

در آینده‌ای نزدیک، مطالعات میان‌رشته‌ای نه یک انتخاب که یک اجبار خواهد بود.

SAYLAV

در مطالعات میان‌رشته‌ای، دانش دو یا چند رشته‌ی علمی برای شناخت و حل مسائل مهم و چندوجهی باهم تلفیق می‌شوند. در بسیاری از موارد، شناخت یک پدیده مهم از ظرفیت یک رشته بخصوص علمی و یا حتی در برخی موارد از حوزه علم خارج است و اینجاست که مطالعات میان‌رشته‌ای با عبور از مرزهای سنتی دانش، امکان درک این پدیده‌ها را فراهم می‌سازد. مطالعات میان‌رشته‌ای، سیطره وسیعی از رشته‌هایی چون علوم شناختی، روان‌شناسی تکاملی، آینده‌پژوهی و... گرفته تا تلفیق کلی‌تر حوزه‌هایی چون علم، فلسفه و هنر را در برمی‌گیرد.

نشر سایلاو، به عنوان نخستین ناشر تخصصی مطالعات میان‌رشته‌ای در کشور، آثار مرتبط با این مجموعه را در قالب چند کتابخانه منتشر می‌کند: جهان مغز، انسان و جهان، فیزیک و فلسفه، فرگشت و آینده‌پژوهی و...

**اگر رمزگشایی از داروین را دوست داشتید، کتاب‌های دیگر مجموعه
مطالعات میان‌رشته‌ای در رابطه با فرگشت را نیز بخوانید...**

SAYLAV

- ادعایی علیه واقعیت: چرا تکامل حقیقت را از نگاه ما پنهان کرد / دونالد هافمن
- آخرین آغوش ماما: هیجان‌ات حیوانات و آنچه درباره ما آشکار می‌سازند / فرانس دو وال
- اخلاق و مغز مشاور: علم اعصاب درباره اخلاق چه می‌گوید / پاتریشیا چرچلند
- مغز سخن‌چین: جست‌وجوی یک عصب‌شناس برای آنچه ما را انسان می‌سازد / رامانچاندرا
- از داروین تا هیتلر: اخلاق تکاملی، داروینیسم اجتماعی و اصلاح نژادی در آلمان / ریچارد ویکارت





| | | |
|-----|------------|---------------------------------|
| ۷ | مقدمه | ورود به عصر ژنتیک |
| | بخش اول | |
| ۱۹ | | نقطه تلاقی داروین و مندل |
| | بخش دوم | |
| ۵۳ | | صعود از نردبان پیچیدگی |
| | بخش سوم | |
| ۶۹ | | رمزگشایی هویت |
| | بخش چهارم | |
| ۹۱ | | پایان رابطه جنسی |
| | بخش پنجم | |
| ۱۱۵ | | اخگر الهی و خاکستر شیطان |
| | بخش ششم | |
| ۱۳۷ | | بازآفرینی جهان زنده |
| | بخش هفتم | |
| ۱۵۹ | | ربودن جاودانگی از خدایان |
| | بخش هشتم | |
| ۱۹۷ | | اخلاق‌شناسی مهندسی ژنتیکی انسان |
| | بخش نهم | |
| ۲۲۵ | | در میان انبوه انسان‌ها |
| | بخش دهم | |
| ۲۵۹ | | مسابقه تسلیحاتی نژاد انسان |
| | بخش یازدهم | |
| ۲۹۱ | | آینده بشریت |

« کتاب مذکور، پیشرفت‌های مهندسی ژنتیک را در آینده‌ای نزدیک با اتکا به فرایندهای تکاملی زیست‌شناختی تشریح می‌کند. رویکرد نویسنده در این کتاب، رویکردی طبیعت‌گرایانه به مقوله آینده بشریت بوده و برپایه شکل‌گیری مسیر تکاملی آینده بشر به دست خود به رشته تحریر درآمده. صدالبته مواردی چون افزایش ضریب هوشی انسان‌ها و حتی ظهور ابرانسان‌ها در چندصدسال آینده با اتکا به مهندسی ژنتیک دور از ذهن نیست، اما انتظار تکامل همه ساختارهای بیولوژیکی به دست انسان، ادعایی دور از انتظار به شمار می‌آید (با توجه به پیچیدگی و تقلیل‌ناپذیری برخی ساختارهای زیستی). هم‌چنین رویکرد نویسنده در این کتاب، نگرانی‌های اخلاقی بسیاری را با خود به همراه دارد که اغلب آن‌ها هم‌چنان بی‌پاسخ می‌مانند. »

ورود به عصر ژنتیک

منشی جوان پرسید: «دلیل مراجعه تان چیست؟»

اولین بار بود که به کرایوبانک نیویورک می‌رفتم و کمی هم معذب بودم. شانه‌ای بالا انداخته و گفتم: «فقط فکر می‌کنم کار درستی است و همه باید انجام بدهند. در سرتاسر دنیا درباره آینده تولیدمثل بشر سخنرانی می‌کنم و به هر کسی که گوش شنوا داشته باشد توصیه می‌کنم اگر می‌خواهد بچه‌دار شود باید در دهه بیست سالگی عمر، تخمک یا اسپرم‌شان را منجمد کند. فقط خودم کمی دیر آمدم.» حدود بیست سال دیر؟ ابرویی بالا انداخت و گفت: «متوجه نشدم. آیا شما اهداکننده هستید؟»

«خیر.»

«دوره شیمی‌درمانی یا درمان پزشکی دیگری دارید که به اسپرم‌هایتان صدمه

می‌زند؟»

«خیر.»

«آیا در ارتش هستید و در حال اعزام؟»

«خیر.»

بعد از یک مکث ناجور نتیجه گرفت که: «تنها ردیف باقی مانده در فرم من سایر

موارد است. همین را علامت بزنم؟»

دچار تردید شدم، اما نمی‌خواستم سراغ گزینه‌هایی بروم که در ذهنم داشتم.

شاید روزی بخوام بچه‌دار شوم، پس چه بهتر که حالا اسپرم‌های جوان‌ترم را ذخیره



کنم. شاید وقتی انسان در دیگر کرات منظومه شمسی ساکن شد، بخواهم اسپرم را برای ارسال به فضا اهدا کنم. شاید، آن طور که من باور دارم، گونه ما به سمت یک آینده اصلاح شده ژنتیکی می رود که در آن نطفه فرزندانمان به جای تختخواب، در آزمایشگاه‌ها بسته می شود. این شاید هر چه که بودند، شروع در همین لحظه قدم اول بود.

منشی پرسید: «خُب؟»

مضطرب لبخندی زدم، ذهنم در حال بررسی لحظه شگفت‌انگیز تاریخ تکاملی بشر بود که در آن فناوری‌های نوین انقلابی و بیولوژی فردی خود من درست در این مطب ضد عفونی شده در مرکز منتهن به هم می رسیدند.

