قلمرو علم

مغز: داستان شما

(nbookcity.com) شهر کتاب

عکس‌های رنگی در انتهای فایل قرار داده شده است

شهر کتاب (bookcity.com)

مغز: داستان شما

دیوید ایگلمن

ترجمه‌ی

دکتر محمد اسماعیل فلزی

انتشارات مازیار

(nbookcity.com) شهر کتاب

فهرست مطالب

فصل ۱ من کیستم؟ ۹
فصل ۲ واقعیت چیست؟ ۳۹
فصل ۳ فرمانده کیست؟ ۶۹
فصل ۴ چگونه تصمیم می گیریم؟ ۹۷
فصل ۵ آیا من به شما نیاز دارم؟ ۱۲۹
فصل ۶ ما به چه کسی تبدیل خواهیم شد؟ ۱۵۵
فرهنگ اصطلاحات ۱۹۷
برای مطالعه بیشتر ۲۰۱

(nbookcity.com)

شهر کتاب (bookcity.com)

از آن‌جا که دانش بررسی و شناخت مغز انسان به سرعت در حال تحول است کمتر کسی به خود زحمت می‌دهد لختی بایستد و به گستره آن بنگرد و با زبانی صریح و روشن به شرح دستآوردهای آن برای موجود زنده بپردازد. هدف این کتاب انجام چنین کاری است.

دانش بررسی و شناخت مغز دارای اهمیت زیادی است. این ماده عجیب که در درون جمجمه ما قرار دارد دارای توان محاسبه بسیار بالا و نوعی ماشین ادراکی است که به کمک آن به سیر در جهان می‌پردازیم. این ماده همان چیزی است که تصمیم‌های ما از آن برمی‌خیزند و تخیل ما با آن جان می‌گیرد. زندگی ما در خواب و بیداری از کنش سریع و بی‌وقفه میلیاردها سلول آن پدید می‌آید. فهم بهتر مغز سبب می‌شود بهتر دریابیم چگونه می‌توانیم در روابط شخصی خود واقعی‌تر باشیم و رعایت چه نکاتی در زندگی اجتماعی ضروری‌تر است و اینکه چگونه مبارزه کنیم، چگونه عشق بورزیم، چه چیزی را درست بدانیم، چگونه تحصیل کنیم، چگونه خط مشی اجتماعی بهتری را دنبال کنیم و چگونه به طراحی جسم خود در سده‌های آینده بپردازیم. در مدارهای کوچک میکروسکوپی مغز، داستان آینده گونه انسان حک شده است.

با توجه به اهمیت مغز در زندگی انسان همیشه در حیرت بودم از اینکه چرا در جامعه کمتر از آن صحبت به میان می‌آید و در عوض ترجیح می‌دهند فضا را از سخنان بیهوده افراد عامه‌پسند و مسابقه‌های تلویزیونی پر کنند. اما الان فکر می‌کنم این بی‌توجهی به مغز به جای آنکه نوعی نارسایی باشد یک علامت است: ما به اندازه‌ای در دام واقعیت اسیریم که حتی از اسارت خود بی‌خبریم. در وهله نخست این‌گونه به نظر می‌رسد که موضوعی برای صحبت در این زمینه وجود ندارد. و

اینکه در دنیای خارج رنگ هست یا اینکه حافظه ما شبیه یک دوربین ویدئویی است و دلایل واقعی عقاید خود را می‌دانیم، برای ما جزء نکات بدیهی هستند.

در این کتاب سعی می‌کنم همه فرض‌ها و تصورهایی را که داریم زیر ذره‌بین بگذارم. من از شیوه معمول نوشتن کتاب‌های درسی دوری کردم تا بتوانم به سطوح عمیق‌تری از تحقیق دست پیدا کنم و روشن کنم که: چگونه تصمیم می‌گیریم و چگونه واقعیت را درک می‌کنیم، ما کیستیم و زندگی ما چگونه پیش می‌رود، چرا به دیگران نیاز داریم و به عنوان گونه‌ای که تازه دارد سررشته امور و فعالیت‌های خود را به دست می‌گیرد، داریم به کجا می‌رویم؟ در این مسیر می‌کوشم تا بین نوشته‌های دانشگاهی و زندگی عملی پلی بزنم. بنابراین رویکرد من به این موضوع با شیوه‌ای که در نگارش مقاله‌های خاص مجله‌های دانشگاهی حتی سایر کتاب‌هایی که در زمینه علوم اعصاب نوشته‌ام، فرق می‌کند.

مخاطب‌های من در این کتاب گروه دیگری هستند. برای خواندن این کتاب نیازی به داشتن اطلاعات تخصصی نیست. تنها کنجکاوی و تمایل برای شناخت خویشتن و خودکاوی برای مطالعه آن بس است.

پس آماده باشید تا با شنیدن صدای سوت شروع مسابقه به میدان کیهان درون خود گام بگذارید و در فضای بی‌نهایت متراکم میلیاردها سلول مغزی و تریلیون‌ها سلول ارتباطی میان آن‌ها غوطه‌ور شوید. امیدوارم بتوانید با دقت به این جهان بنگرید و در آن چیزی را که در گذشته نمی‌دیدید، بیابید: شما.

ـ دیوید ایگلمن

فصل ۱

من کیستم؟

تمام کارهایی که در زندگی انجام می‌دهیم، از یک گفتگوی ساده گرفته تا فعالیت‌های فرهنگی، در مقیاس گسترده بیانگر ویژگی‌های مغز ما هستند. از دیدگاه عصبی اینکه ما کیستیم وابسته به آن است که در کجا حضور داریم. مغز ما مدام در تناسب با موقعیتی که در آن هستیم تغییر می کند و مدارهای الکتریکی آن به طور پیوسته در حال شکل گیری هستند و چون تجربه‌های زندگی هر فرد بی‌همتا هستند پس الگوهای موجود در شبکه‌های عصبی نیز بسیار متنوعند. این الگوها به طور مدام زندگی ما را متحول می کنند و بنابراین هویت ما نیز موضوعی دستخوش حرکت و تغییر مداوم است و این داستان پایانی ندارد.

اگرچه مطالعه علوم اعصاب کار هر روز من است، با این همه هر بار که مغز انسانی را در دستم می‌گیرم لرزه بر اندامم می‌افتد. با در نظر گرفتن اینکه مغز یک انسان بالغ حدود سه پوند (۱۳۵۹ گرم) وزن دارد، قوام ژله‌ای کم و بیش سفت و سطح چروکیده‌اش که دارای منظره دره‌هایی عمیق در زمینه‌ای آماسیده است، نکته شگفت‌آور وضع ظاهری خاص آن است: آدم مشکل می‌تواند باور کند که این توده به ظاهر بی‌اهمیت می‌تواند چنان فرآیندهای ذهنی پیچیده‌ای را بیافریند.

خاستگاه همه افکار و رؤیاهای ما، خاطرات و تجربه‌های ما این ماده عصبی شگفت‌آور است. اینکه ما کیستیم، وابسته به الگوهای شلیک الکتروشیمیایی پیچیده آن است. وقتی این کنش متوقف شود کار ما نیز به پایان می‌رسد. وقتی به دلیل آسیب سلول‌های عصبی یا مصرف مواد و دارو کنش این سلول‌ها تغییر کند منش ما نیز بی‌درنگ عوض می‌شود. برخلاف سایر بخش‌های بدن، در مورد مغز اگر بخش کوچکی از آن نیز آسیب ببیند شخصیت فرد به طور بارزی دگرگون می‌شود. برای درک این نکته اجازه بدهید از همان ابتدای زندگی شروع کنیم.

یک زندگی کامل با همه گستره بی‌پایان دردها و خوشی‌های آن در این ۱۳۵۹ گرم جای می گیرد.

مغز در هنگام تولد ناقص است

انسان‌ها در بدو تولد بسیار ناتوان هستند. تا یکسال نمی‌توانند راه بروند. یکی دوسال می‌گذرد تا بتوانند افکار خود را به شکل کامل بیان کنند و تا سال‌های طولانی قادر به دفاع از خود نیستند و برای بقا به دیگران وابسته‌اند. اگر انسان را با بسیاری از پستانداران دیگر مقایسه کنیم می‌بینیم مثلاً دلفین‌ها از همان بدو تولد می‌توانند شنا کنند، زرافه‌ها می‌توانند ظرف چند ساعت پس از تولد سرپا بایستند و یک بچه گورخر ۴۵ دقیقه بعد از تولد می‌تواند بدود. در قلمروی جانوری، خویشاوندان‌مان از ما بسی مستقل‌ترند.

این توانایی امتیاز بزرگی برای سایر گونه‌هاست ــ اما بیانگر وجود نوعی محدودیت نیز هست. توله‌های سایر جانوران به این دلیل سریع رشد می‌کنند که مغز آن‌ها برای انجام برنامه‌های عمدتاً معمول و پیش پا افتاده ساخته شده. اما این‌گونه سیر رشد با دست‌یابی به انعطاف مغایر است. فرض کنید کرگدن بخت برگشته‌ای را در منطقه قطبی یا قله هیمالیا یا وسط منطقه شهری توکیو رها کنند. در این‌گونه موارد او هیچ توانی برای سازگاری نخواهد داشت و به همین دلیل است که در این‌گونه نواحی هیچ کرگدنی وجود ندارد. راهبرد تولد با مغزی از پیش برنامه‌ریزی شده، تنها در قلمرو خاصی از اکوسیستم می‌تواند جوابگو باشد ــ اما اگر چنین حیوانی را از آشیان زیستی‌اش خارج کنیم، برای بقا بخت ناچیزی دارد.

برعکس انسان‌ها قادرند در محیط‌های مختلف از توندراهای یخ بسته تا قله‌های بلند کوه‌ها و مناطق شلوغ شهری زندگی کنند. چرا که مغز انسان در بدو تولد تا حدود زیادی ناقص است. در مغز انسان به جای آنکه همه چیز از قبل برنامه‌ریزی شده باشد، این امکان وجود دارد که براساس تجربه‌های زندگی شکل گیرد. اما این ویژگی سبب می‌شود مغز نارس کودک در همان حال که دارد با محیط‌های مختلف سازگاری می‌یابد، به دوره‌های طولانی «درماندگی» نیز گرفتار شود. این حالت رشد مغز «مداربندی تدریجی و زنده» livewiring نام دارد.

تراش و پرداخت مغز در دوره کودکی: بیرون کشیدن مجسمه نهان در دل سنگ مرمر

راز انعطاف مغز افراد کم سن و سال چیست؟ این نکته مربوط به افزایش تعداد سلول‌ها نیست. در واقع تعداد سلول‌های مغز کودک و افراد بالغ یکسان است. راز این نکته چگونگی ارتباط سلول‌های مغز با یکدیگر است.

در هنگام تولد نورون‌های مغز کودک پراکنده و بدون ارتباط هستند و در دوسال نخست زندگی با دریافت داده‌های حسی با سرعت زیاد با هم مربوط می‌شوند. تقریباً در هر ثانیه دو میلیون ارتباط جدید یا سیناپس بین سلول‌های مغز کودک به وجود می‌آید. در سن دو سالگی مغز کودک دارای بیش از یکصد تریلیون سیناپس است که این میزان دو برابر سیناپس‌های موجود بین سلول‌های مغزی یک فرد بالغ می‌باشد.

وقتی مداربندی به اوج رسید و سلول‌های مغز دارای ارتباط‌هایی بسیار بیش از نیازهای خود شدند، علاوه بر تداوم ایجاد ارتباط‌های جدید راهبرد «هرس»[1] یا شاخه‌زنی برای حذف ارتباط‌های غیرضروری فعال می‌شود. به این ترتیب تا زمان رسیدن به سن بلوغ حدود ۵۰٪ از سیناپس‌های ما از بین می‌روند.

کدام سیناپس می‌ماند و کدامیک از بین می‌رود؟ وقتی سیناپسی در مداری نقش فعال ایفا کند تقویت می‌شود. برعکس سیناپسی که مفید نباشد ضعیف شده و سرانجام حذف می‌شود. درست مانند مسیرهایی که به دلیل حرکت عابران در جنگل ایجاد می‌شوند. وقتی از یک مسیر تا مدت‌ها استفاده نشود، آن مسیر محو می‌شود.

به یک معنی، تبدیل شدن ما به شخصی که اینک هستیم با تجلی امکان‌هایی که

---

1. pruning

در گذشته داشتیم، انجام می‌گیرد. ما نه به دلیل رشد برخی از جنبه‌های مغز خود، بلکه به دلیل حذف برخی از جنبه‌های آن به هویت خود دست می‌یابیم.

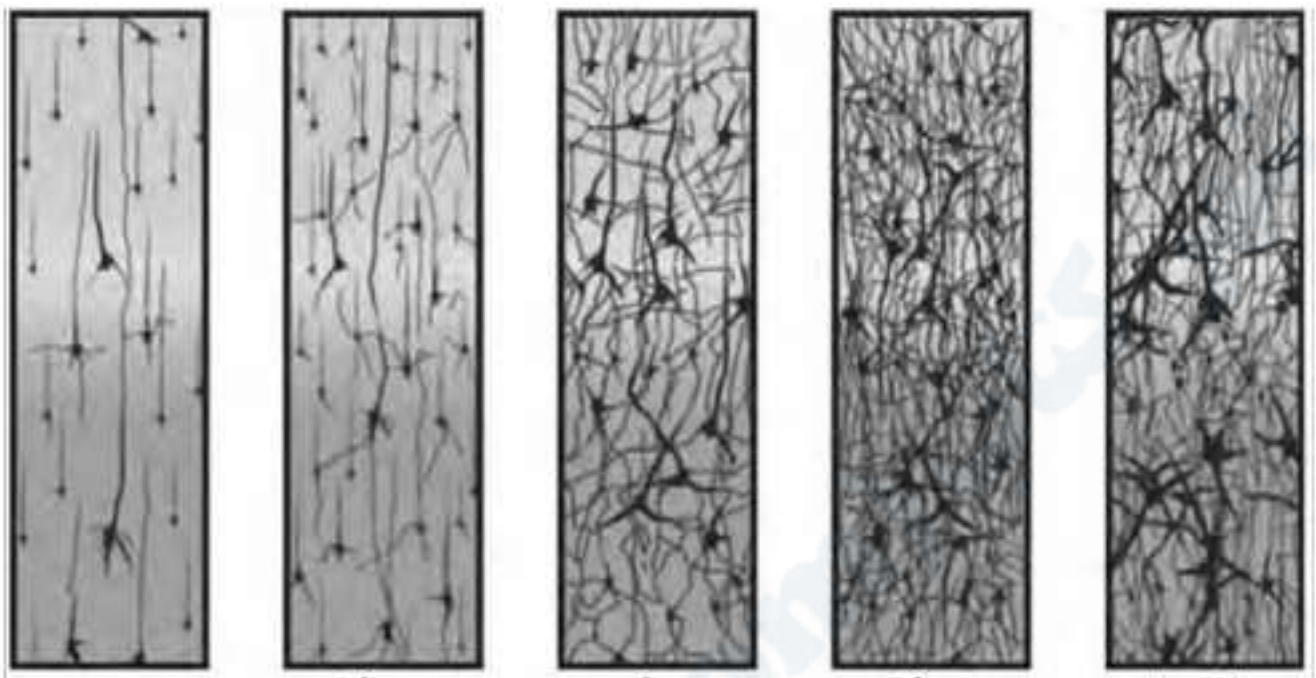
طی دوران کودکی شرایط محیطی سبب پرداخت مغز ما می‌شوند و با تکیه بر

مداربندی زنده

بسیاری از جانوران از نظر ژنتیک در مورد برخی از رفتارها و غریزه‌ها دارای مداربندی یا برنامه‌ریزی قبلی و از پیش موجود هستند. ژن‌ها، ساختار بدن و مغز، آن‌ها را به گونه‌ای هدایت می‌کنند که منجر به هویت و چگونگی رفتار آن‌ها را در آینده می‌شود. رفلکس فرار مگس به هنگام عبور یک سایه، غریزه از پیش برنامه‌ریزی شده یک سینه سرخ برای پرواز به سمت جنوب در زمستان، تمایل خرس‌ها به زمستان خوابی و تمایل سگ‌ها به حمایت از صاحبان خود همگی مثال‌هایی از غریزه‌ها و رفتارهای از پیش مداربندی شده‌اند. این‌گونه مداربندی به این جانوران امکان می‌دهد که از بدو تولد بتوانند مانند پدر و مادر خود حرکت کنند و حتی در مواردی بتوانند به تنهایی غذا بخورند و به طور مستقل زندگی کنند.

