییر در ترکیب آب اقیانوس‌ها و سرد شدن تدریجی زمین را از مهم‌ترین عوامل این انقراض می‌دانند. در نهایت، آنچه در این واقعه رخ داد، انقراض ۹٦ـ۷۷ درصد کل گونه‌های دریازی بود، که در نوع خود رکوردی محسوب می‌شد. صد میلیون سال طول کشید تا این خسارت جبران شود. انقراض‌های بعدی هم با نام دوره‌های زمین‌شناختی انطباق دارند. در آخر دوره‌ی تریاس (۲۱۰ میلیون سال پیش) و کرتاسه (٦۵ میلیون سال پیش) باز هم با فاجعه‌ی طبیعی بزرگی روبه‌رو هستیم. این انقراض آخری، همان بود که زمین را از خزندگان بزرگی مانند دایناسورها خالی کرد و زمینه را برای شاخه‌زایی پستانداران فراهم کرد.

امروز، ما در قلب آخرین انقراض انبوه شناخته‌شده قرار داریم، و این آخرین مورد هم ــ مثل اولی ــ در اثر یک گونه‌ی منفردِ زنده آغاز شده است. انسان، خطرناک‌ترین جانور پدیدارشده بر سطح زمین است. این ادعا را نه به دلیل تخصص و ورزیدگی انسان در قلع و قمع کردن هم‌نوعانش، و نه به دلیل توانایی شگرفش برای غلبه بر گونه‌های رقیب یا دشمن، بیان می‌کنیم. دلیل، به سادگی این است که انسان ــ گاه بدون این‌که عمدی در کار باشد ــ محیط زیست خود را تخریب و گونه‌های زنده‌ی موجود در آن را تهدید می‌کند.

مهم‌ترین عامل انقراض مهره‌داران بزرگ، پس از پیدایش انسان، انسان بوده است. از آخر دوره‌ی پله‌ایستوسن تا به حال، ۷۰ درصد کل پستانداران بزرگ ساکن سه قاره‌ی قدیم و ۸۰ درصد گونه‌های ساکن آمریکای جنوبی منقرض شده‌اند. در طول دو هزار سال گذشته، یک پنجم گونه‌های پرندگان به دلیل فعالیت انسان در

زمین منقرض شده‌اند و تنوع‌شان از یازده هزار گونه به ۹۰۴۰ گونه کاهش یافته است. در این بین، ۱۱ درصد گونه‌های باقی‌مانده‌ی کنونی هم در خطر انقراض قرار دارند. مهم‌ترین دلیل انقراض این جانوران، تخریب جنگل‌ها و تبدیل آن‌ها به زمین‌های کشاورزی است. روندی که علاوه بر پرندگانِ بزرگ و پرنقش‌ونگار، هزاران گونه حشره و بندپای حاشیه‌نشین و بی‌سروصدا را هم ــ پیش از آن‌که توسط بشر شناسایی شوند ــ نابود می‌کند.

در چهل سالی که بین دهه‌ی بیست تا شصتِ قرن خورشیدی کنونی گذشت (۱۳۷۰ـ۱۳۲۰ خ.) انهدام جنگل‌های هند غربی، آمریکای جنوبی و مرکزی و مکزیک تراکم گونه‌ای پرندگان گنجشک‌سان (خانواده‌ی پَسِریفورم[۱۰۲۳]) را تا نصف کاهش داده است. روندی مشابه در ایالات متحده ــ که غنی‌ترین فون حلزون‌های جهان را دارد ــ ۱۲ درصد گونه‌های نرم‌تنان را منقرض کرده و ۲۰ درصد دیگر را در نزدیک خط خطر قرار داده است.

