

# ملاحظاتى درباره ژن

ترجمه محمود حقيقت‌كاشانى



## توهم ژنتيكي<sup>۱</sup>

انسان چيست؟ فلاسفه، براى هزاران سال اين سؤال را مورد بحث قرار داده‌اند. به هرحال در اين اواخر فلسفه به طور نسبي کمتر از وراثت‌شناسي، كه در تلاشي بسيار گسترده، موسوم به "طرح مجموعه ژنهاى انسان" (Human Genome project)، به منظور پاسخگويى به همين سؤال، درگير است، از اقبال برخوردار بوده است. اين طرح تاكنون بسيار نويدبخش بوده است و قاعدتاً منافع پزشكي بسيارى را دربر خواهد داشت. و همچنين برخى سؤالات دشوار اخلاقي را نيز مطرح خواهد كرد. آيا اعمال مهندسي ژنتيك بر روى انسانها صحيح است؟ آيا بيمه‌گران حق دارند به ساخت ژنتيكي مشتريان خود دست يابند تا بتوانند خطر بيمار شدن آنها را برآورد كنند؟ در درازمدت نيز طرح مزبور اين خطر را در بر خواهد داشت كه تصور غلط فلسفي خاص خود را مبني بر اينكه تعيين‌كننده اعمال انسان ژنهاى اوست نه اراده آزاد وي به وجود آورد.

اين مسئله گناه وراثت‌شناسان نيست، مسئله اينجاست كه افراد ديگر غالباً بيش از آنچه بايد به تفسير اعمال وراثت‌شناسان مى‌پردازند. وقتى وراثت‌شناسي مى‌پرسد "انسان چيست؟"، پاسخ آن بديهي است: "۹۹٪ از يك شامپانزه". اين درصدي است كه براساس آن ظاهراً دي‌ان‌اى (deoxyribo nucleic acid/DNA) يك انسان با دي‌ان‌اى نزديكترين خویشاوند غير بشري‌اش، همتايي دارد. به اين معنى، آنچه خاص بشر است تنها در ۱٪ از

۳ بیلیون "حروف" ژنتیکی وجود دارد که در ماده ژنتیکی یک شخص، یعنی مجموعه ژنهای انسان انباشته است.

وظیفه "طرح مجموعه ژنها"، خواندن این ۳ بیلیون حرف ژنتیکی است، طرحی که انتظار می رود ظرف چند سال آینده به امید ارائه گونه های جدیدی از تشخیص و درمان پزشکی، فهرست همه این حروف را تهیه کند. اما این امر به تنهایی به معنی حل این مسئله که ژنها چه هستند، نیست. زیست شناسان همچنین نیازمند تفسیر پیامهایی هستند که توسط ژنها حمل می شوند و اینکه چگونه تعامل این پیامها شخص را می سازد. اگر چنین تفسیری عملی باشد، زمانی که کامل گردد، بشریت خوشترن زیست شناختی (biological self) خود را بهتر از آنچه در گذشته ای نه چندان دور یعنی در دو دهه گذشته قابل تصور بود، خواهد شناخت.

### پس از حصول این دانش

با این وجود پیش بینی این تفسیر خطر تکرار خطاهایی را دارد که از آغاز گریبانگیر وراثت شناسی بوده است. این مبحث، زمانی که کار بنیانگذار نابغه آن یعنی جورج مندل، برای تقریباً ۴۰ سال مورد غفلت قرار گرفت، آغازی بد داشت. مشخصه این دوره غفلت - دهه های آخر قرن ۱۹ - رشد اصلاح نژاد بود. هدف جنبش مزبور این بود که از طریق فرایندی همانند تخم کشی گزینشی (Selective Breeding) نسل بشر را بهبود بخشد. رگه ای از این جنبش به وضع قوانین عقیم سازی و مهاجرت گزینشی دهه ۱۹۲۰ در آمریکا و نهایتاً به اردوگاههای مرگ نازیها منجر گردید.

رگه ای دیگر از این جنبش - که به اندازه گیری هوش بشر مربوط می شود - بسرعت به حد بحثی بی معنی بین آنها که هوش را عمدتاً ارثی می دانستند و آنها که هوش را محصول محیط اولیه کودک می پنداشتند، تنزل کرد: این جدل در اصطلاح به بحث "طبیعت در برابر طبیعت" معروف بود. زمانی که وراثت شناسی علمی و واقعی، تجارب دقیق و محدود خود را در مورد گیاهان، حشرات مضر و آفات میوه آغاز کرد، اردوگاههای ایدئولوژیک از قبل برپا شده و آماده بودند تا بر هر نتیجه ای که دیدگاه آنها را مورد حمایت قرار دهد، چنگ اندازند. برعکس، وراثت شناسانی که دارای دیدگاههای خاصی بودند توانایی رسیدن به نتایجی که از ایدئولوژیهای آنها حمایت کند، نداشتند.

