



مدار زنده

ماجرای پشت پرده‌ی
مغز همیشه در حال تغییر

LIVEWIRED

Copyright © David Eagleman, 2020

All rights reserved.

Persian translation © Borj Books, 2024

Borj Books is a division of Houpaa Publication.

.....
نشر برج در چارچوب قانون بین‌المللی حق انحصاری نشر اثر
(Copyright) امتیاز انتشار ترجمه‌ی فارسی این کتاب را در
سراسر دنیا با بستن قرارداد، از آژانس ادبی نویسنده‌ی آن، خریداری
کرده است.

انتشار و ترجمه‌ی این اثر به زبان فارسی از سوی ناشران و مترجمان
دیگر مخالف عرف بین‌المللی و اخلاق حرفه‌ای نشر است.

مدار زنده

ماجرای پشت پرده‌ی
مغز همیشه در حال تغییر

دیوید ایگلمن

ترجمه‌ی امیر صدری

مدار زنده

ماجرای پشت پرده مغز همیشه در حال تغییر

نویسنده: دیوید ایگلمن

مترجم: امیر صدری

ویراستار: محمدعلی جعفری

طراح جلد: امیرحسین میرطالبی

طراح گرافیک: شیمیا هاشمی

ناظر چاپ: سینا برازوان

نوبت چاپ: اول، ۱۴۰۳

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۲۸۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۵۶۹۶-۳۴-۱

سرشناسه: ایگلمن، دیوید، ۱۹۷۱ - م.

Eagleman, David

عنوان و نام پدیدآور: مدار زنده: داستان داخلی یک مغز

همیشه در حال تغییر / نویسنده دیوید ایگلمن؛

مترجم امیر صدری.

مشخصات نشر: تهران: انتشارات برج، ۱۴۰۱.

مشخصات ظاهری: ۳۳۶ص.

شابک: ۱-۳۴-۵۶۹۶-۶۲۲-۹۷۸

وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا

یادداشت: عنوان اصلی: Livewired : the inside story of the ever-changing brain, 2020.

موضوع: عصب پایه‌شناسی -- به زبان ساده

Neurosciences -- Popular works

اعصاب / Nervous system

مغز-- به زبان ساده / Brain... Popular works

شناسه افزوده: صدری، امیر، ۱۳۴۸ - ، مترجم

رده‌بندی کنگره: RC۳۵۱

رده‌بندی دیویی: ۶۱۲/۸۲

شماره کتاب‌شناسی ملی: ۸۹۵۷۷۷۰

نشر
BORJ

آدرس: تهران، میدان فاطمی، خیابان بیستون،

کوچه‌ی دوم الف، پلاک ۹، طبقه‌ی اول.

سندوق پستی: ۱۴۳۱۶۵۳۷۶۵ تلفن: ۸۸۹۹۸۶۲۲

● همه‌ی حقوق چاپ و نشر انحصاراً برای نشر برج

محفوظ است.

● نشر برج شاخه‌ی بزرگ‌سال نشر هوپا است.

● استفاده از متن این کتاب، فقط برای نقد و معرفی و

در قالب بخش‌هایی از آن، مجاز است.

دیوید ایگلمن سال ۱۹۷۱ در شهر البوکرکی، نیومکزیکو به دنیا آمد. او تحصیلاتش را در رشته‌ی ادبیات انگلیسی در دانشگاه رایس ادامه داد و سپس به تخصص علوم اعصاب جذب شد. ایگلمن مدرک دکتری خود را در زمینه‌ی علوم اعصاب از کالج پزشکی بیلور دریافت کرد. علاقه‌ی او به ترکیب علم با هنر و ادبیات، از دوران تحصیلش شکل گرفت و بعدها هم این علاقه به شکل عملی در آثار و تحقیقاتش مشهود است.

ایگلمن بیشتر به خاطر پژوهش‌هایش در زمینه‌ی انعطاف‌پذیری مغز، ادراک زمان، و چگونگی تأثیر تجارب انسانی بر ساختار عصبی شناخته می‌شود. او علاوه‌بر فعالیت‌های علمی، نویسنده‌ای پرکار است که به نوشتن درباره‌ی علوم اعصاب و ارتباط آن با زندگی روزمره می‌پردازد. یکی از مشهورترین کتاب‌های او مدار زنده است که به بررسی عملکرد مغز و تأثیر آن بر هویت، حافظه، احساسات، و تصمیم‌گیری می‌پردازد. ایگلمن همچنین میزبان مجموعه‌ی مستند مغز با دیوید ایگلمن بوده و برنامه‌های متعددی در زمینه‌ی ترکیب علم و هنر ساخته است. او اکنون استاد علوم اعصاب در دانشگاه استنفورد است و به پژوهش و نگارش در این حوزه ادامه می‌دهد.

دیوید ایگلمن

DAVID EAGLEMAN



فهرست

- ۱۱ ۱- بافت زنده‌ی الکتریکی
کودکی با نیمی از مغز | راز دیگر زندگی | اگر ابزارت را گم کردی، یکی بساز |
سیستمی همیشه در حال تغییر
- ۲۷ ۲- فقط دنیا را اضافه کنید
چطور یک مغز خوب پرورش دهیم | تجربه ضروری است | بزرگ‌ترین قمار طبیعت
- ۳۶ ۳- درونُ آینه‌ی بیرون است
مورد میمون‌های سیلور اسپرینگ | زندگی پس از مرگ بازوی راست لرد هوریشیو
نلسون | زمان‌بندی همه‌چیز است | استعمار یک شغل تمام‌وقت است | هرچه
بیشتر، بهتر | سریع به شکل خیره‌کننده | رؤیایی چه ربطی به چرخش زمین
دارد؟ | اوضاع بیرون مانند درون است
- ۶۴ ۴- احاطه بر ورودی‌ها
فناوری برنده‌ی جایزه‌ی سیاره‌ای کله-سیب‌زمینی | جایگزین حسی | پونی
تک‌بعدی | نغمه‌های چشم | ارتعاش‌های خوب | ارتقای لوازم جانبی | فراخوانی
دستگاه حسی جدید | تصور رنگی جدید | برای یک حس جدید آماده‌ای؟
- ۱۲۹ ۵- چطور بدن بهتری داشته باشید
آیا داک اوک واقعی لطف می‌کند دستش را بلند کند؟ | طرح استاندارد وجود ندارد |
غان‌وگون حرکتی | قشر حرکتی، مارشمالوها و ماه | کنترل بر خود | اسباب‌بازی‌ها
ما هستیم | یک مغز، بی‌نهایت نقشه‌ی بدن
- ۱۶۱ ۶- چرا مهم بودن مهم است؟
قشر حرکتی پرل من در مقایسه با اشکنازی | طراحی چشم‌انداز | سرسخت | اجازه‌ی
تغییر به مستغلات | مغز شهروند بومی دیجیتال
- ۱۸۳ ۷- چرا عشق تا لحظه‌ی جدایی از عمق خودش آگاه نیست؟
اسبی در رودخانه | نامرئی کردن محتمل‌ها | تفاوت میان آنچه فکر می‌کردید اتفاق
می‌افتد و آنچه اتفاق افتاد | رفتن به سمت نور. یا شکر. یا داده | تنظیم برای در
انتظار غیرمنتظره‌ها بودن

۲۰۰ : ۸- تعادل در مرز تغییر

زمانی که هائیتی ناپدید می‌شود | چطور توزیع‌کنندگان مواد مخدر را یک‌دست
پخش کنید | نوروں‌ها چگونه شبکه‌ی اجتماعی خود را بسط می‌دهند | مزایای مرگ
خوب | آیا سرطان نمودی از بیراهه‌رفتن شکل‌پذیری است؟ | نجات جنگل مغز

۲۲۰ : ۹- چرا آموزش مهارت‌های جدید به سگ‌های پیر سخت‌تر است؟

متعدد هنگام تولد | دوره‌ی حساس | درها با سرعت‌های متفاوت بسته می‌شوند |
هنوز در حال تغییر بعد از این همه سال

۲۳۸ : ۱۰- زمانش را به یاد آورید

صحبت با خود آینده‌ات | دشمن حافظه زمان نیست؛ خاطرات دیگر است |
مناطق از مغز به مناطق دیگر آموزش می‌دهند | ماورای سیناپس‌ها | زنجیرکردن
مقیاس‌های زمانی | انواع متعدد حافظه | اصلاح‌شده با تاریخ

۲۶۵ : ۱۱- گرگ و مریخ‌نورد

۲۷۶ : ۱۲- یافتن محبوب مدت‌ها گمشده‌ی اوتسی

ما با دگرپیکران ملاقات کرده‌ایم، و آن‌ها خود ما هستیم

۲۸۲ : یادداشت‌ها

هر انسان به شکل تعداد زیادی انسان به دنیا می آید و به شکل یک
انسان می میرد.

مارتین هایدگر

بافت زنده‌ی الکتریکی

تصور کنید به جای فرستادن مریخ‌نورد ۱۸۰ کیلوگرمی، فقط گُرّه‌ای کوچک را که در نوک سوزن جا می‌شود به مریخ بفرستیم. این کره با استفاده از انرژی منابع اطراف خود، خودش را به ارتشی از کره‌های یکسان تقسیم می‌کند. کره‌ها به هم می‌چسبند و ابزارها شکل می‌گیرند: چرخ‌ها، لنزها، حسگرهای حرارتی و سیستم هدایت‌گر داخلی. از دیدن اینکه سیستم خودش را تخلیه می‌کند شگفت‌زده می‌شوید. کافی است به زایشگاهی سر بزنید و این روند شکوفایی را در عمل ببینید. آنجا کودکان گریانی می‌بینید که از یک تخمک بارور کوچک به دنیا آمده‌اند و حالا در مسیر شکوفایی و تبدیل شدن به انسان‌های بزرگ قرار دارند: پر از آشکارسازهای نور، زائده‌های چندمفصلی، حسگرهای فشار، پمپ‌های خون و ماشین‌آلات دریافت و جذب نیرو از اطراف خود.

