





# مغز پویا

پشت پرده‌ی تغییرات پیوسته‌ی مغز



دیوید ایگلمن

ترجمه‌ی دکتر قاسم کیانی مقدم

انتشارات مازیار

- 
- سرشناسه : ایگلن، دیوید، ۱۹۷۱ - م. Eagleman, David
- عنوان و نام پدیدآور : مغز پویا : پشت پرده‌ی تغییرات پیوسته‌ی مغز/ دیوید ایگلن؛ ترجمه‌ی قاسم کیانی مقدم.
- مشخصات نشر : تهران: مازیار، ۱۳۹۹.
- مشخصات ظاهری : ۲۳۶ص؛ ۲۱/۵ × ۱۴/۵ س.م.
- فروست : قلمرو علم
- شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۶۱۱۲-۳
- وضعیت فهرست‌نویسی : فیبا
- یادداشت : عنوان اصلی: Livewired : the inside story of the ever-changing brain, 2020
- عنوان دیگر : پشت پرده‌ی تغییرات پیوسته‌ی مغز.
- موضوع : Neurosciences -- Popular works
- موضوع : عصب پایه‌شناسی -- به زبان ساده
- موضوع : اعصاب
- موضوع : Nervous system
- موضوع : مغز-- به زبان ساده
- موضوع : Brain-- Popular works
- شناسه افزوده : کیانی مقدم، قاسم، ۱۳۴۹ - ، مترجم
- رده‌بندی کنگره : RC۳۵۱
- رده‌بندی دیویی : ۶۱۲/۸۲
- شماره کتابشناسی ملی : ۷۴۳۸۴۳۸
- 

www.mazyarpub.ir  
mazyarpub@yahoo.com

## زمنیات مازیار

مقابل دانشگاه تهران، ساختمان ۱۲۹۶ (ظروفچی) طبقه اول، واحد ۴، تلفن ۶۶۴۶۲۴۲۱  
ثبت علامت تجاری: ۳۵۳۴۲۴

---

### مغز پویا

پشت پرده‌ی تغییرات پیوسته‌ی مغز

دیوید ایگلن

ترجمه‌ی دکتر قاسم کیانی مقدم

صفحه‌آرایی مرواک.

چاپ اول ۱۳۹۹

شمارگان ۱۲۰۰

لیتوگرافی، چاپ و صحافی طیف‌نگار

شابک ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۶۱-۱۲-۳

---

## فهرست مطالب

---

۱. مغستان صورتی ظریف ۷
۲. فقط دنیا را اضافه کنید ۲۵
۳. درون آیینه‌ی بیرون است ۳۵
۴. سر درآوردن از ورودی‌ها ۶۳
۵. چگونه بدن بهتری داشته باشیم ۱۳۱
۶. چرا تمرین اهمیت دارد؟ ۱۶۵
۷. چرا عشق تا لحظه‌ی جدایی از ژرفای خود خبر ندارد؟ ۱۸۹
۸. تعادل بر لبه‌ی تغییر ۲۰۷
۹. چرا یاد دادن ترنند جدید به سگ‌های پیر سخت‌تر است؟ ۲۲۷
۱۰. یادآوری و زمان ۲۴۷
۱۱. گرگ و مریخ‌نورد ۲۷۷
۱۲. پیدا کردن عشق گم‌شده‌ی اوتزی ۲۸۹
- سپاسگزاری ۲۹۵
- یادداشت‌ها ۲۹۷
- مطالعه‌ی بیشتر و عکس‌های رنگی ۳۳۲
- نماینه ۳۳۳
- در ستایش کتاب ۳۳۶

’  
هر کسی به عنوان چند آدم به دنیا می آید و یک آدم از  
دنیا می رود.

— مارتین هایدگر

‘

## مغستان صورتی ظریف

۱

تصور کنید که به جای اینکه مریخ نوردی صد و هشتاد کیلویی را به مریخ بفرستیم، فقط گُره‌ای را روانه‌ی این سیاره کنیم که در سر یک سنجاق جا می‌شود. این کره از منابع اطراف خود انرژی می‌گیرد و آن قدر تکثیر می‌شود که ارتشی از کره‌های متنوع را پدید می‌آورد. کره‌ها دور هم جمع می‌شوند و اجزای مختلفی را ایجاد می‌کنند: چرخ، عدسی، حسگر دما، و سامانه‌ی درونی کاملی برای مسیریابی. اگر به راه افتادن چنین سیستمی را ببینید، قطعاً مبهوت می‌شوید.

ولی کافی است به هر زایشگاهی بروید تا این رخداد را در عمل ببینید. بچه‌های گریانی را خواهید دید که ابتدا به صورت یک تخم میکروسکوپی گشوده شروع شده‌اند و اکنون در جریان تبدیل شدن به پیکر انسانی بزرگی هستند که شامل آشکارسازهای فوتونی، ضمائم چندمفصلی، حسگرهای فشار، پمپ خون، و ماشین‌آلاتی برای متابولیسم کردن انرژی از اطراف خود هستند. و تازه این بهترین ویژگی ما انسان‌ها نیست. ما قابلیت شگفت‌انگیزتری نیز داریم. تجهیزاتی که در بدن ما هست، از قبل به‌طور کامل برنامه‌نویسی نشده است، بلکه از طریق تعامل با جهان، خود را مرتباً شکل می‌دهد. به تدریج که بزرگ می‌شویم، مدارهای مغز ما پیوسته بازنویسی می‌شود تا امکان رویارویی با چالش‌ها، بهره‌گیری از فرصت‌ها، و فهمیدن ساختارهای اجتماعی اطراف ما را فراهم سازد.