خطری واقعی وجود دارد که این امر دوباره اتفاق افتد. واکنشهایی که بر ضد توضیحات ژنتیکی، در پی زیاده رویهای پیروان اصلاح نژاد، عنوان شد، بیشتر قدرت خود را از دست

داده است. ظاهراً علاقه‌ای عمومی وجود دارد به نتایج علمی که ادعا دارند این یا آن جنبه رفتار بشری تحت کنترل بیولوژیکی است. گفته شده است ژن خاصی عامل هیجان جویی (thrill seeking) است. نتیجه دیگری مشعر بر این است که هم جنس طلبی در مردان از طریق شجره مادری به ارث می‌رسد. مغز هم جنس طلبان با مغز ناهم جنس طلبان تفاوت دارد. مغز افراد مبتلا به خوانش پریشی (dyslexics) با مغز آنها که براحتی می‌توانند بخوانند فرق دارد. تنها معدودی از این نتایج از "طرح مجموعه ژنها" برآمده است. اما با گذر زمان، برخی از این گونه اطلاعات با پیدایش خود این فکر را تقویت خواهد کرد که اراده افراد آنقدر که فلاسفه غربی تمایل داشته‌اند بیان کنند، آزاد نیست. یا همانطور که اغلب عنوان می‌شود، زیست‌شناسی یعنی سرنوشت.

مع‌ذک این می‌تواند یک خطا باشد. محدودیتهای روشنی برای رفتار طبیعی بشر وجود دارد، و این محدودیتها به طور مشهودی ژنتیکی هستند. برای مثال انسانها علف نمی‌خورند و صدای گاو در نمی‌آورند. آنها بجز در نوولهای ادگار رایس باروز (Edgar Rice Burroughs) در میان شاخه‌های درختان تاب نمی‌خورند. اما این به هر حال واقعیت دارد که آنها می‌توانند، اگر بخواهند، تصمیم بگیرند تا این کارها را، حداقل برای مدتی، انجام دهند.

از نظر علمی دعوی فیزیکدان بر علیه اراده آزاد دعوی قابل احترامی است - اینکه هر نتیجه‌ای پیامد غیرقابل اجتناب آرایش مادی است که پیش از آن می‌آید. به هر حال، این دعوی، دعوی یک زیست‌شناس، و مسلماً دعوی یک وراثت‌شناس نیست. زیرا این عبارت که "زیست‌شناسی یعنی سرنوشت" فرضی دوّم و ناگفته را دربر دارد: "وراثت‌شناسی زیست‌شناسی است". نتیجه‌ای که در پی آن می‌آید عبارت است از: "در نتیجه وراثت‌شناسی سرنوشت است". برخی اوقات اینطور است. انسانهایی که در ژن خاصی دچار نقص هستند، بدون استثنا کور رنگ‌اند. هر چند مسائل معمولاً پیچیده‌تر از این است. بلندی قامت مطمئناً تحت کنترل ژنتیکی است، اما ژنها نمی‌گویند چرا جوانهای ژاپنی بلند قدرتر از پدران خود هستند. علت این امر تغییر برنامه غذایی است، و تغذیه درست همانقدر زیست‌شناختی است که وراثت، زیست‌شناختی محسوب می‌شود.

بر اساس محاسبات حدود دوازده ژن بلندی قامت را کنترل می‌کنند. مغز از هزاران ژن ساخته شده و توسط آنها تنظیم می‌شود و علاوه بر این، دامنه تأثیرات محیطی بر رشد مغزی، رفتار و هوش، در هر دو مورد عظیم و شناخته شده است. این چیزی است که به نام

فراگیری مشهور است.

پیچیدگی نحوه رشد و کارکرد مغز، و تعامل بین زنها و محیط که علت آن به شمار می آید، مطمئناً در "طرح مجموعه زنها" روشن خواهد شد. به زنهایی دست یافته خواهد شد که اگر به جای این شکل، شکل دیگری داشته باشند، یا از ترکیب خاصی برخوردار باشند مردم را بدین سو سوق می دهند که به جای یک شیوه خاص به شیوه دیگری رفتار کنند. سایر زنها تنها موجب می شوند تا آن زمینه‌ها و پیش‌گرایشهای خاص یک محیط خاص شکل بگیرند. همه این پیش‌گرایشها به یک نحو بیان خواهند شد، یعنی در قالب "سیم‌کشی عملی سلولهای عصبی" که مغز را می سازند.

آیا این امر انسانها را زندانی نحوه "سیم‌کشی" مغزشان می کند؟ بهترین سؤالی که به این مسئله می پردازد این نیست که آیا ظاهراً یک انسان گزینشی خاص مشکل است یا نه بلکه باید پرسید آیا ظاهراً گزینش خاص مزبور برای آن انسان غیر ممکن است یا خیر. برخی اوقات به وضوح اینطور است. امراض خاصی واقعاً امکان گزینش را از انسان سلب می کنند. صدمات مغزی ناشی از تصادفات می تواند همان اثر را داشته باشد....

## ژنها چگونه عمل می کنند<sup>۲</sup>

ژنها غالباً بعنوان طرح و نقشه زندگی توصیف شده‌اند. در واقع امر همانگونه که یک بار ریچارد داوکینز از دانشگاه آکسفورد عنوان کرد، آنها بیشتر شبیه دستور تهیه یک کیک هستند. تکه ای از نقشه و طرح یک ماشین را تغییر دهید، آنگاه تنها تکه مربوطه در ماشین مزبور تغییر می کند. یکی از اجزاء کیک را تغییر دهید، آنگاه تمامی کیک ممکن است به چیز دیگری تبدیل شود.

ژنها قطعات دی ان ای هستند. آنها در هسته سلولهای زنده یافت می شوند و در قالب کروموزومها سازمان داده می شوند. مولکولهای دی ان ای تقریباً شبیه نردبانهای پیچ خورده‌ای با میلیونها پله هستند. در قسمت عمودی هر پله مارپیچ دوتایی (double helix) معروف را شکل می دهند، اما برای درک "طرح مجموعه زنها"، قسمتهایی که باید مورد توجه قرار گیرند پله‌ها هستند.