در انسان‌ها وضع تا حدودی متفاوت است. مغز انسان از بد تولد دارای مداربندی ژنتیکی است (برای مثال، در مورد گریه کردن، نفس کشیدن، مکیدن، توجه کردن به چهره افراد و استعداد یادگیری زبان بومی). اما در مقایسه با سایر جانوران مغز انسان در بدو تولد بسیار ناقص است. چگونگی مداربندی دقیق مغز آدمی از پیش تعیین نشده، بلکه ژن‌ها راهنمایی‌های کلی برای ساخت الگوهای شبکه‌های عصبی ارائه می‌دهند و تجربه‌های زندگی فرد باقی کار مداربندی را ترتیب و تنظیم می‌بخشند و سبب می‌شوند که شبکه‌های عصبی بتوانند با جزئیات موجود سازگار شوند. استعداد مغز انسان برای شکل‌گیری متناسب با جهان، گونه ما را قادر ساخته تا با اکوسیستم‌های گوناگون موجود کنار بیاید و بتواند حتی به فضای منظومه شمسی سفر کند.

انبوه امکان‌های موجود مغز ما را متناسب با شرایط سازماندهی می‌کنند. با گذشت زمان، سلول‌های مغز دارای ارتباط‌هایی از نظر عددی کمتر لیکن از نظر کیفی نیرومندتر می‌شوند.



در مغز نوزاد نورون‌ها با هم ارتباط نسبتا کمی دارند. در دو سه سال اول زندگی نورون‌ها دارای شاخه‌های فراوانی می‌شوند و از طریق آن‌ها با هم ارتباط پیدا می کنند. سپس ارتباط‌های اضافی حذف می‌شوند و ارتباط‌های معدودتر اما قوی‌تر تا بزرگ‌سالی باقی می‌مانند.

به عنوان مثال زبانی که در کودکی با آن سروکار داریم (مثلاً انگلیسی در قیاس با ژاپنی) سبب رشد توانایی‌های ما برای شنیدن صداهای خاصی در زبان مادری می‌شود و در برابر توانایی ما برای درک و شنیدن صداهایی که مربوط به زبان‌های دیگرند کم می‌شود. یعنی در ابتدا هم کودکی که در ژاپن به دنیا آمده و هم کودکی که در آمریکا متولد شده می‌توانند به صداهای موجود در هر دو زبان پاسخ دهند. اما با گذشت زمان مثلاً کودک ژاپنی توانایی تشخیص صدای اِر را از اِل (دو صدایی که در ژاپنی از هم جدا نیستند) را از دست می‌دهد. یعنی آدم‌ها در قالب دنیایی که در آن زاده می‌شوند، شکل می‌گیرند.

قمار طبیعت

در کودکی ارتباط بین سلول‌های عصبی مغز متناسب با نیازهای محیط رشد، سازمان می‌یابد. این نوعی راهبرد هوشمندانه برای سازگاری مغز با محیط است که خطرهایی نیز به همراه دارد.

اگر مغز در حال رشد در محیط مناسبی قرار نگیرد ــ محیطی که کودک در آن از تغذیه و محبت کافی برخوردار باشد ــ مغز به منظور دست‌یابی به رشد طبیعی به تکاپو می‌افتد. خانواده ینسن اهل ویسکانسین دچار چنین حالتی شدند. کارول و بیل ینسن، سه فرزند چهارساله به نام‌های تام، جان و ویکتوریا را به فرزندی پذیرفتند. این سه بچه یتیم تا زمان پذیرفته شدن به فرزندخواندگی در یکی از یتیم‌خانه‌های دولتی رومانی شرایط بدی را از سر گذرانده بودند و این مسئله برای رشد مغزی آن‌ها پیامدهای بدی دربر داشت.

وقتی ینسن‌ها این کودکان را به فرزندی قبول کردند و داشتند با تاکسی از رومانی خارج می‌شدند، کارول از راننده تاکسی خواست تا حرف‌های بچه‌ها را برایش ترجمه کند. راننده گفت آن‌ها دارند چرت و پرت می‌گویند. زبانی که بچه‌ها به آن تکلم می‌کردند زبان شناخته شده‌ای نبود. بچه‌ها که از روابط اجتماعی محروم بودند برای خودشان زبان مادری عجیب و غریبی را ساخته بودند. این بچه‌ها حتی حالا که بزرگ شده‌اند. در زمینه یادگیری مشکلات زیادی دارند که برخاسته از محرومیت‌های دوران کودکی آن‌هاست.

تام، جان و ویکتوریا از دوران کودکی خود مطالب زیادی به خاطر ندارند. اما دکتر چارلز نلسون، استاد طب اطفال بیمارستان کودکان بوستون با وضع و حال موسسه‌های نگهداری از کودکان به خوبی آشناست. او اولین‌بار در سال ۱۹۹۹ از این موسسه‌ها دیدن کرد و از بررسی شرایط آن‌ها وحشت‌زده شد. در آن‌جا بچه‌های کوچک را در تخت‌های نرده‌دار و بدون هیچ‌گونه توجه و تحریک حسی نگهداری می‌کردند. به ازای هر ۱۵ کودک یک نفر مراقب وجود داشت و به آن‌ها یاد داده بودند هیچ‌وقت بچه‌ها را بغل نکنند. آن‌ها حتی در مواقعی که بچه‌ها گریه می‌کردند از ابراز محبت خودداری می‌کردند. نگرانی موسسه‌ها این بود که ابراز محبت می‌توانست منجر به ایجاد تقاضا برای دریافت بیشتر محبت شود و برآوردن این تقاضا با توجه به کم بودن تعداد کارکنان امکان‌پذیر نبود. در چنان محیطی همه چیز تابع مقررات بود. کودکان را برای انجام دفع در ردیفی روی لگن‌های پلاستیکی می‌نشاندند. موهای آن‌ها را برکنار از جنسیتی که داشتند به یک شیوه کوتاه می‌کردند. لباس و تغذیه آن‌ها شبیه هم بود. همه امور به گونه‌ای خودکار و ماشینی انجام می‌شد.

کودکانی که کسی به گریستن آن‌ها توجه نمی‌کرد به تدریج یاد گرفتند

که گریه نکنند. در آن‌جا کسی بچه‌ها را در آغوش نمی‌گرفت و با آن‌ها بازی نمی‌کرد. البته نیازهای پایه‌ای آن‌ها مانند لباس و نظافت برآورده می‌شد. اما آن‌ها از مراقبت عاطفی، حمایت روحی و هرگونه تحریک حسی محروم بودند. بنابراین کودکان دچار حالتی موسوم به «دوستی نامتمایز» می‌شدند. نلسون شرح می‌دهد «وقتی وارد اتاقی می‌شدم، بچه‌هایی که پیش از آن هرگز مرا ندیده بودند ــ بچه‌ها دورم می‌چرخیدند و به بغلم می‌پریدند و روی زانوهایم می‌نشستند یا دست‌هایم را می‌گرفتند و هرجا که می‌رفتم با من می‌آمدند.» این نوع دوستی سرسری شاید در وهله نخست دل‌پذیر باشد، اما در اصل نوعی راهبرد انطباقی یا سازگارانه برای کودکان محروم است که با مشکلات مربوط به دلبستگی درازمدت ارتباط نزدیک دارد. این حالت یکی از وجوه مشخص رفتار کودکانی است که در مؤسسه‌ها بار می‌آیند.

نلسون که از دیدن چنان شرایطی یکه خورده بود «برنامه میانجی‌گری سریع بخارست» را پایه‌ریزی کرد. در این برنامه آن‌ها ۱۳۶ کودک ۶ ماهه الی سه ساله را که از بدو تولد در این‌گونه موسسه‌ها زندگی می‌کردند مورد بررسی قرار دادند. نخست روشن شد که این کودکان در مقایسه با سایر کودکان که از ضریب هوشی متوسط ۱۰۰ برخوردار بودند، دارای ضریب هوشی ۶۰ الی ۷۰ هستند. نشانه‌هایی از نارسایی رشد مغزی در این کودکان وجود داشت و رشد زبانی آن‌ها دچار تأخیر بود. وقتی نلسون از آن‌ها نوار مغزی تهیه کرد تا فعالیت الکتریک مغز آن‌ها را بررسی کند متوجه شد که فعالیت سلول‌های مغزی آن‌ها تا حد زیادی کاهش یافته است.

چنان‌چه محیطی دارای مراقبت عاطفی و تحریک‌شناختی کافی نباشد، خط سیر رشد طبیعی مغز انسان مختل خواهد شد.

مطالعه نلسون به طریقی مثبت روی دیگر سکه را نیز نشان داد. اینکه اگر کودکان گرفتار در این وضعیت به محیط مطلوبی از نظر عاطفی و امنیتی منتقل شوند، امکان بهبود مغز تا حد زیادی وجود دارد. کودکانی که قبل از دوسالگی تحت سرپرستی خانواده‌های دیگر قرار می‌گرفتند اغلب وضع‌شان بهتر می‌شد. بعد از دو سالگی نیز پیشرفت زیادی برای آن‌ها به وجود می‌آمد، لیکن بسته به سن فرد درجاتی از مشکلات رشد در آن‌ها باقی می‌ماند.

یتیم‌خانه‌های رومانی

در سال ۱۹۶۶ رئیس جمهور رومانی نیکلای چائوشسکو به منظور افزایش جمعیت و نیروی کار، پیشگیری از بارداری را ممنوع کرد. متخصصان زنان وابسته به بخش دولتی که «پلیس قاعدگی» (Menstrual police) نامیده می‌شدند، زنانی را که در محدوده سنین باروری بودند معاینه می‌کردند تا به افزایش باروری کمک کنند. برای خانواده‌هایی که کمتر از ۵ فرزند داشتند مالیات وضع شد. بنابراین نرخ موالید به طور فاحشی بالا رفت.

بسیاری از خانواده‌های فقیر توان نگهداری از فرزندان خود را نداشتند و بنابراین مجبور شدند آن‌ها را به موسسه‌های دولتی بسپارند. دولت تعداد این‌گونه موسسه‌ها را افزایش داد تا بتواند از پس تقاضاهای رو به فزونی برآید. در سال ۱۹۸۹ که حکومت چائوشسکو سقوط کرد ۱۷،۰۰۰ کودک در این موسسه‌ها بودند.

دانشمندان به تحقیق درباره پیامدهای رشد و پرورش کودکان در پرورشگاه‌ها برآمدند و نتایج این‌گونه تحقیقات در تعیین خط مشی دولت کارگر افتاد. اینک که سال‌ها از آن زمان می‌گذرد بیشتر یتیم‌های رومانیایی نزد خانواده‌های خود برگشته‌اند یا تحت مراقبت خانواده‌های دیگر قرار گرفته‌اند. در سال ۲۰۰۵ نگهداری کودکان با سن کمتر از ۲ سال مگر در حالتی که کودک دچار ناتوانی شدید بوده باشد، در موسسه‌ها ممنوع شد.

امروزه میلیون‌ها کودک یتیم در سراسر دنیا تحت نظارت موسسه‌های دولتی زندگی می‌کنند. با توجه به اینکه وجود محیط مناسب برای مراقبت از این کودکان و رشد مغز آنان الزامی است حکومت‌ها باید راهی بیابند تا این کودکان در شرایطی که ضامن رشد مغزی آنان باشد پرورش یابند.

مطالعه نلسون نقش مهم مهر و محبت و وجود محیط پرورشی مناسب را برای رشد مغز نشان داد و ثابت کرد که محیط در شکل دادن به مغز کودک نقش اساسی دارد و انسان‌ها نسبت به شرایط موجود در محیط اطراف خود بسیار حساس هستند. زیرا هویت انسان به دلیل استفاده مغز از راهبرد هدایت خودکار Fly_by_wire به مکانی که در آن به سر می‌برد وابستگی بسیار دارد.

سال‌های نوجوانی

یک دهه قبل فکر می‌کردند رشد مغز با رسیدن به پایان دوره کودکی کامل می‌شود. اما اینک می‌دانیم که روند رشد مغز انسان تا ۲۵ سالگی ادامه دارد. سال‌های نوجوانی از نظر سازماندهی سلول‌های عصبی و تغییرهای عمده آن بر هویت فرد اهمیت دارند. هورمون‌هایی که در بدن انسان در گردشند تغییرهای جسمی آشکاری در بدن فرد به وجود می‌آورند و سبب می‌شوند که فرد ظاهر یک آدم بزرگ‌سال را پیدا کند. لیکن در همین دوره دگرگونی‌های شگرفی در مغز ما نیز پدید می‌آیند که بر رفتار و نحوه واکنش ما نسبت به دنیای اطراف تأثیر چشم‌گیر دارند.

یکی از این دگرگونی‌ها مربوط به هویت در حال شکل‌گیری و در کنار آن خودآگاهی ماست.

برای آنکه مغز در حال فعالیت افراد نوجوان را درک کنم به آزمونی ساده دست زدم. من با کمک یکی از دانشجویان جوانم بنام ریکی ساوجانی از گروهی داوطلب خواستیم روی چهارپایه‌ای داخل ویترین مغازه‌ای بنشینند. سپس پرده را از جلوی ویترین کنار زدیم تا داوطلبان بتوانند عابرانی را که به آن‌ها خیره شده بودند ببینند.

قبل از آنکه داوطلبان را در چنین موقعیت دشواری قرار دهیم برای‌اندازه‌گیری واکنش‌های هیجانی، آن‌ها را به نوعی تجهیز کردیم. دستگاهی برای سنجش واکنش گالوانیک پوست که شاخص مفیدی برای پی بردن به اضطراب است به آن‌ها وصل کردیم. هر اندازه فعالیت غدد عرق فرد بیشتر شود قدرت هدایت پوست نیز افزایش می‌یابد. از همین نکته در فناوری ساخت پلی‌گراف یا دستگاه دروغ سنج استفاده می‌کنند.

هم بزرگ‌سالان و هم نوجوانان در آزمون من شرکت کردند. در مورد بزرگ‌سالان نیز همانطور که حدس می‌زدیم وقتی غریبه‌ها به آنان خیره می‌شدند

پاسخ استرسی بروز می‌کرد. اما در مورد نوجوانان خیره شدن غریبه‌ها با تشدید بروز هیجان اجتماعی همراه بود (نوجوان‌ها خیلی بیشتر مضطرب شدند) تا جایی که وقتی کسی به آن‌ها خیره می‌شد بدن‌شان به لرزه می‌افتاد.

داوطلبان در ویترین مغازه می‌نشستند و عابران به آن‌ها خیره می‌شدند. اضطراب اجتماعی نوجوانان از بزرگ‌سالان بیشتر است و این امر حاکی از پیچیدگی رشد مغز در دوره نوجوانی است.

چرا بین نوجوانان و بزرگ‌سالان چنین تفاوتی وجود داشت؟ پاسخ مربوط به ناحیه‌ای از مغز به نام قسمت داخلی قشر جلوی پیشانی[1] مغز است. این ناحیه وقتی فعال می‌شود که درباره خود فکر می‌کنید؛ به خصوص وقتی به اهمیت عاطفی شرایط خود می‌اندیشید. دکتر لی سامرویل و همکارانش از دانشگاه هاروارد در یافتند، وقتی افراد از کودکی وارد نوجوانی می‌شوند قسمت داخلی قشر جلوی پیشانی آن‌ها در موقعیت‌های اجتماعی بیشتر فعال می‌شود و این حالت در پانزده سالگی به اوج می‌رسد. در این سن، موقعیت‌های اجتماعی برای افراد نوجوان دارای‌بار عاطفی زیادی هستند و منجر به بروز پاسخ استرسی خودآگاهانه با شدت زیاد می‌شوند. یعنی در نوجوانی اندیشیدن به خود یا «خود سنجی» اهمیت بسیار دارد. برخلاف مغز نوجوانان، مغز افراد بزرگ‌سال به داشتن حسی از خود عادت کرده است و بنابراین برای یک فرد بزرگ‌سال نشستن در ویترین یک مغازه زحمت چندانی ندارد.