هرچقدر هم که دانشمندان و حکیمان الهی جروبحث کنند که اولین جرقه حیات روی سیاره ما از دل منافذ حرارتی کف اقیانوس بیرون آمده یا مخلوق قدرت الهی (یا هر دو) است، بیشتر کسانی که به علم باور دارند می دانند که حدود ۳٫۸ میلیارد سال قبل اولین ارگانیسم‌های تک سلولی تکوین یافتند. اگر این میکروارگانیسم‌ها راهی برای تولیدمثل پیدا نمی کردند بعد از یک نسل می مردند. اما حیات به یک شگرد دست پیدا کرد و میکروب‌هایی که شروع به تقسیم کردند اولین ارگانیسم‌هایی بودند که توانستند دودمان میکروبی کوچک خود را ادامه دهند. اگر هر عضو تقسیم می این سلول‌های آغازین عین رونوشت والد بودند، جهان امروز ما فقط در اشغال همین موجودات تک سلولی بود و شما الان این کتاب را نمی خواندید. اما چنین نشد. تاریخ گونه ما ماجرای خطاهای کوچک و تغییراتی است که همواره سروکله‌شان در فرایند تولیدمثل پیدا می شود.

بعد از گذشت یک میلیارد سال از روی این دگرگونی‌های جزئی، تعداد بی شماری از الگوهای اندکی متفاوت ایجاد شده و یک یا چند نمونه از آن‌ها به ارگانیسم‌های ساده و چند سلولی تغییر شکل دادند. هر چند متفاوت از معیارهای امروزی، اما این ارگانیسم‌ها از پتانسیل افزودن تفاوت‌های بیشتر در تولیدمثل برخوردار بودند. بعضی از این دگرگونی‌ها در یک نوع خاص از ارگانیسم با یک برتری جزئی در یافتن غذا یا دفع دشمن همراه بودند و این یعنی، فرصت زنده ماندن و جهش بیشتر. بعد از دو و نیم میلیارد سال، این جهش و رقابت که محرک حیات بود با پیدایش تولیدمثل جنسی

خیز معجزه‌آسایی برداشت.

تولید مثل جنسی یک شیوه نو و رادیکال در ایجاد تنوع به ارمغان آورد که در طی آن اطلاعات ژنتیکی مادران و پدران به اشکال نوین در هم ترکیب می‌شدند.^(۱) این فرایند شگفت‌انگیز به بعضی از این ارگانیسم‌های ساده چنان نیرویی داد که، در حدود ۵۴۰ میلیون سال قبل، به طرز غیرقابل‌کنترلی به سوی تنوع حیاتی باورنکردنی جهش یافتند، که ماهی یکی از آنهاست. حدود ۲۰۰ میلیون سال قبل، بعضی از انواع ماهی‌ها از آب بیرون خزیده و به شکل پستانداران تکامل یافتند. در حدود ۳۰۰,۰۰۰ سال قبل، بعضی از این پستانداران به هوموساپین‌ها، یعنی ما، تغییر شکل دادند.

خلاصه تاریخ تکاملی ما از این قرار است. تک‌تک ما یک ارگانیسم تک‌سلولی هستیم که بعد از حدود چهار میلیارد سال جهش تصادفی به اینجا رسیده‌ایم، که اجدادمان در یک نبرد بی‌پایان برای بقا پیوسته رقبای خود را از میدان به‌در کرده‌اند. شما الان اینجا هستید چون نیاکانتان زنده مانده و تولید مثل کردند، که اگر نکرده بودند، شما هم نبودید. نام کوتاه این فرایند تکامل داروینی است که ما را به این نقطه رسانده. اما امروز، همین اصول تکامل داروینی هم دستخوش جهش شده‌اند. از اینجا به بعد، بخش اعظم جهش ما تصادفی نخواهد بود، بلکه حاصل دست خودمان است.

از اینجا به بعد، انتخاب ما طبیعی^۱ نخواهد بود، بلکه خودخواسته است. از اینجا به بعد، گونه ما با دست‌کاری ژنتیکی پس‌آیندگان به شکل چیزی متفاوت از مای امروزی مهار فعال فرایند تکاملی‌مان را به دست خواهد گرفت. به عبارت دیگر، در حال آغاز فرایند هک کردن داروین هستیم.

هک کردن داروین یک ایده شگفت‌انگیز با تبعات سرنوشت‌ساز است. صورت فعلی گونه هوموساپین هرگز نقطه پایانی تکامل نبوده، بلکه در این سفر پیوسته تکاملی یک توقفگاه محسوب می‌شود. در آینده نزدیک، با کمک تکنولوژی، و اگر خدا بخواهد تحت رهنمون ارزش‌هایمان، این فرایند را به‌طور بی‌سابقه‌ای پیش

۱. اشاره به فرایند انتخاب طبیعی که طی چندین نسل احتمال زنده ماندن و زادوولد یک ارگانیسم را افزایش می‌دهد. م



می‌رانیم.

اگر یک هزار سال در زمان به عقب برگشته، یک نوزاد را بدزدیم و او را به دنیای امروز بیاوریم، بدون هیچ تفاوتی با دیگران تا بزرگسالی رشد می‌کند. اما اگر سوار ماشین زمان شده و برای همان کار یک هزار سال به آینده برویم، کودکی که با خودمان می‌آوریم به لحاظ استانداردهای فعلی یک ابرنسان ژنتیکی خواهد بود. او قوی‌تر و باهوش‌تر از بقیه کودکان و در مقابل بسیاری از بیماری‌ها مقاوم خواهد بود، عمر طولانی‌تر داشته و صفات ژنتیکش طوری خواهد بود که امروزه به انسان‌های ازما بهتران نسبت می‌دهیم، مانند برخی اشکال نبوغ انسانی یا ادراک‌های حسی قوی در حیوانات. حتی شاید این کودک دارای صفات ژنتیکی تازه‌ای باشد که هنوز در انسان یا حیوان ناشناخته است، اما حاصل همان واحدهای ساختاری بیولوژیکی باشد که منجر به تنوع گسترده در تمام حیات شده.

منشی رشته کوتاه خیالاتم را پاره کرد و پرسید: «آیا با ردیف سایر موارد موافق هستید؟»

نفس عمیقی کشیدم و گفتم: «ظاهراً بهترین گزینه است.»
گویا از گیجی من عصبانی بود و زیر لب غرولندی کرد و گفت: «و برای چه مدتی مایل هستید که ذخیره شود؟»

«چطور است با صدسال شروع کنم؟ ببینیم چه پیش می‌آید.»
با بدگمانی نگاهم کرد: «متأسفم آقا، اما برنامه‌های ذخیره‌سازی مان برای یک، سه و پنج سال هستند.»