هر پله از یک جفت مولکول موسوم به پایه‌های نیتروژنی - nitrogenous bases - از یک مجموعه چهارتایی، که با حروف اول اسامی شیمیائی شان معروف هستند، ساخته شده است. این مجموعه چهارتایی را A, C, G, و T تشکیل می دهند. A و G مولکولهای بزرگتر

C و T مولکول‌های کوچکتر هستند. هر پله دارای یک پایه بزرگ و یک پایه کوچک است. شکل هر پایه نشان از آن دارد که هر جفت T و A پله‌ای را به وجود می‌آورند که از نظر اندازه با پله‌ای که G و C به وجود می‌آورند یکی است. این پله‌ها همسوی با پیچش نردبان در آن جا گرفته‌اند، به طوری که خواندن پایه‌های متصل به یک قسمت عمودی نردبان پیامی را که با چهار حرف شیمیایی نوشته شده است، به دست می‌دهد: مثل ATGTCC. ژنها زنجیره‌هایی از چند صد یا چند هزار از این حروف هستند.

برای اینکه یک ژن بتواند کار خود را انجام دهد، تنها کافی نیست که پیام مربوط در پله‌های دی‌ان‌ای موجود باشد. پیام باید وارد بقیه سلول نیز بشود. برای اینکه این امر روی دهد، باید ابتدا در قالب نوع دوّمی از اسید نوکلئیک (Nucleic acid) موسوم به آر‌ان‌ای کپی برداری شود. آر‌ان‌ای از نظر شیمیائی شبیه دی‌ان‌ای است اما تنها یک رشته دارد. آر‌ان‌ای از آنزیمی بنام ترانسکریپتیز (Transcriptase) تشکیل شده است. این آنزیم دو رشته یک مولکول دی‌ان‌ای را می‌شکافد و از پایه‌هایی که با پایه‌های روی یکی از رشته‌های دی‌ان‌ای جفت و نظیر هستند، یک مولکول آر‌ان‌ای می‌سازد.

این مولکولهای آر‌ان‌ای پیام‌رسانهایی حاوی نسخه‌ای از ژن هستند، آنها در اطراف سلول می‌چرخند تا سرانجام به وسیله تشکیلاتی مولکولی به نام ریبوزومها (ribosomes) به دام می‌افتند و پیامشان خوانده می‌شود و به پروتئین تبدیل می‌گردد.

پروتئین‌ها کارگران واقعاً سخت‌کوش سلول‌ها هستند. مثل آر‌ان‌ای و دی‌ان‌ای، آنها زنجیره‌هایی از مولکولهای کوچکتر متصل به یکدیگرند (مولکولهای تشکیل دهنده پروتئین به آمینو اسیدها موسوم‌اند). برخی پروتئین‌ها مثل کراتین (Keratin) و کولاژن (Collagen) بافتها و قسمت‌های مختلف بدن را در شکل خود نگاه می‌دارند. سایر پروتئین‌ها، مثل انسولین، به عنوان پیام‌رسان در بین سلول‌ها یا مثل هموگلوبین به عنوان تأمین‌کننده مواد لازم (در این مورد اکسیژن) و قرار دادن آنها در جاهایی عمل می‌کنند که اگر وجود نداشتند، مواد مزبور به اندازه کافی به سلول‌ها نمی‌رسید. سایر پروتئین‌ها، مثل ترانسکریپتیز آنزیمهایی هستند که تقریباً تمامی واکنشهای بدن را تنظیم می‌کنند.

پیامهای ژنتیکی به شرح زیر خوانده و به پروتئین تبدیل می‌شوند: وقتی یک مولکول به آر‌ان‌ای یک ریبوزوم متصل می‌شود حروف ژنتیکی آن به صورت هر سه حرف در یکبار خوانده می‌شوند. هر سه حرف مثل یک کلمه ژنتیکی است. این کلمه معرف یک آمینواسید است (۲۰ آمینواسید برای انتخاب، و ۶۴ مجموعه سه حرفی یافت می‌شوند). با خوانده

شدن هر مجموعه سه حرفی، ریبوزوم، آنقدر آمینواسید مناسب به زنجیره پروتئینی در حال رشد می‌افزاید تا با یک مجموعه سه حرفی که دستور "توقف" می‌دهد برخورد کند. به این ترتیب تغییر آرایش پایه‌ها در دی‌ان‌ای اصلی می‌تواند زنجیره آمینواسید پروتئین را تغییر دهد و موجب تغییر عملکرد آن شود. اینگونه تغییرات به نام جهش (موتاسیون) موسوم است. برخی جهش‌ها مخربند؛ برای مثال انسولین معیوب موجب بروز دیابت می‌شود. هموگلوبین معیوب موجب بروز کم‌خونی می‌شود. برخی از آنها تفاوت‌های کوچکی را موجب می‌شوند و تعداد بسیار معدودی از آنها موجب بهبود و به دنبال آن موجب فراهم آمدن ماده خام تکامل می‌شوند.