گونه‌ی ما توانسته جای‌جای دنیا را به تسلط خود درآورد، زیرا ما عالی‌ترین نمونه‌ی ترفندی هستیم که مادر طبیعت کشف کرده است، و آن این است که تمام مغز را از قبل برنامه‌نویسی نمی‌کند، بلکه قطعات سازنده‌ی اساسی را در

آن قرار می‌دهد و آن را وارد دنیا می‌کند. کودک نالان نهایتاً دست از گریه کردن برمی‌دارد، به اطراف خود نگاه می‌کند، و جهان اطراف خود را جذب می‌کند. این کودک خود را براساس محیط اطراف قالب‌ریزی می‌کند، همه چیز را از زبان محلی گرفته تا فرهنگ و سیاست جهانی فرامی‌گیرد، باورها و سوگیری‌های افرادی را که پرورش‌اش می‌دهند، اخذ می‌کند. تمام خاطرات خوبی که دارد و هر درسی که یاد می‌گیرد، هر اطلاعاتی که به او می‌رسد، تمام این‌ها مدارهای او را شکل می‌دهند و نتیجه‌ی آن چیزی می‌شود که از قبل برنامه‌ریزی نشده، بلکه منعکس‌کننده‌ی جهان اطراف او است.

در این کتاب، خواهیم دید که چگونه مغز ما بی‌وقفه مدارهای خود را بازآرایی می‌کند، و خواهیم دید که این پدیده برای زندگی و آینده‌ی ما چه تأثیری دارد. در طول این مسیر، پرسش‌های چندی داستان را برای ما روشن خواهد کرد: چرا افراد در دهه‌ی ۱۹۸۰ (و فقط در آن دهه) صفحات کتاب‌ها را اندکی قرمز می‌دیدند؟ چرا بهترین کمانگیر دنیا بی‌دست است؟ چرا هر شب خواب می‌بینیم، و این چه ارتباطی با چرخش زمین دارد؟ قطع داروی اعتیادآور، چه ارتباطی با دل‌شکستگی دارد؟ چگونه است که دشمن خاطرات زمان نیست، بلکه خاطرات دیگر است؟ چگونه یک انسان نابینا می‌تواند یاد بگیرد که با زبان خود ببیند، یا یک آدم ناشنوا می‌تواند یاد بگیرد که با پوست خود بشنود؟ آیا روزی خواهیم توانست جزئیات تقریبی زندگی یک فرد را از ساختمان میکروسکوپی جای‌گرفته در جنگل سلول‌های مغزی او بخوانیم؟

## کودکی با نصف مغز

یک روز والری اس. داشت برای رفتن به سرکار آماده می‌شد که پسر سه‌ساله‌اش ماتئو نقش زمین شد.<sup>۱۱</sup> او از جا بلند نمی‌شد. لب‌هایش کبود شده بود. والری وحشت‌زده به شوهرش تلفن کرد. شوهرش فریاد زد: «چرا به من زنگ می‌زنی؟ به دکتر زنگ بزن!»

بچه را به اورژانس بردند، و بعد از آن هم مدت‌ها به مطب پزشک در رفت‌وآمد بود. متخصص اطفال توصیه کرد که قلب ماتئو معاینه شود. متخصص قلب برای او یک دستگاه پایش قلبی نصب کرد، ولی ماتئو مرتب آن



را جدا می‌کرد. در تمام این ویزیت‌ها چیز خاصی پیدا نشد. گویا آن واقعه‌ی هراس‌انگیز فقط همان یک بار بود.

یعنی آن‌ها این‌طور فکر می‌کردند. ولی یک ماه بعد، زمانی که ماتئو مشغول غذا خوردن بود، حالت عجیبی بر چهره‌اش نقش بست. چشمانش وحشت‌زده شد، دست راستش سفت شد و روی سرش بلند شد، و حدود یک دقیقه هیچ‌گونه پاسخی نمی‌داد. والری دوباره او را شتابان پیش دکتر برد. این بار هم تشخیص روشنی داده نشد.

آنگاه روز بعد هم این اتفاق تکرار شد.

پزشک متخصص اعصاب کلاهی از الکترودها را روی سر ماتئو قرار داد تا فعالیت مغزی او را ثبت کند، و با این کار بود که نشانه‌ی مشخص صرع ظاهر شد. برای ماتئو، داروهای تشنج شروع شد.

داروها تا حدودی مؤثر بود، ولی این تأثیر دیری نپایید. خیلی زود ماتئو دچار یک رشته تشنج‌های درمان‌ناپذیر شد، که فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر ابتدا یک ساعت بود، بعد چهل و پنج دقیقه، و بعد سی دقیقه — مانند فاصله‌ی بین انقباضات زایمانی در زن‌ها که مرتب کوتاه‌تر می‌شود. پس از مدتی، هر دو دقیقه یک بار دچار تشنج می‌شد. هر بار این سلسله‌ی تشنج‌ها شروع می‌شد، والری و شوهرش، جیم، ماتئو را سریعاً به بیمارستان می‌بردند، و او چند روز تا چند هفته در آنجا بستری می‌شد. پس از چند بار که این کار تکرار شد، دیگر صبر می‌کردند که فاصله‌ی «انقباضات» او به بیست دقیقه برسد، بعد به بیمارستان زنگ می‌زدند، سوار ماشین می‌شدند، و سر راه بیمارستان هم برای ماتئو ساندویچ می‌گرفتند.

در این اثنا، ماتئو هم سعی می‌کرد در فواصل بین تشنج‌ها از زندگی خود لذت ببرد.

این خانواده هر سال ده بار به بیمارستان می‌رفتند. این روال تا سه سال ادامه یافت. کم‌کم والری و جیم برای از دست رفتن سلامتی فرزندشان عزا گرفتند — نه اینکه او بخواهد بمیرد، بلکه به خاطر اینکه امکان داشتن زندگی نرمال را از دست داده بود. از مراحل خشم و انکار عبور کردند. زندگی عادی‌شان به هم خورد. سرانجام، یک بار که ماتئو سه هفته در بیمارستان بستری بود، متخصصان

اعصاب مجبور به پذیرش این واقعیت شدند که این مشکل از حد توان آنها در بیمارستان محلی بالاتر است.

از این رو، خانواده‌ی ماتیو او را با آمبولانس هوایی از خانه‌شان در آلبوکرکی، نیومکزیکو، به بیمارستان جانز هاپکینز در بالتیمور بردند. در بخش مراقبت‌های ویژه‌ی کودکان در این بیمارستان بود که فهمیدند که ماتیو دچار آنسفالیت راسموسن است، که نوعی بیماری التهابی مزمن نادر است. مشکل این بیماری آن است که فقط قطعه‌ی کوچکی از مغز را درگیر نمی‌کند، بلکه تمام یک نیمه‌ی مغز را گرفتار می‌سازد. والرئ و جیم درباره‌ی روش‌های درمانی سؤال کردند و بسیار شوکه شدند که به آنها گفته شد که برای بیماری ماتیو، فقط یک راه درمان شناخته شده است و آن نیمکره‌برداری، یعنی برداشتن یک نیمه‌ی کامل مغز با عمل جراحی، است. والرئ به من گفت: «اصلاً نفهمیدم بعد از آن دکترها چی گفتند. ذهنم خاموش شده بود، انگار همه داشتند به زبان خارجی حرف می‌زدند.»