1. Medial prefrontal cortex (m PFC)

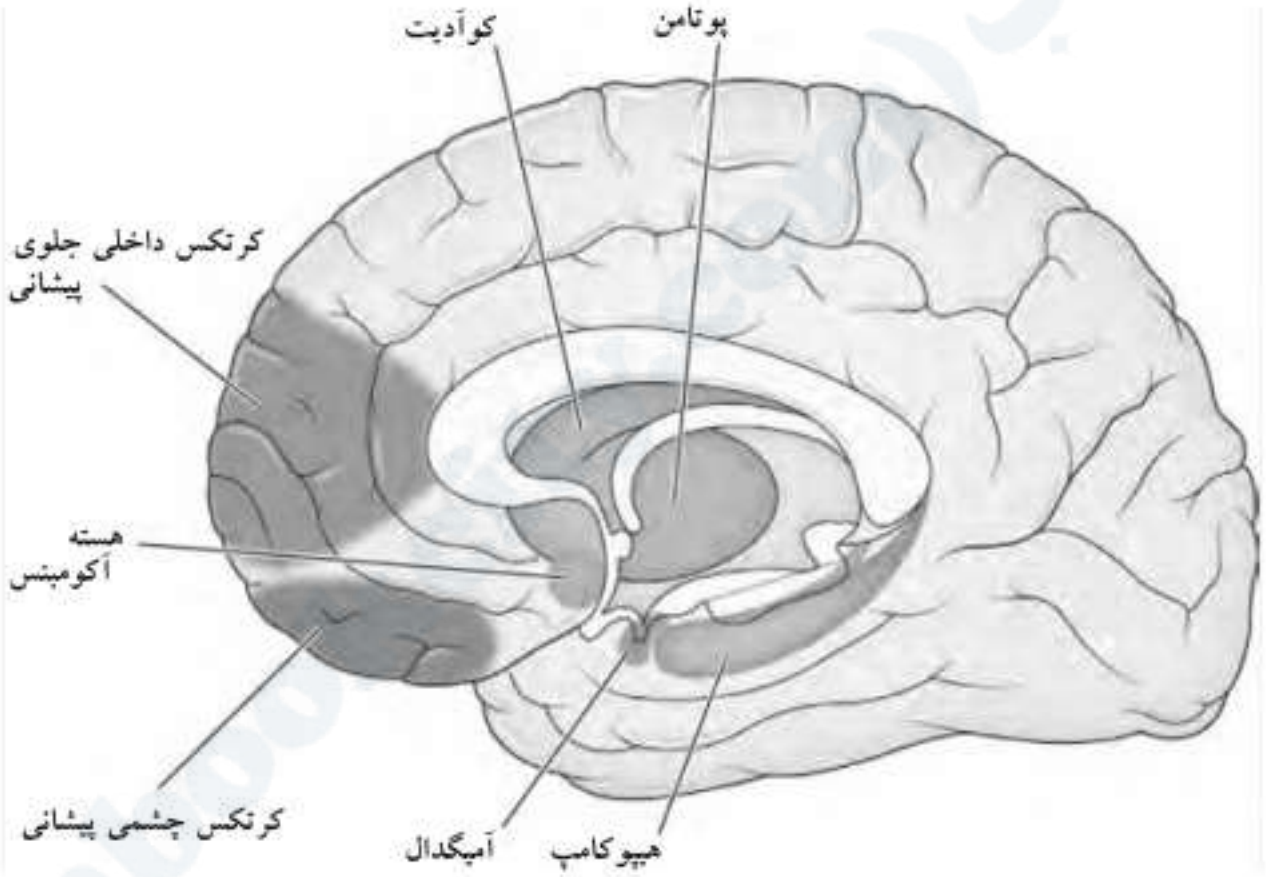
شکل‌گیری مغز نوجوان

پس از پایان کودکی و درست پیش از آغاز بلوغ دوره دومی همراه با افزایش توان تکثیر سلول‌های مغزی وجود دارد. در این دوره در قشر جلوی پیشانی سلول‌های جدیدی رشد می‌کنند و سیناپس‌های جدیدی بین سلول‌های مغز به وجود می‌آیند و راه‌های ارتباطی تازه‌ای شکل می‌گیرند. در پی این مرحله‌ی افزایش رشد سلول‌های مغزی، به مدت یک دهه دوره «هرس» یا ترتیب و تنظم بخشیدن به سلول‌های مغز از راه می‌رسد: یعنی در سال‌های نوجوانی ارتباط‌های ضعیف‌تر از بین می‌روند، اما ارتباط‌های قوی‌تر استحکام می‌یابند و در نتیجه این تحولات در سال‌های نوجوانی از حجم قشر جلوی پیشانی به ازای گذشت هر سال تقریباً ۱٪ کم می‌شود. شکل‌گیری مدارهای نورونی در سال‌های نوجوانی زمینه آموختن مطالبی برای راه یافتن به دوره بزرگ‌سالی است.

به دلیل بروز این تغییرات عمده در آن نواحی از مغز که استدلال‌های پیچیده و کنترل انگیزه‌های ما را برعهده دارند، در دوره نوجوانی با دگرگونی‌های شناختی بسیاری مواجهیم. قسمت خلفی جانبی قشر مغز در کنترل انگیزه‌ها اهمیت بسیار دارد و جزء آخرین نواحی مغز است که به کمال می‌رسد و این بخش در اوایل ۲۰ سالگی است که حالت بالغ پیدا می‌کند. مدت‌ها پیش از آنکه متخصصان علوم اعصاب به این نکات پی ببرند، شرکت‌های بیمه خودرو پیامدهای بلوغ ناکامل مغز نوجوانان را دریافته بودند و به همین دلیل برای آن‌ها حق بیمه بیشتری در نظر می‌گرفتند. حتی در امور جنایی، نظام قضایی نیز با نوجوانان نسبت به بزرگ‌سالان به طریق متفاوتی برخورد می‌کند.

مغز نوجوانان صرف نظر از خامی اجتماعی و حساسیت عاطفی زیاد، تمایل به استقبال از خطر نیز دارد: خواه رانندگی با سرعت بالا یا ارسال عکس‌ها و مطالب آنچنانی برای دیگران از راه گوشی، ئی میل و غیره. به هر حال رفتار پر خطر برای

نوجوانان بیشتر جاذبه دارد تا بزرگ‌سالان. این مسئله بیشتر به نحوه پاسخ‌دهی ما به پاداش یا کیفر وابسته است. با گذر از کودکی به نوجوانی نواحی پاداش مغز (که یکی از آن‌ها هسته آکومبنس نام دارد) به پاداش پاسخ بیشتری نشان می‌دهند. در نوجوانی فعالیت این بخش از مغز مانند بزرگ‌سالان بالاست. اما یک نکته مهم وجود دارد: فعالیت قشر چشمی پیشانی ــ که در اخذ تصمیم‌های اجرایی، جلب توجه و شبیه‌سازی وقایع آینده دخالت دارد ــ در نوجوانان مانند کودکان است. وقتی سامانه جستجوی لذت کامل باشد و در کنار آن قشر چشمی پیشانی ناکاملی را داشته باشیم، یعنی با نوجوانی مواجهیم که از نظر عاطفی بسیار حساس است ولی از سوی دیگر نمی‌تواند مانند بزرگ‌سال عواطف خود را مهار کند.



در نوجوانی بدلیل تغییرهای نواحی گوناگون مغز که در امور مربوط به پاداش، برنامه‌ریزی و انگیزه‌ها دخالت دارند، درک ما از خود، تغییرهای بسیاری می‌یابد.

هرچند سامرویل و گروه او در این باره که چرا فشار سایر اعضای گروه می‌تواند بر رفتار نوجوانان بسیار تأثیر بگذارد، معتقدند: در نوجوانان آن بخش از مغز که در بررسی مسائل اجتماعی دخالت دارد (مثل قسمت داخلی قشر جلوی پیشانی) ارتباط نزدیک‌تر و محکم‌تری با سایر نواحی مغز (جسم مخطط و ارتباط‌های شبکه‌ای آن) دارد که انگیزه‌ها را به عمل تبدیل می‌کنند به نظر آن‌ها این امر می‌تواند روشن سازد که چرا نوجوانان وقتی دوستان و اطرافیان آن‌ها دست به

اعمال خطرناک می‌زنند، تمایل دارند از آن‌ها تقلید کنند.

اینکه ما در نوجوانی دنیا را چگونه می‌بینیم پیامد دگرگونی‌های مغز طبق جدول زمانی است. این دگرگونی‌ها باعث می‌شوند در نوجوانی خطرپذیرتر و خودآگاه‌تر باشیم و از رفتار همسالان خود بیشتر تأثیر بپذیریم. این مطلب حاوی پیامی برای پدران و مادران سرخورده سراسر دنیاست: اینکه ما در نوجوانی کیستیم فقط به انتخاب یا گرایش ما وابسته نیست؛ بلکه این موضوع تا حدودی برخاسته از تغییرهای عمیق و ناگزیری است که در سلسله عصبی ما روی می‌دهند.

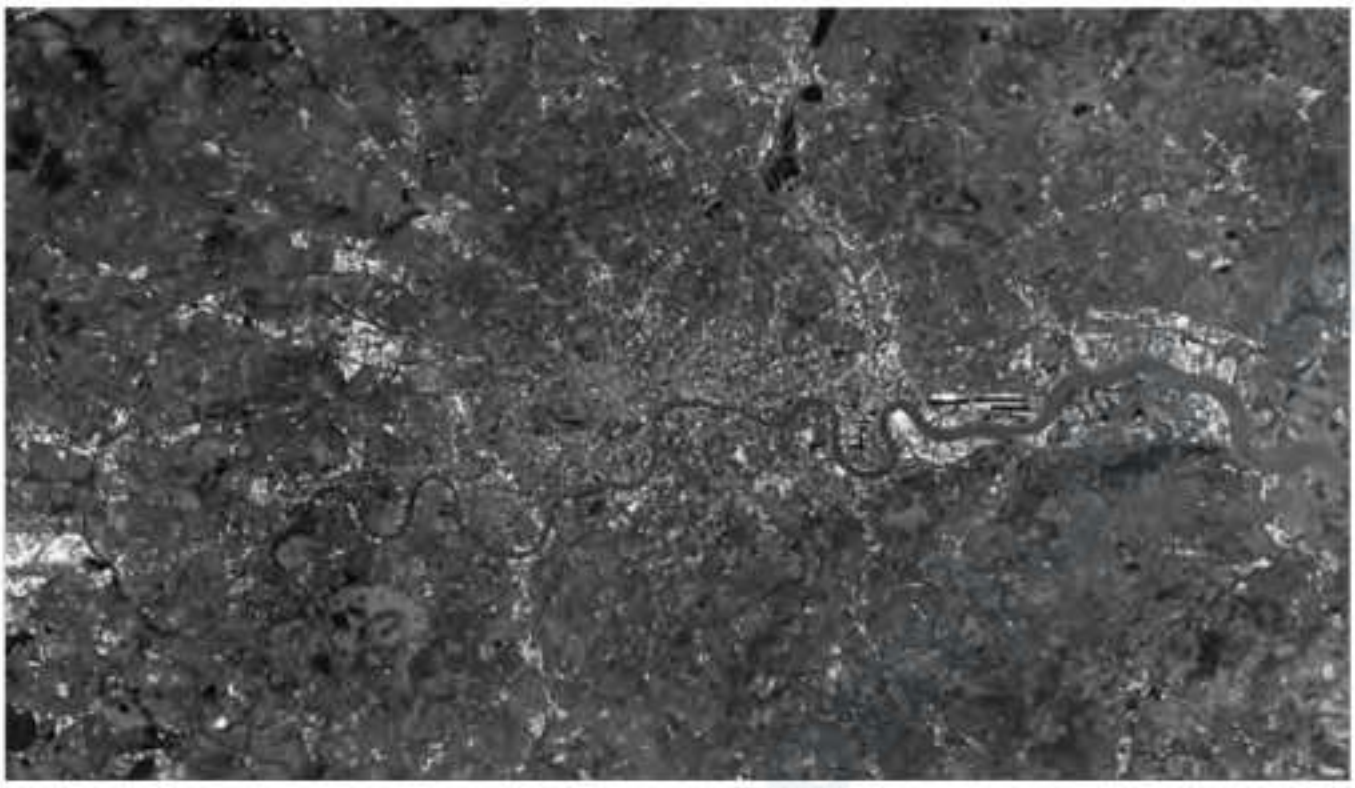
انعطاف‌پذیری در بزرگ‌سالی

در سن ۲۵ سالگی دگرگونی‌های مربوط به دوران کودکی و نوجوانی به پایان رسیده و تغییرات اساسی در عرصه‌های هویت و شخصیت انجام شده و این‌گونه به نظر می‌رسد که مغز به رشد کامل دست یافته است. بنابراین ممکن است تصور کنیم که شخصیت بالغ ما کاملاً شکل گرفته و دیگر تغییر نمی‌کند. اما اینطور نیست: در بزرگ‌سالی نیز مغز ما همچنان تغییر می‌کند. وقتی جسمی بتواند تغییر شکل یابد ــ و بتواند شکل به دست آمده را حفظ کند ــ یعنی انعطاف‌پذیر بوده و مانند پلاستیک است. مغز ما حتی در دوره بزرگ‌سالی نیز انعطاف دارد و با از سر گذراندن تجربه‌هایی دچار تغییر می‌شود. تغییرهایی که پابرجا می‌مانند.

برای آنکه به میزان تأثیر این‌گونه تغییرها پی بریم به بررسی مغز گروه خاصی از مردان و زنانی که در لندن زندگی می‌کنند پرداختیم. یک راننده تاکسی در لندن به مدت ۴ سال دوره آموزشی دشواری را سپری می‌کند تا «شناخت جامعی از لندن» کسب کند: آموزشی که نیاز به تربیت حافظه در سطح بسیار بالایی دارد. رانندگان برای رسیدن به چنین شناختی باید مسیرهای متعدد شهر لندن را با همه ترکیب‌ها و تقاطع‌هایی که دارند، به خاطر بسپارند که کاری است بس دشوار: ۳۲۰ مسیر مختلف داخل شهر، ۲۵،۰۰۰ خیابان و ۲۰،۰۰۰ مکان مهم و در خور توجه مانند هتل‌ها، تئاترها، رستوران‌ها، سفارت‌ها، ایستگاه‌های پلیس، اماکن ورزشی و خلاصه هر جایی که یک مسافر ممکن است مایل باشد به آن‌جا برود. آن‌ها برای رسیدن به چنین شناختی ناگزیرند روزی ۳ الی ۴ ساعت مطالعه کرده و مسیرهای فرضی را حفظ کنند.

گروهی از دانشمندان علوم اعصاب کالج دانشگاهی لندن بر آن شدند که تأثیر چنین چالشی را بر مغز رانندگان با انجام اسکن مغز بررسی کنند. این دانشمندان

به ویژه به بررسی ناحیه کوچکی از مغز به نام هیپوکامپ که در به خاطرسپاری حافظه مکانی نقش اساسی دارد، علاقه‌مند بودند.



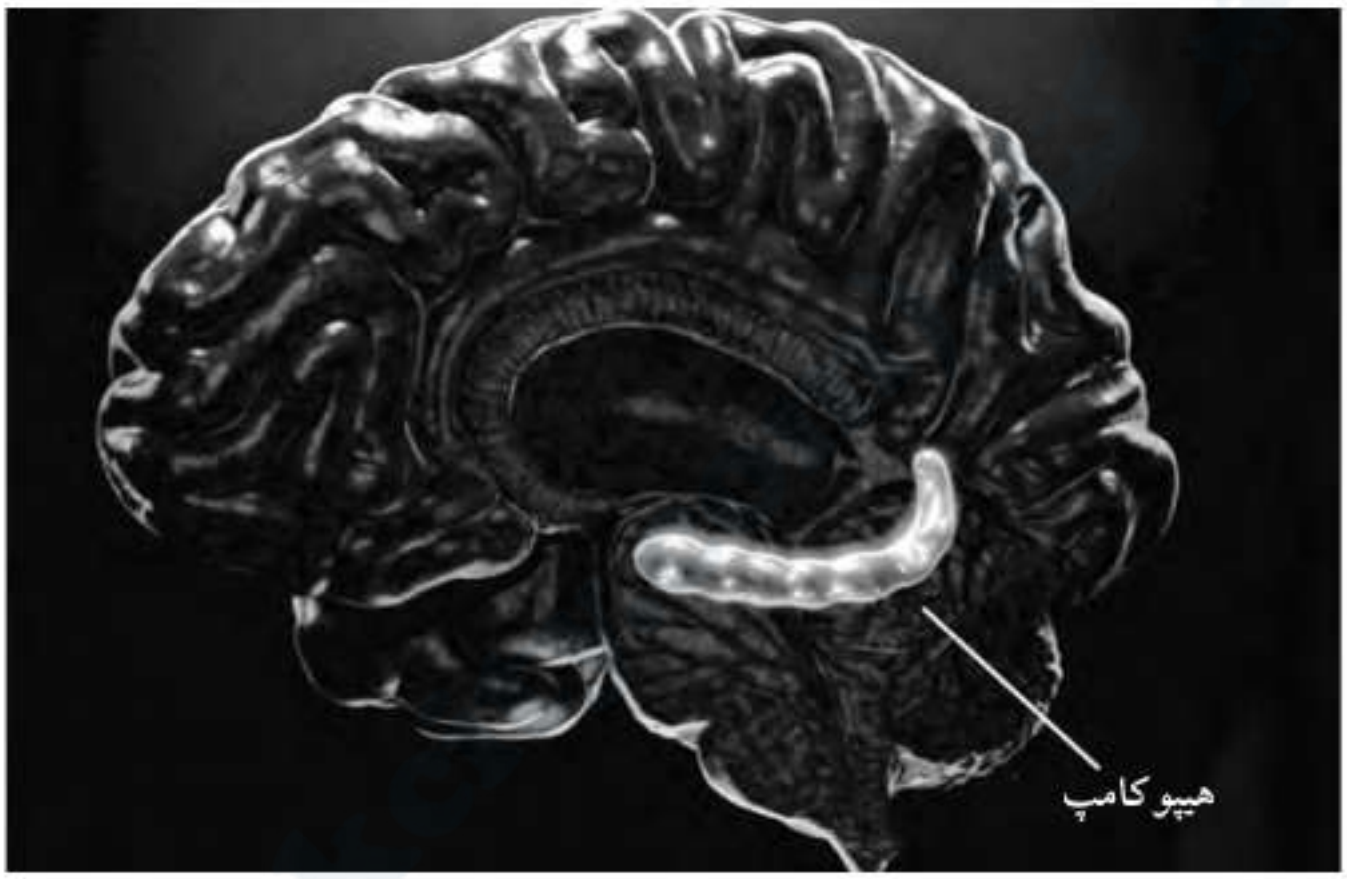
رانندگان تاکسی لندن در تلاشی قهرمانانه از نمایش قدرت حافظه، نقشه شهر لندن را حفظ می کنند. آن‌ها پس از طی دوره آموزشی می توانند نزدیک‌ترین و قانونی‌ترین مسیر بین دو نقطه از این کلانشهر را بدون مراجعه به نقشه طی کنند. سرانجام از سر گذراندن چنین چالشی تغییرهای قابل مشاهده‌ای است که در مغز آن‌ها به وجود می آید.