### مجموعه ژنهای انسان<sup>۳</sup>

مطالعه شایسته و درست نوع بشر

"طرح مجموعه ژنهای انسان" در سالهای گذشته گامهای بلندی به جلو برداشته است. این طرح با توصیف و مقوله‌بندی همه ژنهای موجود در بدن یک انسان، درک انسان را در مورد خود تغییر خواهد داد. اما این تغییر لزوماً به صورتی که بیشتر مردم انتظار دارند صورت نخواهد گرفت.

همکاران زیست‌شناسان در سایر رشته‌های علمی آنها را به حسادت نسبت به فیزیکدانها متهم می‌کنند. با این طعنه گفته می‌شود که فیزیکدانها روی مسائل بنیادی تری کار می‌کنند و به همین دلیل از ابزارهای بزرگتری برخوردارند.

تا این اواخر، طعنه مزبور حقیقت داشت. محققانی که در مورد ذرات دون اتمی (subatomic) پژوهش می‌کنند دستگاه‌های گسترده و بسیاری، برای کند و کاو در عناصر اصلی ماده، در اختیار دارند. دانشمندان در عرصه ساخت موشکها سعی دارند محل‌هایی را برای اقامت انسان در فضا بسازند. کیهان‌شناسان بوسیله تلسکوپهای بزرگ و گران‌قیمت به کند و کاو درباره آغاز و انجام جهان می‌پردازند. به هر حال، هم‌اکنون، زیست‌شناسان با بلندپروازی همکاران خود به رقابت می‌پردازند. تا این اواخر، هیچ طرحی تلاش نکرده بود تا این اندرز سروش غیبی را که "خود را بشناس" دنبال کند و از آنچه که شاید بنیادی‌ترین و اعجاب‌آورترین مسائل باشد، گره گشاید.

"طرح مجموعه ژنها"، اگر چه تاکنون چنین نکرده است، اما آغازی برای آن به شمار می‌رود. این طرح به زیست‌شناسان جعبه ابزاری خواهد داد که به کمک آن به توصیف، و از

آنجا شاید به تبیین، زندگی بشر پرداززند. هدف طرح مزبور این است تا همه ژنهایی را که دستورات آنها در مجموع موجبات ساختن و سپس به کار انداختن بدن انسان را فراهم می‌آورد، دسته‌بندی و تجزیه و تحلیل کند. این مجموعه ژنها در زبان انگلیسی Genome خوانده می‌شود. توصیف مجموعه ژنهای انسان، مشابه توصیفی است که در اوایل این قرن در مورد اتمها و ذرات متشکله آنها ارائه می‌شد. ژنها واحدهای بنیادین زندگی هستند.

پیامدها این طرح، مثل طرحهای فیزیک اتمی، عظیم و در حال حاضر غیر قابل پیش‌بینی است. هواداران این طرح امیدوارند به کشف بینشهای پزشکی جدیدی نائل شوند که بتواند به اشکال جدید تشخیص و درمان منتهی گردد. ژن درمانی (وارد کردن ژنهای فعال در بافت مربوطه و جایگزین کردن آنها به جای ژنهای معیوب) ممکن است روزی بیماریها را درمان کند. تکنولوژیست‌های زیست‌شناس ممکن است راههایی برای افزودن گونه‌های مناسبی از ژنهای تازه کشف شده به مجموعه فعلی ژنهای انسان بیابند. و اگر امروز می‌توان دانست اقدامهای ساده‌تر بدن از چه ساخته شده‌اند، این امر نیز روزی باید ممکن باشد که، بتوانیم تحلیل کنیم آنچه را که در مغز روی می‌دهد و از آن بیشتر، آنچه را که تعیین‌کننده رفتار بشر است. به این ترتیب در انتهای این فرآیند، هدف این است که درک جدیدی از زندگی انسان حاصل آید.

همچنان که در زمینه توصیف ذرات اتمی پیش آمد، این همه، امکانهای وحشت‌آور و معضلات اخلاقی را پیش روی انسان خواهد گشود. آیا ممکن است اشکال جدیدی از زندگی به وجود آید؟ اگر نقشه‌برداری از زندگی ممکن باشد، آیا می‌توان آن را تکثیر کرد؟ ممکن است سلاحهای ژنتیکی ساخته شود که برای شیوع امراض، چه امراض شناخته شده و چه امراضی که تازه به وجود آمده‌اند، به کار رود. اگر بنیادی ژنتیکی در توصیف رفتار جنایتکارانه یافت شود، آیا ممکن است به جنایتکاران نه به عنوان ناقضان قانون بلکه به عنوان قربانیان ژنهایشان نگاه شود؟ آیا ممکن است افرادی که این ژنها را دارند حتی اگر خطایی نکرده باشند تحت تعقیب قرار داد؟ اگر دانشمندان بتوانند بنیاد ژنتیکی طول قامت یا قدرت مغزی را تعیین کنند، آیا والدین قادر خواهند بود تا قد و هوش فرزندان خود را مشخص و تعیین کنند؟ آیا والدین می‌توانند چگونگی فرزندان خود را "انتخاب نمایند؟"

همه این سؤاها به آینده مربوط می‌شوند، و برخی از آنها به آینده‌ای دور. در حال حاضر، چیز دیگری که تا به حال وجود داشته است افراد را متمایز و متفاوت می‌کند. این طرح به کشفیاتی منجر می‌شود که برای برخی افراد ثروت زیادی به همراه می‌آورد و به همین دلیل،

و هم به دلیل آنکه عطش علمی به نظر توقف ناپذیر می‌رسد، "طرح مجموعه ژنها" به یقین تا پایان آن صرف نظر از اینکه این پایان چه باشد، ادامه خواهد یافت.