ولی این بهترین بخش داستان درباره‌ی بشر نیست؛ موضوعی به مراتب عجیب‌تر هم وجود دارد. همه‌ی ماشین‌آلات ما از قبل برنامه‌ریزی نشده‌اند، بلکه خود را در تعامل با جهان شکل می‌دهند. ما، حین رشد، پیوسته مدارهای مغزیمان را برای برخورد با چالش‌ها، استفاده از فرصت‌ها و درک ساختار اجتماعی پیرامون خود بازنویسی می‌کنیم.

گونه‌ی ما با موفقیت تمام گوشه‌وکنار کره‌ی زمین را فتح کرده، چراکه ما نماینده‌ی برترین نمود ترفندی هستیم که مادر طبیعت کشف کرده است: مغز را به‌طور کامل برنامه‌ریزی نکنید؛ به جای آن تنها به ساختارهای پایه شکل دهید و آن را به دنیا بیاورید. نوزاد گریان دست‌آخر گریه‌اش را متوقف می‌کند، به اطراف نگاه می‌کند

و شروع به آموختن درباره‌ی جهان پیرامونش می‌کند. او خودش را در جهان پیرامونش حل می‌کند. هرچیزی را از گویش محلی تا فرهنگ‌های فراگیر و سیاست جهانی جذب می‌کند. باورها و اعتقادات کسانی را که بزرگش می‌کنند با خود حمل می‌کند. هر تجربه‌ی محبت‌آمیزی که از سر می‌گذرانند، هر درسی که فرا می‌گیرد، هر ذره‌ای از اطلاعات که جذب می‌کند، همه‌ی این شیوه‌ها برای تکمیل موجودیتی برنامه‌ریزی نشده نیست، بلکه بازتاب جهان پیرامونش است.

این کتاب به شما نشان می‌دهد چگونه مغز ما پیوسته مدارهای خود را بازسازی می‌کند و معنای این کار برای ما و آینده‌ی ما چیست. در این مسیر می‌بینیم که داستانمان با پرسش‌های متعددی همراه است: چرا بسیاری از مردم در دهه‌ی هشتاد میلادی (و فقط در این دهه) صفحات کتاب‌ها را کمی قرمز می‌دیدند؟ چرا بهترین کماندار جهان دست ندارد؟ چرا شب‌ها رؤیا می‌بینیم و این چه ربطی به گردش زمین دارد؟ شباهت سندرم محرومیت از مواد مخدر و سندرم قلب شکسته چیست؟ چرا دشمن خاطرات زمان نیست، بلکه خاطرات دیگر است؟ چطور فردی نابینا یاد می‌گیرد با زبانش ببیند یا فردی ناشنوا یاد می‌گیرد با پوستش بشنود؟ آیا ممکن است روزی توانایی خواندن جزئیات اولیه‌ی زندگی یک فرد را با یک ساختار بی‌نهایت ریز جاسازی شده در جنگل سلول‌های مغز او به دست بیاوریم؟

کودکی با نیمی از مغز

همان‌طور که والرئ اس. برای رفتن به سر کار آماده می‌شد، متیو، پسر سه‌ساله‌اش بیهوش به زمین افتاد.^[۱] او به هوش نمی‌آمد. لب‌هایش آبی شده بود. والرئ وحشت‌زده با همسرش تماس گرفت. همسرش فریاد زد: «چرا با من تماس گرفتی؟ به دکتر زنگ بزن!»

رفتن به اورژانس با ملاقات‌های متعاقب که سر دراز داشتند همراه شد. متخصص اطفال توصیه کرد قلب متیو بررسی شود. متخصص قلب برایش دستگاه ثبت ضربان قلب گذاشت که متیو مدام قطعش می‌کرد. معاینه‌ها مشکل خاصی را نشان نمی‌دادند. انگار این اتفاق فقط همان یک بار افتاده بود.

یا آن‌ها این‌طور فکر می‌کردند. یک ماه بعد، درحالی‌که متیو مشغول غذا خوردن بود، صورتش حالت عجیبی به خود گرفت. چشمانش خیره شد، دست راستش سفت شد و صاف بالای سرش قرار گرفت؛ او حدود یک دقیقه واکنشی نشان نمی‌داد. والرئ فوری او را نزد پزشکان برد؛ هیچ تشخیص قطعی‌ای وجود نداشت. این اتفاق فردای آن روز تکرار شد. یک متخصص مغز و اعصاب برای ارزیابی فعالیت مغزی متیو کلاهی پر از الکتروود روی سرش گذاشت و اینجا بود که نشانه‌های آشکار صرع را یافت. برای متیو داروهای ضد تشنج تجویز شد. داروها کمک‌کننده بود، اما نه برای مدت طولانی. خیلی زود متیو به تشنج‌های مہارنشدنی دچار شد؛ فاصله‌ی بین تشنج‌ها در آغاز یک ساعت بود، بعد چهل و پنج دقیقه و بعد نیم‌ساعت؛ مشابه کم‌شدن فاصله‌ی انقباض‌های رَجمی زنی درحال زایمان. بعد از مدتی هر دو دقیقه دچار تشنج می‌شد. والرئ و همسرش، جیم، هر بار که این حمله‌ها شروع می‌شد متیورا به بیمارستان می‌بردند و او چند روز تا چند هفته آنجا ماندگار می‌شد. بعد از چند دوره حملات مشابه، والدینش صبر می‌کردند تا «انقباض‌های» متیو به هر بیست دقیقه یک بار برسد، سپس با بیمارستان تماس می‌گرفتند، سوار اتومبیل می‌شدند و در راه از رستوران مک‌دونالد غذایی برای متیو می‌گرفتند. در این حال، متیو تقلا می‌کرد از زندگی در فواصل تشنج‌ها لذت ببرد. خانواده ده بار در سال به بیمارستان می‌رفت. این روال تقریباً سه سال ادامه پیدا کرد. والرئ و جیم برای ازدست‌دادن پسر سالمشان شروع به عزاداری کردند؛ نه برای اینکه قرار بود بمیرد، برای اینکه نمی‌توانست یک زندگی عادی داشته باشد. آن‌ها مسیر خشم و انکار را طی کردند، شیوه‌ی معمول زندگی‌شان تغییر کرد. در نهایت، طی اقامت سه‌هفته‌ای در بیمارستان، متخصصان مغز و اعصاب به‌ناچار اذعان کردند مشکل بزرگ‌تر از آن است که بتوان در بیمارستان محلی به آن رسیدگی کرد. بنابراین خانواده با یک آمبولانس هوایی از خانه‌شان در آلبورک نیومکزیکو به بیمارستان جانز هاپکینز در بالتیمور رفت. آنجا در بخش مراقبت‌های ویژه‌ی کودکان دریافتند متیو مبتلا به انسفالیت راسموسن^۱، یک بیماری نادر التهابی مزمن است. مشکل این بیماری این است که نه بخشی کوچک از مغز، بلکه نیمه‌ی کاملی از آن

را درگیر می‌کند. والری و جیم درباره‌ی گزینه‌های پیش‌روی درمان کنکاش کردند و به آن‌ها هشدار داده شد تنها یک درمان شناخته‌شده برای بیماری متیو وجود دارد: همیسفکتومی^۱ یا برداشتن کامل یک نیمه از مغز.

والری به من گفت: «نمی‌توانم به تو بگویم پزشکان بعد از آن چه گفتند. مثل این بود که خاموش شده باشم. انگار بقیه به زبانی خارجی حرف می‌زدند.»

والری و جیم شیوه‌های دیگر را امتحان کردند، اما اقداماتشان بی‌نتیجه ماند. زمانی که والری چند ماه بعد برای قرار جراحی همیسفکتومی با بیمارستان جانز هاپکینز تماس گرفت، پزشک از او پرسید: «مطمئن‌ی؟»

والری جواب داد: «بله.»

«می‌توانی هر روز به آینه نگاه کنی و مطمئن باشی کاری را که لازم بوده، انجام

داده‌ای؟»

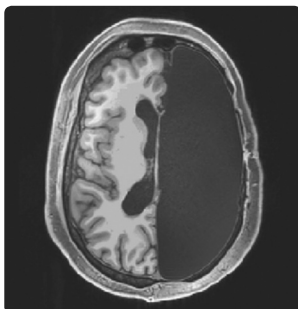
والری و جیم زیر فشار خردکننده‌ی اضطراب خواب نداشتند. آیا متیو از جراحی جان سالم به در می‌برد؟ اصلاً می‌توان بدون نیمه از مغز زندگی کرد؟ حتی اگر چنین باشد، آیا برداشتن نیمه از مغز آن قدر ناتوان‌کننده نیست که زیستن را برای متیو بی‌ارزش کند؟

اما گزینه‌ی دیگری وجود نداشت. امکان زندگی معمولی در سایه‌ی حملات تشنج متعدد روزانه مطرح نبود. آن‌ها خود را در وضعیت ارزیابی معایب قطعی شرایط فعلی متیو در مقابل نامشخص بودن نتیجه‌ی جراحی می‌دیدند.