رنگ رخساره خیرداد از سردرون: «خیلی کوتاه‌تر از چیزی است که می‌خواستم.»
«هر وقت بخواهید می‌توانید تمدید کنید.»
شانه‌ای بالا انداخته و گفتم: «چند بار باید تمدید کنم؟ از کجا بدانم هر وقت بخواهم شما هستید؟»

«نگران نباشید. هستیم. تازه اینجا را بازسازی کردیم.»
آب دهانم را قورت دادم. معلوم بود که تصور متفاوتی از آینده تولیدمثل داشتیم.
منشی که یک تخته شاسی به طرفم دراز کرده بود اضافه کرد: «لطفاً بنشینید و این فرم‌ها را پر کنید. وقتی پزشک آماده بود صدایتان می‌کنم.»

درحالی که مضطرب روی صندلی فرمز پلاستیکی سفت در اتاق انتظار یکدست سفید و بی‌پیرایه می‌نشستم، فرم‌ها را پر کرده و در این فکر بودم که چه شد سراز اینجا درآوردم. یاد مجموعه عجیبی از اتفاقات افتادم که فناوری‌های ژنتیک را وسواس‌گونه به ذهنم انداخته بود، و این‌که این فناوری‌ها داشت مسیر تکاملی تک‌تک اعضای گونه ما، از جمله خود من، را تغییر می‌داد.

همه چیز از زمانی شروع شد که در دور دوم دولت کلینتون در شورای امنیت ملی کاخ سفید مشغول به کار شدم. ریچارد کلارک، که آن زمان رئیس من بود و حالا دوست صمیمی‌ام است، به هر کسی که می‌رسید می‌گفت تروریسم تهدید اصلی برای امنیت ایالات متحده است و این‌که این کشور باید با شدت عمل بیشتری به دنبال یافتن یک تروریست مخفی به نام اسامه بن‌لادن باشد. زمانی که در یازده سپتامبر هواپیماها به برج‌های دوقلو اصابت کردند، یادداشت پیش‌گویانه او درباره القاعده بی‌توجه در صندوق ورودی پزیدنت بوش مانده بود.

ریچارد همیشه می‌گفت که اگر همه در واشنگتن فقط روی یک چیز متمرکز شدند، مطمئن باش که یک موضوع خیلی مهم‌تر از قلم افتاده است. این حرف در گوشم ماند. بعد از آن‌که از کاخ سفید بیرون آمدم همچنان به این فکر می‌کردم که چه مسائل مهم و ناشناخته‌ای وجود داشتند. ذهنم پی انقلاب نوظهوری رفت که در علم ژنتیک و بیوتکنولوژی در حال وقوع بود. هر چه درباره بعضی از باهوش‌ترین دانشمندان و متفکران جهان به دستم می‌آمد می‌خواندم تا بیشتر بدانم. وقتی احساس کردم آن قدر می‌دانم که حرفی برای گفتن داشته باشم، نگارش مقالات درباره پیامدهای امنیت ملی انقلاب ژنتیک در مجلات سیاست خارجی را شروع کردم.

یک روز در اوایل سال ۲۰۰۸، ناگافل یک تماس تلفنی از یک نماینده کنگره زیرک و خیره‌سربه نام برد شِرمَن از کالیفرنیا داشتم. نماینده شِرمَن، که آن زمان رئیس کمیسیون فرعی تروریسم، منع گسترش جنگ افزارهای هسته‌ای و بازرگانی کمیته مجلس در امور خارجه بود، به من گفت که به نسل بعدی تهدیدات تروریسم خیلی فکر کرده است. یکی از مقالاتم را خوانده و از آن لذت برده بود و به من گفت که می‌خواهد بر اساس آنچه نوشته‌ام یک جلسه رسیدگی در کنگره برگزار کند. باعث

افتخارم بود که از من خواست در برگزاری این رویداد همکاری و حضار احتمالی را معرفی کنم و شاهد اصلی جلسه استماع او در ژوئن ۲۰۰۸ با عنوان «ژنتیک و سایر فناوری‌های اصلاح بشری» باشم.^(۲)

در شهادتم در آن جلسه مؤکداً اعلام کردم: «دویست سال بعد، وقتی اعقاب ما به عصر امروزمان نگاه کرده و از خود بپرسند بزرگ‌ترین چالش‌های سیاست خارجی زمان ما چه بود، به باور من تروریسم، هرچند بسیار مهم است، اما در صدر این فهرست نخواهد بود. من امروز برای شهادت در پیشگاه شما حاضر شدم چون معتقدم مهم‌ترین موضوع این است که ما به‌عنوان یک آمریکایی و عضوی از جامعه بین‌الملل چگونه از توانمندی‌های نوین‌مان در راستای پیش‌برد و دست‌کاری ساختار ژنتیکی‌مان عمل خواهیم کرد.»

توجهی که معطوف به این شهادت در کنگره شد به من اطمینان داد که در مسیر کاری مهمی قرار دارم، که باید هرچه بیشتر در این موضوع بی‌نهایت جذاب و به‌سرعت در حال تحول شیرجه‌بزنم و این‌که رسالتی دارم که ارزش در میان گذاشتن را دارد.

همچنان در مجلات سیاست‌گذاری می‌نوشتم و کم‌کم سخنرانی دربارهٔ آینده مهندسی ژنتیک انسانی در سرتاسر کشور و دنیا را شروع کردم. هرچه بیشتر یاد می‌گرفتم و درگیر موضوع می‌شدم، بیشتر مجاب می‌شدم که ما، به‌عنوان یک جامعه، در راستای کسب آمادگی برای انقلاب ژنتیکی آتی دست به هیچ اقدامی نزده‌ایم، اما نگران بودم که این رسالتم به گوش همگان نرسد. به‌مرور زمان، متوجه شدم که برای بیان مؤثر این پیام باید شیوه متفاوتی در پیش بگیرم. اگر سخنرانی‌هایم دربارهٔ سیاست‌گذاری ژنتیک موفق نبودند باید سراغ همان ابزاری می‌رفتم که قبلاً استفاده کرده بودم.

بعد از چاپ اولین کتابم، که تاریخ مهم اما عمدتاً نخوانندهٔ نسل‌کشی در کامبوج با هزاران پانویس بود، فهمیدم که بهترین رسانه برای بازگویی این ماجرا یک کتاب قطور تاریخی نیست، بلکه یک داستان است. داستان‌سرایی کاری است که همیشه انجام داده‌ایم. حکایت‌هایی که در غارها و دور آتش نقل می‌شدند امروزه به شکل رمان، فیلم سینمایی و زنجیره تلویزیونی درآمده‌اند. کتاب دومم و اولین

رمانم به نام «اعماق دریا»^۱، درباره تراژدی تاریخ کامبوج بود، اما این بار به زبان یک مجموعه روایت متقاطع از مردمانی که پس از جنگ ویتنام به طرف مرزهای تایلند- کامبوج کشیده شده بودند. کتاب اول روایت دقیق تری از تحولات کامبوج بود، اما رمان بسیار فهمیدنی تر از آب درآمد.