وضعیت در مورد شکل غالب زندگی بر سطح زمین ــ یعنی حشرات ــ هم به همین شکل است. در آلمان از ۱۰۲۹ گونه حشره‌ی شناخته‌شده ۳٤ درصد، در اتریش از ۹٦۹٤ گونه ۲۲ درصد و در انگلستان از ۱۳۷٤۱ گونه ۱۷ درصد در خطر انقراض قرار دارند. حتی مقاوم‌ترین جانداران هم از این بلا در امان نمانده‌اند. در شصت سال گذشته ۵۰ـ٤۰ درصد قارچ‌های بومی اروپای غربی در اثر فعالیت انسانی منقرض شده‌اند.[۱۰۲٤]

در مورد تخریب جنگل‌ها هم کارنامه‌ی گونه‌ی انسان به همین درخشش است. گونه‌ی انسان خردمند، اگر به همراه زمین‌های زیر کشت و منابع طبیعی مورد استفاده‌اش مورد محاسبه قرار گیرد، ٤۰ـ۲۰ درصد انرژی

[1023] Passeriformes

۱۰۲٤ . ویلسون، ۱۳۷٦، ۲۹۸ـ۲۹٤.

خورشیدی تثبیت‌شده به صورت مولکول‌های بیوشیمیایی را به خود اختصاص می‌دهد، و این غارتِ انرژی خورشیدی از آنچه در سایر جانوران دیده می‌شود بسیار فراتر است. این استعمارِ بومِ گیاهی، به بهای تخریب بوم‌های طبیعی اولیه ــ و به ویژه جنگل‌ها و مراتع ــ ممکن شده است.

تنها در طول چهارماه (ژوئیه تا اکتبر) از سال ۱۹۸۷ م. پنجاه هزار کیلومتر مربع جنگل، تنها در چهار ایالت برزیل در اطراف رود آمازون توسط انسان آتش زده شد و سوخت. این تخریب، بخشی از انهدام سالانه‌ی جنگل‌های جهان است که به ۱٤۲ هزار کیلومتر مربع بر سال بالغ می‌شود. این مقدار برابر است با ۱/۸ درصد از کل مساحت جنگل‌های موجود. دانستن این نکته آموزنده است که این مقدار، تقریباً برابر است با تخریب جنگلی با مساحت یک زمین فوتبال بزرگ، در یک ثانیه، و این ریشه‌کنی شتابنده در مورد بوم‌هایی اعمال می‌شود که میلیون‌ها سال برای پیدایش‌شان وقت صرف شده است. به دلیل همین روند پرشتاب است که در سال ۱۹۸۹ م. مساحت جنگل‌های پرباران کره‌ی زمین به نصف مقداری که در زمان پیش از تاریخ ــ در ده‌هزار سال پیش ــ وجود داشته، کاهش یافت. کسانی‌که در سال‌های اخیر از جنگل‌های شمال ایران بازدید کرده باشند و ویرانی غم‌انگیز محیط‌های سرسبز آن منطقه را دیده باشند، به عنوان عضوی از گونه‌ی انسان خردمند به این واقعیت افتخار خواهند کرد که کشورشان در این مسابقه‌ی مرگبار برای نابود کردن ذخایر زیست محیطی، به هیچ عنوان از معیارهای جهانی عقب نیست!

تخریب جنگل، تنها نابودی بخشی از درختان و تخریب خاک نیست، که به معنای نابودی و انقراض کل گونه‌های ــ معمولاً ناشناخته‌ی ــ مقیم آن محیط است. با هر کیلومترمربع جنگل سوخته یا پاک‌تراشی‌شده، هزاران کنام غیرقابل تجدید نابود می‌شوند و گونه‌های پناه‌گرفته در آن‌ها از بین می‌روند. انهدام جنگل‌ها، به طور متوسط در هر سال ۰/۵ درصد از کل گونه‌های زنده بر زمین را نابود می‌کند. سرعت عادی انقراض

گونه‌های زمینی، یک گونه بر میلیون سال است، و این روند با دخالت انسان بین هزار تا ده هزار برابر تسریع شده است.[۱۰۲۵]