والدین متیو او را با هواپیما به بالتیمور بردند. متیو زیر ماسک کوچک کودکانه به بیهوشی فرورفت. تیغ جراحی برش دقیقی در سر تراشیده‌ی او و منتهی مخصوص استخوان سوراخی در جمجمه‌ی او ایجاد کرد.

جراح طی چندساعت و با حوصله‌ی فراوان نیمه از ماده‌ی صورتی‌رنگی را که هوش، احساسات، زبان، حس طنز، ترس‌ها و عشق‌های متیو را شکل می‌داد برداشت. بافت برداشته‌شده مغزی، که خارج از محیط زیستی خود به درد نخور بود، در محفظه‌ای کوچک گذاشته شد. نیمه‌ی خالی جمجمه‌ی متیو به آرامی با مایع مغزی نخاعی پر شد و در تصویربرداری عصبی به شکل یک حفره‌ی خالی سیاه بود.^[۲]

1. hemispherectomy



نیمه‌ی مغز متیو با عمل جراحی برداشته شد

والدین متیو در اتاق ریکاوری قهوه‌ی بیمارستان را می‌نوشیدند و انتظار می‌کشیدند تا متیو چشمانش را باز کند. حالا پسرشان چگونه به نظر خواهد رسید؟ او با نیمی از یک مغز چه‌کسی خواهد بود؟

در میان تمام چیزهایی که گونه‌ی ما در این سیاره کشف کرده است هیچ‌چیز از لحاظ پیچیدگی با مغز ما قیاس‌پذیر نیست. مغز انسان شامل ۸۶ میلیارد سلول به نام نورون است؛ سلول‌هایی که اطلاعات را به‌شکل جهش‌های ولتاژی متحرک به‌سرعت رفت‌وبرگشت می‌دهند.^[۳] نورون‌ها در شبکه‌های درهم‌پیچیده، مانند یک جنگل، به‌شکل متراکم به یکدیگر متصل می‌شوند. تعداد کل ارتباطات نورون‌ها در مغز شما صدها تریلیون (حدود ۲/۰ کوادریلیون) است. برای تنظیم ذهن‌تان اضافه کنیم تعداد اتصالات یک سانتی‌متر مکعب از بافت قشر مغز^۱ حدود بیست برابر تعداد انسان‌های زنده در کره‌ی زمین است.

اما این تعداد اجزا نیست که مغز را جالب می‌کند، بلکه نحوه‌ی تعامل آن‌ها با یکدیگر است.

در کتاب‌های درسی، تبلیغات رسانه‌ای و فرهنگ عامه، مغز به‌طور معمول به‌شکل عضوی با بخش‌های مختلف تصویر می‌شود و هرکدام از این بخش‌ها وظیفه‌ی ویژه‌ای دارد؛ این ناحیه برای بینایی وجود دارد، آن نوار برای استفاده

1. cortex

از ابزار لازم است، این ناحیه زمانی فعال می‌شود که می‌خواهیم در برابر میل به خوردن شیرینی مقاومت کنیم و این نقطه در اینجا زمانی روشن می‌شود که با یک مسئله‌ی پیچیده‌ی اخلاقی مواجه می‌شویم. همه‌ی مناطق را می‌توان به‌دقت تقسیم‌بندی و نام‌گذاری کرد.

اما مدل کتاب درسی کامل نیست و مهم‌ترین و جالب‌ترین نکته‌ی داستان را در نظر نمی‌گیرد.

مغز یک سیستم پویا است که دائماً مدارهایش را اصلاح می‌کند تا با نیازهای محیط و توانایی‌های جسمی هماهنگ شود. اگر یک دوربین فیلم‌برداری جادویی داشته باشید که بتواند روی عالم میکروسکوپی و زنده‌ی داخل جمجمه زوم کند، می‌توانید تعداد زیادی برآمدگی شاخک‌وار نورون‌ها را ببینید که به هم فشار می‌آورند، یکدیگر را احساس می‌کنند و به هم برخورد می‌کنند تا ارتباط درست را برای شکل دادن یا چشم‌پوشیدن از چیزی پیدا کنند؛ مثل شهروندان کشور که دوستی‌ها، ازدواج‌ها، محله‌ها، احزاب سیاسی، فروشندگان و شبکه‌های اجتماعی را پایه‌گذاری می‌کنند. مغز را جامعه‌ای زنده، متشکل از تریلیون‌ها اندام درهم‌تنیده تصور کنید. مغزی که محاسبه‌گر و رمزگشا و نوعی بافت سه‌بعدی متغیر است که واکنش نشان می‌دهد و خود را برای رسیدن به حداکثر تأثیرگذاری تطبیق می‌دهد، مغزی که پیچیده‌تر از تصویر کتاب‌های درسی است. الگوی مفصل ارتباطات در مغز-مدارها- پر از زندگی است: ارتباطات بین نورون‌ها پیوسته شکوفا می‌شوند، می‌میرند و از نو شکل می‌گیرند. شما نسبت به زمان مشابه در سال قبل آدم متفاوتی هستید، زیرا پارچه‌ی پرنقش‌ونگار و بزرگ مغزتان خودش را به‌شکل جدیدی بافته است.

وقتی چیزی یاد می‌گیرید -رستورانی که دوست دارید، شایعه‌ای درمورد رئیس‌تان، آهنگ جدید اعتیادآوری از رادیو- مغزتان به‌لحاظ فیزیکی تغییر می‌کند. همین اتفاق هنگام تجربه‌ی موفقیت مالی، رسوایی اجتماعی یا بیداری احساسی رخ می‌دهد. وقتی توپ بسکتبال را پرتاب می‌کنید، با همکارتان مخالفت می‌کنید، با هواپیما به شهر جدیدی می‌روید، به عکسی خاطره‌انگیز و دلتنگ‌کننده خیره می‌شوید یا لحن شیرین صدای فرد محبوبتان را می‌شنوید، جنگل‌های عظیم و درهم‌پیچیده‌ی مغزتان تغییر می‌کنند و نسبت به لحظه‌ی پیش اندکی متفاوت

می‌شوند. این تغییرات در خاطرات ما خلاصه می‌شود: پیامد زندگی و عشق‌هایمان. این تغییرات بی‌شمار مغز که طی دقایق و ماه‌ها و دهه‌ها گردآوری می‌شوند به شما شکل می‌دهند. یا حداقل به چیزی که در این لحظه هستید. دیروز اندکی متفاوت بودید. فردا آدمی دیگر خواهید بود.

راز دیگر زندگی

در سال ۱۹۵۳ فرانسیس کریک وارد میخانه‌ی «ایگل و فرزندش» شد و رو به میگساران حیران اعلام کرد او و جیمز واتسون معنای حیات را کشف کرده‌اند: آن‌ها زنجیره‌ی ماریچی دوگانه‌ی دی‌ان‌ای را رمزگشایی کرده بودند. این یکی از لحظات تاریخ‌ساز علم بود.

کاشف به عمل آمد که کریک و واتسون تنها نیمی از واقعیت را کشف کرده‌اند. نیمه‌ی دیگر در رشته‌ی جفت‌بازهای دی‌ان‌ای یا کتاب‌های درسی پیدا نمی‌کنید. نه الآن و نه هیچ‌وقت دیگر.

چراکه نیمه‌ی دیگر دقیقاً اطراف شماست. این نیمه تمام تجاربی است که از جهان داریم: بافت‌ها و مزه‌ها، نوازش‌ها و تصادف اتومبیل، زبان‌ها و داستان‌های عاشقانه.^[۴] برای درک ارزش این موضوع تصور کنید سی‌هزار سال قبل به دنیا آمده‌اید. دقیقاً همین دی‌ان‌ای را دارید، اما زمانی که از رحم مادرتان خارج می‌شوید چشمانتان را به دوره‌ی زمانی متفاوتی می‌گشایید. چگونه می‌شدید؟ آیا با پوست حیوانی بر تن از رقصیدن دور آتش لذت می‌بردید و هم‌زمان از تماشای ستاره‌ها حیرت می‌کردید؟ از بالای درختی پایین می‌آمدید تا درباره‌ی حمله‌ی ببرهای دندان‌خنجری هشدار دهید؟ آیا هنگامی که ابرهای باران‌زا آسمان بالای سرتان را فرامی‌گرفتند، نگران خوابیدن در فضای باز می‌شدید؟

هرچیزی که فکر می‌کنید غلط است؛ این یک پرسش گمراه‌کننده است. چراکه شما خودتان نبودید. حتی شباهت مبهمی هم به خودتان نداشتید. شاید این غارنشین که دی‌ان‌ای شما را دارد کمی شبیه شما باشد، چراکه همان کتابچه‌ی ژنی شما را دارد، اما او مثل شما فکر نمی‌کند. همچنین نمی‌تواند مانند

شما تدبیراندیشی کند، خیال‌پردازی کند، عشق بورزد یا گذشته و آینده را مثل شما به سر کند.