والرئ و جیم گزینه‌های دیگری را امتحان کردند، ولی هیچ‌کدام فایده‌ای نبخشید. وقتی که چند ماه بعد، والرئ به بیمارستان جانز هاپکینز زنگ زد تا برای نیمکره‌برداری وقت عمل بگیرد، دکتر از او پرسید: «مطمئنید؟» او گفت: «بله.»

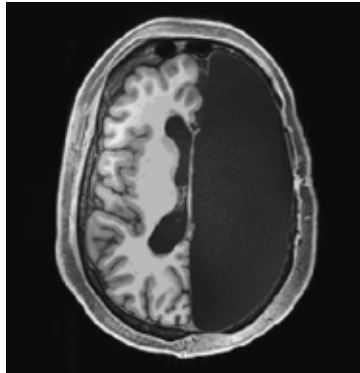
«می‌توانید هر روز در آینه به خودتان نگاه کنید و بدانید کاری را که لازم بوده، انتخاب کرده‌اید؟»

والرئ و جیم از شدت اضطراب نمی‌توانستند بخوابند. آیا ماتیو از عمل زنده بیرون خواهد آمد؟ آیا اصلاً امکان زندگی بدون نصفی از مغز وجود دارد؟ و اگر هم این امکان وجود داشته باشد، نکند برداشتن یک نیمکره از مغز به قدری ناتوان‌کننده باشد که شرایط زندگی برای ماتیو ارزش آن را نداشته باشد؟ ولی چاره‌ی دیگری نبود. نمی‌توان زیر سایه‌ی چند بار تشنج در روز، زندگی نرمال داشت. از یک طرف با مشکلات قطعی ماتیو روبه‌رو بودند و از طرف دیگر نتیجه‌ی جراحی با قطعیت معلوم نبود.

والدین ماتیو او را با هواپیما به بیمارستان بالتیمور بردند. در آنجا، ماسک کوچکی سایز اطفال روی صورت ماتیو قرار داده شد و او را بیهوش کردند. با

تیغ جراحی به دقت شکافی را در پوست سرش که موهای آن تراشیده شده بود، بریدند. با استفاده از مته‌ی استخوان، سوراخ مدوری را در جمجمه‌ی او ایجاد کردند.

جراح با شکیبایی طی چند ساعت، نیمی از ماده‌ی صورتی ظریفی را که مسئول هوش، هیجان، گفتار، شوخ‌طبعی، ترس‌ها، و آرزوهای ماتیو بود، خارج کرد. بافت خارج شده‌ی مغزی را که در خارج از محیط بیولوژیک آن به دردی نمی‌خورد، داخل ظروف کوچکی قرار دادند. نیمه‌ی خالی جمجمه‌ی ماتیو به آهستگی از ماده‌ی مغزی‌نخاعی پر شد که در تصویربرداری عصبی به‌صورت یک ناحیه‌ی خالی سیاه‌رنگ دیده می‌شود.<sup>[۲]</sup>



نیمی از مغز ماتیو با عمل جراحی برداشته شد.

در اتاق ریکاوری بیمارستان، والدین ماتیو در حالی که قهوه می‌خوردند، منتظر بودند که ماتیو چشمانش را باز کند. متعجب بودند که پسرشان حالا چگونه خواهد بود؟ او با داشتن تنها نیمی از مغزش، چه کسی خواهد بود؟



از میان تمام اشیایی که گونه‌ی ما بر روی این زمین خاکی کشف کرده است، هیچ چیزی از نظر پیچیدگی به پای مغز خودمان نمی‌رسد. مغز انسان متشکل از هشتاد و شش میلیارد سلول موسوم به نورون است: سلول‌هایی که اطلاعات را با سرعت زیاد به‌صورت جهش‌های سیار ولتاژ انتقال می‌دهد.<sup>[۳]</sup> نورون‌ها

اتصالات متراکمی به صورت شبکه‌های جنگل‌مانند ظریف با یکدیگر دارند، و تعداد کل اتصالات بین نورون‌ها در سر شما به صدها تریلیون (حدود ۰/۲ کوادریلیون) می‌رسد. برای اینکه دقیق‌تر بفهمید، می‌توانید این‌طور فکر کنید: تعداد اتصالات موجود در یک میلی‌متر مکعب از بافت قشر مغز، بیشتر از تعداد تمام انسان‌های روی زمین است.

ولی آنچه مغز را جالب می‌کند، تعداد اجزای سازنده‌ی آن نیست؛ بلکه نحوه‌ی تعامل آن اجزا است.

معمولاً در کتاب‌های درسی، رسانه‌ها، و فرهنگ عامه، مغز را به صورت عضوی نشان می‌دهند که مناطق مختلف آن به کارهای خاصی اختصاص داده شده است. یک ناحیه‌ی خاص برای بینایی است، یک قطعه‌ی معین برای یادگیری نحوه‌ی استفاده از ابزارها ضروری است، یک منطقه هنگام مقاومت در برابر آب‌نبات فعال می‌شود، و یک لکه‌ی خاص هنگام فکر کردن درباره‌ی یک معضل اخلاقی به فعالیت درمی‌آید. هر کدام از این نواحی را برچسب‌گذاری و دسته‌بندی کرده‌اند.