دانشمندان در مغز راننده‌های تاکسی تغییرهای زیادی را مشاهده کردند: قسمت خلفی هیپوکامپ آن‌ها بزرگتر از افراد گروه کنترل بود که می‌توانست بالاتر بودن قدرت حافظه مکانی آن‌ها را توجیه کند. محققان همچنین دریافتند که هر چه یک راننده تاکسی سابقه کار بیشتری داشته باشد، تغییرهای مربوط به این ناحیه مغزش هم بارزتر می‌شود. این نکته نشان می‌داد که تغییرهای مشاهده شده در مغز این افراد مربوط به گذشته آن‌ها نبوده و در نتیجه کار و تمرین به وجود آمده است.

مطالعه مغز رانندگان نشان می‌دهد که مغز افراد بزرگ‌سال دارای توان تغییر است و می‌تواند به گونه‌ای تغییر یابد که با مشاهده دقیق قابل رویت باشد.

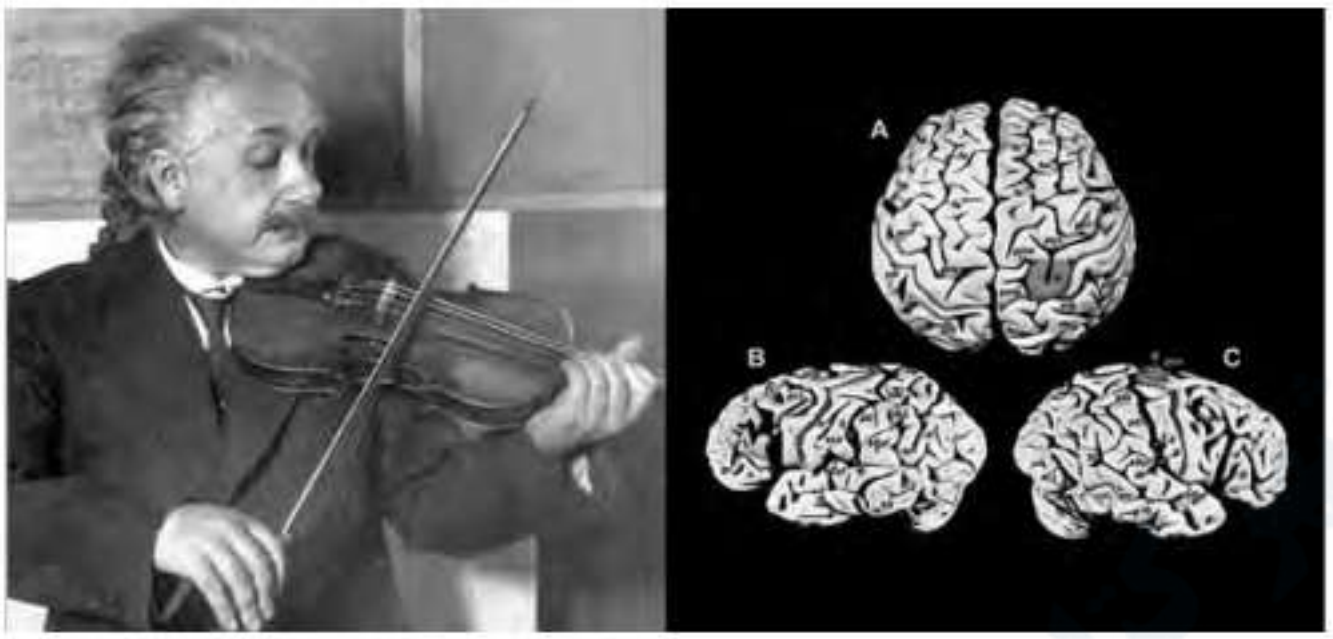
این تنها رانندگان تاکسی نیستند که مغزشان دچار تغییر شکل می‌شود. با بررسی مغز آلبرت اینشتین، یکی از مشهورترین دانشمندان قرن بیستم اگرچه راز نبوغ او معلوم نشد، اما مشخص شد ناحیه‌ای از مغز او که مربوط به کنترل انگشتان دست چپ است رشد بسیار داشته و به شکل چین برجسته‌ای مانند

حرف امگای یونانی در قشر مغز او دیده می‌شود. این نکته به دلیل علاقه مفرط او به نواختن ویولن بود که کمتر کسی از آن خبر داشت. این قسمت از مغز در کسانی که ویولن می‌نوازند و با انگشتان دست چپ خود حرکات ماهرانه و پیچیده‌ای را انجام می‌دهند، بسیار رشد می‌کند. برخلاف این گروه، در نوازندگان پیانو که از هر دو دست خود به هنگام نواختن استفاده می‌کنند علامت امگا در هر دو نیمکره مغز ایجاد می‌شود.



هیپو کامپ مغز رانندگان تاکسی پس از طی دوره آموزشی دچار تغییرهای قابل مشاهده شد. امری که افزایش مهارت آنان برای مسیریابی مکانی را توجیه می کند.

شکل برآمدگی‌ها و فرورفتگی‌های مغز در همه افراد کم و بیش شبیه است. اما با دقت بیشتر به جزئیات می‌توان پی برد آن فرد در کجا زندگی کرده و کیست. بیشتر این جزئیات به اندازه‌ای ناچیزند که نمی‌توان با چشم غیرمسلح آن‌ها را دید. اما همه تجربه‌هایی که در زندگی از سرگذرانده‌ایم بر ساختار فیزیکی مغز ما (از نحوه بیان ژن‌ها گرفته تا موقعیت ملکول‌ها در ساختار نورونی) اثر گذاشته‌اند. خانواده، فرهنگ، دوستان، شغل، فیلم‌هایی که دیده‌ایم، و حتی صحبت‌هایی که با این و آن داشته‌ایم همگی ردپای خود را بر سامانه عصبی ما برجا گذاشته‌اند. این اثرهای میکروسکوپی نازدودنی با هم جمع می‌شوند تا هویت ما را بسازند و محدوده‌ای را که می‌توانیم بدان برسیم، تعیین کنند.



آلبرت اینشتین و مغزش. از بالا مغز را می‌بینیم، قسمت قدامی مغز در بالای تصویر دیده می‌شود که به شکل حرف امگای وارونه یونانی درآمده است.

دگرگونی‌های آسیب‌شناختی

تغییرهایی که در مغز ما به وجود آمده معرف آنند که چه کارهایی کرده‌ایم و کیستیم. اما اگر مغز گرفتار بیماری یا جراحت شود چه پیش می‌آید؟ آیا این‌گونه موارد نیز می‌توانند بر هویت یا اعمال ما اثر بگذارند؟

در یکم آگوست ۱۹۶۶ چارلز ویتمن سوار آسانسور شد تا به عرشه رصدخانه برج دانشگاه تکزاس (شعبه آستین) برود. این مرد ۲۵ ساله از آن‌جا به طور بی‌هدف رو به مردمی که پایین برج در حال عبور بودند، تیراندازی کرد. سیزده نفر کشته و سی وسه نفر زخمی شدند تا سرانجام پلیس ویتمن را هدف قرار داد و کشت. وقتی ماموران پلیس به خانه او رفتند، دیدند او در شب قبل از این تیراندازی همسر و مادرش را هم کشته است.

یک نکته تعجب‌آور در این حادثه خشونت‌بار غیرقابل پیش‌بینی بودنش بود. در زندگی چارلز ویتمن هیچ موردی وجود نداشت که بشود با تکیه بر آن بروز چنین رفتاری را حدس زد. او یک پیشاهنگ نمونه و صندوق‌دار بانک بود و در رشته مهندسی تحصیل می‌کرد.

اوکمی پس از کشتن مادر و همسرش نشست و نامه زیر را که به نوعی می‌توان گفت یاداشت پیش از خودکشی اوست، تایپ کرد:

> این روزها حال طبیعی ندارم. قبلاً آدم معقول و جوانی باهوش بودم. اما این اواخر (دقیقا یادم نیست ماجرا از کی شروع شد) گرفتار بسیاری از افکار نامعمول

و غیرمنطقی شدم... دلم می‌خواهد پس از مرگم جنازه‌ام را کالبدشکافی کنند تا معلوم شود آیا بیماری فیزیکی قابل رویتی داشته‌ام یا نه.»

درخواست ویتمن را پذیرفتند و پاتولوژیست پس از کالبدشکافی وجود تومور مغزی کوچکی را تایید کردند. تومور به‌اندازه یک سکه ۵ سنتی بود و به قسمتی از مغز او به نام آمیگدال (بادامک) که با ترس و پرخاشگری مربوط است فشار می‌آورد. این فشار مختصر به آمیگدال منجر به بروز رشته‌ای پیامدها در مغز ویتمن شد و سرانجام او را به انجام کارهایی واداشت که به هیچ‌وجه در خور شخصیت او نبود. مغز او از نظر فیزیکی دستخوش تغییر شده و او را به آدم دیگری تبدیل کرده بود.

عکس پلیس از جنازه چارلز ویتمن پس از تیراندازی او به طرف مردم در شعبه آستین دانشگاه تکزاس در سال ۱۹۶۶. وی در یادداشتی پیش از خودکشی‌اش درخواست کرده بود پس از مرگ با کالبدشکافی مغزش را بررسی کنند. مشکوک بود که در مغزش مسئله‌ای ایجاد شده است.

این داستان مثالی بارز از تغییرهایی است که می‌توانند در مغز به وجود آیند و موجب دگرگونی ساختار شخصیت فرد شوند. مصرف الکل یا دارو نمونه‌های دیگری هستند که می‌توان ذکر کرد. ابتلا به بعضی از انواع صرع نیز می‌تواند فرد را به مذهب علاقه‌مند کند. بیماری پارکینسون می‌تواند سبب بروز بی‌ایمانی در فرد

مبتلا شود. اما مصرف داروهایی که برای درمان پارکینسون به کار می‌رود می‌تواند بیمار را به قماربازی وسواس‌گونه وادار کند. فقط بیماری‌ها یا مواد شیمیایی نیستند که می‌توانند موجب تغییر فرد شوند: از فیلم‌هایی که می‌بینیم گرفته تا شغل‌هایی که برعهده می‌گیریم ــ هر عاملی می‌تواند منجر به شکل‌گیری مداوم شبکه عصبی که سازنده نهایی هویت ماست شود.

آیا من مجموعه خاطراتم هستم؟

مغزها و بدن‌های ما با گذشت زمان دستخوش تغییر می‌شوند. مانند عقربه ساعت شماری که پیوسته به پیش می‌رود اما تغییرها به اندازه‌ای کُند هستند که دشوار می‌توان به وجود آن‌ها پی برد. مثلاً گلبول‌های قرمز خون ما هر ۴ ماه یکبار به طور کامل عوض می‌شوند. با گذشت تقریباً هر ۷ سال از عمر ما، جای همه اتم‌های بدن ما را اتم‌های دیگری می‌گیرند. از نظر جسمی ما در هر آن آدم نوینی هستیم. خوشبختانه یک عامل ثابت وجود دارد که همه این اشکال مختلف را به هم می‌پیوندد: حافظه. شاید حافظه همان رشته‌ای باشد که به ما هویت می‌دهد. هسته مرکزی هویت ما حافظه است. حافظه سبب می‌شود که از خود حس یگانه و پیوسته‌ای داشته باشیم.

اما در اینجا سوآلی پیش می‌آید. آیا این حس تداوم نوعی پندار است؟ فرض کنید که به بوستانی بروید و در آن‌جا با شخصیت‌هایی که هر یک نماینده دوره‌های مختلف عمر شما هستند (۶ سالگی، نوجوانی، اواخر ۲۰ سالگی، اواسط ۵۰ سالگی، اوایل ۷۰ سالگی و الی آخر تا سال‌های پایانی عمر) روبرو شوید. همه این اشخاص می‌توانند کنار هم بنشینند و داستان‌های مشترک زندگی خود را نقل کنند تا رشته واحدی که هویت شما را می‌سازد به وجود آید.

آیا این حالت ممکن است؟ همه این اشخاص دارای نام و شرح حال واحدی هستند، اما واقعیت این است که به گونه‌ای نیز هر یک افراد مختلفی با ارزش‌ها و اهداف گوناگون هستند. شاید خاطرات مشترک زندگی آن‌ها کمتر از حدی باشد که انتظار دارید. خاطره شما از پانزده سالگی‌تان با هویت واقعی شما در پانزده سالگی شما فرق دارد. از طرفی شما خاطرات گوناگونی از یک واقعه واحد دارید. چرا؟ چون حافظه آن چیزی که فکر می‌کنیم در عین‌حال هست و نیست.

حافظه به جای آنکه نوعی تصویربرداری دقیق ویدئویی از یک بخش زندگی ما باشد، بیشتر حالت ناپایداری از مغز مربوط به گذشته است که باید برای یادآوری بازسازی شود.

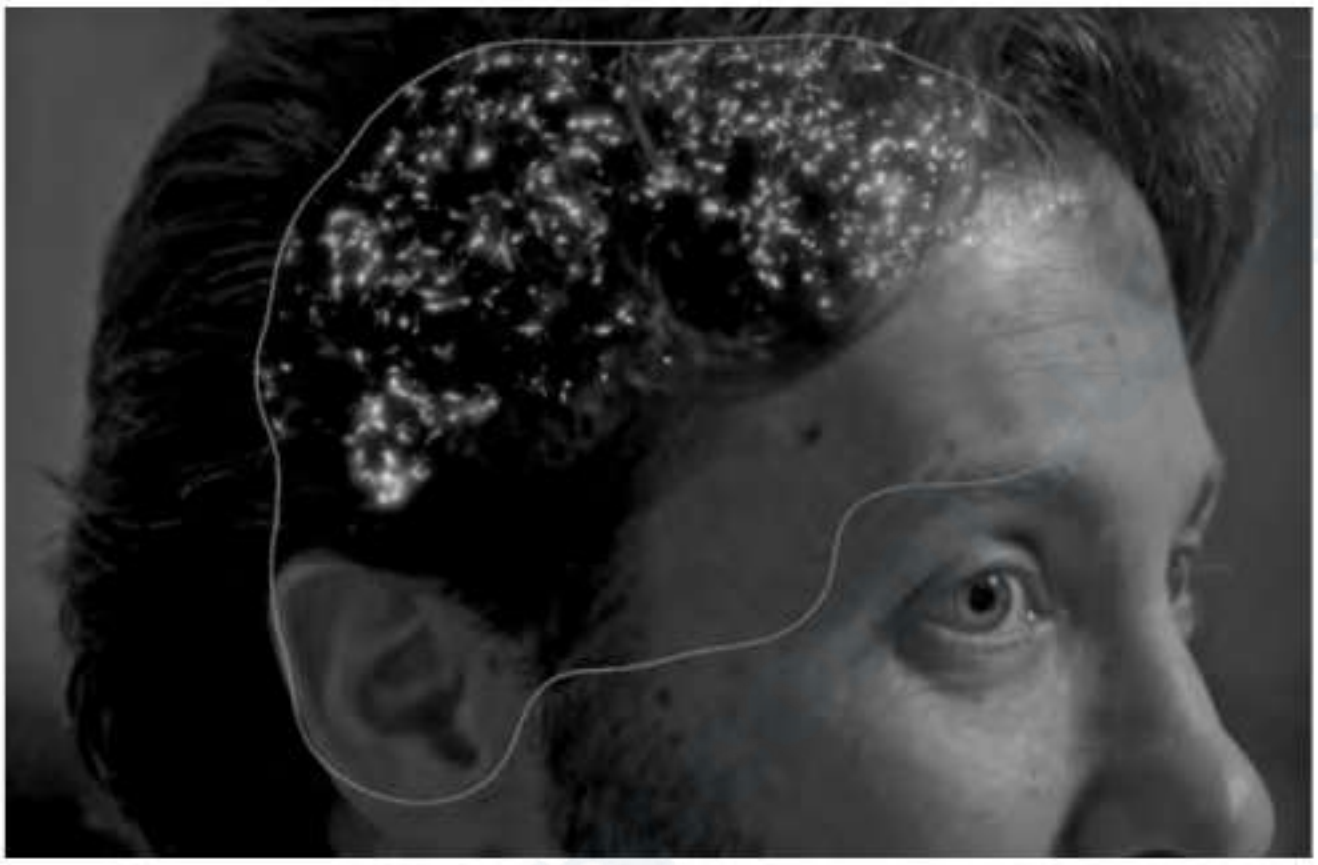
فرض کنید هویت شخصی به دوره‌های مختلف عمرش تجزیه شود. آیا همه این افراد خاطره‌های یکسانی دارند؟ اگر این گونه نیست، آیا می‌توان همه آن‌ها را شخص واحدی دانست؟