چرا؟ چون تجارب او با شما متفاوت است. اگرچه دی‌ان‌ای بخشی از داستان زندگی شما است، اما فقط بخش کوچکی از آن است. بقیه‌ی داستان شامل جزئیات پرحاشیه‌ی تجارب و محیط شما است و همه‌ی آن‌ها بافت میکروسکوپی و وسیع سلول‌های مغزی شما و ارتباط آن‌ها را شکل می‌دهند. آنچه به‌عنوان «شما» در نظر می‌گیریم در واقع ظرفی از تجارب است که یک نمونه‌ی کوچک از زمان و فضا در آن ریخته شده است. شما فرهنگ و فناوری بومی خودتان را با حس‌هایتان درک می‌کنید. آنچه شما هستید همان قدر مرهون محیط پیرامون شما است که مرهون دی‌ان‌ای درون شما.

این داستان را با اژدهای کومودویی که امروز و اژدهای کومودویی که سی‌هزار سال پیش به دنیا آمده مقایسه کنید. احتمالاً تشخیص آن‌ها از روی رفتارشان سخت‌تر است. تفاوت در چیست؟

اژدهای کومودو با مغزی به دنیا می‌آید که هر بار تقریباً از همان محصول مشابه رونمایی می‌کند. مهارت‌های آن‌ها با توجه به سابقه‌شان بیشتر سخت‌افزاری است (بخور! جفت‌گیری کن! شنا کن!) و این وضعیت به آن‌ها اجازه می‌دهد سهم ثابتی از زیست‌بوم را در اختیار بگیرند، اما آن‌ها کارگرانی انعطاف‌ناپذیرند. اگر با هواپیما از خانه‌ی خود در جنوب شرقی اندونزی به کانادای برفی انتقال یابند، چیزی نمی‌گذرد که دیگر اژدهای کومودویی باقی نمی‌ماند.

درمقابل، انسان‌ها در زیست‌بوم‌های سراسر جهان پا گرفتند و به وقتش این کره‌ی خاکی را ترک می‌کنند. رمز موضوع چیست؟ علتش این نیست که ما قوی‌تر، سرسخت‌تر یا ستبرتر از سایر مخلوقات هستیم؛ ما به‌لحاظ این معیارها تقریباً به تمام حیوانات دیگر می‌بازیم. در عوض، ما با مغزی که تا حد زیادی ناکامل است به دنیا می‌آییم. در نتیجه، یک دوره‌ی بی‌دفاعی مطلق را در زمان نوزادی تجربه می‌کنیم، اما این هزینه پیامدهای مثبت خودش را دارد زیرا مغزهایمان جهان پیرامون را دعوت می‌کنند تا به آن‌ها شکل بدهد - و این‌گونه است که مشتاقانه زبان‌ها، فرهنگ‌ها، مدها، سیاست‌ها، مذاهب و اخلاقیات بومی خود را جذب می‌کنیم.

هبوط به این جهان با مغز نیمه‌آماده راهکاری برنده در اختیار انسان‌ها قرار داده است. ما در این رقابت بر تمام گونه‌های موجود در سیاره چیره شده‌ایم؛ سطح تمام خشکی‌ها را درنوردیده‌ایم، دریاها را فتح کرده‌ایم و به سمت ماه خیز برداشته‌ایم. طول عمرمان را سه برابر کرده‌ایم. سمفونی می‌سازیم، آسمان خراش بنا می‌کنیم و با دقتی روزافزون جزئیات مغزمان را ارزیابی می‌کنیم. هیچ‌کدام از این شاهکارها در ژنتیک ما رمزگذاری نشده است.

یا دست‌کم مستقیم رمزگذاری نشده است. به‌جایش ژنتیک ما اصلی ساده دارد: سخت‌افزارهای انعطاف‌ناپذیر نسازید؛ بلکه سیستمی بسازید که با جهان اطرافش سازگار شود. دی‌ان‌ای ما یک نقشه‌ی ثابت برای ساختن اندام زنده نیست، بلکه یک سیستم پویا می‌سازد که دائماً مدارهایش را بازنویسی می‌کند تا بتواند جهان اطرافش را بازتاب دهد و بهره‌وری خود را بیشینه کند.

مانند یک دانش‌آموز مدرسه به سیاره‌ی زمین بیندیشید و فرض کنید چیزی بنیادین و تغییرناپذیر در مورد مرزهای کشورها وجود دارد. در مقابل، مورخ حرفه‌ای می‌داند مرز میان کشورها نتیجه‌ی رویدادهای اتفاقی است و ممکن بود داستان ما متفاوت شود: کسی که در آینده شاه می‌شد، در نوزادی می‌میرد، یا از آفت ذرت جلوگیری می‌شود، یا کشتی جنگی غرق می‌شود و جنگ سرنوشتی دیگر می‌یابد. تغییرات کوچک رقم می‌خورند تا نقشه‌ی دنیا دگرگون شود.

همین اتفاق برای مغز می‌افتد. اگرچه احتمالاً براساس کتاب درسی سنتی، نورون‌های مغز مثل دانه‌های آب‌نبات در ظرف شیشه‌ای، فشرده و خشنود کنار هم نشسته‌اند. نگذارید این تصویر خنده‌دار شما را گول بزند: نورون‌ها در رقابتی برای زنده‌ماندن گیر افتاده‌اند. درست مثل کشورهای همسایه، آن‌ها نیز مرزهای ملک خود را تعیین و پیوسته از این مرزها دفاع می‌کنند. آن‌ها برای حفظ محدوده و بقای خود در هر سطحی از سیستم مبارزه می‌کنند: هر نورون و ارتباط بین نورونی برای تصاحب منابع می‌جنگد. همان‌طور که جنگ‌های مرزی طی دوره‌ی حیات مغز با شدت و حدت ادامه می‌یابد، نقشه‌ی مغز به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که تجارب و اهداف زندگی فرد همواره در ساختار آن بازتاب یابد. اگر یک حسابدار حرفه‌ی خود

را رها کند تا بیانست شود، ناحیه‌ی نورونی اختصاص یافته به انگشتانش گسترش می‌یابد. اگر با میکروسکوپ کار کند، قشر بینایی اش بیشتر رشد می‌کند تا جزئیات ریزی را که دنبالشان است، واضح‌تر ببیند. اگر عطرساز شود نواحی مغزی خاص بویایی اش بزرگ‌تر می‌شود.

مغز فقط از فاصله‌ی دور است که توهم سیاره‌ای با مرزهای مشخص و از پیش تعیین شده را ایجاد می‌کند.

مغز منابعش را براساس آنچه اهمیت دارد تقسیم می‌کند و این کار را با اجرای رقابت «انجام بده یا بمیر» در بین تمام اجزای سازنده اش انجام می‌دهد. این اصل ساده به پرسش‌های متعددی که به زودی با آن‌ها مواجه می‌شویم پاسخ می‌دهد: چرا گاهی فکر می‌کنید صدای موبایل‌تان از جیب شلوارتان می‌آید، درحالی‌که یکپهو می‌فهمید روی میز بوده است؟ چرا آرنولد شوارتزنگر، بازیگر متولد اتریش، وقتی انگلیسی آمریکایی صحبت می‌کند لهجه‌ای غلیظ دارد، درحالی‌که میلا کونیس، بازیگر متولد اوکراین، لهجه ندارد؟ چرا یک کودک مبتلا به سندرم اوتیسم ساوان^۱ می‌تواند در ۴۹ ثانیه مکعب روبیک را حل کند اما نمی‌تواند با بچه‌ای هم‌سن و سال خودش یک گفت‌وگوی معمولی انجام بدهد؟ آیا انسان‌ها می‌توانند از فناوری به‌عنوان ابزاری برای خلق حس‌های جدید استفاده کنند و در نتیجه پرتو فرسوخ، الگوهای اقلیمی سیاره یا معاملات بازار بورس را بی‌واسطه حس کنند؟

اگر ابزارت را گم کردی، یکی بساز

توکیو در اواخر سال ۱۹۴۵ در تنگنا بود. در مقطع زمانی جنگ روسیه و ژاپن و دو جنگ جهانی، توکیو به مدت چهار سال همه‌ی منابع عقلی خود را به ارتش اختصاص داده بود. این موضوع کشور را به استعدادهایی مجهز کرده بود که تنها برای یک هدف مناسب بودند: جنگ بیشتر. اما بمب اتمی و خستگی از جنگ‌ها عطش آن‌ها را برای افزایش فتوحات در آسیا و اقیانوس آرام فرو نشانده بود. جنگ تمام شده بود. دنیا تغییر کرده بود و ملت ژاپن باید همراه با آن تغییر می‌کرد.

1. autistic savant syndrome

اما این تغییرات پرسشی دشوار را مطرح کرد: با تعداد زیاد مهندسان نظامی که از آغاز قرن برای ساخت اسلحه‌های بهتر تربیت شده بودند چه باید کرد؟ آن‌ها نمی‌توانستند به‌سادگی خودشان را با تمایل جدید ژاپنی‌ها به صلح وفق دهند. یا این‌طور به نظر می‌رسید. ولی طی چند سال توکیو با تغییر وظایف مهندسان چشم‌اندازهای اقتصادی و اجتماعی خود را متحول کرد. هزاران مهندس برای طراحی قطارهای گلوله‌ای سریع شینکانسن به‌کار گرفته شدند.^[۵] آن‌هایی که قبلاً ناوهای هواپیمابر آیرودینامیک طراحی می‌کردند حالا قطار می‌ساختند. آن‌هایی که قبلاً در خط تولید هواپیماهای جنگنده‌ی زیرو-میتسویشی کار می‌کردند حالا چرخ‌ها، محورها و ریل‌هایی تعبیه می‌کردند تا امنیت قطار گلوله‌ای را در سرعت بالا تأمین کنند. توکیو منابعش را برای تطبیق بیشتر با محیط خارجی‌اش تغییر داد. آن‌ها شمشیرها را به گاوآهن‌ها تبدیل کردند و ماشین‌آلات خود را برای پاسخ به نیازهای روز تغییر دادند.