ولی این مدل کتابی کافی نیست، و مهم‌ترین بخش داستان را نگفته باقی می‌گذارد. مغز سامانه‌ای پویا است و مدام مدارهای خود را تغییر می‌دهد تا با تقاضاهای محیط و قابلیت‌های بدن هماهنگ باشد. اگر یک دوربین ویدئویی جادویی می‌داشتید که می‌توانستید روی دنیای زنده‌ی میکروسکوپی درون سرتان زوم کنید، مشاهده می‌کردید که استپاله‌های جنگال‌مانند نورون‌ها به اطراف کشیده می‌شوند، با یکدیگر برخورد می‌کنند، و به دنبال برقرار کردن اتصالات مناسب یا رها کردن اتصالات هستند، مانند شهروندان یک کشور که اقدام به برقراری دوستی، ازدواج، تشکیل محله، احزاب سیاسی، انتقام‌گیری، و شبکه‌های اجتماعی می‌کنند. می‌توانید مغز را مانند جامعه‌ی زنده‌ای از تریلیون‌ها موجود درهم‌تنیده در نظر بگیرید. مغز بسیار عجیب‌تر از تصویر آن در کتاب‌های درسی است، و در واقع، نوعی ماده‌ی محاسباتی مرموز است، یک نسج سه‌بعدی زنده که واکنش نشان می‌دهد و خود را تغییر داده و تعدیل می‌کند تا کارایی خود را به حداکثر برساند. الگوی پیشرفته‌ی اتصالات مغز — یعنی مدارهای آن — سرشار از زندگی است: اتصالات بین نورون‌ها بی‌وقفه

شکوفه می‌زند، می‌میرند، و باز آرایی می‌شوند. شما امسال نسبت به سال گذشته شخص دیگری هستید، زیرا مغز شما مانند تابلوفرش عظیمی است که دوباره به شکل جدیدی یافته شده است.

وقتی که چیز جدیدی یاد می‌گیرید — مثلاً جای رستورانی که دوست دارید، شایعه‌ای درباره‌ی رئیس‌تان، یک آواز پرتعداد جدید از رادیو — مغز شما به‌طور فیزیکی تغییر می‌کند. زمانی هم که چیزی مانند موفقیت مالی، رسوایی اجتماعی، یا بیداری عاطفی را تجربه می‌کنید، همین اتفاق می‌افتد. وقتی که یک توپ بسکتبال را پرتاب می‌کنید، با یکی از همکاران‌تان مخالفت می‌کنید، با هواپیما به شهر جدیدی می‌روید، به یک عکس نوستالژیک خیره می‌شوید، و یا صدای آهنگین شخص محبوب خود را می‌شنوید، جنگل انبوه درهم‌تیده‌ی مغز شما اندکی با آنچه یک لحظه قبل بود، تفاوت پیدا می‌کند. مجموع این تغییرات، خاطرات ما است: نتیجه‌ی زندگی کردن و دوست داشتن‌های ما. این تغییرات بی‌شمار مغز که طی دقیقه‌ها و ماه‌ها و دهه‌ها انباشته می‌شوند، بر روی هم چیزی را می‌سازند که شما هستید.

یا لاقلاً شمایی که الان هستید. دیروز با امروز کمی فرق داشتید. و فردا هم باز کس دیگری خواهید بود.

## راز دیگر زندگی

در سال ۱۹۵۳، فرانسیس کریک فاتحانه وارد کافه‌ی ایگل آند چایلد شد، و به مشتریان یک‌خورده‌ی آنجا اعلام کرد که او و جیمز واتسون راز حیات را کشف کرده‌اند: آن‌ها راز ساختمان مارپیچ دوگانه‌ی DNA را گشوده بودند. این یکی از بزرگ‌ترین لحظات کافه‌ای علم بود.

ولی از قضای روزگار، کریک و واتسون فقط نیمی از این راز را کشف کرده بودند. نیمه‌ی دیگر آن در توالی جفت بازهای DNA نوشته نشده است، و در کتاب‌های درسی هم آن را نخواهید یافت. نه حالا و نه هیچ‌وقت.

زیرا نصف دیگر در دور و بر شما است. یعنی شامل تمام تجربیاتی است که با دنیا دارید: بافت و مزه‌ی چیزها، نوازش‌ها و حوادث ترافیکی، زبان‌ها و داستان‌های عشقی.<sup>[۴]</sup>

برای اینکه منظور از این مطلب را بفهمید، فرض کنید سی هزار سال پیش به دنیا آمده بودید. دقیقاً همین DNA را می‌داشتید، ولی از شکم مادر که خارج می‌شدید، در دوره‌ی زمانی متفاوتی چشم به دنیا می‌گشودید. در این صورت، چه شکلی می‌بودید؟ آیا پوستین می‌پوشیدید و در حالی که با حیرت به ستارگان نگاه می‌کردید، دور آتش می‌رقصیدید؟ آیا از بالای درخت فریاد می‌کشیدید تا نزدیک شدن ببرهای تیزدندان را هشدار بدهید؟ آیا وقتی ابرهای باران‌زا بر فراز سرتان ظاهر می‌شد، نگران خوابیدن در فضای بیرون بودید؟ هر چیزی هم که می‌بودید، فکر می‌کنید اشتباه می‌کنید. این پرسشی انحرافی است.

زیرا شما دیگر شما نمی‌بودید. به هیچ وجه. آن آدم غارنشین که DNA یکسان با شما دارد، شاید به علت داشتن دستورالعمل ژنومی یکسان، به ظاهر اندکی شبیه شما باشد، ولی مثل شما فکر نخواهد کرد. به علاوه، نحوه‌ی راهبردسازی، تخیل، عشق‌ورزی، و شبیه‌سازی گذشته و آینده برای غارنشین درست مانند شما نخواهد بود.

چرا؟ زیرا تجربیات غارنشین با شما متفاوت است. با آنکه DNA بخشی از داستان زندگی شما است، ولی فقط بخش کوچکی از آن است. بقیه‌ی داستان شامل جزئیات غنی تجربیات و محیط شما است، که همگی تابلوی میکروسکوپی پهناور سلول‌های مغزی شما و اتصالات آن‌ها را شکل می‌دهند. آنچه ما به عنوان شما در نظر می‌گیریم، ظرف تجربه‌ای است که نمونه‌ی کوچکی از فضا و زمان درون آن ریخته می‌شود. شما فرهنگ و فناوری محل خود را از طریق حواستان دریافت می‌کنید. اینکه شما چه کسی هستید، همان قدر که به DNA درون شما مربوط می‌شود، به محیط پیرامون شما نیز مربوط می‌شود. حالا در مقابل این داستان، اژدهای کومودویی را در نظر بگیرید که امروز متولد شده و یکی دیگر که سی هزار سال پیش متولد شده است. احتمالاً خیلی سخت‌تر خواهد بود که بین رفتار آن‌ها هرگونه تمایزی قائل شوید.