مثلاً شما برای شرکت در جشن تولد یکی از دوستان به رستورانی می‌روید. هر اتفاقی که در آن‌جا بیفتد الگوهای گوناگونی از فعالیت را در مغز شما ایجاد می‌کند. برای نمونه، با گفتگوی میان دوستان الگوی خاصی از فعالیت در مغز شما به وجود می‌آید. با حس رایحه قهوه و نیز چشیدن کیک لذیذ فرانسوی نیز الگوهای دیگری ایجاد می‌شوند. این نکته که شست خدمتکار مهمانی در فنجان قهوه شما فرورفته بود نیز یکی از جزئیات به یادماندنی است که با ساختار خاصی از شلیک نورونی ثبت می‌شود. همه این الگوها در شبکه تداعی نورونی گسترده‌ای که هیپوکامپ مسئول تبادل مکرر پیام‌های آن‌هاست به هم می‌پیوندند تا تثبیت شوند. بین نورون‌هایی که همزمان فعال می‌شوند ارتباط‌های نیرومندتری به وجود می‌آید: سلول‌هایی که همزمان شلیک می‌کنند با هم اتصال می‌یابند. بنابراین شبکه‌ای بی‌همتا که انگ و نشان آن رویداد خاص را بر خود دارد به وجود می‌آید و این شبکه همان خاطره شما از شام شب جشن تولد است.

فرض کنید ۶ ماه بعد کیکی مشابه کیک مهمانی آن شب می‌خورید. این کار می‌تواند مانند کلیدی قفل کل آن ارتباط‌های شبکه‌ای را باز کند. وقتی الگوی اصلی فعال شود مثل آن است که کلید روشن‌سازی چراغ‌های یک شهر را در مرکز کنترل‌زده باشند: ناگهان خاطره مورد نظر فعال می‌شود.

حافظه ما (شاید برخلاف تصوری که داریم) خیلی دقیق و مطمئن نیست. مثلاً می‌دانیم که دوستان ما در جشن حضور داشتند. فلان پسر کت و شلوار پوشیده

بود. او همیشه همین لباس را بر تن می‌کرد. فلان دختر پیراهن آبی پوشیده بود یا شاید بنفش یا سبز. اگر با دقت به جستجو در حافظه خود بپردازیم می‌بینیم به دلیل شلوغی محیط بسیاری از جزئیات حاضران را به یاد نداریم.



خاطره شما از یک رویداد الگوی تجمع منحصر به فرد سلول‌هایی است که در حفظ جزئیات تجربه مورد نظر دخالت دارند.

یعنی خاطره شام شب تولد با گذشت زمان به تدریج محو می‌شود. چرا؟ در ابتدا شما تعداد محدودی نورون دارید که برای انجام کارهای مختلفی مفید هستند. هر نورون در زمان‌های مختلف با مجموعه متفاوتی از نورون‌ها همکاری می‌کند. نورون‌های‌تان در بستر پویایی از روابط متغیر کار می‌کنند و به طور مداوم باید پاسخگوی تقاضای سنگین ارتباط با سایر نورون‌ها باشند. بنابراین وقتی نورون‌های مربوطه با خاطره شام «شب تولد» با سایر نورون‌ها در شبکه‌های دیگری همکاری کنند، خاطره شما از آن شب تا حدی تار می‌شود. دشمن حافظه زمان نیست، خاطره‌های دیگر هستند. به منظور ثبت هر رویداد جدیدی به ناچار باید ارتباط‌های جدیدی بین تعداد محدودی نورون ایجاد شود. در واقع تعجب اینجاست که خاطره‌های مبهم از دید ما مبهم نیستند و ما این‌گونه حس می‌کنیم که نمای کاملی از رویداد در ذهن ما وجود دارد.

در عین‌حال خاطره ما از هر رویداد با شک و تردیدهایی نیز همراه است. مثلاً

طی سال‌های بعد ممکن است دو نفر از دوستان شما که در آن جشن حضور داشتند با هم قهر کنند. وقتی به یاد آن مجلس می‌افتید ممکن است به غلط نشانه‌هایی از وجود اختلاف بین آن دو را به یاد آورید. مثلاً آیا آن شب یکی از آن‌ها بیش از حد ساکت نبود؟ آیا اینطور حس نمی‌شد که سکوتی مرموز بین آن‌ها برقرار است؟ البته پی بردن به صحت این حدس‌ها دشوار است. اما به دلیل اطلاع ما از تیرگی روابط بین این دو نفر، شبکه عصبی ما به گونه‌ای تغییر می‌یابد که خود را با این اطلاع جدید هماهنگ کند. ما چاره‌ای نداریم جز اینکه بگذاریم زندگی کنونی ما گذشته را به رنگ خود درآورد. بنابراین خاطره یک رویداد خاص در برهه‌های مختلف عمر ما به اشکال گوناگونی نمودار می‌شود.

خطای حافظه

پروفسور الیزابت لوفتوس از شعبه اروایِن دانشگاه کالیفرنیا در زمینه نشان دادن توان ایجاد تغییر در حافظه انسان، تحقیقات بکری را انجام داده است. او ثابت کرد که با پرسیدن سوآل‌های خاص می‌توان در پاسخی که افراد ابراز می‌کنند تغییرهایی به وجود آورد. وی در توضیح این نکته می‌گوید «مثلاً از داوطلبان می‌پرسیم ماشین‌هایی که با هم برخورد کردند با چه سرعتی حرکت می‌کردند؟» و آن‌ها پاسخ‌هایی می‌دادند. بعد می‌پرسیدم «ماشین‌هایی که بهم کوبیدند چه سرعتی داشتند؟ ». در حالت دوم تصور بیش‌تر افراد این بود که سرعت خودروها بیشتر بوده است. وی با این فرض که پرسیدن سوآل‌های هدف‌دار می‌تواند بر حافظه افراد اثر بگذارد به تحقیق خود ادامه داد.

آیا امکان جاسازی حافظه دروغین در ذهن افراد وجود دارد؟ لوفتوس برای پی بردن به این مسئله به تحقیق درباره گروهی داوطلب پرداخت. او از اعضای تیم خود خواست تا با خانواده‌های داوطلبان تماس بگیرند و درباره رویدادهای گذشته زندگی آنان کسب اطلاع کنند. سپس محققان با کمک اطلاعاتی که داشتند در مورد دوران کودکی هر یک از داوطلبان چهار داستان طرح کردند. سه داستان درست اما چهارمی محتوی مطالبی باورکردنی لیکن جعلی بود. داستان چهارم مربوط به گم شدن داوطلبان در کودکی به هنگام رفتن به مرکز خرید بود و اینکه خانم مسنی آن‌ها را پیدا می‌کرد و تحویل پدر و مادرشان می‌داد.

در مصاحبه‌هایی که با داوطلبان انجام شد این چهار داستان را برای‌شان نقل کردند. حداقل یک چهارم آن‌ها گفتند یادشان می‌آید که در کودکی در مرکز خرید

گم شده بودند (حال آنکه چنین ماجرایی برای‌شان پیش نیامده بود). موضوع فقط همین نبود. لوفتوس می‌گوید «در ابتدا داوطلبان مختصری از این واقعه را به یاد می‌آوردند. اما هفته بعد که مراجعه می‌کردند چیزهای خیلی بیشتری یادشان می‌آمد. مثلاً درباره خانم مسنی که آن‌ها را نجات داده بود حرف می‌زدند. «با گذشت زمان جزئیات بیشتری به خاطره کاذب آن‌ها افزوده می‌شد. مثلاً می‌گفتند «آن خانم مسن کلاه عجیب و مسخره‌ای روی سرش بود.» یا «من اسباب بازی دلخواهم را آن روز با خودم داشتم.» یا «مادرم خیلی عصبی شده بود.»

پس نه فقط ممکن است خاطره‌های کاذب جدیدی را وارد ذهن افراد کرد، بلکه آن‌ها به چنین خاطراتی شاخ و برگ هم می‌دهند، بی‌آنکه خود متوجه شوند به مدد تخیل به غنی‌تر کردن بافت ماجرا و هویت خود می‌پردازند.

همه ما مستعد دستکاری حافظه هستیم ــ حتی خود خانم الیزابت لوفتوس. وقتی الیزابت بچه بود مادرش در استخر غرق شده بود. سال‌ها بعد طی صحبتی که با یکی از بستگانش در جشن تولد داشت به واقعیتی جدید پی برد: الیزابت نخستین کسی بود که جسد مادرش را در استخر پیدا کرده بود. این نکته برایش حیرت‌آور بود؛ او قبلاً این نکته را نمی‌دانست و حتی باورکردنش هم برایش دشوار بود. اما می‌گوید «وقتی از محفل جشن تولد به خانه رفتم، با خود فکر کردم: شاید هم درست باشد. به سایر چیزهایی که یادم می‌آمد فکر کردم ــ مثلاً وقتی کارکنان آتش‌نشانی آمدند به من اکسیژن دادند. شاید چون جسد مادرم را پیدا کرده بودم حالم بد شده و احتیاج به اکسیژن داشته‌ام؟» کمی بعد توانستم جنازه مادرم را که روی آب استخر شناور بود پیش خود تجسم کنم. اما بعد، یکی از بستگانش به او گفت که قطعاً در اشتباه است. در واقع به جای الیزابت این عمه‌اش بود که جسد را پیدا کرده بود. این‌گونه بود که موضوع خاطره کاذب برای خود پروفسور لوفتوس نیز پیش آمد.

گذشته ما چندان قابل اعتماد نیست. گذشته در واقع بیشتر نوعی بازسازی رویدادهاست و گاهی می‌تواند به حد افسانه‌پردازی نزدیک شود. وقتی خاطرات گذشته زندگی خود را مرور می‌کنیم باید بدانیم همه جزئیاتی که به یاد می‌آوریم صحت ندارند. بخشی از خاطرات ما داستان‌هایی هستند که مردم راجع به ما می‌گویند و بخشی از آن‌ها مربوط به تصورات خود ما هستند که به کمک‌شان کم و کاستی حافظه را تکمیل می‌کنیم. بنابراین اگر بخواهیم صرفاً با تکیه بر حافظه خود به این سوآل که کیستیم پاسخ دهیم ممکن است هویت ما حکایتی عجیب و ناپایدار جلوه کند.

مغز سالخوردگان

امروزه طول عمر انسان‌ها به بیشترین حد ممکن در تاریخ بشر رسیده است و این امر چالش‌هایی را برای حفظ و نگهداری سلامت مغز به‌بار آورده است. بیماری‌هایی مانند آلزایمر و پارکینسون بافت مغز و منش ما را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

اما خبرهای خوشی نیز در راهند: همان‌گونه که در جوانی محیط و رفتار می‌توانند بر مغز اثر بگذارند، در پیری نیز این امکان وجود دارد.

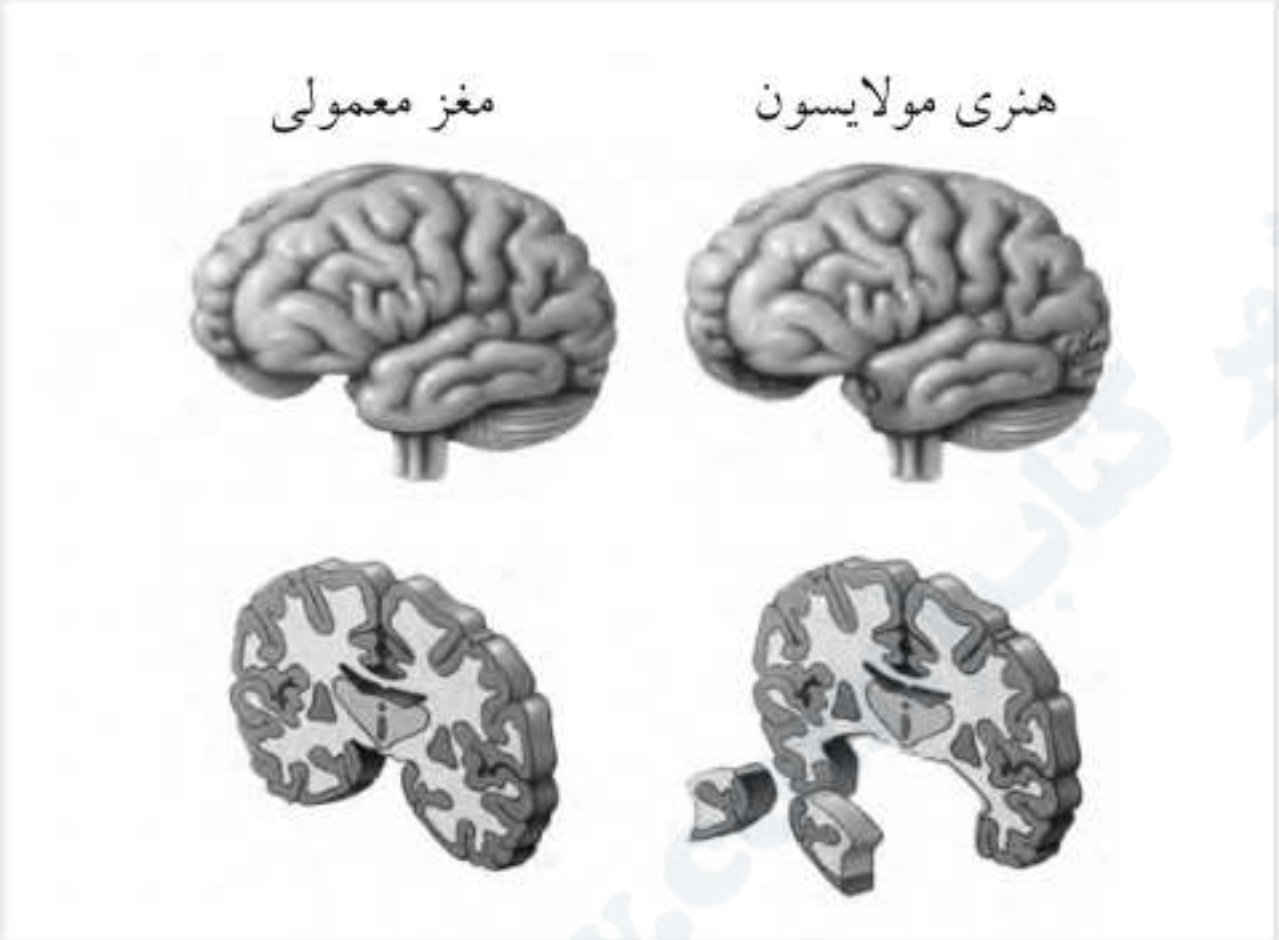
در یک تحقیق پزشکی منحصر به فرد برای بررسی تأثیر پیری بر مغز در سراسر آمریکا بیش از هزار و صد راهبه، کشیش و اخوان مذهبی شرکت کردند. این تحقیق «مطالعه گروه‌های مذهبی»[1] نام گرفت. هدف این مطالعه به ویژه کشف عوامل خطر ایجاد بیماری آلزایمر بود و در آن افراد ۶۵ ساله و بالاتری شرکت داشتند که فاقد نشانه‌های این بیماری بودند و به هنگام معاینه هیچ‌گونه علائمی از آن را نداشتند.

داشتن سبک زندگی پرمشغله در سنین بالا برای مغز مفید است.