توکیو همان کاری را کرد که مغز می‌کند. مغز پیوسته خود را برای مواجهه با چالش‌ها و اهدافش تنظیم می‌کند. منابعش را طوری شکل می‌دهد که به نیازهای اطرافش پاسخ دهد و زمانی که به مصالح خود دسترسی ندارد، آن را می‌سازد. چرا این راهبرد برای مغز مناسب است؟ به‌رحال فناوری ساخته‌ی بشر موفق بوده و ما در آنجا از راهبرد متفاوتی استفاده می‌کنیم. ما سخت‌افزارهای ثابت با برنامه‌های نرم‌افزاری ساخته‌ایم که دقیقاً به نیازهایمان پاسخ بدهند. فواید حذف تمایز این لایه‌ها به‌گونه‌ای که سازوکارها دائماً خود را برای اجرای برنامه‌ها طراحی کنند چیست؟ اولین فایده سرعت است.^[۶] شما به‌سرعت با لپ‌تاپتان تایپ می‌کنید، زیرا ناچار نیستید درباره‌ی جزئیات محل قرارگرفتن انگشتانتان، مقاصد و اهدافتان فکر کنید. این کارها خودشان، انگار به‌شیوه‌ای جادویی، انجام می‌شوند، چون تایپ‌کردن بخشی از مداربندی مغز شما شده است. با تنظیم مجدد سیم‌کشی عصبی، چنین وظایفی خودکار می‌شوند و سرعت تصمیم‌ها و اقدامات را افزایش می‌دهند. میلیون‌ها سال تکامل از ظهور زبان نوشتاری خبر نداد، چه رسد به صفحه‌کلید، با این حال مغز ما برای استفاده از این نوآوری‌ها مشکلی ندارد. این کار را با فشردن کلیدهای سازی که هنوز آن را نواخته‌اید مقایسه کنید. در

انجام این کارها که برایشان تمرین نکرده‌اید، بر تفکر خودآگاهتان تکیه می‌کنید و انجام آن در مقام مقایسه کند و آهسته است. دلیل اینکه توپ بازیکن تفننی فوتبال مدام دزدیده می‌شود، تفاوت سرعت شخص حرفه‌ای و آماتور است. درمقابل، بازیکن باتجربه پیام‌های بازیکنان حریف را می‌خواند، با پاهایش جهش‌های خارق‌العاده انجام می‌دهد و توپ را با دقت زیاد پرتاب می‌کند. اقدامات ناخودآگاه از چاره‌جویی‌های آگاهانه سریع‌ترند. شخم‌زدن با خیش سریع‌تر از شمشیر است. فایده‌ی دوم تخصصی‌کردن ماشین‌ها برای انجام وظایف مهم، بهینه‌سازی مصرف انرژی است. بازیکن تازه‌کار فوتبال به‌سادگی متوجه هماهنگی حرکات داخل زمین نمی‌شود، درحالی‌که بازیکن حرفه‌ای می‌تواند روند بازی را به شیوه‌های مختلف تغییر دهد تا گلی به ثمر برسد. مغز کدام‌یک فعالیت بیشتری دارد؟ شاید گمان کنید بازیکنی که امتیاز بیشتری گرفته است، زیرا ساختار بازی را می‌شناسد و احتمالات، تصمیم‌ها و حرکات پیچیده را به‌سرعت در ذهنش بررسی می‌کند. اما این حدس اشتباه است. مغز بازیکن باتجربه یک مدار عصبی ویژه‌ی فوتبال ایجاد می‌کند که به او اجازه می‌دهد حرکاتش را با فعالیت مغزی حداقلی انجام دهد. درمقابل، مغز بازیکن آماتور از شدت فعالیت درحال انفجار است. او سعی می‌کند بفهمد کدام حرکات مهم است. محاسبه می‌کند تا ببیند از بین مداخلات متعدد کدام درست است، البته اگر راه درست وجود داشته باشد. به‌دلیل حک‌شدن فوتبال در مدار ذهنی بازیکن حرفه‌ای، او هم سریع و هم کارآمد است. این بازیکن مداربندی‌های درونی‌اش را برای چیزی که در جهان بیرون اهمیت دارد بهینه می‌کند.

سیستمی همیشه در تغییر

مفهوم سیستمی که با وقایع بیرونی تغییر می‌کند - و شکل جدید خود را حفظ می‌کند - ویلیام جیمز، روان‌شناس آمریکایی را به ابداع واژه‌ی «شکل‌پذیری»^۱ سوق داد. شیء پلاستیکی می‌تواند شکل بگیرد و این شکل را حفظ کند. به این دلیل است که مواد پلاستیکی این نام را یافته‌اند: ما با پلاستیک ظروف، اسباب‌بازی و

1. plasticity

تلفن می‌سازیم و این ماده به‌شکل اولیه‌اش بر نمی‌گردد. مغز هم همین‌طور است: تجربه آن را تغییر می‌دهد و مغز این تغییر را در خودش حفظ می‌کند.

اصطلاح «شکل‌پذیری مغز» (که شکل‌پذیری عصبی^۱ نامیده می‌شود) در عصب‌پژوهی به‌کار می‌رود. در این کتاب به‌ندرت از این اصطلاح استفاده می‌کنم، زیرا گاهی معنای دلخواه‌رانی می‌رساند. اصطلاح «شکل‌پذیری» عامدانه و غیرعامدانه حاکی از این ایده‌ی اصلی است که چیزی را یک‌بار شکل دهیم و به همان شکل حفظ کنیم: به اسباب‌بازی پلاستیکی شکل بدهیم و دیگر تغییر ندهیم. اما این کاری نیست که مغز می‌کند. مغز شما در طی زندگی خودش را تغییر می‌دهد.

شهری در حال رشد را در نظر بگیرید، توجه کنید چگونه رشد می‌کند، بهینه‌سازی می‌شود و به جهان اطراف خود واکنش می‌دهد. ببینید چگونه ایستگاه‌های وسایل نقلیه را می‌سازد، سیاست‌های مهاجرتی وضع می‌کند و دستگاه‌های آموزشی و قضایی خود را اصلاح می‌کند. شهر همیشه در حال تغییر است و برنامه‌ریزان شهری آن را مانند زیورآلات پلاستیکی بی‌تحرك طراحی نمی‌کنند. شهر بی‌وقفه گسترش می‌یابد.

درست مثل شهرها، مغزها هم هرگز به نقطه‌ی پایان نمی‌رسند. ما همه‌ی عمرمان را در حال ترقی به‌سمت چیزی می‌گذرانیم، حتی اگر هدف تغییر کند. حس غافلگیرکننده‌ی خواندن یک خاطره‌ی قدیمی را که سال‌ها پیش نوشته‌اید در نظر بگیرید. این خاطره، افکار، نظرات و زاویه‌ی دید فردی را آشکار می‌کند که اندکی با اکنون شما متفاوت است و حتی ممکن است فرد قبلی گاهی در مرز شناخت‌ناپذیر شما قرار بگیرد. با وجود نام و تاریخچه‌ی اولیه‌ی مشترک، راوی در سال‌های بین نگارش و تفسیر تغییر کرده است.

واژه‌ی «پلاستیک» را می‌توان برای سازگاری با این مفهوم در حال تغییر بسط داد و من برای حفظ ارتباط با ادبیات موجود، گهگاه از این واژه استفاده می‌کنم.^[۷] اما شاید روزهایی که شکل دادن پلاستیکی بر ما تأثیر می‌گذارد گذشته باشد. هدف ما در اینجا درک این موضوع است که این سیستم زنده چگونه عمل می‌کند و برای همین واژه‌ای ساخته‌ام که بهتر حق مطلب را بیان می‌کند: «مدار زنده»^۲. چنان‌که خواهیم دید نمی‌توانیم مغز را به‌شکل لایه‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری تفکیک‌پذیر تصور

1. neuroplasticity

2. livewired

کنیم. بلکه به مفهوم مدار زنده نیاز داریم تا بتوانیم این سیستم متغیر، تطابق پذیر و در جست و جوی اطلاعات را درک کنیم.

بیباید برای درک قدرت اندام خودپیکربندی کننده^۱ به داستان متیو برگردیم. او بعد از حذف نصف مغزش در حالت بی اختیاری مطلق بود، نمی توانست راه برود و حرف بزند. بدترین کابوس والدینش اتفاق افتاده بود.

اما او با فیزیوتراپی و گفتاردرمانی به آهستگی سخن گفتن را یاد گرفت. فراگیری او به شیوه‌ی یک نوزاد بود: اول یک واژه، بعد دو واژه و سپس عبارت‌های کوتاه.