تفاوت در چیست؟

علت آن است که مغز اژدهای کومودو هر بار تقریباً پیامد یکسانی را پدید می‌آورد. مهارت‌هایی که این جانوران در چتته دارند، عمدتاً از قبل مشخص

است (بخور! جفت گیری کن! شنا کن!)، و این مهارت‌ها به آن‌ها امکان می‌دهد که جایگاه پایداری را در اکوسیستم اشغال کنند. ولی کارشان فاقد انعطاف‌پذیری است. اگر آن‌ها را سوار هواپیما کنید و از محل زندگی‌شان در جنوب شرقی اندونزی به مناطق برفی کانادا ببرید، دیری نخواهد پایید که اثری از آن‌ها بر جای نخواهد ماند.

برعکس، ما انسان‌ها در آب‌وهوای مختلف سراسر جهان به زندگی خود ادامه می‌دهیم، و خیلی زود به گُرّات دیگر خواهیم رفت. علت چیست؟ به خاطر این نیست که ما قوی‌تر، محکم‌تر، یا زمخت‌تر از جانداران دیگریم: از این نظر، چه بسا بسیاری از حیوانات از ما بالاترند. بلکه علت آن است که ما با مغزی به دنیا می‌آییم که تا حد زیادی ناکامل است. در نتیجه، دوره‌ی کودکی ما که کار چندانی از دست ما بر نمی‌آید، به‌طور منحصربه‌فردی طولانی است. ولی این هزینه ارزش آن را دارد، چون مغز ما به‌گونه‌ای است که جهان آن را شکل می‌دهد — و بر این اساس است که حریصانه زبان، فرهنگ، رسم و رسوم، سیاست، مذهب، و اخلاقیات را از محیط محلی خود فرامی‌گیریم.

وارد شدن به دنیا با مغز نیمه‌آماده، راهبرد پیروزمندی برای انسان‌ها بوده است. ما از همهی گونه‌های دیگر روی زمین جلو زده‌ایم: خشکی‌ها را درنوردیده‌ایم، دریاها را فتح کرده‌ایم، و حتی قدم به کره‌ی ماه نهاده‌ایم. طول عمرمان را سه برابر کرده‌ایم. می‌توانیم سمفونی تصنیف کنیم، آسمان‌خراش بسازیم، و جزئیات مغز خودمان را با دقتی روزافزون اندازه‌گیری کنیم. هیچ‌کدام از این کارها به‌صورت ژنتیکی کد نشده است.

لااقل می‌توان گفت که به‌صورت مستقیم کد نشده است. بلکه در عوض، ژنتیک ما مبتنی بر یک اصل ساده است: سخت‌افزار غیرقابل‌انعطاف نسا؛ بلکه سیستمی بساز که با دنیای پیرامون خود سازگار شود. DNA ما نقشه‌ی ثابتی برای ساختن یک موجود نیست؛ بلکه سیستم پویایی را ایجاد می‌کند که مدام مدارهای خود را بازسازی می‌کند تا منعکس‌کننده‌ی جهان اطراف خود باشد و بتواند کارایی خود را در محیط بهینه‌سازی کند.



کودکی مدرسه‌ای را در نظر بگیرید که به کره‌ی جغرافیایی نگاه می‌کند و فکر می‌کند که مرزهای کشورها کاملاً قطعی و بدون تغییرند. ولی یک تاریخدان حرفه‌ای می‌داند که مرزهای کشورها براساس پیشامدها تعیین شده‌اند و در هر مورد ممکن بود داستان به صورت دیگری رقم بخورد: ممکن بود کسی که قرار است شاه شود، در کودکی بمیرد؛ مزارع ذرت از آفت در امان بماند؛ یا یک کشتی جنگی در دریا غرق شود و سرنوشت یک جنگ به صورت دیگری نوشته شود. تغییرات کوچک می‌توانست به صورت آبشاری به نقشه‌ی متفاوتی از جهان منجر شود.

در مورد مغز هم همین طور است. گرچه در تصاویر سنتی کتاب‌های درسی چنین نمایش داده می‌شود که گویی نورون‌های مغز مانند دانه‌های اسما تیز در یک شیشه، خوش و خرم در کنار هم قرار گرفته‌اند، ولی نباید گول این‌گونه تصاویر را بخورید: نورون‌ها به سختی برای بقا با هم رقابت می‌کنند. نورون‌ها هم درست مانند کشورهای هم‌جوار، مرزهای خود را مشخص می‌کنند و همواره از آن دفاع می‌کنند. آن‌ها در تمام سطوح برای قلمرو و بقای خود می‌جنگند: هر نورون و هر اتصال میان نورون‌ها بر سر منابع با دیگران در نبرد است. با تداوم جنگ مرزها در طول عمر مغز، نقشه‌ها به گونه‌ای بازآرایی می‌شود که تجربیات و اهداف شخص همواره در ساختار مغز منعکس می‌شود. اگر یک حسابدار کار خود را رها کند تا نوازنده‌ی پیانو شود، ناحیه‌ی عصبی اختصاص یافته به انگشتان او گسترش می‌یابد؛ اگر اپراتور میکروسکوپ شود، قشر بینایی او تفکیک‌پذیری بالاتری برای جزئیات کوچکی که در پی دیدن آن است، پیدا می‌کند؛ اگر کارشناس عطر شود، ناحیه‌ی مغزی مربوط به بویایی در او بزرگ‌تر خواهد شد.

تنها با مسامحه و تقریب می‌توان مغز را مانند یک کره‌ی جغرافیایی پنداشت که مرزهای معین و مشخصی دارد.