گروه‌های مذهبی از این نظر که می‌شد هر ساله و به طور منظم آن‌ها را معاینه کرد و نیز از این نظر که سبک زندگی (تغذیه و استانداردهای زندگی) مشترکی

1. The Religious Orders Study

حافظه آینده



هنری مولایسون اولین‌بار در پانزده سالگی دچار حمله تشنج شد. از آن پس تعداد وقوع حمله‌ها روز به روز بیشتر شد. به دلیل احتمال بروز تشنج‌های شدید در آینده پزشکان با توسل به نوعی روش جراحی تجربی یعنی برداشتن قسمت داخلی لُب گیجگاهی مغز مشتمل بر هیپوکامپ در هر دو نیمکره سعی کردند او را درمان کنند. به دنبال این عمل تشنج‌های او بهبود یافت اما یک عارضه ناخوشایند به وجود آمد: هنری تا پایان عمرش دیگر قادر نبود خاطرات جدیدی در ذهنش تشکیل دهد.

اما داستان به همین جا ختم نشد. غیر از عدم توانایی تشکیل خاطره‌های جدید، او قادر به داشتن تصوری از آینده نیز نبود.

فرض کنید قرار است فردا به ساحل دریا بروید؟ چه حدس می‌زنید؟موج سواران و قلعه‌های شنی و امواج خروشان؟ پرتوهای خورشید که از لا به لای ابرها به زمین می‌تابند؟ اگر همین سوآل‌ها را از هنری می‌پرسیدید معمولاً جواب می‌داد «من فقط می‌توانم رنگ آبی را ببینم.» مشکل هنری یکی از مکانیسم‌های مغز را که زیرساخت حافظه است آشکار می‌کند: هدف این مکانیسم‌ها فقط ثبت و ضبط مسائل مربوط به گذشته نیست. این مکانیسم‌ها امکان پیش بینی آینده را نیز برای ما فراهم می‌کنند. برای فکر کردن به ماجرایی که فردا در ساحل برای‌تان پیش می‌آید، هیپوکامپ مغز با ترکیب اطلاعات گذشته راه را برای رسیدن به تجسم کافی، باز می‌کند.

داشتند دارای ثبات بودند. این نکته باعث می‌شد عوامل «مغشوش کننده»[1] یا تفاوت‌های بین افراد از جنبه عمومی مانند وضعیت اجتماعی و اقتصادی و سطح تحصیل که می‌توانستند در نتایج مطالعه خطاهایی ایجاد کنند، به حداقل برسند.

کار جمع‌آوری اطلاعات در سال ۱۹۹۴ شروع شد. تا آن زمان دکتر دیوید بنت و همکارانش در دانشگاه راش شیکاگو حدود ۳۵۰ مغز را گردآوری کرده بودند. این مغزها را به دقت حفظ کرده بودند تا با بررسی میکروسکوپی، شواهد وجود بیماری‌های مغزی مرتبط با پیری را در آن‌ها بیابند. این فقط نیمی از مطالعه بود. نیم دیگر عبارت بود از جمع‌آوری اطلاعات دقیق ایام حیات هر یک از داوطلبان. تا وقتی داوطلبان زنده بودند در مورد یکایک آنان هر ساله آزمون‌های متعدد روانشناختی و شناختی، ژنتیک و معاینه‌های پزشکی و جسمی انجام می‌شد.

اعضای تیم تحقیقاتی در آغاز کار انتظار داشتند رابطه مشخصی بین افت قوای شناختی افراد و سه بیماری اصلی موجب زوال عقلی یا دمانس یعنی آلزایمر، سکته مغزی و پارکینسون پیدا کنند. اما به جای آن پی بردند گرفتاری نسج مغز با بیماری آلزایمر الزاماً به معنی بروز مشکلات‌شناختی در فرد نیست. برخی از افرادی که در زمان مرگ علائم آسیب‌شناختی کامل بیماری آلزایمر در مغز خود داشتند دچار هیچ‌گونه کاستی قوای شناختی نبودند. موضوع چه بود؟

اعضای گروه تحقیق برای پی بردن به حل معما به یافته‌های نخستین خود رجوع کردند. بنت دریافت که عوامل روانشناختی و تجربی بر پیدایش افت قوای شناختی اثر تعیین کننده دارند. به ویژه ورزش دادن قوای شناختی، یعنی انجام دادن هرگونه فعالیتی که مغز را به جنبش وامی‌داشت مانند حل جدول، مطالعه، رانندگی، یادگیری مهارت‌های جدید و برعهده گرفتن مسئولیت‌های مختلف نقش حمایتی داشتند. فعالیت‌های اجتماعی، شرکت در شبکه‌های اجتماعی، سروکار داشتن با افراد مختلف و انجام حرکات ورزشی نیز مفید بودند.

داوطلبانی که دچار بیماری نسج مغز بودند اما نشانه‌هایی دال بر کاستی قوای شناختی نداشتند در واقع توانسته بودند برای خود «پشتوانه شناختی»[2] مناسبی فراهم کنند. وقتی به دنبال بیماری بخش‌هایی از مغز دچار تباهی می‌شدند، سایر بخش‌ها که ورزیده‌تر بودند کمبود فعالیت آن‌ها را جبران می‌کردند و از پس انجام وظائف آن‌ها بر می‌آمدند. ما هر اندازه بیشتر مغز خود را از نظر شناختی

---

1. Confounding factors
2. Cognitive reserve

(مثلاً با به چالش کشیدن قوای شناختی از راه تحمیل وظائف دشوار و جدید و روابط اجتماعی) کارآمد و فعال نگه داریم شبکه‌های نورونی بیشتری برای ساختن جاده‌هایی که ما را از نقطه‌ای به نقطه دیگر می‌رسانند به وجود می‌آیند.

صدها راهبه اجازه دادند که پس از مرگ مغزشان را بررسی کنند. نتایج این مطالعه برای دانشمندان مایه شگفتی بود.

مغز مانند یک جعبه ابزار است. جعبه ابزارخوب آن است که محتوی ابزارهای گوناگونی برای انجام هر نوع کار باشد. مثلاً اگر بخواهید یک مهره را باز کنید یک آچار بُکس بر می‌دارید، اگر نبود یک آچار تخت انتخاب می‌کنید و اگر آن را هم نداشتید به سراغ انبردست می‌روید. در یک مغز کارآمد نیز داستان همین است: حتی اگر بسیاری از راه‌های عصبی مغز به دلیل بیماری دچار دژنراسیون یا تباهی شده باشند مغز می‌تواند راه‌حل‌های دیگری پیشنهاد کند.

بررسی مغز راهبه‌ها نشان داد که ما می‌توانیم از مغز خود مراقبت و حمایت کرده و کاری کنیم که مغز تا سال‌های طولانی برای ما انجام وظیفه کند. می‌توانیم با انجام انواع فعالیت‌هایی که در حد امکان جعبه ابزار قوای شناختی ما باشد روند پیری را تا حد امکان متوقف کرده یا آن را کُند کنیم.

من هشیارم

وقتی به این فکر می‌کنیم که کیستیم یک جنبه مهم وجود دارد که نمی‌توان آن را

نادیده گرفت. اینکه ما موجودی زنده و بیداریم و می‌توانیم وجود خود را درک کنیم. من حس می‌کنم که اینجا هستم و دارم با چشم‌هایم دنیا را می‌بینم و دارم این فیلم رنگی را از مرکز صحنه‌ای که در آن حضور دارم تماشا می‌کنم. اجازه دهید این حس را خودآگاهی یا شعور بنامیم.

دانشمندان اغلب درباره تعریف دقیق خودآگاهی بحث می‌کنند. اما با استفاده از یک مقایسه ساده می‌توانیم منظور خود را از این کلمه روشن کنیم: ما وقتی بیداریم خودآگاهی داریم. ولی وقتی در خواب عمیق هستیم فاقد خودآگاهی هستیم. این تمایز ما را به سوآلی ساده می‌رساند: فعالیت مغز در این دو حالت چه فرقی دارد؟

یک راه برای پاسخ دادن به این سوآل استفاده از نوار مغز[1] است، شیوه‌ای که حاصل فعالیت میلیاردها نورون را که سیگنال‌های الکتریکی قابل ثبت روی سطح جمجمه ایجاد می‌کنند، نمایان می‌کند. این تکنیک تا حدودی خام و ابتدایی است و گاهی آن را با تلاش برای درک قوانین بیس‌بال با نگه داشتن میکروفونی بیرون زمین بیس‌بال مقایسه می‌کنند. با این همه نوار مغز می‌تواند راه سریع و مشخصی برای نمایان ساختن تفاوت حالت خواب با بیداری باشد.

در حالت بیداری امواج مغزی نشان می‌دهند که میلیاردها نورون به گونه‌ای پیچیده در حال تبادل پیام‌هایی با یکدیگرند، مثل هزاران آدم که وسط یک مسابقه بیس‌بال دارند با هم حرف می‌زنند.

وقتی می‌خوابیم، مثل این است که دستگاه بدن خاموش می‌شود. گویی استادیوم نورون‌ها آرام می‌شود. اما در سال ۱۹۵۳ کشف شد که این تصور غلط است. مغز در شب نیز مانند روز فعال است، فقط حین خواب نورون‌ها به گونه‌ای متفاوت با یکدیگر هماهنگ شده و وارد مرحله‌ای ریتمیک و همزمان می‌گردند. درست مانند این است که حاضران در یک استادیوم با هم به تولید امواج مکزیکی[2] بپردازند.

چنانکه می‌توان حدس زد پیچیدگی سروصدای موجود در یک استادیوم وقتی به حداکثر می‌رسد که در آن هزاران گفتگوی متفاوت به طور جداگانه در آن واحد در حال انجام باشند، ولی وقتی حاضران در یک استادیوم، موجی هماهنگ ایجاد می‌کنند مشابه حالتی است که فعالیت عقلی و فکری در کمترین حد است.

---

1. Electroencephalogram (E.E.G)

۲. امواجی که با نشست و برخاست تماشاگران و بالا و پایین آوردن دست‌ها در استادیوم ایجاد می‌شوند.

مسئله دوگانگی ذهن و جسم

هشیاری خودآگاهانه یکی از معضلات پیچیده علوم اعصاب جدید است. بین تجربه‌های ذهنی و فیزیک مغز ما چه رابطه‌ای وجود دارد؟

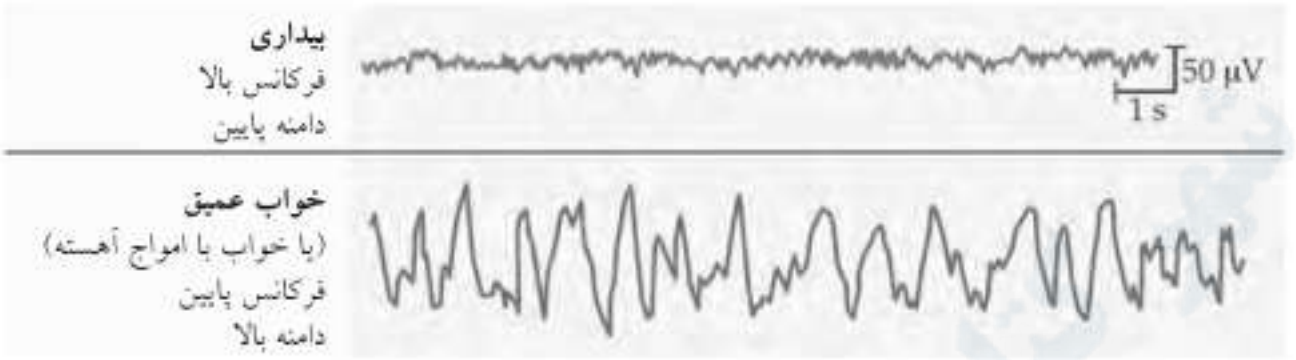
رنه دکارت فیلسوف فرانسوی این‌گونه تصور می‌کرد که منهای مغز، یک روح غیرمادی نیز وجود دارد. نظر او که در شکل نمایش داده شده آن است که داده‌های حسی وارد غده پینه آل می‌شوند که به منزله دروازه روح غیرمادی است. (به احتمال زیاد او پینه آل را از این جهت مورد توجه قرار داد که در مرکز مغز قرار دارد، حال آنکه باقی اجزای مغز دو تا هستند که هر یک در یکی از نیمکره‌های مغز قرار دارند.)

ایده روح غیرمادی به راحتی قابل تصور است، اما مشکل می‌توان آن را با یافته‌های علوم اعصاب تطبیق داد. دکارت هیچ‌وقت به بخش بیماران اعصاب پا نگذاشته بود. اگر این کار را می‌کرد متوجه می‌شد که وقتی مغز آدم‌ها تغییر پیدا کند شخصیت‌شان نیز عوض می‌شود. برخی از آسیب‌های مغزی سبب پیدایش افسردگی یا شیدایی می‌شوند. انواع دیگر آسیب مغزی فرد را به شدت مذهبی یا شوخ طبع می‌کنند یا سبب ایجاد گرایش به قماربازی می‌شوند. برخی نیز فرد را به بی‌تصمیمی، هذیان‌گویی یا پرخاشگری گرفتار می‌کنند. بنابراین در نظرگرفتن چهارچوبی که در آن مسائل ذهنی از جنبه‌های فیزیکی و جسمی جدا باشند دشوار است.

چنانکه خواهیم دید علوم اعصاب جدید در پی آن هستند که رابطه بین فعالیت نورون‌ها و حالات خاص خودآگاهی را روشن کنند. شاید برای درک کامل خودآگاهی به کشف‌ها و نظریه‌های جدید نیاز داشته باشیم. هنوز راهی بس طولانی در پیش داریم.

پس وضع ما در هر لحظه به چگونگی ریتم شلیک‌های نورونی ما وابسته است. طی روز با فعالیت پیچیده و یکپارچه نورونی، خودآگاهی پدیدار می‌شود اما در شب زمانی که برهم‌کنش نورون‌ها به حداقل می‌رسد، خودآگاهی از میان می‌رود.

کسانی که به شما علاقه دارند باید تا صبح روز بعد منتظر باشند، یعنی تا زمانی که نورون‌های شما از تولید امواج هماهنگ دست بردارند و با همان ریتم پیچیده سابق آغاز به کار کنند. آنوقت است که شما دوباره به میدان وجود قدم گذاشته‌اید.



خودآگاهی زمانی ایجاد می‌شود که نورون‌ها در عین داشتن ریتم‌های مستقل با یکدیگر به شیوه‌ای پیچیده و ظریف همکاری کنند. در خواب با امواج آهسته، نورون‌ها همزمانی بیشتری دارند ولی خودآگاهی وجود ندارد.

بنابراین اینکه ما کیستیم وابسته است به اینکه نورون‌های ما در آن لحظه دارند چه کاری را انجام می‌دهند.

مغز مانند دانه‌های برف است

من پس از اتمام تحصیل در دانشگاه این افتخار را داشتم که با یکی از بزرگترین دانشمندان مورد علاقه‌ام یعنی فرانسیس کریک کار کنم. در آن زمان او داشت درباره مسئله خودآگاهی تحقیق می‌کرد. روی تخته سیاه دفتر کارش پر بود از انبوه جملات و آنچه مرا متعجب می‌کرد کلمه‌ای بود که در وسط کلمات دیگر و بزرگتر از همه نوشته شده بود: معنا. ما مطالب زیادی در باره کار نورون‌ها و شبکه‌های عصبی و بخش‌های مختلف مغز می‌دانیم، اما نمی‌دانیم چرا سیگنال‌هایی که در مغز در حال ارسال‌اند برای ما معنا ایجاد می‌کنند. چگونه ماده مغز انسان می‌تواند سبب توجه او به چیزی شود؟

معضل «معنا» هنوز حل نشده است. اما من فکر می‌کنم می‌توانیم آن را به این شکل بیان کنیم: «معنای یک چیز برای شما مجموعه تداعی‌های گسترده شما درباره آن چیز بر پایه همه تجربه‌های زندگی شماست.»

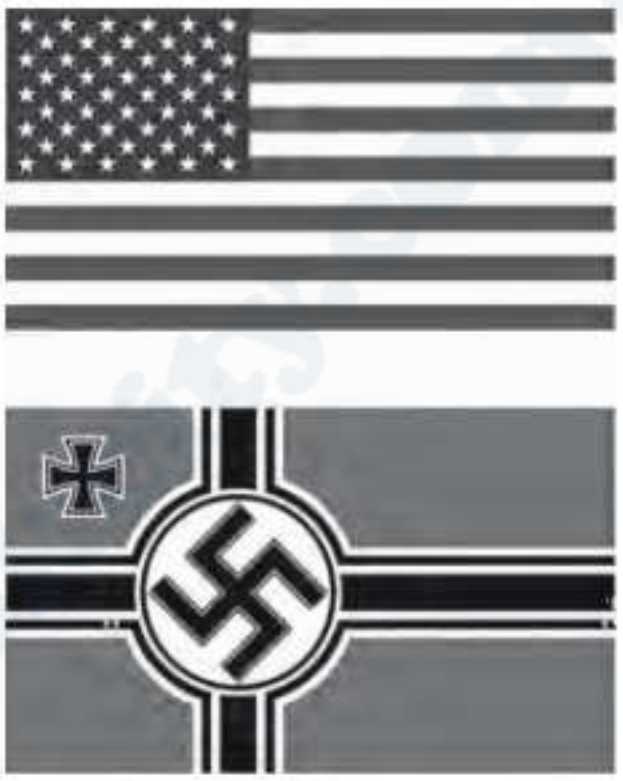
اینک فرض کنید لکه‌های رنگی موجود بر روی یک پارچه الگوی پرچم کشوری را به خود بگیرند. تقریباً به یقین می‌توان گفت دیدن چنان تصویری حالتی را در شما ایجاد می‌کند که مربوط به تجربه‌های گذشته زندگی شماست. ما اشیاء

را چنانکه هستند درک نمی‌کنیم، بلکه آن‌ها را مانند خود می‌بینیم.