و همه‌ی این‌ها به دلیل گرسنگی جمعیت رشدیابنده و مهارگسیخته‌ی انسانی، و به بهانه‌ی توسعه‌ی زمین‌های کشاورزی انجام می‌شود. در مقابل این کشتار جمعی بزرگ، انسان تنها گروهی اندک از گونه‌های تغییر شکل‌یافته و اهلی‌شده را جایگزین تنوع زیستی چشمگیر قدیمی کرده است. در کل، سی هزار گونه‌ی گیاهی بر زمین وجود دارند که برای تغذیه‌ی انسان مناسب هستند. در جریان هفت هزار سال تجربه‌ی کشاورزی، بشر تنها هفت هزار گونه از آن‌ها را شناسایی و کاشت کرده است که تازه در آن میان هم ۲۰ درصد از گونه‌ها حدود ۹۰ درصد جمعیت جهان را تغذیه می‌کرده‌اند. گندم، جو و برنج مهم‌ترین گونه‌های دارای تولید انبوه هستند.

بسیاری از گونه‌های گیاهی دارای ارزش غذایی بالاتر از این سه گیاه، در جریان تخریب‌های یادشده در حال ریشه‌کنی هستند. به عبارت دیگر، رژیم غذایی انسان که بر اثر تصادف شکل گرفته و لزوماً با بهترین گونه‌های قابل‌کشت هم‌خوانی ندارد، به عنوان معیاری برای نابود کردن بوم‌های طبیعی رسمیت یافته است.

انسان خطرناک‌ترین گونه‌ی شناخته‌شده بر کره‌ی زمین است. تنها گونه‌ی شکارچی که همه‌ی شکارهای خود را تا حد انقراض نابود می‌کند و تنها گیاه‌خواری که بافت گونه‌های گیاهی هم‌زیست با غذای خویش را ریشه‌کن می‌کند، انسان است. انسان گونه‌ای است که به طور منظم و سازمان‌یافته دست به کشتار و تخریب محیط زیست و جمعیت‌های مقیم آن می‌زند، و در این میان به جمعیت‌های انسانی دیگرِ ساکن محیط‌های

۱۰۲۵ . ویلسون ۱۳۷٦: ۳۲۲.

همسایه هم رحم نمی‌کند. گونه‌ای با رفتار کاملاً نامعقول که با روندی قابل‌پیش‌بینی و خطی مشغول نابود کردن بافت گونه‌های زنده‌ی اطراف خود، هم‌گونه‌های خود و خود است.

انسان، تنها گونه‌ی شناخته‌شده است که با قابلیتی چنین بالا و بازدهی چنین چشمگیر زیستگاه‌های طبیعی اطراف خود را از بین می‌برد، و هر لحظه به قیامتِ انقراض عمومی نزدیک‌تر می‌شود.

برداشت آینده‌شناختی[۱۰۲۶]

آمدنش ناگهانی است

و هم‌چنان شتابان می‌میرد و گم می‌شود

بنگر که در چشم بر هم زدنی

طرد می‌گردد. (ای چینگ)

انسان به عنوان یک گونه‌ی زنده چه آینده‌ای خواهد داشت؟

این پرسشی است که در قالب بوم‌شناسی تکاملی در مورد هر گونه‌ای می‌توان پرسید، و به ویژه در مورد انسان پاسخ‌های احتمالی روشنی دارد. پاسخ به این پرسش، در بازه‌ی زمانی کوتاه (چند قرنی) و بلند (چند هزاره‌ای) ممکن است.

پاسخ کوتاه‌مدت، عناصری آشکار را در خود دارد. به نظر می‌رسد ترکیب جمعیت‌شناختی گونه‌ی انسان به دلیل مهاجرت‌های پردامنه و سریع گروه‌های قومی/ نژادی گوناگون، به سرعت در حال همگن شدن و ترکیب شدن با یکدیگر باشد. در هیچ مقطع تاریخی دیگری، جمعیت‌های فرعی گونه‌ی انسان با شدت امروز با هم تماس نداشتند و خزانه‌های ژنومی‌شان این چنین بدون مانع و محدودیت با هم ترکیب نمی‌شدند. به این

1026- Futurologic

ترتیب، نخستین الگوی پیش‌بینی‌پذیر در آینده‌ی کوتاه‌مدت انسان، هم‌جوشی خوشه‌های جمعیتی گوناگون با یکدیگر، و پیدایش بستری هم‌ریخت‌تر و همگون‌تر از نظر جمعیت‌شناختی است.