سه ماه بعد به لحاظ رشدی متناسب شده بود - درست در جایی بود که باید باشد. اکنون، پس از سال‌های بسیار، متیو نمی تواند به خوبی از دست راستش استفاده کند و مختصری می‌لنگد،^[۸] اما جدای از این‌ها یک زندگی عادی دارد و نشانه‌های ناچیزی از تجربه‌ی خارق العاده‌ای که از سر گذرانده است در او وجود دارد. حافظه‌ی طولانی مدت او عالی است. سه ترم تحصیلی به کالج رفت، اما به خاطر دشواری نوشتن با دست راستش ترک تحصیل کرد و در رستوران مشغول به کار شد. کارش پاسخ‌گویی به تلفن‌ها، رسیدگی به امور مشتریان، سرو غذا و رسیدگی به تقریباً هر کاری است که باید انجام شود. افرادی که با او برخورد می‌کنند اصلاً فکر نمی‌کنند او نیمی از مغزش را ندارد. به قول والرئ: «اگر موضوع را ندانند، متوجه آن نمی‌شوند.» چگونه ممکن است این فقدان عصبی بزرگ جلب توجه نکند؟

این‌طور: باقی مانده‌ی مغز متیو به‌طور پویایی از نو مداربندی شد تا وظایف نیمه‌ی دیگر را انجام دهد. طرح کلی دستگاه عصبی او خودش را طوری تنظیم کرد که فضای کوچک تری اشغال کند - برخورداری از یک زندگی کامل با نیمی از ابزار. شما نمی‌توانید تلفن همراهتان را دونیم کنید و امیدوار باشید که با آن تماس بگیرید، زیرا سخت‌افزار شکننده است. مدار زنده تاب می‌آورد.

در سال ۱۵۹۶، آبراهام اورتلیوس^۲، نقشه‌بردار فلاندری، به نقشه‌ای از زمین نگاه کرد و به مکاشفه‌ای رسید: قاره‌های آفریقا و آمریکا مثل قطعه‌های پازل با هم

1. self-configuring

2. Abraham Ortelius

جفت‌وجور می‌شدند. تطابق آن‌ها واضح بود، اما او نمی‌دانست چه چیزی آن‌ها را «از هم جدا کرده است». در سال ۱۹۱۲، آلفرد وگنر^۱، زمین‌شناس آلمانی، مفهوم رانش قاره‌ها را مطرح کرد: اگرچه پیش‌ازآن فرض می‌شد قاره‌ها حرکت نمی‌کنند، چه‌بسا مانند نیلوفرهای آبی عظیم شناور باشند. حرکت آهسته است (سرعت حرکت قاره‌ها تقریباً برابر سرعت رشد ناخن پای شما است)، اما فیلمی از سیاره در یک میلیون سال پیش، خشکی‌ها را به‌شکل سیستم سیال و پویایی نشان می‌دهد که براساس قوانین گرما و فشار از نو توزیع می‌شوند.

مغز هم مثل زمین یک سیستم سیال و پویا است، اما قوانین آن چیست؟ تعداد مقالات علمی درباره‌ی شکل‌پذیری مغز به صدها هزار رسیده، اما حتی امروز، وقتی به این ماده‌ی صورتی خودتنظیم‌گر نگاه می‌کنیم نمی‌توانیم چارچوبی فراگیر بیابیم که به ما بگوید چرا و چگونه مغز کارش را این‌گونه انجام می‌دهد. این کتاب آن چارچوب را معرفی می‌کند و به ما اجازه می‌دهد بهتر بفهمیم چه‌کسی هستیم، چگونه به وجود آمده‌ایم و به کجا می‌رویم.

زمانی که درحال‌وهوای اندیشیدن به مداربندی زنده باشیم، انگار سازوکار سخت‌افزاری کنونی ما برای توضیح آینده‌مان، به‌شکل نامیدکننده‌ای ناقص است. وانگهی در مهندسی سنتی هرچیز مهمی به‌دقت طراحی می‌شود. وقتی شرکت خودروسازی شاسی مدل خودروی خود را تغییر می‌دهد، ماه‌ها صرف تولید موتوری مناسب آن می‌کند. تصور کنید بدنه را آن‌طور که دوست دارید تغییر دهید و اجازه دهید موتور خودش را با آن سازگار کند. خواهیم دید، زمانی که قواعد اصلی مدار زنده را دریابیم، می‌توانیم نبوغ مادر طبیعت را در ساختن سازوکار جدید به‌کار بگیریم: ابزاری که به‌طرز پویا و با بهینه‌سازی خود براساس ورودی‌ها و یادگیری از تجارب، مداربندی خودشان را تعیین می‌کنند.

هیجان زندگی کشف این موضوع نیست که چه‌کسانی هستیم، بلکه این است که در روند چه‌کسی شدن پیش می‌رویم. به‌طور مشابه، جادوی مغز ما در اجزای سازنده‌ی آن نیست، بلکه در شیوه‌ی نوسازی اجزا به‌طور مداوم است تا محصولی پویا، سیال و زنده بسازند.

1. Alfred Wegener

مغز شما پس از خواندن چند صفحه از کتاب تغییر می‌کند: علائم روی صفحات، میلیون‌ها تغییر جزئی را در دریای گسترده‌ی شبکه‌ی عصبی شما رهبری می‌کنند و شما را به کسی تبدیل می‌کنند که با شما در آغاز این فصل تفاوت دارد.

فقط دنیا را اضافه کنید

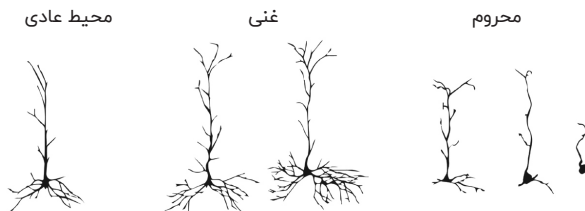
چطور یک مغز خوب پرورش دهیم

مغزها مانند لوح سفید به دنیا نمی‌آیند. آن‌ها از قبل به پیش‌بینی‌ها مجهز شده‌اند. به تولد یک جوجه فکر کنید: لحظاتی پس از خروج از تخم روی پاهای کوچکش توتلو می‌خورد و ناشیانه می‌دود و جاخالی می‌دهد. درواقع، جوجه وقت ندارد در محیط زندگی‌اش ماه‌ها و سال‌ها صرف یادگیری راه‌رفتن کند.

نوزادان انسان هم هنگام تولد تا حد زیادی برنامه‌ریزی شده‌اند. این واقعیت را در نظر بگیرید که ما آماده‌ی جذب زبان به دنیا می‌آییم، یا نوزادان ادای فرد بالغی را درمی‌آورند که زبانش را از دهانش خارج می‌کند، مهارت منحصر به فردی که نیازمند توانایی پیشرفته برای تبدیل بینایی به کنش حرکتی است،^[۱] یا رشته‌های داخل چشم برای یافتن اهدافشان در عمق مغز به یادگیری نیاز ندارند: آن‌ها هر بار به‌سادگی شواهد مولکولی را دنبال می‌کنند و به هدف خود می‌رسند. برای انجام کارهای سخت‌افزاری باید از زن‌هایمان تشکر کنیم.

اما سخت‌افزار ژنتیکی کل ماجرا را به‌خصوص درباره‌ی انسان‌ها بازگو نمی‌کند. سازماندهی سیستم فوق‌العاده پیچیده است و تعداد ژن‌ها اندک است. حتی اگر تقسیم را که می‌تواند نسخه‌های بسیاری از یک ژن ایجاد کند به‌حساب آوریم، باز هم تعداد نوروها و ارتباطات آن‌ها خیلی بیشتر از تعداد ترکیب‌های ژنی است. بنابراین می‌دانیم جزئیات مداربندی مغز چیزی بیشتر از ژنتیک را درگیر می‌کند. دو قرن پیش اندیشمندان به‌درستی گمان می‌کردند جزئیات تجربه‌ها اهمیت دارند.

در سال ۱۸۱۵، یوهان اشیپورزهایم^۱ فیزیولوژیست این موضوع را مطرح کرد که مغز هم مانند ماهیچه‌ها می‌تواند با ورزش کردن بزرگ‌تر شود: ایده‌ی او این بود که خون مواد مغذی رشد را با خود حمل می‌کند و «به بخش‌هایی که برانگیخته باشند، مواد مغذی بیشتری می‌رساند.»^[۲] در سال ۱۸۷۴، چارلز داروین فکر کرد آیا این ایده‌ی پایه می‌تواند توضیح دهد چرا مغز خرگوش وحشی که در طبیعت زندگی می‌کند از مغز خرگوش اهلی بزرگ‌تر است؟ او معتقد بود خرگوش وحشی بنابه اجبار بیشتر از خرگوش اهلی از هوش و احساسات خود استفاده می‌کند و در نتیجه اندازه‌ی مغزش بزرگ‌تر است.^[۳] در دهه‌ی ۱۹۶۰، پژوهشگران به‌طور جدی شروع به بررسی این موضوع کردند که آیا مغز در نتیجه‌ی تجارب مستقیم دچار تغییرات قابل اندازه‌گیری می‌شود؟ ساده‌ترین راه بررسی موضوع، پرورش موش‌ها در محیط‌های مختلف بود؛ مثلاً محیطی مملو از اسباب‌بازی و چرخ دوییدن موش‌ها در مقابل محیط محروم از این امکانات در قفس انفرادی و خالی.^[۴] نتایج خیره‌کننده بود: محیط ساختار مغز موش‌ها را که با ظرفیت یادگیری و حافظه‌ی حیوانات در ارتباط است تغییر داد. عملکرد موش‌هایی که در محیط غنی رشد کرده بودند بهتر بود و در کالبدشکافی مشخص شد دندریت‌های بلندتر و پرپشت‌تری دارند (دندریت^۲ شاخه‌ی درخت‌مانندی است که بر بدنه‌ی سلول رشد می‌کند).^[۵] در مقابل، موش‌هایی که در محیط محروم رشد می‌کردند در یادگیری ضعیف بودند و نورون‌هایشان به‌طرز غیرعادی کم‌شاخه بود. تأثیرات محیطی مشابه در پرنده‌ها، میمون‌ها و سایر پستانداران هم دیده شد.^[۶] محتوا برای مغز مهم است.