سه میلیارد نام خدا

با وجود امیدها و ترسهای مربوط به این طرح، جزئیات عملی آن به طور تعجب آوری پیش پا افتاده است. هدف رسمی طرح، توصیف تمامی زنجیره دی ان ای موجود در هسته سلول انسانی است - یعنی یافتن آرایش "حروف" شیمیایی که پیام ژنتیکی را حمل می‌کنند یافتن این زنجیره، کاری عادی و تا حدی کسل کننده است. تکنولوژی آن در سال ۱۹۷۵ توسط فردریک سنجر (Frederick Sanger) از دانشگاه کمبریج اختراع شد و اگر چه از آن زمان تاکنون تصحیحاتی در آن صورت گرفته است، اما به نحوی بنیادین تکنولوژی بهتری جای آن را نگرفته است. بیشتر آزمایشگاههایی که در مورد مجموعه ژنها تحقیق می‌کنند متشکل از ردیفهایی از ماشینهای بی سر و صدا و آرامی است که تعداد معدودی تکنیسین از آنها مراقبت می‌کنند. در این آزمایشگاهها اثری از هیجان به چشم نمی‌خورد.

به هر حال یافتن زنجیره دی ان ای قسمت ساده کار است. قسمت مشکل کار، معنی بخشیدن به این یافته‌هاست. این چیزی است که طرح مجموعه ژنها در واقع به آن می‌پردازد. ظاهراً در مجموعه ژنهای انسان چیزی بین ۵۰,۰۰۰ تا ۶۰,۰۰۰ ژن نهفته است. قبل از آغاز مطالعات مربوط به طرح مجموعه ژنها، به طور کلی تنها چندصد عدد از این ژنها شناخته شده بودند (ژنها را وقتی می‌توان مشخص کرد که یا در بیش از یک گونه و نوع ظاهر شوند یا اختلالی در آنها روی دهد و بر عملکرد بدن اثر بگذارند). بقیه ژنها کشف نشده باقی ماندند - و پیچیدگیهای مربوطه بسیار دشوار بودند.

دی ان ای که ژنها در میان آن پراکنده اند حاوی حدود ۳ میلیارد حرف شیمیایی است. تنها دو درصد این حروف عملاً پیام ژنها را حمل می‌کنند. برخی از باقی این حروف به ژنها کمک می‌کنند تا به شیوه‌های گوناگون عمل کنند اما بیشتر آنها یا کارکردی ناشناخته دارند یا طفیلی اند.

متأسفانه تکنیک دکتر سنجر تنها در مورد قطعاتی از دی ان ای اعتبار دارد که حاوی ۵۰۰ حرف باشند. بنابراین یافتن راه حل مجموعه ژنها، یعنی شکستن دی ان ای به قطعات ۵۰۰ حرفی، یافتن زنجیره این قطعات، چسباندن آنها به یکدیگر به طور منظم و درست و سپس دنبال کردن تکه‌هایی که عملاً ژنها را تشکیل می‌دهند. این کار تنها شمارش سریع



اعداد نیست. به همین دلیل می‌توان "طرح مجموعه ژنها" را همانند معمای چیدن قطعات درهم ریخته یک تصویر در کنار هم تصور کرد. ابتدا باید قطعات را جمع‌آوری کنید: ۳ میلیارد تقسیم بر ۵۰۰ - یعنی ۶ میلیون. و این ۶ میلیون حداقل تعداد است. هیچ همپوشی‌ای مجاز نیست (و با جور کردن همپوشاست که قطعات در کنار هم قرار می‌گیرند)، و خطاها و دوباره‌کاریها نیز که امری قابل انتظار در تحقیق علمی است در اینجا ناممکن است.

بنابراین اصولاً چگونه می‌توان این کار را انجام داد؟ پاسخ این است که این کار با سود جستن از دو فرصت نجات‌بخش صورت می‌گیرد. اولاً، شیوه‌های متعددی برای درهم شکستن معمای در کنار هم چیدن تصویر به هم ریخته و تبدیل آن به زیر معماهای فرعی وجود دارد. می‌توان قطعات مجزا را در این زیرمعماها به صورت زنجیره درآورد و به طور جداگانه جمع‌آوری کرد - و دوباره زیرمعماها را با هم جور کرد. دومین راه نجات‌بخش این است که تعداد زیادی از افراد می‌توانند بطور همزمان روی معمای تصویر درهم ریخته کار کنند - در واقع هر چه بیشتر، بهتر. این ویژگی عمده، صرف‌نظر از کاربردهای عملی آن است، که طرح "مجموعه ژنهای انسان" را از سایر طرحهای علمی بزرگ متمایز می‌کند. لازم نیست که شما یک شتاب‌دهنده ذرات هسته‌ای یا شاتل فضایی برای انجام این کار بسازید. هرکس که بتواند از عهده تهیه یک زنجیره‌ساز (sequencer)، یک کامپیوتر و اتصال با شبکه اینترنت برآید، می‌تواند وارد بازی شود. به همین دلیل، هر چند این طرح در آزمایشگاههای آمریکا آغاز شد، اکنون یک تلاش جهانی به شمار می‌رود.