این چنین بود که چند سال بعد از مواجهه با تردیدم در تلاش برای طرح موضوعات مهم انقلاب ژنتیکی جدای از نوشته‌ها و سخنرانی‌های مستند، سراغ همان استراتژی قدیمی رفتم. در رمان‌های علمی‌ام «رمز پیدایش»^۲ که درباره تبعات انقلاب ژنتیکی و «سونات جاودانی»^۳، که یک گمانه‌زنی درباره افزایش طول عمر بود، سعی داشتم بدانم فناوری‌های ژنتیکی انقلابی در سطح بشری برای ما چه معنایی دارند. سعی کردم مردم را طوری جذب آینده ژنتیکی خودمان کنم که قابل هضم‌تر باشد.

با این همه، در برنامه‌های معرفی کتابم اتفاق غیرمنتظره‌ای روی داد. مردم درباره نیروهای شبه‌نظامی روز رستاخیز، جاسوس‌های آب‌زیرکاه، ماجراهای عاشقانه و انفجار نارنجک‌ها که از خودم درآورده بودم که به دنیای علمی کتابم حان بدهم، کمی هیجان زده شده بودند. اما وقتی علم واقعی ژنتیک و معنای آن برای انسان‌ها را توضیح دادم خیلی تعجب کردند. ظاهراً وقتی با زبان روایت‌گونه یک رمان‌نویس علم را به آن‌ها توضیح دادم، یک مرتبه فهمیدند که تکه‌های اطلاعات علمی که در طول روز با آن مواجه می‌شوند در داستان آینده‌مان کنار هم جفت می‌شوند. به خودم آمدم و دیدم کمتر درباره وجه داستانی و بیشتر درباره فناوری واقعی‌ای صحبت می‌کنم که قادر به تحول بنیادین گونه انسانی است.

گفتگوهای پرشوری که در برنامه‌های معرفی کتابم با مردم داشتم الهام‌بخش من شد تا پرسش‌های جدی تری درباره آینده مهندسی ژنتیک انسان و رابطه شخصی خودم با آن مطرح کنم.

به اواسط چهل سالگی رسیدم و فرزندی نداشتم، هرچند همیشه فکر می‌کردم

1. The Depths of the Sea
2. Genesis Code
3. Eternal Sonata

بالاخره روزی بچه دار خواهم شد، که یک دلیل آن باور دیرینه و نه چندان منطقی ام به علم، زندگی سالم و خوش بینی ام به مقابله با یغمای زمان و قساوت بیولوژی بود. من تا مغز استخوان به فناوری خوش بین هستم، اما زمانی که برای نگارش رمان درباره جهان مان خیال پردازی می کردم به خودم آمدم و دیدم که نمی دانم آیا واقعاً آن طور که ادعا می کنم به جادوی فناوری باور دارم یا نه.

آیا واقعاً باور داشتیم که دانش اندوخته علم صدوپنجاه ساله ژنتیک آن قدر کافی هست که میلیاردها سال بیولوژی تکاملی مان را دستخوش تغییر کند؟ آیا حاضرم شرط ببندم که دست کاری های ژنتیکی که کودک من را سالم تر، باهوش تر و قوی تر می کنند، او را خوشبخت هم خواهند کرد؟ آیا، به عنوان دانشجوی تاریخ، حتم نداشتم که انسان های پیشرفته به لحاظ ژنتیکی، درست مانند قدرت های استعماری، از قابلیت های جدید خود برای غلبه بر دیگران استفاده می کنند؟ و آیا، به عنوان فرزند یک پناهنده از اروپای تحت سلطه نازی، حاضر بودم این باور را بپذیرم که والدین می توانند و باید بر اساس تئوری های ژنتیکی هنوز ناشناخته فرزندان آتی خود را گلچین و مهندسی کنند؟

فارغ از پاسخ هایم، یک چیز مسلم بود: بعد از حدود چهار میلیارد سال تکامل به واسطه یک مجموعه قواعد، گونه ما در آستانه تکامل تازه ای قرار دارد.

ژول ورن، رمان نویس فرانسوی، در رمان «سفر به کره ماه»^۱ خود در سال ۱۸۶۵ داستان سه انسان را می گوید که با موشک پرتابه قدم به کره ماه گذاشته و دوباره به زمین برمی گردند. در سال ۱۸۶۵ این ماجرا یک داستان علمی تخیلی محض بود. از فناوری ای که در نهایت یک قرن بعد انسان را به کره ماه می رساند خبری نبود. تصور فرود به سطح ماه در آن سال شبیه تصور فرود انسان روی یک منظومه دیگر در دنیای امروز است. شاید روزی شدنی شود اما حتی نمی دانیم چطور. علم هنوز به آنجا نرسیده است.

یک قرن بعد، در سال ۱۹۶۲، پرزیدنت جان اف. کندی در شهر هوستون پشت تریبون رفت تا با اعلام اعزام یک آمریکایی به کره ماه تا پایان آن دهه سخنرانی معروفش را رقم بزند. در اوج جنگ سرد، خیال پرزیدنت کندی راحت بود که

1. From the Earth to the Moon

اعتبار ایالات متحده را به خطر نمی‌اندازد، چون در سال ۱۹۶۲ فناوری لازم برای فرود موفقیت‌آمیز به سطح ماه - از جمله موشک، گرماسپر، سیستم‌های پشتیبانی حیات و کامپیوترهایی که محاسبات پیچیده ریاضیاتی را انجام دهند - از قبل وجود داشت. استدلال او برپایه فناوری موجود بود و فقط باید کمی اصلاح می‌شد. همه چیز سر جایش بود، تحقق این رؤیا حتمی بود، فقط مسئله زمان مطرح بود. هفت سال بعد، نیل آرمسترانگ با شعار «یک قدم کوچک برای انسان، یک جهش بزرگ برای بشریت» از پله‌های سفینه آپولو ۱۱ پایین آمد.

امروز، انقلاب ژنتیکی معادل سال ۱۸۶۵ نیست، بلکه هم‌پای سال ۱۹۶۲ است. صحبت درباره بازآفرینی گونه ما یک داستان تخیلی بی‌باکانه نیست، بلکه تداوم منطقی و کوتاه‌مدت فناوری‌های به سرعت روبه‌رشدی است که همین حالا هم وجود دارند. حالا همه ابزارهای لازم برای دست‌کاری ساختار ژنتیکی گونه خود را در اختیار داریم. علم پابرجاست. تحقق این رؤیا اجتناب‌ناپذیر است. تنها متغیرهای مطرح عبارت‌اند از این‌که آیا موفقیت نهایی این فرایند ظرف چند دهه و اندی روی خواهد داد یا نه و این‌که برای راهبرد تحول فناوری چه ارزش‌هایی در پیش خواهیم گرفت.

همه از قانون مور^۱ خبر ندارند، قانونی که می‌گوید قدرت پردازش کامپیوتری هر دو سال یک‌بار دوبرابر می‌شود، اما همه‌مان پیامدهای آن را پذیرفته‌ایم. به همین خاطر است که توقع داریم مدل‌های جدید آیفون و لپ‌تاپ سبک‌تر و کارآمدتر باشند. با این حساب، روشن است که برای درک کل بیولوژی، از جمله زیست انسان، قانون مور یک معادل دارد.