نورون به‌طور معمول مثل درخت پرشاخه رشد می‌کند و با آن‌ها با بقیه‌ی نورون‌ها ارتباط برقرار می‌کند. رشد شاخه‌ها در محیط غنی بیشتر است و در محیط محروم پژمرده می‌شوند.

آیا این اتفاق در انسان هم می‌افتد؟ در اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰، پژوهشگران در کالیفرنیا دریافتند که می‌توانند برای مقایسه‌ی مغز فارغ‌التحصیلان دبیرستان و فارغ‌التحصیلان کالج از کالبدشکافی استفاده کنند. آن‌ها پس از مقایسه با پژوهش‌های حیوانی دریافتند نواحی مغز که به درک زبان اختصاص دارد در فارغ‌التحصیلان کالج پرشاخه‌تر است.^[۷]

بنابراین درس اول این است که ساختار شگرف مغز بازتاب محیطی است که با آن در تماس است و این فقط درباره‌ی دندریت‌ها نیست. همان‌طور که به‌زودی خواهیم دید تجارب جهانی تقریباً هم‌همی جزئیات قابل اندازه‌گیری مغز را از مقیاس مولکولی تا آناتومی کلی تنظیم می‌کند.

تجربه ضروری است

چرا اینشتین اینشتین بود؟ قطعاً ژنتیک نقش داشت، اما او به‌خاطر تجاربش در کتاب‌های تاریخ ما ثبت شده است: تماسش با ویولنسل، معلم فیزیک سال آخر دبیرستان، طرد دختری که دوستش داشت، کار در اداره‌ی ثبت اختراعات، مسائل ریاضی که به‌خاطر آن‌ها ستایش شد، داستان‌هایی که خواند و میلیون‌ها تجربه‌ی دیگر - که در مجموع دستگاه عصبی او را بدل به ماشینی زیستی کرد که ما به‌عنوان آبرت اینشتین می‌شناسیم. هر سال، هزاران کودک با توانایی‌های بالقوه‌ی مشابه او وجود دارند، اما در معرض فرهنگ، وضعیت اقتصادی یا ساختار خانوادگی که بازخورد مثبتی به آن‌ها نمی‌دهد قرار می‌گیرند و ما آن‌ها را اینشتین نمی‌نامیم.

اگر دی‌ان‌ای تنها چیزی بود که اهمیت داشت آن‌وقت دلیل خاصی برای برنامه‌های اجتماعی مناسب که به کودکان ما تجارب خوب اجتماعی ارائه کند و از تجارب بد مصونشان بدارد وجود نداشت. اما مغزها برای رشد صحیح به محیط مناسب نیاز دارند. وقتی اولین نسخه‌ی پروژه‌ی ژنوم انسانی در لحظه‌ی تحویل هزاره تکمیل شد، یکی از بزرگ‌ترین شگفتی‌ها این بود که انسان‌ها فقط بیست هزار ژن دارند.^[۸] این عدد موجب شگفتی زیست‌شناسان شد: تصور این بود که ما با توجه به پیچیدگی مغز و بدن به صدها هزار ژن نیاز داریم.

پس چگونه این مغز پیچیده با ۸۶ میلیارد نورون از این کتاب دستورالعمل کوچک ساخته می‌شود؟ پاسخ بر راهبرد هوشمندانه‌ای استوار است که ژنوم آن را پیاده‌سازی می‌کند: ناکامل بساز و اجازه بده تجربه‌های دنیوی تصحیحش کنند. بنابراین، مغز انسان‌ها در زمان تولد آشکارا ناکامل است و تعامل با جهان برای تکمیل آن ضروری است.

چرخه‌ی خواب و بیداری را در نظر بگیرید. ساعت درونی بدن موسوم به چرخه‌ی زیست‌شناختی^۱ در یک بازه‌ی زمانی ۲۴ ساعته کار می‌کند. با وجود این، اگر چند روز متوالی در یک غار بدون نشانه‌ای از روشنی و تاریکی سطح زمین باشید، چرخه‌ی زیست‌شناختی شما بین ۲۱ تا ۲۷ ساعت تغییر می‌کند. این موضوع راه‌حل ساده‌ی مغز را نشان می‌دهد: ساعتی نه‌چندان دقیق بساز و بعد با ریتم خورشید تنظیمش کن. با این ترفند ظریف نیازی به رمزگذاری ژنتیکی برای ساعت دقیق نیست. جهان این ساعت را کوک می‌کند.

شکل‌پذیری مغز اجازه می‌دهد رویدادهای زندگی به‌طور مستقیم به بافت عصبی متصل شوند. این حقه‌ی فوق‌العاده‌ی مادر طبیعت به مغز اجازه می‌دهد زبان‌ها را بیاموزد، دوچرخه‌سواری کند و فیزیک کوانتومی را بفهمد و این‌ها با بذره‌های مجموعه‌ی کوچک ژن‌ها ممکن می‌شود. دی‌ان‌ای ما یک نسخه‌ی عملیاتی نیست؛ فقط اولین دومینویی است که نمایش را شروع می‌کند.

از این زاویه به‌سادگی می‌توان درک کرد چرا برخی مشکلات شایع بینایی -از جمله ناتوانی در دید صحیح عمق- ناشی از عدم توازن الگوی فعالیتی است که دو چشم به قشر بینایی مغز منتقل می‌کنند؛ برای مثال، وقتی کودک با لوچی یا سپیدچشمی به دنیا می‌آیند، فعالیت دو چشم (برخلاف چشم‌های متقارن) با هم هماهنگ نیستند. اگر مشکل برطرف نشود، کودک توانایی دید طبیعی دوچشمی (توانایی تشخیص عمق براساس تفاوت‌های کوچک میان آنچه دو چشم می‌بینند) نخواهد داشت. یک چشم رفته‌رفته ضعیف‌تر می‌شود و اغلب تا نابینایی پیش می‌رود. به این موضوع برمی‌گردیم تا بفهمیم علت چیست و درباره‌ی آن چه‌کاری می‌توانیم بکنیم. فعلاً، نکته‌ی مهم این است که مدارهای بینایی عادی به ورودی

1. circadian rhythm

بینایی عادی متکی است، یعنی وابسته به تجربه است. بنابراین دستورالعمل ژنتیکی در مونتاژ دقیق اتصالات قشر مغز نقشی جزئی ایفا می‌کند. راه دیگری هم وجود ندارد: با ۲۰ هزار ژن و ۲۰۰ تریلیون ارتباط بین نورون‌ها چطور می‌توان این همه جزئیات را برنامه‌ریزی کرد؟ این مدل هیچ‌وقت کار نمی‌کند. در عوض، شبکه‌ی نورون‌ها برای رشد مناسب نیازمند تعامل با جهان است.^[۹]

بزرگ‌ترین قمار طبیعت

در ۲۹ سپتامبر ۱۸۱۲ کودکی متولد شد که قرار بود وارث مسند دوک بزرگ در منطقه‌ی بادن آلمان شود. متأسفانه آن کودک هفده روز بعد فوت کرد. این پایان داستان بود.

آیا این‌گونه بود؟ شانزده سال بعد، سروکله‌ی مرد جوانی به نام کاسپار هاوزر^۱ در نورنبرگ آلمان پیدا شد. او همراه خودش یادداشتی داشت که توضیح می‌داد در کودکی به خانواده‌ی دیگری سپرده شده و در ظاهر فقط چند جمله بلد بود، از جمله «می‌خواهم مثل پدرم سواره‌نظام شوم.» او به سرعت توجه عمومی و مخاطبین قدرتمند را به خود جلب کرد؛ بسیاری از آن‌ها گمان کردند شاید او وارث تاج‌وتخت بادن باشد که در هفته‌های اول زندگی‌اش در توطئه‌ی کسانی که می‌خواستند تاج‌وتخت را تصاحب کنند، با یک کودک مرده عوض شده است.

داستان به چیزی بیش از فتنه‌ی سلطنتی بدل شد: کاسپار نمونه‌ی کامل یک کودک وحشی شد. به‌گفته‌ی خودش کودکی‌اش را در سلولی تاریک با یک متر عرض و دو متر طول و یک‌ونیم متر ارتفاع گذرانده بود. آنجا فقط یک تخت‌خواب پوشالی و یک اسب چوبی کوچک وجود داشت. هر صبح در سلولش از خواب بیدار می‌شد و تنها چیزی که می‌دید مقداری نان و آب، و نه چیزی بیشتر، بود. نه ورود کسی را می‌دید نه خروجش را. گاهی مزه‌ی آبی که می‌نوشید متفاوت بود و بعد از نوشیدن آن خواب‌آلود می‌شد - وقتی بیدار می‌شد موهایش کوتاه و ناخن‌هایش

گرفته شده بود. تنها اندکی پیش از آزادی‌اش بود که با یک انسان دیگر تماس مستقیم گرفت: مردی که به او نوشتن آموخت، اما همیشه صورتش را می‌پوشاند. داستان کاسپار هاووز توجه بین‌المللی را برانگیخت. او با نوشتن داستان‌های احساسی از جزئیات کودکی‌اش بزرگ شد. داستان او همین حالا هم در نمایشنامه‌ها، کتاب‌ها و موسیقی‌ها به حیات خود ادامه می‌دهد؛ شاید مشهورترین داستان تاریخ در مورد دوران کودکی وحشیانه باشد.