در نتیجه، پیشرفت در این زمینه سریع بوده است. هم "نقشه‌های فیزیکی" (زنجیره‌های مرتبط زیر معماها) و هم "نقشه‌های اتصال ژنتیکی" (که ژنها را از نظر ترکیبشان با یکدیگر از یک نسل به نسل دیگر ردیابی می‌کند) در اواخر سال ۱۹۵۵ تکمیل شدند. پیامد آن همانند آمدن شب در پی روز (یا مثل فراهم آمدن هزینه مالی در پی تحقیق) است. اکنون پیش‌بینی می‌شود که کار برای سال ۲۰۰۰ یا مدت کوتاهی پس از آن تکمیل گردد.

بدین ترتیب هم‌اکنون دانشمندان به مرحله‌ای رسیده‌اند که سؤالات را مشخص کرده‌اند، روشی برای پاسخگویی به آنها ابداع نموده و به نتایجی اولیه دست یافته‌اند. این نتایج به هر حال مُشعر بر این است که احتمالاً طرح مزبور آنهایی را که به راه‌حلهای معجزه‌آسای پزشکی امید دارند مأیوس خواهد کرد و ممکن است موجبات اطمینان کسانی را فراهم آورد که از سخت‌بدفراجمی وحشت دارند. خوب یا بد، "طرح مجموعه ژنها"، حداقل

برای مدتی، کمتر از آنچه بیشتر مردم فکر می‌کنند، پیامدهای غم‌انگیزی به همراه خواهد آورد.

### ماز مخفی

هرچند این طرح عمدتاً به این دلیل آغاز شد که برخی زیست‌شناسان نامی، تصور می‌کردند از نظر فنی عملی است، پیشبرد آن بخاطر منافع بالقوه پزشکی صورت گرفت. این منافع مسلماً حاصل خواهد شد، اما نه با سرعتی که سیاستمداران و جامعه باور کرده‌اند، و نه لزوماً به نحوی که انتظار آن می‌رود.

ممکن است انتظار داشته باشیم که "طرح مجموعه ژنها" در شرف درمان اختلالات ژنتیکی است. هر چند صدها بیماری (نظیر تشنج هانتینگتون - Huntington Chorea - و هموفیلی) بی‌شک ناشی از نقایص صرفاً ژنتیکی هستند، موارد هر کدام از آنها نادر است. گزینش طبیعی آنها را محدود و محصور کرده است. بنابراین جهت حتی اگر کشفیات این طرح بتواند همه آنها را ریشه کن کند، کمتر از ۲٪ از بار بیماری‌های موجود در جهان را کاهش خواهد داد.

در بیشتر امراض سهمی که ژنها ایفا می‌کنند مبهم‌تر است. یک ژن معیوب ممکن است علت لازم یک بیماری باشد اما علت کافی آن نباشد. گاهی اوقات ممکن است یک محرک در محیط زیست برای ایجاد بیماری ضرورت داشته باشد (برخی از انواع اسکیزوفرنی در این مقوله قرار می‌گیرند). برخی اوقات ممکن است وجود بیش از یک ژن معیوب لازم باشد تا اثر بیماری ظاهر گردد (بیماری‌های به اصطلاح چند ژنی - Polygenic - مثل سرطان قولون - colon cancer). گاهی اوقات ممکن است اصلاً وجود ژن معیوب لازم نباشد؛ برای مثال برخی انواع سرطان سینه، ژنتیک هستند (دو ژن که کم‌وبیش رشد آن را تضمین می‌کنند جدا شده‌اند)؛ ولی دیگر انواع این بیماری ژنتیک نیستند.

خلاصه، پیوند بین ژنها و بیماری پیچیده‌تر از آن است که بسیاری از مردم در ابتدا فکر می‌کردند. وقتی هیچ رابطه ساده و روشنی بین یک ژن واحد و یک بیماری وجود نداشته باشد، دانشمندان نمی‌توانند از تشخیص ژنتیکی ستی (یعنی دنبال کردن تکه‌های کروموزوم از یک نسل به نسل دیگر برای یافتن کسی که مبتلا به بیماری می‌شود) برای یافتن محل آن بر روی یک کروموزوم استفاده کنند. برای مطالعه این بیماری‌ها تدابیر جدیدی مورد نیاز است. یکی از مهمترین آنها درک این مسئله است که ژنها در کجا فعالند.

برای درک اینکه چه عاملی دخالت دارد، در مورد این طرح نه به عنوان معمای کنار هم چیدن قطعات یک تصویر بلکه بعنوان جمع آوری تمبر فکر کنید. ژن شناسان نه اینکه صرفاً باید به جمع آوری تمبرهای ژنتیک مبادرت ورزند بلکه همچنین باید آنها را در صفحاتی از آلبوم بچسبانند که با مناطق استفاده کننده از آنها مرتبط باشند. این مناطق در عرصه زیست شناسی کشورها نیستند بلکه بافتها هستند. ترفند یافتن اینکه کدام ژنها در کدام بافتها فعالند توسط کریگ ووتر (Craig Venter) ابداع شد. وی در آن زمان در انستیتوی بهداشت ملی آمریکا که با بودجه دولتی فعالیت می کرد، همکاری داشت و اکنون در راکویل مریلند در انستیتوی خصوصی کار می کند. این انستیتو برای تحقیق در زمینه مجموعه ژنهای انسان فعالیت می کند. دکتر ووتر به جای چشم دوختن مستقیم به داخل هسته سلول به پیام رسان آر ان ای که هسته به بیرون می فرستد نگاه کرد. آر ان ای تنها از روی ژنهای فعال کپی برداری می شود و به همین دلیل بررسی آن می تواند درک خوبی را از هدف یک سلول خاص فراهم آورد. دکتر ووتر دی ان ای را از روی آر ان ای کپی کرد و آنگاه بخشهای کوتاهی از آن را به صورت زنجیره در آورد. او به این بخشها نام "برچسبهای زنجیره ای نمایان شده" (expressed sequence tags) داد.