الگوی دوم، به روند مشابهی برمی‌گردد که در زمینه‌ی منش‌ها آغاز شده است. هم‌زمان با افزایش تماس‌های فیزیکی و زیست‌شناختی جمعیت‌های گوناگون با یکدیگر، خوشه‌های متفاوت منش‌ها ــ یا چنان‌که مشهورتر است، فرهنگ‌های گوناگون ــ نیز با یکدیگر برخورد کرده و در جریان روندی پیچیده از وام‌گیری‌ها، تفسیرهای بینافرهنگی، و جرح و تعدیل‌های هم‌افزا، زمینه‌ای متنوع‌تر و هم‌ریخت‌تر از فرهنگِ انسانی را پدید می‌آورند.

به این ترتیب، هم‌زمان با نشت کردن محتویات خزانه‌های ژنومی متفاوتِ متعلق به جمعیت‌های انسانی گوناگون به داخل جامعه‌ی جهانی نوین انسانی، خطراهه‌های مربوط به بوم منش‌های مختلف هم با یکدیگر متحد شده و مجموعه‌ای یک‌دست‌تر و جهان‌شمول‌تر از بافت منش‌های انسانی را پدید می‌آورند. این روند، همان است که بُعدِ فرهنگی «جهانی شدن» خوانده می‌شود.

با وجود برجسته بودن دو روند یادشده، باید بر یک نکته‌ی مهم پای فشرد، و آن هم این‌که گونه‌ی انسان از بُعد رفتارشناختی موجودی آشوبناک و غیرقابل پیش‌بینی است. زمانی در اوایل قرن بیستم اروپاییان چنین می‌اندیشیدند که پیروزی عقلانیت مدرن بر جهان کامل شده و جهانِ متمدنِ غربی دیگر هرگز طعم جنگ و برادرکشی را نخواهد چشید، و تنها چند سال بعد بود که جنگ جهانی اول و دوم همین مردم عقلانی و متمدن را به خاک و خون کشید و فاجعه‌ای انسانی را در کلان‌ترین ابعاد ممکن پدید آورد.

به همین ترتیب، پیشگویی در مورد آینده‌ی گونه‌ی انسان، اگر از حد خاصی ریزتر و دقیق‌تر باشد، معنای علمی خود را از دست خواهد داد. تنها چیزی که در این برش زمانی خاص قابل ادعاست، تعمیم روند کنونی پویایی رفتاری انسان به آینده، و حدس خطراهه‌های جدیدی است که شاید زمانی در برابر این خمینه‌ی

آشوبناک و ناپایدار پدیدار شود. در این چارچوب، جوش خوردن بافت‌های انتقال‌پذیر ژنومی/ منشی جمعیت‌های مختلف انسانی به یکدیگر، دقیق‌ترین پیشگویی ممکن در مورد آینده‌ی کوتاه‌مدت انسان است. اما در مورد بازه‌های زمانی درازتر، برداشت‌های دقیق‌تری ممکن است. هر گونه‌ای که مانند انسان دست به تخریب محیط زیست خود بزند و الگویی چنین ناپایدار از ارتباط دوجانبه با زیستگاه خویش را به نمایش گذارد، در قاموس زیست‌شناسی تکاملی به عنوان گونه‌ای با عمر اندک و حالت آشوبناک شناخته می‌شود. انسان نیز، در این چارچوب، گونه‌ای است با وضعیت بحرانی، که در طول عمر اندک صد هزار ساله‌ی خود روندی شتابناک از دگرگونی‌های ویرانگر را در زیست‌کره‌ی زمین آغاز کرده است.