مغز منابع خود را براساس آنچه اهمیت دارد، توزیع می‌کند، و برای این منظور، رقابتی سرنوشت‌ساز را در میان تمام اجزای تشکیل‌دهنده ترتیب می‌دهد. این اصل اساسی می‌تواند بسیاری از پرسش‌هایی را که به زودی به آن‌ها خواهیم رسید، روشن کند: چرا بعضی وقت‌ها حس می‌کنید موبایل در جیبتان لرزش



می‌کند، بعد که نگاه کردید، می‌بینید روی میز است؟ چرا آرنولد شوارتزنگر، هنرپیشه‌ی متولد اتریش، موقع صحبت کردن به انگلیسی آمریکایی، شدیداً لهجه دارد، در حالی که میلا کونیس، هنرپیشه‌ی متولد اوکراین، لهجه ندارد؟ چرا یک کودک مبتلا به سندروم ساوانت اوتیستی می‌تواند مکعب روبیک را در چهل و نه ثانیه حل کند، ولی قادر نیست با فرد دیگری یک صحبت معمولی بکند؟ آیا انسان‌ها می‌توانند با استفاده از فناوری، حواس جدیدی بسازند، تا بتوانند نور فرسرخ، الگوهای جهانی آب‌وهوا، و یا بازار سهام را به‌طور مستقیم ادراک کنند؟

## اگر ابزاری را ندارید، آن را بسازید

در پایان سال ۱۹۴۵، توکیو با وضعیت بغرنجی روبه‌رو شده بود. در طول دوره‌ای که مشتمل بر جنگ روس و ژاپن و دو جنگ جهانی بود، توکیو بالغ بر چهل سال منابع فکری خود را به تفکر نظامی اختصاص داده بود. این کار استعدادهایی را در اختیار این کشور قرار داده بود که فقط برای یک کار مناسب بود و آن ساختن جنگ‌افزار بود. ولی بمب‌های اتمی و خستگی نبرد، اشتباهی این کشور را برای فتوحات جنگی در آسیا و اقیانوسیه کور کرده بود. جنگ دیگر تمام شده بود. دنیا تغییر کرده بود، و کشور ژاپن نیز باید با آن تغییر می‌کرد.

ولی تغییر، پرسش دشواری را پیش می‌کشید: ژاپنی‌ها با تعداد انبوه مهندسان جنگی‌شان که از آغاز قرن تنها برای تولید جنگ‌افزار بهتر آموزش دیده بودند، چه باید می‌کردند؟ این مهندسان با آرزوی جدید ژاپن که حفظ آرامش بود، جور در نمی‌آمدند.

یا ظاهراً این‌طور به نظر می‌رسید. ولی در طول چند سال بعد، توکیو مهندسان خود را در کارهای جدید به خدمت گرفت و توانست چشم‌انداز اجتماعی و اقتصادی خود را تغییر دهد. هزاران نفر از آن‌ها مسئول ساختن قطار سریع‌السیر جدیدی به نام شینکانسن شدند. [۵] کسانی که قبلاً هواپیماهای آترودینامیک نیروی دریایی را طراحی می‌کردند، حالا واگن‌های قطار پیشرفته می‌ساختند. کسانی که روی هواپیماهای جنگنده‌ی میتسوبیشی زرو کار می‌کردند، حالا چرخ، محور، و ریل تعبیه می‌کردند تا قطار سریع‌السیر بتواند ضمن حفظ

ایمنی، با سرعت بالا حرکت کند.

توکیو منابع خود را به گونه‌ای شکل‌دهی کرد که با محیط بیرونی انطباق بهتری داشته باشد. شمشیرها را به خیش تبدیل کرد. ماشین‌آلات خود را به نحوی تغییر داد که با نیازهای روز سازگار باشد. توکیو همان کاری را کرد که مغز می‌کند.

مغز همواره خود را تعدیل می‌کند به گونه‌ای که منعکس‌کننده‌ی چالش‌ها و اهداف خود باشد. منابع را به گونه‌ای شکل‌دهی می‌کند که با نیازها و شرایط آن سازگار باشد. اگر چیزی را که نیاز دارد، نداشته باشد، خودش آن را شکل می‌دهد. حالا چرا این راهبرد برای مغز مناسب است؟ هرچه باشد، فناوری‌های ساخته‌ی دست بشر، که از راهبرد کاملاً متفاوتی استفاده می‌کند، بسیار موفق بوده است. ما دستگاه‌های سخت‌افزاری ثابتی با برنامه‌های نرم‌افزاری ساخته‌ایم که کاری را که نیاز داریم، انجام می‌دهند. چه مزیتی دارد که تمایز بین این لایه‌ها را از میان برداریم، به طوری که ماشین با اجرای برنامه‌ها، مدام در حال بازطراحی خود باشد؟

نخستین مزیت آن، سرعت است.<sup>۱۶</sup> شما با سرعت روی لپ‌تاپ‌تان تایپ می‌کنید، زیرا مجبور نیستید درباره‌ی جزئیات مربوط به موقعیت انگشتان، اهداف، و مقاصد خود فکر کنید. این کار خودبه‌خود و انگار به صورت جادویی انجام می‌شود، چرا که تایپ کردن بخشی از مدارهای مغزی شما شده است. با بازآرایی مدارهای عصبی، این گونه کارها اتوماتیک می‌شوند، به طوری که تصمیم‌گیری و عمل سریع امکان‌پذیر می‌شود. تکامل انسان در سیر چند میلیون ساله‌ی خود، ظهور زبان مکتوب را پیش‌بینی نکرده است، چه رسد به استفاده از صفحه‌کلید، با این حال، مغز ما هیچ مشکلی برای بهره‌گیری از این نوآوری‌ها ندارد.