دکتر ووتر با چسباندن برچسبهای خود به کمک یک نوع نرم افزار کامپیوتری کارا، توانست تصویری از آنچه در بافتهای گوناگون می گذرد به دست آورد. او جزئیات عملی حدود ۳۰۰۰ ژن را تعیین کرده و دریافته بود که کدامیک از آنها در سراسر بدن فعال هستند و فعالیت کدامیک منحصر به بافتهای خاصی است. (آنها که فکر می کنند ظرفیت مغز انسانها را موجودات منحصربفردی کرده است خوشحال خواهند شد که توجه کنند مغز تعداد بسیار بزرگی از ژنهای منحصربه فرد را دارا است.)

به هر طریق دکتر ووتر توانست کارهای بیشتری انجام دهد. با داشتن یک زنجیره ژنی در اختیار خود، او توانست معلوم کند پروتئینی که این زنجیره رمز آن است چه شکلی دارد. این امر، به نوبه خود، احتمالاً به تشریح اینکه پروتئین مزبور چه عملکردی دارد، کمک می کند (عملکردهای بسیاری از ژنها و پروتئینها در موجودات زنده مانند موشها و مخمراها که بیش از انسان پذیرای دستکاریهای آزمایشگاهی هستند، معلوم شده است). او گمان می برد که حدود ۴۰٪ از ژنهایی که کشف کرده است برای خانه داری، یعنی انجام کارهایی که برای تداوم کار متابولیسم یک سلول لازم است، مفیدند. حدود ۲۲٪ از ژنها برای کپی گرفتن از دی ان ای به آر ان ای و آر ان ای به پروتئینها عمل می کنند. و حدود ۱۲٪ از ژنهای مزبور

تشکیل دهنده به اصطلاح "مولکولهای علامتی" (signal molecules)، مثل هورمونها، هستند.

### تطهیر در حوضچه ژنی

این نوع دانش از نظر علمی گرانبهاست. این دانش برای شرکتهای دست‌اندرکار بیوتکنولوژی نیز ارزشمند است. صاحبان این شرکتها امیدوارند با استفاده از آن در پزشکی ثروتمند شوند. زیرا این دانش، کانون توجه را از تیمار بیماریهای ژنتیکی به ساختن پروتئین‌های درمانی برای مشکلاتی که ممکن است اصلاً بیماریهای ژنتیکی محسوب نشوند (مثل ساخت پروتئینهایی که سیستم ایمنی بدن انسان را تقویت می‌کند) معطوف می‌کند. تاکنون حدود ۶ پروتئین از پروتئین‌های درمانی وارد بازار شده‌اند. بیش از ۱۰۰۰ ژن دیگر در دفاتر ثبت امتیاز تجاری انتظار می‌کشند و آماده پول درآوردن هستند (کاشفان آنها امیدوارند).

افزایش تعداد شرکتهای علاقه‌مند نشانه محکمی است بر این امر که "طرح مجموعه ژنها" به سایر طرحهای بزرگ علمی تحت کنترل دولتها شباهت ندارد. این طرح در حال گذار از مرحله تحقیق بنیادین به تحقیق کاربردی است. برای مشاهده چگونگی این امر، شرکتی به نام اچ جی اس (Human Genome Science/HGS) را در نظر بگیرید که توسط ویلیام هزلتاین (William Haseltine) اداره می‌شود. او یک بیولوژیست متخصص در زمینه مولکولها بود که در هاروارد کار می‌کرد و اکنون به یک دست‌اندرکار فعالیتهای تجاری تبدیل شده است. شرکت او ابتدا با مشارکت انستیتوی تحقیق در زمینه مجموعه ژنها (The Institute for Genomic Research) آغاز به کار کرد، هر چند این دو سازمان اکنون از هم جدا شده‌اند. این شرکت موفق شده است که فهرست بلندبالایی از ژنها و بافتیهای که ژنهای مزبور در آنها نمایان شده‌اند تهیه کند. این شرکت همچنین دارای مجموعه‌ای از حدود ۹۰ "پروتئین پالایش شده" است، که امیدوار است از نوعی ارزش درمانی برخوردار باشند.

تاکنون شرکت اچ جی اس تولیداتی نداشته است. اما این شرکت و تعدادی از شرکتهای جدید دیگر (بویژه شرکت "اینسایت فارماسوتیکالز" - Incyte Pharmaceuticals - در پالو آلتوی کالیفرنیا) هم اکنون با فروش اطلاعات ژنتیکی به شرکتهای دارویی با سابقه، درآمد دارند.

راه دیگر پول درآوردن از دانش مجموعه ژنها، آزمونهای ژنتیکی است. این امر کنترل

عیوب شناخته شده را در ژنهای شناخته شده آسان می‌سازد. در واقع به مراتب از یافتن راه تیمار بیماری آسان‌تر است. بیشتر بیماریهای ژنتیکی هنوز غیرقابل درمان هستند و ژن درمانی تا به حال یک شکست یأس آور بوده است.