معمولاً وقتی در طبیعت به گونه‌ای با رفتار غیرعادی و آشوبگونه‌ی انسان برمی‌خوریم، دو امکان متفاوت را در ادامه‌ی خطراهه‌ی تکاملی‌اش تشخیص می‌دهیم. این‌که خطراهه‌ی مزبور به انقراض گونه‌ی نامتعادل می‌انجامد راز چندان ناشناخته‌ای نیست، اما این‌که اطلاعات ژنومی موجود مزبور در فضای حالت زیست‌کره‌ی زمین به شکلی تداوم خواهد یافت یا نه، پرسشی است که باید با دقت بیشتری پاسخ داده شود.

در طول چند هزاره‌ی گذشته روند گزینش طبیعی در انسان متوقف شده و جنس آدم توانسته است با حمایت از خویشاوندانش در برابر اثرات انتخابگر محیطی، به نوزادان ناتوان و ناقص‌الخلقه‌ی خود هم بختِ بقا ببخشد. به این ترتیب، نگرانی دانشمندانی که روند انتخاب طبیعی و به این ترتیب تکامل را در گونه‌ی انسان کنونی، ایستا و فاقد اهمیت می‌دانند، به گمان من معنی‌دار است. اما نکته در این‌جاست که این توقف‌های موضعی در روند پویایی گونه‌ها همواره موقت و زودگذر است. انسان، گونه‌ای با رفتار بوم‌شناختی منحصر به فرد است که توانسته در مدتی به نسبت کوتاه بخش عمده‌ای از بوم‌های زمین را مطیع خود سازد و فشاری آن‌چنان شدید بر سایر گونه‌های همسایه‌اش وارد کند که به نوعی انقراض عمومی ختم شود. چنین گونه‌ای، حتی اگر برای مدت کوتاهی هم از نظر ساخت ژنومی ثابت و پایدار جلوه کند، عمر چندان زیادی نخواهد

داشت، چرا که این پایداری موضعی را در مقابل زوال شتابزده‌ی بسترِ زیستی‌ای به دست آورده که در نهایت باید پشتیبان خودش باشد. انسان، روشن‌ترین نمود «یکی بر سر شاخ بن می‌برید» است.

به این ترتیب، اگر بخواهیم روند دگرگونی گونه‌ی انسان را در فضای حالتش بررسی کنیم، به خطراهه‌ای جوان و نوپا می‌رسیم که خواصی مانند ایستایی، پایداری و حرکتِ نوظهور به سوی بافت یکنواخت جمعیتی را از خود نشان می‌دهد، ولی این ویژگی‌ها را به قیمت نامساعدتر کردن روزافزون جهان پیرامونی برای خود به جان می‌خرد. خمینه‌ی یادشده، با توجه به این روند پیرامونی، رو به انقراض دارد و هر نگاه آشنا به بوم‌شناسی تکاملی می‌تواند قطع شدن خط آن را در بازه‌ی زمانی کوتاهی تشخیص دهد.

ناگفته پیداست که واژه‌ی کوتاه در گزاره‌ی قبلی، در چارچوب معیارهای زمین‌شناختی فهمیده می‌شود. عمر انسان در مقایسه با گونه‌هایی با چند صد میلیون سال قدمت (مانند حشرات)، یا حتی چند میلیون سال (مثل سایر پستانداران) بسیار اندک است، و این اندک بودن، در زبان تکاملی، بدان معناست که می‌توان گونه‌ی انسان را به عنوان نوعی گونه‌ی حد واسط شناسایی کرد. در جهانی از گونه‌های پستانداران که هر یک به طور متوسط چند میلیون سال عمر می‌کنند، حضور گونه‌ای با عمر چند صد هزار ساله مانند انسان، با وجود تمام اثرات خطرناک و مخربی که داشته است، تنها به صورت نوعی حضور برق‌آسا و گذرا فهمیده می‌شود. و تازه همین تخمین هم (که انسان‌ها تا چند صد هزار سال دیگر دوام آورند) دیدگاهی خوش‌بینانه است.

این خطراهه‌ی کوتاه و گذرا، که نمایشگر تغییرات ژنومی گونه‌ی انسان در جهان زنده است، می‌تواند به چند شکل ادامه یابد.