در مقایسه با این، در نظر بگیرید می‌خواهید کلیدهای ابزار موسیقی‌ای را بزنید که قبلاً با آن کار نکرده‌اید. برای این گونه کارهای آموزش‌نندیده، باید از تفکر آگاهانه‌ی خود استفاده کنید، و این در مقایسه بسیار کند است. به خاطر همین تفاوت سرعت بین عملکرد آماتوری و حرفه‌ای است که کسی که تفریحی فوتبال بازی می‌کند، به راحتی توپ را به رقیب واگذار می‌کند. برعکس، بازیکن حرفه‌ای سیگنال‌های حریف‌ها را می‌خواند، با حرکات زیبا

توپ را در اختیار می‌گیرد، و آن را با دقت بالا شوت می‌کند. اعمال ناخودآگاه سریع‌تر از تفکر آگاهانه هستند. شخم زدن با خیش سریع‌تر از شمشیر است. دومین مزیت تخصصی کردن ماشین‌آلات برای کارهای مهم، کارایی انرژی است. بازیکن تازه‌کار فوتبال نمی‌تواند از مجموع حرکات زمین بازی سر در بیاورد، ولی بازیکن حرفه‌ای به طرق مختلف بازی را هدایت می‌کند تا بتواند گل بزند. مغز کدام یک فعال‌تر است؟ شاید فکر کنید که مغز بازیکن خبره‌ای که گل‌های زیادی می‌زند — زیرا ساختار بازی را درک می‌کند و تمام گزینه‌های ممکن، تصمیمات، و حرکات ظریف را با سرعت بررسی می‌کند. ولی این حدس غلط است. مغز بازیکن خبره مدارهای عصبی ویژه‌ای برای فوتبال تشکیل داده است، به طوری که می‌تواند با فعالیت مغزی نسبتاً اندکی، حرکات را انجام دهد. به یک معنا، بازیکن خبره خودش را با بازی یکی کرده است. برعکس، مغز بازیکن آماتور با تمام قوا در حال فعالیت است. دارد تلاش می‌کند بفهمد کدام حرکات اهمیت دارد. تفسیرهای متعددی برای موقعیت ارائه می‌کند و سعی می‌کند مشخص کند کدام یک از آن‌ها درست است.

با توجه به اینکه در یک بازیکن حرفه‌ای، فوتبال در مدارها گنجانده شده است، لذا عملکرد او هم سریع است و هم کارآمد. او مدارهای درونی خود را برای چیزهایی که در جهان بیرونی‌اش اهمیت دارد، بهینه‌سازی کرده است.

### سیستمی پیوسته در تغییر

روان‌شناس آمریکایی ویلیام جیمز براساس مفهوم سیستمی که بر اثر رویدادهای خارجی تغییر می‌کند — و شکل جدید خود را حفظ می‌کند — اصطلاح «پلاستیسیته» [شکل‌پذیری] را وضع کرد. به شیئی شکل‌پذیر گفته می‌شود که بتوان آن را شکل داد و بتواند آن شکل را حفظ کند. ماده‌ای هم که پلاستیک می‌نامیم، نام خود را از اینجا گرفته است: ما پلاستیک را به شکل کاسه، اسباب‌بازی، یا تلفن قالب‌ریزی می‌کنیم، و ماده شکل خود را حفظ می‌کند و دوباره به شکل اولیه‌ی خود که بی‌فایده است، در نمی‌آید. در مورد مغز هم همین طور است: تجربه آن را تغییر می‌دهد، و مغز این تغییر را حفظ می‌کند.

«شکل‌پذیری مغز» (که به آن شکل‌پذیری عصبی نیز گفته می‌شود) اصطلاحی

است که در علوم اعصاب استفاده می‌کنیم. ولی من در این کتاب تنها در موارد اندکی از این اصطلاح استفاده خواهم کرد، چرا که گاه خطر آن دارد که معنای مورد نظر را نرساند. خواسته یا ناخواسته، اصطلاح «شکل‌پذیری» این تصور را در ذهن ایجاد می‌کند که هدف آن است که چیزی را یک بار قالب‌ریزی کنیم و آن را برای همیشه به همان شکل نگه‌داریم: اسباب‌بازی پلاستیکی را درست کنیم و دیگر آن را تغییر ندهیم. ولی این کاری نیست که مغز می‌کند. مغز در سرتاسر عمر شما مرتب خود را بازآرایی می‌کند.

شهری در حال توسعه را در نظر بگیرید و ببینید که چگونه رشد می‌کند، خود را بهینه‌سازی می‌کند، و به جهان پیرامون خود پاسخ می‌دهد. مشاهده کنید که پایانه‌های باری کجا ساخته می‌شود، سیاست‌های مهاجرتی چگونه تدوین می‌شود، و نظام آموزشی و قضایی چگونه تغییر می‌کند. یک شهر همیشه در حرکت است. این‌گونه نیست که برنامه‌ریزان شهری، شهر را طراحی کنند و سپس آن را مانند یک اسباب‌بازی پلاستیکی ثابت نگه‌دارند. شهر بی‌وقفه توسعه پیدا می‌کند.

مغزها هم مانند شهرها هرگز به نقطه‌ی پایان نمی‌رسند. ما تمام عمر در حال شکوفایی به سمت چیزی هستیم، هر چند که هدف هم در حال حرکت است. فکر کنید وقتی مطلبی را می‌خوانید که سال‌ها پیش در دفتر یادداشتان نوشته‌اید، چه احساسی پیدا می‌کنید. این مطلب نشان‌دهنده‌ی تفکر، عقاید، و دیدگاه کسی است که با امروز شما اندکی متفاوت بوده، و آن شخص قبلی حتی ممکن است تا حدودی برای شما تشخیص‌ناپذیر باشد. با وجود یکی بودن اسم و سوابق قبلی، طی سال‌های بین نگارش و تفسیر مطلب، راوی دگرگون شده است.

از کلمه‌ی «پلاستیک» [«شکل‌پذیر»] به‌طور موسّع می‌توان معنای تغییر مداوم را نیز استنباط کرد، و من هم برای حفظ پیوند با منابع علمی موجود، گهگاه آن را به کار می‌برم.<sup>[۷]</sup> ولی شاید بتوان گفت که دورانی که تحت تأثیر مفهوم قالب‌ریزی پلاستیکی قرار می‌گرفتیم، سپری شده است. هدف ما در اینجا فهمیدن این مطلب است که این سیستم زنده چگونه کار می‌کند، و برای این منظور من اصطلاحی را وضع می‌کنم که بهتر مفهوم را بیان می‌کند: «مدارسازی

پویا» (livewired). به طوری که خواهیم دید، واقعاً نمی توان مغز را به دو لایه‌ی سخت‌افزار و نرم‌افزار تقسیم کرد. بلکه نیاز به مفهوم مدارسازی پویا داریم تا بتوانیم این سیستم اطلاعات یاب پویا و سازگارپذیر را بیان کنیم.