آزمونهای ژنتیکی در مواردی که جراحی زود و سریع مطلوب است (مثل سرطان سینه و قولون) به عنوان نشانه‌های هشداردهنده آسیب‌پذیری بیمار، کاربرد دارند. اما هنگامی که نه دارو و نه بیماری وجود دارد (مثلاً در مورد تشنج هاتینگتون)، بسختی می‌توان گفت این آزمون چه هدفی می‌تواند داشته باشد بجز آنکه در مورد تصمیم‌گیری درباره بچه‌دار شدن اطلاعات لازم را فراهم کند یا احتمالاً به شرکتهای بیمه هشدار دهد که بیمه کردن فرد ریسک بدی به شمار می‌رود. شرکتهای بیمه این اطلاعات را لازم دارند و مشتریان نیز قابل درک است که مایل به دادن این اطلاعات نیستند.

جدل بر سر آزمون ژنتیکی، همراه چیزی است که احتمال دارد (یا احتمال نمی‌رود) از "طرح مجموعه ژنهای انسان" سر برآورد. ترس از هیولاهای مخلوق مهندسی ژنتیک با توجه به تکنولوژی‌ای که حتی نمی‌تواند ژنهای لازم را برای مقابله با یک بیماری مادرزادی ریوی بنام "سیستیک فیبروسیز" (cystic fibrosis) در ریه‌های بیماران قرار دهد، خنده‌دار به نظر می‌رسد. و دستپاچگی برخی از محققان، هنگامی که فکر می‌کنند به ژنی دست یافته‌اند که می‌تواند بر رفتار تأثیر گذارد، به هیچ‌وجه با واقعیت متناسب نیست: بیشتر این ادعاها، وقتی که داده‌های بیشتری گردآوری می‌شوند پس گرفته می‌شوند.

### آیا شما زندانی ژنهایتان هستید؟

تصور رایج و غلطی وجود دارد که ژن‌شناسی همان تقدیر و سرنوشت است. نتایج اولیه "طرح مجموعه ژنها" مشعر بر این است که چنین نیست. اینکه برای هر چیزی ژنی واحد وجود داشته باشد امری بشدت نادر به نظر می‌رسد. این امر حتی در مورد بیشتر بیماریها صدق نمی‌کند، چه رسد به اشکال پیچیده رفتار مثل پرخاشگری و جنسیت. این رفتارها در توده‌ای از ژنها که بر بسیاری چیزها همزمان تأثیر می‌گذارند ریشه دارند. مدتی وقت می‌خواهد تا کسی بتواند بخشی از این توده ژنی را محصور و منزوی کند. امکان دارد که این امر هیچگاه میسر نشود زیرا طبیعت موجودات زنده این است که خود واجد هویتی فراتر از مجموع قسمتهای متشکله‌اشان هستند. به هر حال آنچه می‌توان یقین داشت این است که هر چند این طرح همه چیز را درباره خود ما به ما نمی‌گوید، ولی به میزان زیاد و عظیمی دانش ما

را افزایش می دهد. مقداری از این دانش، دانشی مغتنم است (باکتری‌هایی که مهندسی ژنتیک بر روی آنها صورت گرفته است و زمانی مایه وحشت مخالفان بیوتکنولوژی بود، امروز ابزاری عادی و روزمره در کارخانه‌ها و آزمایشگاه‌های سراسر جهان است). البته بخشی از این دانش مطلوب نیست. اما هنگامی که مورد آزمایش و آزمون قرار گرفت، به عنوان واقعیت در نظر گرفته می شود و در شیوه تفکر افراد در مورد خودشان اثر می گذارد. شناختن خود همیشه فرایند راحتی نیست، اما از غفلت بهتر است.

پی نوشت

< ۵۷ >

- 1- "The genetic illusion" in *The Economist*, september, 14th 1996. pp.13-14
- 2- "How genes work" in *The Economist*, september 14th, 1996. p.22
- 3- "The Human Genome" in *The Economist*, september 14 th, 1996.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

# نامه فلسفه

## را مشترک شوید

فصلنامه علمی - تخصصی نامه فلسفه اختصاص دارد به تحقیقات، تألیفات و نوشته‌های مربوط به فلسفه - اعم از فلسفه ایران، فلسفه اسلام و فلسفه غرب.

علاقه‌مندان حکمت و علم و فرهنگ می‌توانند برای سفارش سالانه نامه فلسفه بهای اشتراک را برای شماره اول ۱۵۰۰۰ ریال و برای شماره‌های بعدی برای هر شماره ۹۵۰۰ ریال به حساب جاری ۱۶۸۷۰/۸۰ بانک سپه، تهران: خیابان ولی عصر، شعبه فرخی به نام دفتر پژوهشهای فرهنگی واریز کنند و اصل برگه را همراه با فرم تکمیل شده زیر به نشانی:

تهران، خیابان ایرانشهر شمالی، نبش کوچه یگانه، شماره ۲۱۵، صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۴۶۹۱ ارسال کنند. (هزینه پست بر عهده دفتر پژوهشهای فرهنگی است).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

رتال جامع علوم انسانی

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

نام:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

نام خانوادگی:

نشانی:

دورنویس:

تلفن:

کد پستی:



پڙو، شڪاھ علوم انسانی و مطالعات فریبگی  
پر تال جامع علوم انسانی