آنچه در نزد خودِ آدمیان ــ شاید به دلیل امیدهایی که دارند ــ رایج‌تر است، این باور است که انسان در نهایت با زیست‌کره‌ی زمین به تعادل خواهد رسید و از عمر طبیعی چند میلیون ساله ــ و بلکه بیشتر ــ برخوردار خواهد شد. به دلایلی که عنوان شد، این دیدگاه به نظر نگارنده بیش از حد خوشبینانه می‌رسد و

واقعیاتی چشمگیر را در تاریخ طبیعی گونه‌ی انسان از قلم می‌اندازد. انسان، گونه‌ای آن‌قدر پیچیده است که درجه‌ی آزادی رفتارش به بروز پدیدارهایی بی‌سابقه در دامنه‌ای گسترده ــ از نبوغ تا جنون ــ می‌انجامد. موجودی که پیش از این‌که مانند حشرات اجتماعی به صورت زیست‌شناختی اجتماعی شود، به زورِ ضرورت و بنابر انتخاب خویش در واحدهایی با فشردگی باورنکردنی کلان‌شهرهای امروزین متراکم شده است. گونه‌ای که شدیدترین اشکال تهاجم و خشونت بر ضد افراد هم‌گونه‌اش را از خود نشان می‌دهد، و بدیهی‌ترین اصول هم‌زیستی مورد پذیرش تمام جانداران دیگر را نقض می‌کند. خوش‌بینانه است فرض کنیم چنین گونه‌ای به تعادلی صلح‌آمیز و پایدار با جهان پیرامونی‌اش دست خواهد یافت، چرا که گویا حتی همین حالا هم برای دستیابی به چنین مقصودی دیر شده است.

آنان که کمتر خوش‌بین هستند، انقراض سریع انسان و حدواسط بودن گونه‌ی آدمی را می‌پذیرند. اما در مورد سرنوشت خزانه‌ی ژنومی وابسته به این گونه دو برداشت متفاوت دارند. گروهی، در تداوم بدبینی‌ای که با نگاه به گذشته‌ی گونه‌ی ما طبیعی می‌نماید، انسان را گونه‌ای ابتر و بی‌دنباله می‌دانند. موجودی که مثل میلیون‌ها گونه‌ی حدواسط دیگر، در مدتی بسیار کوتاه بر زمین زیسته و به دلیل ناتوانی در سازگار شدن با محیط خود منقرض می‌شود. در دید این افراد، گذشته از بحرانی که حضور این موجود گذرا بر پهنه‌ی زمین ایجاد کرده، روند پویایی طبیعی زیست‌کره‌ی زمین هم‌چنان ادامه خواهد یافت و پس از گذشت چند ده میلیون سال، بار دیگر ترمیم خواهد شد. نگرش سومی هم وجود دارد.

با توجه به پیچیدگی بی‌سابقه‌ی گونه‌ی انسان، و الگوی خیره‌کننده‌ی غلبه‌ی اطلاعات بر ماده و انرژی در این گره‌ی تکاملی، چنین به نظر می‌رسد که احتمال زیادی برای سازگار شدن بازمانده‌ی این خط‌راهه با شرایط جدیدِ پدیدآمده پس از انقراض انسان وجود داشته باشد. این‌که شرایط مورد بحث چه خواهد بود و شکل

سازگاری گونه‌ی پساانسانی حاصله با آن چگونه خواهد بود، قابل پیش‌بینی نیست، اما همین امکان پیدایش چنین الگویی، امیدی است که می‌تواند جدی گرفته شود.

بگذارید برای ترسیم شکل تقریبی این گونه‌ی متعادل‌ترِ پساانسان کمی به تخیل خود میدان دهیم.

در اواخر قرن گذشته‌ی میلادی، دو حادثه در جهان علم رخ داد که جمع بستنِ آنها با هم شاید بتواند در این راه به ما کمک کند.