هر یک از ما در زندگی مسیر حرکت خاص خود را داریم که تحت هدایت ژن‌ها و تجربه‌های زندگی تعیین می‌شود و بنابراین هر مغزی دارای حیات درونی متفاوتی است. مغزها مانند دانه‌های برف یگانه و منحصر به فردند.

در همان حال که تریلیون‌ها ارتباط جدید بین سلول‌های مغزی ساخته می‌شوند الگویی خاص پدید می‌آید که ویژه شماست و نشان می‌دهد هیچ‌کسی تاکنون مانند شما به وجود نیامده و در آینده نیز به وجود نمی‌آید. درک خاص خودآگاهی شما در هر لحظه منحصر به وجود شماست.

چون توده فیزیکی ما پیوسته در حال تغییر است پس ما نیز مدام داریم عوض می‌شویم. ما موجودات ثابتی نیستیم. ز گهواره تا گور مانند اثری هستیم که پیوسته به پیش می‌رود.



تفسیر ما از اشیاء وابسته به سیر و سلوک مغز ما در گذشته است و کمتر با خود اشیاء به طور مستقیم ارتباط دارد. این دو مستطیل صرفاً حاوی ترتیبی از رنگ‌های مختلف‌اند. یک سگ نمی‌تواند تفاوت مشخصی بین آن‌ها قائل شود. واکنش هر فرد نسبت به این تصاویر مربوط به خود اوست نه تصاویر.

فصل ۲

واقعیت چیست؟

چگونه خیس‌افزار مغز می‌تواند حس تجربه را در ما ایجاد کند: تجربه‌هایی مانند منظره سبز زمردی، مزه دارچین، بوی خاک مرطوب؟ اگر بگویم دنیای اطراف ما با همه رنگ‌ها، منظره‌ها، صداها و بوهای آن تنها یک پندار بوده و در حکم نمایشی است که در برابر چشمان ما به اجرا در می‌آید چه خواهید گفت؟ اگر بتوانیم واقعیت را آنگونه که هست درک کنیم از خاموشی بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه آن در شگفت خواهیم شد. در بیرون مغز ما فقط ماده و انرژی وجود دارد. طی میلیون‌ها سال تکامل مغز انسان توانسته این ماده و انرژی را به تجربه حسی غنی بودن در جهان تبدیل کند. اما چگونه؟

پندار واقعیت

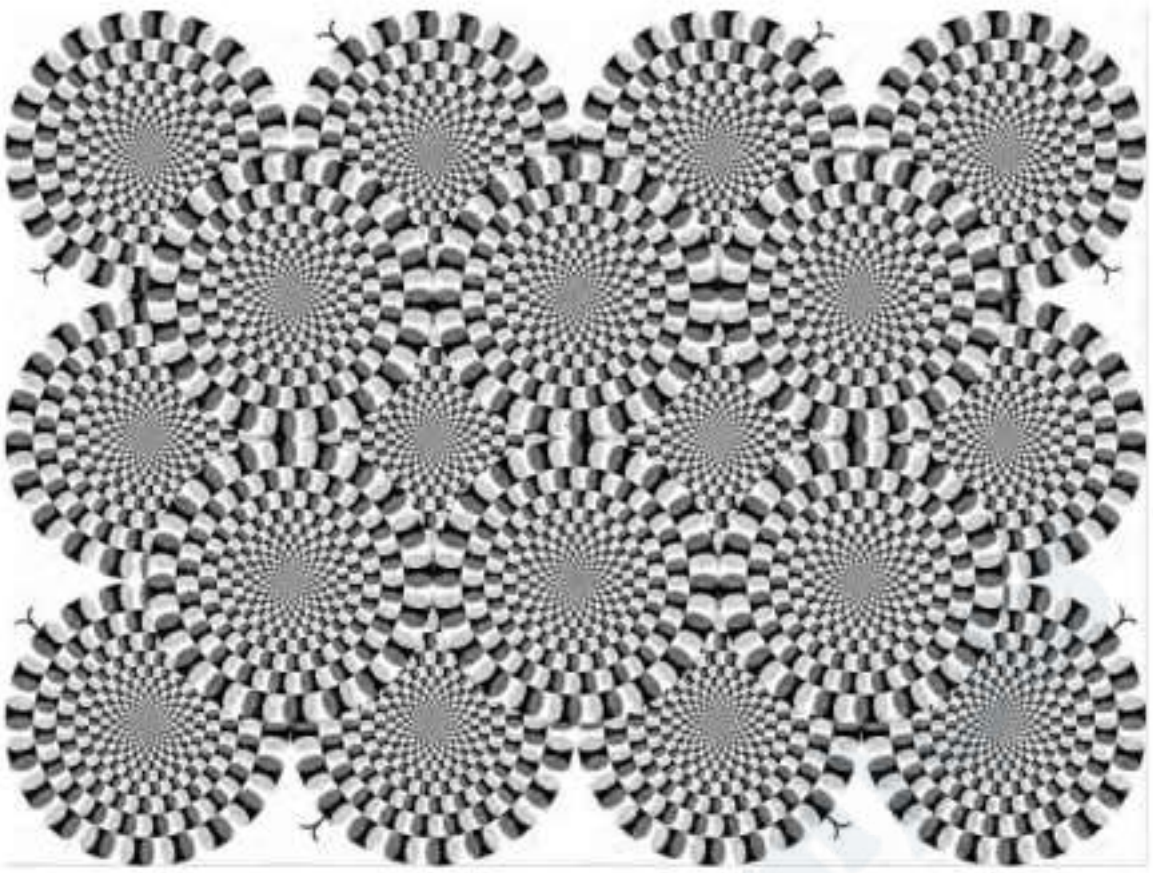
از همان اول صبح که از خواب برمی‌خیزیم با هجوم نور و صدا و بوهای مختلف روبرو هستیم. این تحریکات مانند سیلی به سوی حواس ما روانه می‌شوند. این رونمایی هر روزه از جهان، بدون نیاز به فکر یا تلاش ما بوده و ما در واقعیت انکارناپذیر جهان غوطه‌ور می‌شویم.

اما چه میزان از این واقعیت ساخته مغز ماست و در درون سرمان انجام می‌شود؟

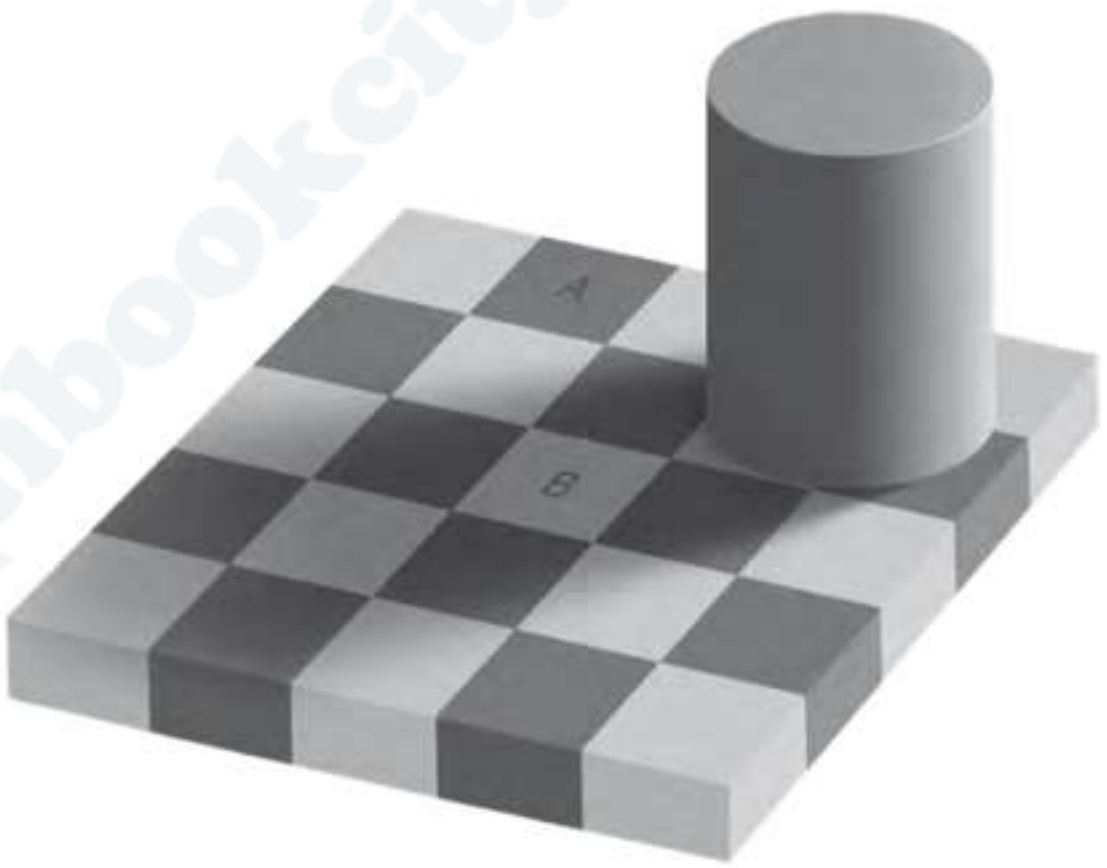
مارهای چرخان موجود در شکل صفحه بعد را در نظر بگیرید. صفحه ثابت است، اما به نظر می‌آید مارهای آن دارند در هم می‌لولند. چگونه است که ما می‌دانیم تصاویر ثابت هستند ولی مغز ما احساس حرکت می‌کند؟

در صفحه شطرنجی که در صفحه بعد می‌بینید (اگرچه این‌گونه به نظر نمی‌رسد) اما رنگ مربع‌های A و B دقیقا مشابه‌اند. کافی است باقی تصویر را بپوشانید. چگونه است که با وجود مشابه بودن رنگ مربع‌های مذکور، آن‌ها تا این‌اندازه متفاوت جلوه می‌کنند؟

پندارهایی از این قبیل به ما نشان می‌دهند تصویری که از جهان در ذهن خود داریم الزاما تصویر دقیقی نیست. درک ما از واقعیت به جای آنکه فقط به پیشامدهای



پندار مارهای چرخان، تصویری از آکیوشی کیتااو کا. این تصویر ثابت است اما به بیننده احساس حرکت دست می‌دهد.



پندار صفحه شطرنج، ارائه شده توسط ادوارد آدلسون رنگ مربع‌های A و B را با هم مقایسه کنید.

جهان خارج مربوط باشد، بیشتر با آنچه که درون مغز ما می‌گذرد ارتباط دارد.

تجربه ما از واقعیت

ما این‌گونه می‌پنداریم که با واسطه حواس خود با جهان ارتباط داریم. می‌توانیم دست‌های خود را دراز کنیم و ماده فیزیکی موجود در جهان را لمس کنیم ــ موادی چون همین کتاب یا صندلی‌ای که روی آن نشسته‌ایم. اینطور به نظر می‌رسد که لمس در انگشتان ما انجام می‌شود. اما در واقع این پدیده در مرکز کنترل مغز شکل می‌گیرد. همه تجربه‌های حسی ما مشمول این قاعده هستند. مرکز دیدن در چشم و مرکز بوییدن در بینی نیست. همه تجربه‌های حسی به شکل توفانی از کنش‌ها در ماده محاسباتی مغز انجام می‌شوند.

کلید درک مسئله این است: مغز هیچ‌گونه دسترسی به جهان خارج ندارد و در محفظه تاریک و ساکت جمجمه حبس شده است و نمی‌تواند به طور مستقیم دنیای خارج را حس کند.

پس تنها راهی که وجود دارد این است که اطلاعات از خارج به طریقی وارد مغز شود.اندام‌های حسی ما ــ چشم و گوش و بینی و دهان و پوست ــ به عنوان واسطه عمل می‌کنند. این‌اندام‌ها گروه ناهمگونی از اطلاعات مشتمل بر فوتون‌ها، امواج هوای فشرده، تراکم‌های مولکولی، فشار، بافت و دما را می‌گیرند و آن‌ها را به جریان‌های معمول مغزی یعنی سیگنال‌های الکتروشیمیایی تبدیل می‌کنند.

این سیگنال‌ها در شبکه متراکم نورون‌ها که سلول‌های جابجاکننده سیگنال‌ها در مغز هستند حرکت می‌کنند. در مغز انسان یکصد میلیارد نورون وجود دارد که هر یک از آن‌ها در هر ثانیه ده‌ها یا صدها پالس الکتریکی را به هزاران نورون دیگر ارسال می‌کنند.

همه چیزهایی که به تجربه درمی‌یابیم ــ منظره، صدا و بو ــ در واقع به جای آنکه تجربه‌ای مستقیم باشند نوعی جلوه الکتروشیمیایی در یک اتاق تاریک نمایش هستند.

مغز چگونه با واسطه این الگوهای الکتروشیمیایی گسترده ما را قادر به فهم دنیا می‌کند؟ مغز برای وصول به هدف، سیگنال‌های دریافتی از اندام‌های حسی گوناگون را می‌گیرد و الگوهایی را کشف می‌کند که با واسطه آن‌ها می‌تواند از رویدادهای دنیای خارج باخبر شود و در این راه چنان مسلط عمل می‌کند که به نظر می‌رسد کارش را بدون هیچ‌گونه زحمتی انجام می‌دهد. اینک با دقت بیشتری

نورون‌ها از راه سیگنال‌های شیمیایی به نام میانجی‌های عصبی یا نوروترنسمیتر با یکدیگر ارتباط دارند. غشای نورون‌ها می‌تواند سیگنال‌های الکتریکی را در طول خود به سرعت انتقال دهد. در تصاویر هنری مانند تصویر فوق، فضای بین نورون‌ها خالی است. اما در واقع بین نورون‌های موجود در مغز هیچ گونه فضای خالی وجود ندارد و نورون‌ها کنار یکدیگر به حالتی فشرده قرار دارند.

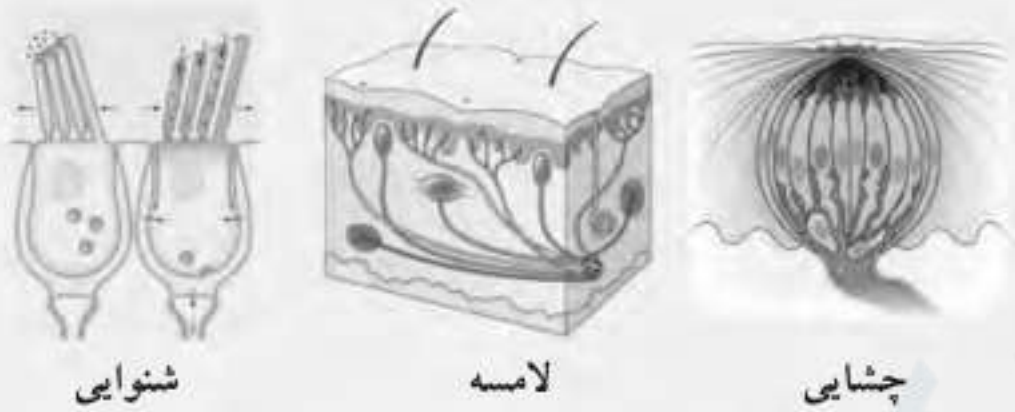
این مسئله را بررسی می‌کنیم.

حس بینایی را که مهمترین حس ماست در نظر می‌گیریم: دیدن. عمل دیدن به اندازه‌ای طبیعی جلوه می‌کند که تصور وجود سازوکاری پیچیده برای تحقق آن عجیب به نظر می‌رسد. اما حدود یک سوم مغز ما به این کار اختصاص دارد. این بخش از مغز وظیفه دارد تابش فوتون‌های پردازش‌نشده نور را به چهره‌ی مادر یا حیوان خانگی آشنای ما یا صندلی راحتی که بر آن لمیده‌ایم تبدیل کند. بیایید برای پی بردن به فرآیندی که در پس پرده انجام می‌شود به سرگذشت مردی که بینایی خود را از دست داد و دوباره آن را به دست آورد توجه کنیم.