کم‌کم به این واقعیت پی می‌بریم که بیولوژی ما قاعده دیگری از فناوری اطلاعات است. می‌دانیم که وراثت جادو نیست، بلکه یک رمز است که بیش از پیش قابل فهم، خواندنی، نوشتنی و نفوذپذیر می‌شود. به همین خاطر، دیری نمی‌گذرد که از خودمان همان توقعاتی را خواهیم داشت که از دیگر فناوری‌های اطلاعات داریم. ما پیوسته و از جنبه‌های مختلف خود را یک فناوری اطلاعات (IT) می‌بینیم. این تصور، بسیاری را به وحشت می‌اندازد و کاملاً هم طبیعی است. از این

1. Moore law

گذشته، به خاطر احتمالات شگفت‌انگیز و دلگرم‌کننده‌اش ما را به هیجان می‌آورد. فارغ از احساساتمان، آینده ژنتیک زودتر از آنچه فکرش را بکنیم و متکی بر فناوری‌های امروز از راه خواهد رسید.

برای شروع، از فناوری‌های موجود برای لقاح مصنوعی (IVF)¹ و گزینش آگاهانه جنین نه فقط برای حذف ساده‌ترین بیماری‌های ژنتیکی و انتخاب جنسیت، آن‌طور که این روزها باب است، بلکه برای گزینش و سپس دست‌کاری گسترده ژنتیک فرزندان آتی مان استفاده می‌کنیم.

فاز دوم و همپوشان انقلاب ژنتیک انسانی یک گام فراتر رفته و با القای تعداد زیادی از سلول‌های بالغ مانند سلول‌های خونی یا پوستی در سلول‌های بنیادی، تبدیل آن سلول‌های بنیادی به سلول‌های تخمک و سپس تبدیل آن سلول‌های تخمک به تخمک‌های واقعی، تعداد تخمک‌های موجود برای لقاح مصنوعی را افزایش خواهد داد.

اگر روزی این فرایند برای انسان بی‌خطر شود، زنانی که تحت لقاح مصنوعی قرار دارند، می‌توانند نه فقط ده یا پانزده تخمک، بلکه صدها تخمک خود را برای باروری بدهند. با این شرایط، والدین آتی می‌توانند تست غربالگری صدها تخمک را بررسی کنند، که فرایند گزینش جنین با کمک آنالیز کلان‌داده را تسهیل می‌کند.

به علاوه، شاید بسیاری از والدین نه فقط قصد گزینش ژنتیکی کودکان آتی‌شان، بلکه دست‌کاری ژنتیکی آن‌ها را داشته باشند. سال‌هاست که فناوری‌های اصلاح ژن به میدان آمده‌اند، اما پیشرفت اخیر در ابزارهای نوین مانند CRISPR-Cas9 اصلاح ژن در همه گونه‌ها، از جمله خودمان را با دقت، سرعت، انعطاف‌پذیری و قیمت به صرفه امکان‌پذیر ساخته است. با وجود کریسپر و ابزارهای مانند آن، بالاخره می‌توان به صورت علمی با افزودن دی‌ان‌ای دیگر انسان‌ها، حیوانات، یا حتی روزی از منابع مصنوعی، صفات ژنتیکی و قابلیت‌های تازه‌ای به جنین داد.

زمانی که والدین بدانند که می‌توانند از لقاح مصنوعی و گزینش جنین ریسک بسیاری از بیماری‌های ژنتیکی را حذف کرده و صفات ژنتیکی مثبتی مانند هوش بالاتر و حتی برون‌گرایی و همدلی بیشتر را انتخاب کنند، تعداد بسیار زیادی از

1. In vitro fertilization

آن‌ها خواستار بارداری بیرون از رحم خواهند بود. بسیاری آبستنی جنسی را یک ریسک پرخطر و غیرضروری خواهند دانست. دولت‌ها و شرکت‌های بیمه خواستار آن خواهند بود که والدین آتی از لقاح مصنوعی و گزینش جنین استفاده کنند تا هزینه‌های مادام‌العمر بابت درمان بیماری‌های ژنتیکی اجتناب‌پذیر و گزاف برطرف شوند.

فارغ از ترکیب فاکتورهای شتاب‌دهنده و پیشگامان، نمی‌توان باور کرد که گونه‌ها از پیشرفت در فناوری‌هایی چشم‌پوشد که از پتانسیل ریشه‌کنی بیماری‌های مهلک، بهبود سلامت و افزایش طول عمر برخوردارند. ما بر هر فناوری نوین - از مواد منفجره تا انرژی هسته‌ای و استروئیدهای آنابولیک تا جراحی پلاستیک - که با وجود ابعاد منفی احتمالی، متضمن بهبود زندگی مان هستند احاطه داریم و ژنتیک نیز از این قاعده مستثنا نیست. تصور دست‌کاری جدی در سلول‌های ژنتیکی نیازمند فروتنی است، اما اگر فروتنی، و نه سودای غرور، اصل راهنمای ما باشد، گونه‌ها متفاوتی از آب در خواهیم آمد.

ما خواستار آن هستیم که با استفاده از این ابزارها بیماری‌های ژنتیکی را در آینده نزدیک ریشه‌کن کنیم، دیگر ظرفیت‌های انسانی را در میان مدت دست‌کاری و تقویت کنیم و شاید در بلندمدت خودمان را برای زندگی روی یک زمین گرم‌تر، در فضا یا دیگر سیارات آماده کنیم. شاید با گذشت زمان، تسلط بر ابزارهای دست‌کاری ژنتیکی خودمان بزرگ‌ترین ابتکار در تاریخ گونه‌ها تلقی شود؛ کلید قفل یک پتانسیل باورنکردنی و از بسیاری جهات، یک آینده کاملاً نو.

اما هیچ‌کدام از این دستاوردها وحشت ما را کم نمی‌کنند.

اگر ما گونه‌ای با مرام فکری یک شکل بودیم، این تحول چندان دشوار نبود. اما در دنیایی که تفاوت اندیشه و باور چنان گسترده و سطح پیشرفت چنان نابرابر است، دست‌کم اگر محتاط نباشیم فاجعه بار خواهد بود.