مورد نخست، به یک پروژه‌ی جهانی و بزرگ به نام «پروژه‌ی ژنوم» مربوط می‌شود. طرحی بلندپروازانه که قرار است در جریان آن تمام محتوای اطلاعاتی ژنوم انسانی و ترکیب‌های کمیاب‌ترش در جمعیت‌های انسانی گوناگون خوانده شوند و ساخت اطلاعاتی‌شان کدگشایی گردد. در حدود یک دهه از آغاز پروژه‌ی ژنوم می‌گذرد، و در این فاصله پیشرفت کار دلگرم‌کننده بوده است.

مورد دوم، به تکنیکی در ژنتیک ارتباط دارد که شبیه‌سازی[۱۰۲۷] خوانده می‌شود. این روش عبارت است از بازتولید یک جنین، بر مبنای کدهای ژنتیکی تعیین‌شده. این کدهای ژنتیکی ممکن است از سلول‌های بدنی ــ و نه جنسی ــ یک والد مجازی به دست آمده باشند، یا از روش‌های پیچیده‌تر به طور مصنوعی از سرهم کردن بخش‌های گوناگون ژنوم و با اطلاعات ژنتیکی گزینش‌شده تولید شده باشند.

در واپسین سال‌های هزاره‌ی میلادی گذشته، دانشمندان آمریکایی موفق شدند برای نخستین بار یک گوسفند را شبیه‌سازی کنند. این بار اول بود که چنین روشی با موفقیت در مورد یک پستاندار به کار گرفته می‌شد. با وجود اعتراض‌ها و محکومیت‌هایی که از سوی اخلاق‌گرایانِ سراسر جهان برخاست و این گروه پژوهشگر

1027- Cloning

را آماجِ خود ساخت، این آزمایش به فاصله‌ی کمی بر روی پستانداران دیگر هم تکرار شد و به عنوان نوعی روش جاافتاده مورد پذیرش قرار گرفت.

با توجه به نزدیکی محتوا و ساخت ژنومی انسان و سایر پستانداران، کسی در این امر تردید ندارد که شبیه‌سازی انسان ــ با ژن‌هایی طبیعی یا دستکاری‌شده ــ به سادگی امکان‌پذیر است. با وجود نگرانی‌های حقوقی و اخلاقی فراوانی که در مورد پیامدهای رواج چنین شیوه‌ای وجود دارد، تقریباً مسلم است که این روش دیر یا زود بر روی انسان هم به کار گرفته خواهد شد، و چه بسا که هم‌اکنون هم چنین کاربردی را یافته باشد.

حالا بیایید دو خبر بالا را با هم جمع کنیم.

کسی را در نظر بگیرید که علاقه‌مند است بچه‌دار شود، ولی آنقدر خودخواه است که تمایل دارد بچه‌اش رونوشتی از خودش باشد، و فرزندی با نیمِ صفت‌های یکی از والدینش (یعنی بچه‌ای عادی) برایش قانع‌کننده نیست. فرد مورد نظر در صورت دسترسی داشتن به روش شبیه‌سازی، می‌تواند بی‌شمار نسخه‌ی چندقلو از خود را بازتولید کند. حالا فرض کنید او آن‌قدر ثروتمند و مقتدر است که امکان واگشایی کدهای ژنومی خود را هم دارد؛ یعنی، می‌تواند ژنوم خود را نقشه‌برداری کند. بدیهی است که چنین کسی تمایل خواهد داشت نسخه‌ی ژنتیکی فرزندش فاقد ژن‌های معیوب و صفات ناخوشایندِ ژنتیکی باشد. در این حالت طبیعی است که نسخه‌ی شبیه‌سازی شده از این فرد، به شکلی پالایش‌شده، دستکاری‌شده و پاکیزه تنظیم شود، و در صورت نیاز ژن‌های اضافی دارای صفات برجسته و قدرتمند را هم به طور مصنوعی دارا باشد.