اما ادعای کاسپار قطعاً نادرست بود. جدا از شواهد گسترده‌ی تاریخی، دلیل عصب‌زیست‌شناختی هم برای ردّ آن وجود دارد: کودکی که بدون تعاملات انسانی بزرگ شود نمی‌تواند مثل کاسپار به درستی راه برود، حرف بزند، بنویسد، سخنرانی کند و ببالد. پس از یک قرن خبرنگاری درباره‌ی کاسپار در مطبوعات عمومی، کارل لئونهارد^۱ روان‌شناس نقطه‌ی پایانی بر این داستان گذاشت:

اگر دوره‌ی کودکی‌اش را چنان گذرانده بود که خودش توصیف می‌کرد، چیزی بیشتر از آدمی بودن نمی‌شد. درواقع تا این حد عمر نمی‌کرد. داستان به قدری آکنده از خزعلات است که شگفت‌آور است زمانی آن را باور داشتند و همین حالا هم بسیاری به آن باور دارند.^[۱۰]

به هر حال، با وجود برخی برنامه‌ریزی‌های قبلی ژنتیکی، روش طبیعت برای رشد مغز بر دریافت طیف گسترده‌ی تجارب مانند تعامل اجتماعی، گفت‌وگو، بازی، قرارگرفتن در معرض جهان و امور عادی انسانی متکی است. راهبرد تعامل با جهان به سازوکار عظیم مغز اجازه می‌دهد از مجموعه‌ای نسبتاً کوچک از دستورالعمل‌ها شکل بگیرد. این شیوه‌ی نوغ‌آمیز شکوفایی مغز (و بدن) از یک تخمک ریز است. اما این راهبرد یک قمار هم هست. این شیوه که در آن شکل دادن به مغز بیشتر به عهده‌ی تجارب است تا سخت‌افزار، تا حدی مخاطره‌آمیز است؛ گذشته از هر چیز، چه اتفاقی می‌افتد اگر کودکی مانند کاسپار به دنیا بیاید و نوزادی‌اش بدون توجه والدینش بگذرد؟

1. Karl Leonhard

غم‌انگیز این است که پاسخ پرسش را می‌دانیم. یک مثال: در ژوئیه‌ی ۲۰۰۵ پلیس در شهر پلنت‌سیتی^۱ فلوریدا دم‌خانه‌ای ویرانه توقف کرد. آن‌ها را همسایه‌ای خبر کرده بود که چند باری دختری را پشت پنجره دیده بود، اما هرگز ندیده بود از خانه خارج شود و فرد بالغی را هم کنار او پشت پنجره ندیده بود. افسران پلیس مدتی در زندن و درنهایت زنی در را باز کرد. آن‌ها به زن گفتند برای جست‌وجوی دخترش در داخل خانه حکم دارند. آن‌ها از راهرو گذشتند و چند اتاق را گشتند و درنهایت به یک اتاق خواب کوچک وارد شدند. دختر آنجا بود. یکی از افسرها استفراغ کرد.



دنیل دختر وحشی که در سال ۲۰۰۵ در فلوریدا کشف شد. گرچه این عکس چهره‌ی زیبایی کودک‌کی را نشان می‌دهد، رفتارها و احساسات ذاتی و تعاملات عادی انسانی در او غایب است: او دوره‌ی حیاتی برای اخذ اطلاعات مناسب از جهان را از دست داده است.

دنیل کراکت^۲، دختری که جثه‌اش برای کودک‌کی حدود هفت‌ساله کوچک‌تر از حد معمول بود، کودک‌کی‌اش را در یک اتاق تاریک حبس شده بود. او با ذرات مدفوع و سوسک‌های حمام پوشیده شده بود. به‌جز تغذیه‌ی ابتدایی هیچ‌گونه توجه فیزیکی دریافت نکرده بود، هرگز در یک گفت‌وگوی طبیعی شرکت نکرده و به‌احتمال زیاد هیچ‌گاه از خانه خارج نشده بود. او به‌کلی ناتوان از صحبت‌کردن بود. وقتی افسران پلیس (و مددکاران اجتماعی و روان‌شناسان) را دید انگار هیچ‌کدام را نمی‌دید؛ هیچ کورسویی از شناخت یا نشانه‌ای از تعامل عادی انسانی در او وجود نداشت.

1. Plant City

2. Danielle Crockett

نمی‌توانست غذای جامد بجود، بلد نبود از دست‌شویی استفاده کند، نمی‌توانست با تکان سر بله یا خیر بگوید، و یک سال بعد هنوز نحوه‌ی استفاده از لیوان‌نی‌دار را یاد نگرفته بود. بعد از آزمایش‌های فراوان، پزشکان تشخیص دادند او مشکل ژنتیکی مثل فلج مغزی، اوتیسم یا سندرم دان ندارد. درعوض، رشد عادی مغز او به‌خاطر محرومیت از فعالیت‌های اجتماعی مختل شده بود.

به‌رغم تلاش پزشکان و کارشناسان، پیش‌آگهی برای دنیل نامساعد است؛ سناریوی محتمل این است که او در یک آسایشگاه زندگی خواهد کرد و شاید روزی بتواند بدون پوشک زندگی کند.^[۱۱] غم‌انگیز است که داستان او یک داستان واقعی کاسپار هاوزر با پیامدهای واقعی است.

عاقبت دنیل دلخراش است چون مغز انسان به‌شکل ناکامل وارد جهان می‌شود. رشد کافی نیازمند ورودی مناسب است. مغز برای شکوفاکردن برنامه‌هایش تجارب را، فقط در یک پنجره‌ی زمانی که سریع بسته می‌شود، جذب می‌کند. زمانی که پنجره‌ی زمانی از دست برود، گشودن دوباره‌اش سخت یا غیرممکن است. داستان دنیل با مجموعه‌ای از آزمایش‌های حیوانی در اوایل دهه‌ی هفتاد هم‌سو است. هری هارلو، دانشمندی از دانشگاه ویسکانسین، از میمون‌ها برای بررسی رابطه‌ی مادران و فرزندان‌شان استفاده کرد. او یک دوره فعالیت علمی پربار را از سر گذراند، اما زمانی که همسرش به دلیل سرطان در سال ۱۹۷۱ فوت کرد، مبتلا به افسردگی شد. به کارش ادامه داد، اما دوستان و همکارانش حس می‌کردند آدم قبلی نیست. او علائق علمی و پژوهشی خود را به مطالعه درباره‌ی افسردگی معطوف کرد.

او با استفاده از میمون‌ها، برای مدل‌سازی افسردگی انسانی، پژوهشی درباره‌ی انزوا طراحی کرد. او یک میمون کودک را در قفسی با دیوارهای فلزی و بی‌پنجره گذاشت. آینه‌ای دوطرفه اجازه می‌داد هارلو داخل قفس را ببیند، اما میمون نمی‌توانست بیرون را ببیند. او سی روز به این کار با یک میمون ادامه داد. بعد، شش ماه با میمون دیگری. سایر میمون‌ها هم یک سال زندانی شدند. از آنجاکه بچه‌میمون‌ها فرصتی برای برقراری ارتباط عادی نداشتند (اندکی بعد

از تولد داخل قفس گذاشته شده بودند) علائم آشفتگی عمیق را بروز می دادند. آن‌هایی که بیش از بقیه انزوا را تجربه کرده بودند، شبیه دنیل شدند: با سایر میمون‌ها تعامل عادی نداشتند و در بازی‌ها، همکاری‌ها و رقابت‌هایشان شرکت نمی کردند. به ندرت حرکت می کردند. دوتای آن‌ها دیگر غذا هم نمی خوردند.

هارلو متوجه شد این میمون‌ها نمی توانند روابط جنسی عادی برقرار کنند. با وجود این، او چند میمون ماده‌ی منزوی را باردار کرد تا ببیند این حیوانات پریشان با بچه‌های خودشان چگونه رفتار می کنند. نتایج فاجعه‌بار بود. میمون‌های منزوی در بزرگ کردن بچه‌هایشان ناتوان بودند؛ در بهترین حالت به‌طور کامل بچه‌هایشان را نادیده می گرفتند و در بدترین حالت به آن‌ها صدمه می زدند.^[۱۲]

آموخته‌های ما از میمون‌های هارلو مشابه مورد دنیل است: راهبرد مادر طبیعت برای شکوفا کردن مغز به تجربه‌ی مناسب از جهان وابسته است. بدون آن، مغز ناهنجار و بیمارگونه می شود؛ مثل درختی که به خاک غنی از مواد مغذی نیاز دارد تا به شکل درخت درآید، مغز هم برای رشد به محیط غنی از تعاملات اجتماعی و حسی نیازمند است.

با این زمینه، اکنون می دانیم مغز از محیط اطرافش استفاده می کند تا خودش را شکل دهد، اما دقیقاً چگونه جهان را، به‌ویژه از داخل غار تاریکش درک می کند؟ وقتی فردی یک دستش را از دست می دهد یا ناشنوا می شود، چه اتفاقی می افتد؟ آیا فرد نابینا واقعاً شنوایی بهتری خواهد داشت؟ و هرکدام از این‌ها چه ربطی به علت رؤیابینی ما دارد؟