برای اینکه قدرت یک سیستم خودشکل دهنده را بهتر درک کنیم، به داستان ماتیو برمی گردیم. او پس از برداشتن یک نیم کره‌ی کامل مغزش، دچار بی اختیاری شد، نمی توانست راه برود یا حرف بزند. بدترین هراس‌های والدینش واقعیت پیدا کرده بود.

ولی با انجام فیزیوتراپی و گفتاردرمانی روزانه، کم کم توانست دوباره زبان را یاد بگیرد. فراگیری او تابع همان مراحل بود که در کودکان دیده می شود: اول یک کلمه، بعد دو تا، و بعد جملات کوتاه.

سه ماه بعد، از نظر تکاملی به سطح مناسب رسید — درست همان جایی که باید می بود.

اکنون که سال‌ها گذشته، ماتیو نمی تواند از دست راستش خوب استفاده کند، و موقع راه رفتن هم کمی می لنگد.<sup>(۸)</sup> ولی از سایر جهات زندگی نرمالی دارد و اصلاً معلوم نمی شود که چنین ماجرای خارق‌العاده‌ای را پشت سر گذاشته است. حافظه‌ی بلندمدت او عالی است. او سه ترم به کالج رفت، ولی به خاطر اینکه نوشتن با دست راست برایش مشکل بود، دانشگاه را رها کرد و در یک رستوران مشغول کار شد. در آنجا او تلفن جواب می دهد، خدمات مشتریان را به انجام می رساند، غذاها را به سر میز می برد، و تقریباً هر کاری را که لازم باشد، انجام می دهد. افرادی که با او سر و کار دارند، اصلاً متوجه نمی شوند که او نصف مغزش را ندارد. به قول خود والری: «اگر کسی به آن‌ها نگفته باشند، هرگز متوجه نمی شوند.»

چطور ممکن است چنین عمل عصبی بزرگی، بدون نشانه باشد؟ علتش این است: بقیه‌ی مغز ماتیو به طور پویا مدارکشی شده تا کارکردهای از دست رفته را بر عهده گیرد. نقشه‌ی دستگاه عصبی او خود را تغییر داده تا در فضای کوچک‌تری جا شود — تا تمام کارکردهای زندگی را با نصف

ماشین‌آلات به انجام برساند. در حالی که اگر شما نصف مدارهای الکترونیکی گوشی هوشمندتان را در بیاورید، دیگر نخواهید توانست با آن تلفن بزنید، زیرا سخت‌افزار شکننده است. ولی پویافزار مغز ماندگار است.



در سال ۱۵۹۶، نقشه‌نگار فلاندری آبراهام اورتلیوس به نقشه‌ی زمین با دقت نگاه کرد و فکری به ذهنش رسید: قاره‌های آمریکا و آفریقا به گونه‌ای بودند که انگار مانند قطعات جورچین با یکدیگر جور درمی‌آمدند. انطباق کاملی به نظر می‌رسید، ولی او به هیچ وجه نمی‌دانست که چه چیزی «آن‌ها را از هم جدا کرده است». در سال ۱۹۱۲، ژئوفیزیکدان آلمانی آلفرد وگنر مفهوم رانش قاره‌ای را حدس زد: گرچه قبلاً تصور می‌شد قاره‌ها در جای خود ثابت هستند، ولی شاید مانند برگ‌های نیلوفر شناور عظیمی هستند که به اطراف حرکت می‌کنند. این رانش به کندی صورت می‌گیرد (سرعت حرکت قاره‌ها مانند سرعت رشد ناخن‌های شما است)، ولی اگر فیلمی میلیون‌ساله از زمین گرفته می‌شد، نشان می‌داد که توده‌های خشکی بخشی از یک سیستم پویا و روان هستند که بر اساس قوانین گرما و فشار، بازتوزیع می‌شود.

مغز هم مانند کره‌ی زمین، سیستمی پویا و در جریان است، ولی قوانین آن چیست؟ تعداد مقالات علمی درباره‌ی شکل‌پذیری مغزی به صدها هزار رسیده است. ولی حتی امروزه هم وقتی که به این ماده‌ی صورتی خودشکل‌دهنده‌ی عجیب نگاه می‌کنیم، هیچ چارچوب جامعی نداریم که بگویید مغز چرا و چگونه کارش را انجام می‌دهد. در این کتاب سعی بر آن است که طرحی از این چارچوب ارائه شود تا بهتر بتوانیم بفهمیم کی هستیم، چگونه به اینجا رسیده‌ایم، و کجا داریم می‌رویم.

وقتی که طرز فکر مدارسازی پویا را کسب کردیم، ماشین‌های کنونی ما که مدارسازی ایستا دارند، برای آینده‌ی ما بسیار ناکافی به نظر خواهند رسید. در واقع، در مهندسی سنتی، همه‌ی چیزهای مهم از قبل به دقت طراحی می‌شوند. زمانی که یک شرکت خودروسازی، شاسی یک خودرو را طراحی می‌کند، ماه‌ها وقت صرف تولید موتوری متناسب با آن می‌کند. ولی تصورش را بکنید

که بدنه را هر جور دلتان می‌خواهد درست کنید و بگذارید که موتور خودش را با آن تطبیق دهد. به طوری که خواهیم دید، وقتی که اصول مدارسازی پویا را درک کردیم، می‌توانیم به تقلید از مادر طبیعت، ماشین‌های جدیدی بسازیم: دستگاه‌هایی که با بهینه‌سازی کردن خودشان براساس ورودی‌ها و یاد گرفتن از تجربه، مدارهای خودشان را به صورت پویا تعیین می‌کنند.

هیجان زندگی به این نیست که ما کی هستیم، بلکه این است که داریم چه کسی می‌شویم. به همین ترتیب، جادوی مغز ما در عناصر تشکیل‌دهنده‌ی آن نیست، بلکه در این است که این عناصر به طور بی‌وقفه خودشان را بازآرایی می‌کنند و یکپارچه‌ی پویا، فعال، و زنده را پدید می‌آورند.

با همین چند صفحه که از این کتاب خوانده‌اید، مغز شما تغییر کرده است: این نمادهای روی صفحه میلیون‌ها تغییر کوچک را در دریای پهناور اتصالات نورونی شما ایجاد کرده‌اند، و شما را به کسی تبدیل کرده‌اند که با کسی که در ابتدای فصل بودید، اندکی متفاوت است.