به این ترتیب، فرد مقتدر مورد نظر ما، چه دیکتاتوری خونخوار باشد یا ثروتمندی زیرک، نسخه‌هایی بی‌عیب و نقص از خود را تکثیر خواهد کرد؛ نسخه‌هایی پاکیزه و سالم و نیرومند، که چه‌بسا تفاوت محتوای ژنتیکی آن با ژنوم والدش، از ضریب تغییرات درون‌گونه‌ای هم بیشتر باشد. بیایید آینده‌ای را در نظر مجسم کنیم که خدماتی از این نوع، مثل مشاوره‌ی ژنتیکِ امروزی، عادی و عمومی شود. این عمومی شدن، با توجه به سادگی

ابزارهای مورد نیاز برای این کار، چندان هم دور از ذهن نیست. عظمت تصویری را که در پیش روی‌مان قرار دارد درک می‌کنید؟

این نخستین بار است که گونه‌ای بر سطح زمین، از انباشت اطلاعاتی چنان گسترده، و ابزارهای پردازنده‌ای چنان پیچیده برخوردار شده است که توانایی بازخوانی و دستکاری ژنوم خود را به دست آورده است. برای نخستین بار در تاریخ تکامل زندگی بر زیست‌کره‌ی ما، دگرگونی‌های ژنومی از حالت کاتوره‌ای و تصادفی خارج شده و به اراده و خواستِ دارندگانِ همین ژنوم وابسته شده است. این، نقطه‌عطفی در تاریخ تکامل زندگی بر سیاره‌ی ماست.

شاید تصویر آینده‌ی گونه‌ی ما از چنین قابی بگذرد. شاید آن پساانسانی که قرار است در آینده‌ای تخیلی با زیست‌کره‌ی زمین به تعادل برسد، ابرانسانی دستکاری‌شده از این دست باشد. در این حالت، ما با نخستین گونه‌زایی مصنوعی بر کره‌ی زمین روبه‌رو خواهیم بود؛ گونه‌زایی‌ای متفاوت از گزینش نژاد و به‌نژادیِ مربوط به دام‌پروری و کشاورزی. چرا که در اینجا، نه گونه‌های هم‌زیست، که خودِ گونه‌ی ماست که دگرگون خواهد شد.

حتی در این تصویر هم انسان کنونی محکوم به نابودی است. حذف کل ژن‌های معیوب از ژنوم یک انسان، بیش از یک درصد از محتوای ژنومی او را تغییر خواهد داد، و این یک درصد احتمالاً تغییراتی چشمگیر را در ساخت زیست‌شناختی بدن پدید خواهد آورد. نتیجه این‌که، با نوعی جدایی جنسی از گونه‌ی قدیمی‌ترِ انسان خردمند جدا خواهد شد یا نه، قابل پیش‌بینی نیست، اما فراموش نکنیم که تفاوت ژنوم انسان و شامپانزه هم در حدود همین یک درصد است.

انسان، به عنوان یک گونه، تاریخی کوتاه بر زمین دارد. کارنامه‌ی او، اگر از دید زیست‌کره و تنوع زیستی و سایر همسایگان جاندارمان نگریسته شود، درخشان و خوشایند نبوده است، و به نظر می‌رسد با پایانی به همان نسبت شتابزده و بحران‌آمیز هم روبه‌رو خواهد بود.

با این همه، همین گونه‌ی انسان، موجودی بوده که در این فاصله‌ی اندک بسیاری از مرزهای سنتی مربوط به جهان جانداران را درنوردیده است. پیچیده‌ترین مغز، آن‌گاه که بر هیولاگونه‌ترین بدن سوار شد، بسیاری از «... ترین»های دیگر را هم به ارمغان آورد، و آینده‌ی این گونه‌ی جسور و طغیانگر یکی از این هدایای هنوز ناگشوده است.

تصویری که در این گفتار در مورد آینده‌ی انسان پیشنهاد شد، کاملاً تخیلی است. گذشته از پروژه‌ی ژنوم و آزمایش‌های مربوط به شبیه‌سازی که تاکنون انجام گرفته‌اند، دلیلی برای تأیید آنچه مجسم شد نداریم. ولی مگر در مورد آینده کاری جز حدس و گمانه‌زنی، و شاید کمی امیدواری باقی مانده است؟

آینده، آبستن سرنوشت «نسل هیولا» خواهد بود.