باید برخی از بنیادی‌ترین پرسش‌ها را مطرح کرده و به آن‌ها پاسخ دهیم. آیا قرار است از این فناوری‌های پر قدرت برای گسترش بشریت استفاده کنیم یا محدود کردن آن؟ آیا منافع این علم فقط منحصر به معدودی از انسان‌ها خواهد بود یا قرار است از این پیشرفت‌ها برای کاهش مصیبت، احترام به تنوع و ارتقای سلامت



جهانی و رفاه همگان بهره ببریم؟ چه کسی از حق تصمیم‌گیری‌های فردی یا جمعی اثرگذار بر کل خزانه ژنی^۱ انسانی برخوردار است؟ و برای اتخاذ بهترین تصمیمات جمعی درباره مسیر تکاملی آتی مان به‌عنوان یک یا احتمالاً چند گونه، به چه دستورات عملی نیاز داریم؟

هیچ پاسخ ساده و سراسری برای این پرسش‌ها وجود ندارد، اما تک‌تک انسان‌ها باید بخشی از این فرایند باشند. تک‌تک ما باید خودمان را پرزیدنت‌کندی بدانیم که در سال ۱۹۶۲ در هوستون پشت تریبون رفت و آماده باشیم که درباره آینده‌گونه‌مان در پرتو علم ژنتیک و تحولات بیوتکنولوژی سخنرانی کنیم. این پاسخ‌های جمعی ما با گذر از خلال گفتگوها، سازمان‌ها، جنبش‌های مدنی، ساختارهای سیاسی و نهادهای جهانی است که از بسیاری جهات معلوم می‌کند ما که هستیم، چه چیزی را ارزش می‌دانیم و چطور رو به جلو پیش می‌رویم. اما برای آن‌که بخشی از این فرایند باشیم، همگی باید درباره این موضوعات کسب معلومات کنیم.

منشی گفت: «آقای متزل، منتظر شما هستیم.» سری تکان داده و به او نگاه کردم، هنوز کمی مضطرب بودم. وقتی پزشک درب راهروی پشتی را باز کرد، آرام بر جا ماندم، کمی مکث کردم و بعد با اراده اولین قدم را به جلو برداشتم.

این کتاب را نوشتم تا بیرسم هرچند انقلاب ژنتیکی بشر اجتناب‌ناپذیر بوده و به سرعت به ما نزدیک می‌شود، چرا چگونگی رخداد این انقلاب بدیهی نبوده و تا این حد برایمان مهم است. برای اتخاذ زیرکانه‌ترین تصمیمات جمعی درباره آینده‌مان، باید بدانیم چه اتفاقی در حال وقوع است و چه چیزی در مخاطره قرار گرفته و تا حد امکان بیشترین انسان‌ها را برای گفتگو گرد هم آوریم. کتاب حاضر نتیجه تلاش بی‌ادعای من برای جان بخشیدن به این جریان است.

در به روی همه ما باز است. چه بخواهیم چه نخواهیم، همه ما به طرف آن گام برداشته‌ایم. آینده در انتظار ماست.

۱. به کل مواد ژنتیکی افراد درون یک جمعیت گفته می‌شود.

بخش اول

نقطه تلاقی داروین و مندل

در سالن کنفرانس پرزرق و برق واشنگتن دی سی از جمع بزرگ حضار نسل هزاره پرسیدم: «هر کسی که فکر می کند می خواهد تا ده سال آینده بچه دار شود دستش را بالا بگیرد.» حدود نیمی از جمعیت دستشان را بالا بردند.

چهل و پنج دقیقه بود که با شور و اشتیاق به آن ها می گفتم انقلاب ژنتیکی آتی شیوه فرزندآوری و در نهایت ماهیت فرزندانمان را متحول خواهد ساخت. توضیح داده بودم که چرا معتقدم گونه ما ناگزیر با این آینده پیشرفته ژنتیکی سازگار شده و از آن استقبال خواهد کرد، که چرا این پدیده هیجان انگیز و درعین حال هراس آور است، و این که به باور من برای حداکثر استفاده از مزایا و به حداقل رساندن صدمات فناوری های ژنتیکی انقلابی باید چه کنیم.

«اگر خانمی هستید که دستش را بالا برده، شاید بهتر باشد تخمک هایتان را منجمد کنید. اگر آقایی هستید که دستش را بالا برده توصیه می کنم هر چه سریع تر اسپرمتان را منجمد کنید.»

حضار با بدگمانی نگاهم می کردند.

ادامه دادم: «مهم نیست الان چقدر جوان و بارور هستید، چون به احتمال زیاد باید نطفه فرزندانمان را در آزمایشگاه ببندید، پس لازم است همین حالا که در اوج نیروی بیولوژیکی تان هستید تخمک ها و اسپرمتان را منجمد کنید.»
موج تشویش و دلواپسی در چهره جوانانی که دستشان را بالا گرفته بودند پیچید.

۱. نسلی که در ایران برابر با شروع دهه شصت تا آغاز دهه هشتاد است. م.

بوی درگیری و اختلاف نظر به مشام رسید. چندین دهه بود که با این پرسش دست و پنجه نرم می‌کردم و حالا آن‌ها را هم آورده بود: چگونه میان اعجاز باشکوه و خشونت ددمنشانه بیولوژی خودمان تعادل ایجاد کنیم؟

همه ما طی فرایندی متولد می‌شویم که دست کمی از معجزه ندارد و بلافاصله بعد از آن نبرد بی‌پایان و محکوم به شکست مان با زمان، بیماری و طبیعت آغاز می‌شود. به هر چیز طبیعی کشش شدیدی داریم و از طرف دیگر، وجه ممیزه گونه ما تلاش بی‌امان برای مهار طبیعت است. دوست داریم فرزندانمان به طور طبیعی سالم به دنیا بیایند، اما عملاً هیچ محدودیتی وجود ندارد که والدین برای نجات فرزندانمان در برابر بیماری تا کجا در مقابل طبیعت بایستند.

خانم جوانی که کت و شلوار آبی پوشیده بود دستش را بالا برد و گفت: «همین حالا توضیح دادید که به نظرتان انقلاب ژنتیکی به کدام سمت پیش می‌رود و چطور باید خودمان را برای آن آماده کنیم، اما خود شما چطور؟ آیا حاضر هستید روی فرزندانمان مهندسی ژنتیک انجام دهید؟»

درجا خشکم زد. سال‌هاست که درباره آینده تولیدمثل بشر می‌نویسم و سخنرانی می‌کنم، اما تا به حال کسی آن قدر صریح این سؤال را از من نپرسیده بود. پاسخ دقیقی برای پرسش این خانم نداشتم و لحظه‌ای تأمل کردم.

علم ژنتیک انسانی چنان پرشتاب پیشرفت کرده که همه ما هنوز باید بدویم تا به آن برسیم. زمانی که جیمز واتسون، فرانسیس کریک، رزالیند فرانکلین و موریس ویلکینز ساختار مارپیچ دوگانه دی‌ان‌ای را در سال ۱۹۵۳ کشف کردند، نشان دادند که چطور مبانی حیات شبیه یک نردبان تابیده سامان گرفته است. حدود یک ربع قرن بعد، کشف توالی ژن‌ها اثبات کرد که چطور می‌توان این مبانی را خواند و بهتر از گذشته درک کرد. چند دهه بعد، ساخت ابزارهایی برای اصلاح دقیق ژنوم به دانشمندان امکان داد تا رمز حیات را نوشته و بازنویسی کنند. خواندنی، نوشتنی، نفوذپذیر- طی نیم قرن گذشته، پیشرفت‌های علمی بیولوژی را به شکل دیگری از فناوری اطلاعات و انسان‌ها را از موجوداتی کشف‌ناشدنی به حاملان خیس افزار^۱

۱. اصطلاحی برگرفته از نرم‌افزار و سخت‌افزار کامپیوتری، که برای اشکال حیات بیولوژیکی استفاده

نرم افزار کد منع^۱ تبدیل کرده است.

شناخت ژنتیک به عنوان یک فناوری باعث شده که بیش از پیش تنوع ژنتیکی و جهش‌ها را عامل بیماری‌های وحشتناک و مصیبت بدانیم، که هر دو بهای ناگزیر تنوع تکاملی بوده و مانند باگ‌های مزاحمی هستند که برنامه کامپیوتری را مختل می‌کنند. در راستای همین استعاره، چرا نباید خواستار هرگونه آپدیت نرم‌افزاری باشیم که سیستم ما را به بهترین شکل ممکن اجرا کند؟

افکارم منسجم شدند. دیگر جلوی چشم‌هایم سیاه نبود. همچنان‌که روی سن راه می‌رفتم گفتم: «اگر خطری نداشت و می‌دانستم که آسیب جدی به فرزندم نمی‌رساند، بله این کار را می‌کردم. اگر با تمام وجود باور داشتم که به فرزندم کمک می‌کنم زندگی طولانی‌تر، سالم‌تر و شادتری داشته باشد حتماً این کار را می‌کردم. اگر لازم بود برای موفقیت فرزندم در یک دنیای رقابتی که بیشتر مردمان آن استعداد‌های بالا داشتند، توانمندی‌ها و استعداد‌های ویژه‌ای به او بدهم، دست‌کم جدی به این موضوع فکرمی‌کردم. شما چطور؟»

این خانم روی صندلی‌اش تکانی خورد و گفت: «سخت است. متوجه منظور شما هستم. اما یک چیزی در این میان غیرطبیعی و خلاف اصول طبیعت است.»
جواب دادم: «اجازه دهید بیشتر توضیح بدهم. منظورتان از طبیعی چیست؟»
«مثلاً هر چیزی، قبل از دست‌کاری انسان.»

پرسیدم: «با این اوصاف، آیا کشاورزی طبیعی است؟ حدود دوازده هزار سال است که کشاورزی می‌کنیم.»

درحالی‌که متوجه شده بود طبیعت میخ محکمی نیست که بر آن بکوبد، محتاطانه گفتم: «هست و نیست.»

«آیا ذرت ارگانیک طبیعی است؟ اگر به نه هزار سال قبل برگردید بعید است چیزی شبیه ذرت امروزی پیدا کنید. یک علف خودرو به نام تسونیت پیدا می‌کنید که چند تا دانه نزار از آن آویزان است. حالا یک هزاره دست‌کاری فعال انسان را به آن اضافه کنید تا به ذرت زرد و زیبایی برسید که امروز روی میز پیک‌نیک خودنمایی

۱. دستورهای برنامه به زبانی سطح بالا، میانی یا پایین که قابل خواندن برای کاربر باشد. م

می‌کند. بسیاری دیگر از میوه‌ها و سبزیجات که امروز می‌خوریم، حتی از نوع ارگانیک، از خیلی جهات ثمرهٔ دست انسان بوده و حاصل اصلاح نژاد آگاهانه و گزینشی در طول یک هزاره است. آیا این‌ها طبیعی هستند؟»

با این‌که همچنان به همان مفهوم طبیعت چسبیده بود اعتراف کرد: «نمی‌توان گفت.»

«آیا اگر مثل اجدادمان در جوامع شکارچی-گردآورندهٔ زندگی می‌کردیم طبیعی تر بودیم؟»

«شاید.»

نمی‌خواستم زیاد فشار بیاورم، اما باید به یک نکتهٔ اساسی می‌رسیدم.

«آیا حاضر بودید در آن جوامع زندگی کنید؟»

خندهٔ شیطنت‌آمیزی روی چهره‌اش نقش بست. «غذا را در اقام سرو می‌کنند؟» ادامه داد: «حالا فرض کنید در هتل مجلل چهارفصل هستید و دچار عفونت باکتریایی شده‌اید. آیا حاضر هستید شما را مانند اجداد ده‌هزار سال قبل با جادو و جنبل یا میوه‌های جنگلی درمان کنند یا ترجیح می‌دهید با آنتی‌بیوتیک جانتان را نجات دهند؟»

گفت: «آنتی‌بیوتیک را ترجیح می‌دهم.»

«طبیعی است؟»

«متوجه منظورتان شدم.»

به بقیهٔ حضار نگاه کردم. «همه ما باورهای عمیقی درباره معنای طبیعی داریم، اما بیشتر آن اصلاً طبیعی نیست. شاید فقط چیزی است که از قبل می‌شناسیم، اما هزاران سال است که بیشتر و بیشتر جهان را تغییر می‌دهیم. حالا که مدت‌هاست توانسته‌ایم ساختار بیولوژیکی چیزهای اطرافمان را تغییر دهیم، آیا لازم است بیولوژی خودمان را که از والدین مان به ارث برده‌ایم به عنوان تقدیر و سرنوشت بپذیریم؟ آیا حق داریم یا حتی وظیفه داریم که باگ‌ها و خطاهای کدگذاری نرم‌افزاری در سخت‌افزار جسم خودمان و فرزندانمان را برطرف کنیم؟»

۱. جامعه‌ای که اصلی‌ترین روش معیشت آن تغذیه مستقیم از گیاهان خوراکی و حیوانات حیات وحش است. م

همه بی‌قرار شده و در جای خودشان وول می‌خوردند.
دامه دادم: «اگر فرزند آتی تان بیماری سختی داشت که می‌دانستید منجر به مرگش خواهد شد، اگر حاضر بودید برای نجات جان‌ش او را به تیغ جراحی بسپارید دستتان را بالا بگیرید.»

همه دست‌ها بالا رفت.

«اگر تنها چاره خلاصی فرزندتان از جنگال بیماری بود، آیا این کار را می‌کردید؟»
دست‌ها همچنان بالا ماند.

«اگر حاضر هستید با لقاح مصنوعی یا غربال‌گری جنین‌تان مطمئن شوید که فرزند آتی تان مشکلی ندارد دستتان را بالا نگه دارید.»
دست‌ها بالا ماند.

«این را چه می‌گویید که وقتی فرزندتان هنوز یک جنین از پیش‌کاشته است، با خیال راحت تغییر کوچکی روی ژن‌هایش ایجاد کنید؟»
چندتایی از دست‌ها پایین افتادند.

به یکی از پسرانی که دستشان را پایین انداخته بودند رو کردم، یک جوان پولدار درس‌خوان حدوداً بیست‌ساله، انگار همین‌الان از توی بروشور تبلیغاتی یک برند باکلاس بیرون آمده بود.

«دلیلش را می‌گویید؟»

گفت: «ما کی هستیم که بخواهیم بچه‌هایمان را مهندسی کنیم؟ پرتگاه خطرناکی است. به کجا می‌رسد؟ به فرانکشتاین^۱. فکرش هم مضطرب می‌کند.»

گفتم: «کاملاً درست است. در آن صورت من هم مضطرب می‌شوم. همه ما مضطرب می‌شویم. اگر احساس شما در این موضوع ترکیبی از هیجان و ترس نباشد یک جای کار می‌لنگد. فناوری‌های ژنتیکی امکان کارهای شگفت‌انگیزی را خواهند داد که رنج و محنت انسان را سبک کرده و قفل‌هایی را باز خواهند کرد فکرش را هم نمی‌کنیم. گونه‌های جدید ما، مثلاً هوموساپین‌های ۲٫۰ و بعد از آن، از همین استعدادها پیشرفته برای ابداع فناوری‌های نوین استفاده می‌کنند،

۱. اشاره به یک رمان انگلیسی که روایت دانشمند جاه‌طلبی است که تکه‌های بدن مردگان را کنار هم گذاشته و با اعمال نیروی الکتریکی موجودی زنده می‌سازد. م



جهان‌های نو را کاوش می‌کنند، هنر شگفت خلق می‌کنند و گستره وسیع‌تری از احساسات و عواطف را تجربه می‌کنند. اما اگر دست از پا خطا کنیم، همین فناوری‌ها در جوامع شکاف ایجاد می‌کنند، میان مردمان پیشرفته و غیرپیشرفته سلسله‌مراتب ظالمانه می‌سازند، به تنوع و گونه‌گونی بشر آسیب وارد می‌کنند، ما را به سوی بی‌ارزشی و کالایی شدن زندگی انسان سوق می‌دهند و حتی منجر به مناقشات جدی ملی و بین‌المللی می‌شوند.»

خانم دیگری پرسید: «چه کسی می‌گوید که به کجا ختم می‌شود؟»

با تأمل گفتم: «این مهم‌ترین پرسشی است که، به صورت فردی و جمعی، طی سال‌های آتی در پیش رو داریم. پاسخ ما به آن مشخص می‌کند کی هستیم، چه هستیم، کجا زندگی می‌کنیم و کجا می‌توانیم زندگی کنیم و به‌عنوان انسان، چه چیزی برایمان امکان‌پذیر است.»

حضار از روی صندلی‌هایشان بلند شدند. کاملاً احساس می‌کردم که اضطراب و نگرانی فضا را پر کرده است.

«ما باید همان کسانی باشیم که تعیین می‌کنیم نتیجه چه خواهد بود. به همین خاطر است که اینجا هستیم و با شما صحبت می‌کنم. ظرف سال‌های آتی، گونه‌ها و تصمیمات سرنوشت‌سازی درباره آینده ژنتیکی‌مان خواهد گرفت. بعضی از این تصمیمات، مثل تصویب قوانین، در سطح جامعه اتفاق می‌افتند. اما بسیاری از انتخاب‌های مهم فردی خواهند بود، مثل تک‌تک ما که تصمیم بگیریم چطور قرار است بچه‌دار شویم. هر شخص یا زوج تصور نمی‌کند که درباره آینده گونه‌مان تصمیم می‌گیرد، اما به صورت جمعی همین معنا را دارد.»

همان ترکیب آشنای وحشت، شگفتی و سردرگمی که در همه سخنرانی‌هایم انتظارش را دارم در فضا آکنده شد.

بعد، طبق معمول همیشه، همه دست‌ها بلند شدند. درست مانند دبیرستانی‌هایی که در نیوجرسی برایشان سخنرانی کردم، سرمایه‌گذارهای جشنواره‌های ستاره‌های درخشان، کارشناسان کنفرانس پزشکی و آکادمی علوم نیویورک، دانشجویان حقوق استنفورد و هاروارد، دانشمندان، پژوهشگران و رهبران کسب‌وکار در کنفرانس‌های سرتاسر دنیا، حضار رفته‌رفته متوجه شده و پذیرفتند که

مسئولیت خطیر این لحظه تاریخی بردوش ماست.

این مسئولیتی است که در یک نقطه عطف باورنکردنی در تاریخ گونه‌مان روی داده، دورانی که بیولوژی و فناوری به شکل بی‌سابقه‌ای به هم رسیده و برخی از مقدس‌ترین آداب و سنن مان را واژگون کرده است. درست مانند بقیه، نسل هزاره واشنگتن هم به تدریج درمی‌یافت که آینده ارتقای ژنتیکی انسان فقط محدود به تغییرات جزئی روی ژن‌های خودمان و فرزندانمان نیست، بلکه در کار خلق یک آینده نو و کاملاً متفاوت برای گونه ماست.

اما برای آن‌که بدانیم به کدام سوی روییم، ابتدا باید یک گام به عقب برداریم تا بدانیم نقطه آغاز کجا بود.

...

طی ۲٫۵ میلیارد سال اول حیات بر روی کره زمین، اجداد تک سلولی ما به صورت کلونی تولیدمثل می‌کردند.^۱ برای مثال، یک باکتری به دو باکتری با همان ژنتیک تقسیم می‌شده و بعد این فرایند از نو تکرار می‌شده است. این شیوه عالی بود، چون برای یافتن جفت نیازی به اتلاف وقت و انرژی نبود. تنها کاری که لازم بود انجام دهید یافتن غذا و بعد تقسیم بود تا تبارتان ادامه یابد. جنبه منفی این شیوه این بود که فرایند تولیدمثل کلونی منجر به همسازی ژنتیکی در میان ارگانیسم‌های تک سلولی در یک اجتماع مفروض شده و به این ترتیب، گزینه‌های موجود برای انتخاب طبیعی، در مقایسه با آنچه بعدها تکوین می‌یافت، محدود می‌شد.

با این همه، این همسازی کامل نبود. باکتری‌ها طوری تکامل می‌یافتند که با استفاده از نیزه‌های میکروسکوپی که به آن‌ها مویک می‌گوییم، ژن‌های دیگر باکتری‌ها را به چنگ می‌آوردند.^(۱) با این حال، اگرچه تولیدمثل کلونی به باکتری‌ها کمک کرد دگرسانی‌های سودمند را منتقل کنند، برخی از کلونی‌ها در شرایط سخت، مانند ظهور ویروس‌های عفونی باکتری، در معرض خطر قرار می‌گرفتند، چون در مکانیسم‌های دفاعی‌شان کمبودهای متعدد و مشابهی داشتند. تولیدمثل جنسی این وضعیت را به شکل گسترده‌ای تغییر داد.

۱. حدود سه و نیم میلیارد سال قبل، اولین تک سلولی‌ها به دو گروه تقسیم شدند: باکتری‌ها و آرکی‌باکتری‌ها. برخی دانشمندان از یوکاریوت‌ها به عنوان شاخه سوم نام می‌برند. نویسنده