من کور بودم اما حالا می‌بینم

مایک می، در سن سه و نیم سالگی بینایی‌اش را از دست داد. بروز یک انفجار شیمیایی سبب ایجاد نسج جوشگاه در قرنیه چشم او و سد راه تماس چشم او با فوتون‌های نور شد. اما او در عین کوری توانست در عرصه تجارت فرد موفقی باشد و نیز با کمک جهت‌یابی توسط علائم تولید کننده صدا در رشته اسکی پاراالمپیک هم قهرمان شد.

انتقال حسی



در زیست‌شناسی راه‌هایی برای تبدیل اطلاعات جهان خارج به سیگنال‌های الکتروشیمیایی ابداع شده است. این‌ها نمونه‌هایی از دستگاه خاص تبدیل داده‌ها هستند که در بدن ما وجود دارند: سلول‌های مویی گوش داخلی، انواع گیرنده‌های لمسی پوست، جوانه‌های چشایی زبان، گیرنده‌های مولکولی پیاز بویایی و گیرنده‌های نوری خلف چشم (شبکیه).

سیگنال‌های محیطی به سیگنال‌های الکتروشیمیایی تبدیل شده و به سلول‌های مغزی ارسال می‌شوند. این نخستین گام دریافت اطلاعات از دنیای خارج توسط مغز است. چشم‌ها جریان فوتون‌ها را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کنند و گوش داخلی نیز ارتعاشات هوای فشرده را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. گیرنده‌های پوست (و نیز داخل بدن) فشار، کشش، دما و تحریکات شیمیایی مضر را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کنند. بینی مولکول‌های حاوی رایحه و زبان ملکول‌های حامل مزه را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کنند. در شهری انباشته از گردشگران خارجی باید ارز خارجی را به ارز رایج تبدیل کرد تا انجام تبادل‌های مالی امکان‌پذیر شود. با این شیوه جهانی می‌توان پذیرای مسافرانی شد که از چهارگوشه جهان می‌آیند.

یکی از مشکلات ناگشوده قلمرو علوم اعصاب «معضل اتصال» نام دارد. با توجه به اینکه داده‌های بینایی در بخشی از مغز و داده‌های شنوایی در بخش دیگری از مغز پردازش می‌شوند، مغز چگونه می‌تواند تصویری یکپارچه و متحد از جهان به ما ارائه دهد. با وجودی که این معضل تاکنون حل نشده، اما وجود ارز رایج در میان نورون‌ها و نیز ارتباط گسترده آن‌ها با هم می‌تواند تا حدودی مسئله را توجیه کند.

وی با گذشت ۴۰ سال از نابینایی‌اش پی برد که با استفاده از شیوه جدید پیوند سلول‌های بنیادی می‌تواند بیماری‌اش را درمان کند و بنابراین تصمیم گرفت چشمش را عمل کند. در واقع کوری او فقط ناشی از آسیب قرنیه بود و برای درمان آن راه‌حلی ساده ابداع شده بود.

نتیجه درمان دور از انتظار بود. فیلم برداران تلویزیونی منتظر لحظه‌ای بودند که پانسمان چشم او را باز کنند. مایک می‌گوید «وقتی پزشکان گاز را از روی چشمم برداشتند ناگهان موجی از نور به چشمم تابید و رگباری از هزاران تصویر به سویم سرازیر شد. سیلی از اطلاعات بینایی به طرفم هجوم آورد و غافلگیر شدم.»

قرنیه جدید مایک همانگونه که تصور می‌شد نور را عبور می‌داد و بر شبکیه متمرکز می‌کرد. اما مغز قادر به تفسیر اطلاعات دریافتی نبود. مایک در میان دوربین‌های خبری که به این سو و آنسو می‌رفتند به ظاهر چهره فرزندانش را دید و به روی آن‌ها لبخند زد. اما در درونش گویی چیزی یخ بسته بود. نمی‌توانست بگوید بچه‌هایش شبیه چه هستند و نمی‌توانست آن‌ها را از هم بازشناسد. اکنون وقتی یاد آن روز می‌افتد می‌گوید «قدرت بازشناسی چهره را از دست داده بودم.»

از دید پزشکان متخصص عمل پیوند با موفقیت انجام شده بود اما از دید مایک او بینایی را به طور کامل بدست نیاورده بود. به قول خودش «خدایا، دنیا داشت دور سرم می‌چرخید.»

او با کمک پزشکان و اعضای خانواده‌اش از اتاق معاینه بیرون آمد و قدم به راهرو گذاشت. مدام به قالی و تصاویر روی دیوارها و چهارچوب درها خیره می‌شد. اما هیچ یک از آن‌ها برایش معنایی نداشتند. وقتی می‌خواست سوار ماشین شود که به خانه برود و چشمش افتاد به خودروها و ساختمان‌ها و آدم‌هایی که به این سو و آن سو می‌رفتند، در عین ناتوانی سعی می‌کرد از چیزهایی که می‌بیند سر دربیاورد. در بزرگراه اینطور به نظرش می‌رسید که دارند با شدت به مستطیل بزرگی که در برابرشان قرار دارد برخورد می‌کنند و مدام خودش را جمع می‌کرد. این مستطیل‌ها همان علایم راهنمایی کنار بزرگراه بودند. نمی‌توانست نوع اشیا را تشخیص دهد یا عمق آن‌ها را دریابد. حتی پس از انجام عمل جراحی، اسکی کردن برایش خیلی سخت‌تر شده بود. او به مدت یکماه دوره دشواری را گذراند تا سرانجام توانست تفاوت بین اشخاص، درختان، سایه‌ها و حفره‌ها را تشخیص دهد. در ابتدا همه این‌ها برایش مثل تیرگی‌هایی در زمینه پوشش سفید برف بودند.

درسی که از داستان مایک می‌گیریم این است که سامانه بینایی مثل یک دوربین

عکاسی نیست. دیدن شبیه برداشتن پوشش لنز دوربین نیست. چشم‌ها برای تحقق دیدن به مراتب از دوربین کارآمدترند.

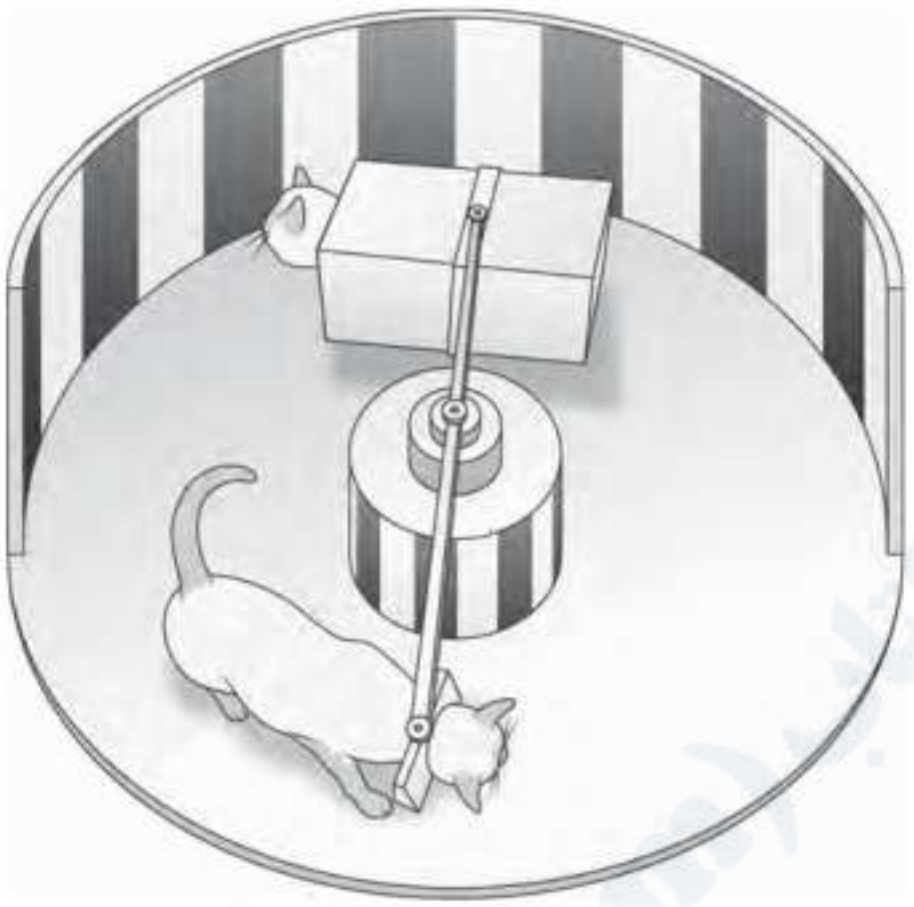
در مورد مایک چهل سال کوری سبب شده بود که قسمتی از مغزش یا همان قشر بینایی که با دیدن در ارتباط بود به خدمت باقی حواسش مانند شنوایی و لمس درآید. بنابراین توانایی مغز او برای پردازش سیگنال‌های دریافتی به منظور ایجاد حس بینایی از بین رفته بود. چنانکه خواهیم دید، بینایی از هماهنگی کار میلیاردها نورون که برای نواختن یک سمفونی پیچیده و خاص با یکدیگر همکاری دارند به وجود می‌آید.

مایک اکنون با گذشت ۱۵ سال از جراحی هنوز در خواندن کلمات و پی بردن به معانی تظاهر چهره افراد مشکل دارد و برای کمک به بینایی ناقص خود سایر حواسش را برای تفسیر اطلاعات به کار می‌برد. مثلاً شیء مورد نظر را لمس می‌کند، برمی‌دارد و به صدای آن گوش می‌دهد. این همان کاری است که همه کودکان زمانی که مغز برای نخستین‌بار می‌خواهد جهان خارج را درک کند انجام می‌دهند.

برای دیدن، فقط داشتن چشم کافی نیست

وقتی بچه‌ها اشیایی را که در برابرشان قرار دارند لمس می‌کنند، فقط برای پی بردن به ترکیب و شکل اشیا نیست. این اعمال برای دیدن نیز ضروری‌اند. شاید تصور اینکه حرکت بدن برای دیدن ضروری باشد کمی دشوار باشد، اما دانشمندان این نکته را به کمک دو بچه گربه به زیبایی هرچه تمامتر در سال ۱۹۶۳ نشان دادند.

ریچارد هِلد و آلن هاین، دو محقق از MIT دو بچه گربه را در داخل استوآن‌های که نوارهای عمودی داشت قرار دادند. هر دو بچه گربه ضمن حرکت در داخل استوانه داده‌های حسی را دریافت می‌کردند. اما تجربه آن‌ها با هم یک تفاوت اساسی داشت: گربه اول طبق میل خودش حرکت می‌کرد، اما گربه دوم سوار بر محملی متصل به محوری مرکزی بود. علیرغم این نوع طراحی، هر دو گربه چیز واحدی را می‌دیدند. نوارها برای هر دو در یک زمان و با یک سرعت به حرکت در می‌آمدند. اگر حس بینایی فقط به فوتون‌هایی که به چشم برخورد می‌کردند وابسته بود سیستم بینایی هر دو گربه می‌بایست به طور مشابهی رشد می‌کرد. اما نتیجه تحقیق عجیب بود: فقط گربه‌ای که راه می‌رفت و حرکت می‌کرد توانست به بینایی طبیعی دست یابد. گربه‌ای که سوار محمل بود هیچ‌گاه نتوانست به طور مناسبی قادر به دیدن شود و سامانه بینایی او به رشد طبیعی نرسید.



دو بچه گربه را داخل استوانه‌ای که نوارهایی عمودی بر دیواره‌اش ترسیم شده بود قرار دادند، طوری که یکی می‌توانست راه برود اما دیگری سوار بر محمل بود. هر دو بچه گربه داده‌های بینایی یکسانی را دریافت می کردند، اما فقط بچه گربه‌ای که راه می‌رفت و می‌توانست حرکاتش را با تغییرات داده‌های بینایی‌اش هماهنگ کند به بینایی طبیعی و مناسب دست یافت.

بنابراین بینایی فقط مربوط به فوتون‌ها که قشر بینایی می‌تواند آن‌ها را تفسیر کند نیست، بینایی وابسته به تجربه کل بدن است. سیگنال‌هایی که وارد مغز می‌شوند تنها با تمرین می‌توانند معنی‌دار شوند و این نیاز به هماهنگی با سایر سیگنال‌هایی دارد که از حرکات بدن و پیآمدهای آن ناشی می‌شوند. تنها از این راه است که مغز می‌تواند به معنای واقعی داده‌های بصری دست یابد.

اگر از بدو تولد هیچ برهم‌کنشی با دنیای خارج نداشته باشیم و نتوانیم از راه پسخورهای آن به معنی داده‌های حسی برسیم از دیدگاه نظری هرگز قادر به دیدن نخواهیم شد. وقتی کودکان به میله‌های تخت خود ضربه می‌زنند و انگشتان پای خود را می‌جوند و با مکعب‌های چوبی بازی می‌کنند، هدف آن‌ها فقط کندوکاو نیست. بلکه دارند به حس بینایی خود ورزش می‌دهند. مغز کودک که در حصار تاریکی حبس شده، به این وسیله می‌خواهد بیاموزد چگونه انجام اعمالی مانند گرداندن سر، هل دادن یا رها کردن یک شیء داده‌های حسی را که به طرف ما در جریان است تغییر می‌دهد. در پی تجربه‌های متعدد و با گذشت زمان طولانی است که حس بینایی ورزیده می‌شود.

دیدن آسان می‌نماید اما اینطور نیست

دیدن به اندازه‌ای راحت است که تصور زحمتی که مغز برای تحقق آن از سر می‌گذراند برای ما دشوار است. برای کشف راز این نکته به شعبه اروین دانشگاه کالیفرنیا رفتم تا ببینم وقتی حس بینایی‌ام سیگنال‌های مورد نیاز را دریافت نکند چه پیش می‌آید.

دکتر آلیسا برونر در دانشگاه کالیفرنیا یکی از کسانی است که به درک حد توانایی سازگاری مغز علاقه‌مند است. او برای درک این نکته به داوطلبان شرکت در تحقیق خود عینک‌هایی منشوری می‌دهد که جای راست و چپ را عوض می‌کنند و او به بررسی چگونگی سازگاری سامانه بینایی با این حالت می‌پردازد.

یکی از روزهای زیبای بهار بود که نمونه‌ای از این عینک‌های منشوری را روی چشم‌هایم گذاشتم. دنیا چپ و راست شد ــ اشیای سمت راستم در سمت چپ دیده می‌شدند و برعکس. وقتی می‌خواستم حدس بزنم آلیسا کجا ایستاده بینایی من یک پاسخ می‌داد و گوش‌هایم چیز دیگری می‌گفتند. وقتی دستم را دراز می‌کردم که شیء را بگیرم تصویر دستم با موقعیتی که حس عضلانی‌ام گزارش می‌داد، منطبق نبود. دو دقیقه که گذشت، دچار عرق‌ریزی و سرگیجه شدم.

اگرچه چشم‌هایم می‌دیدند و تصویری از دنیا را به من نشان می‌دادند اما جریان داده‌های بینایی با داده‌های سایر حواسم هماهنگ نبودند. این طلسم، کار مغزم را سخت کرده بود. مثل این بود که داشتم دیدن را از نو یاد می‌گرفتم.

می‌دانستم اگر عینک‌های منشوری را به طور مداوم روی چشمم بگذارم این مشکل از بین می‌رود. یکی از داوطلبان به نام برایان بارتون که عینک منشوری داشت و آن را به مدت یک هفته روی چشم‌هایش گذاشته بود دیگر مثل من احساس تهوع نداشت. برای مقایسه سطح ساگازی خودم با او تصمیم گرفتم به مسابقه آشپزی دعوتش کنم. در این مسابقه ما می‌بایست تخم مرغ را داخل کاسه می‌شکستیم و آن را در ظرف می‌ریختیم و ملات همزده حاصل را در ظرف‌های تخت مخصوص پختن کیک می‌گذاشتیم و سرانجام سینی‌ها را در اجاق قرار می‌دادیم.

من اصلاً توان رقابت نداشتم: کیک‌های برایان وقتی از اجاق درآمدند حالت طبیعی داشتند، اما بخش عمده ملاتی که من درست کرده بودم روی پیشخوان ریخته و خشک شده بود یا به شکل رشته‌هایی روی سینی اجاق ریخته بود. برایان بدون دردسر چندانی می‌توانست جهت‌یابی کند. اما من خام و بی‌دست و پا بودم و برای انجام هر حرکت ساده باید کلی تقلا می‌کردم.

عینک‌های منشوری تصویر میدان بینایی را چپ و راست می کنند، به این ترتیب حتی انجام کارهای ساده‌ای مانند ریختن آب در لیوان یا در دست گرفتن یک شیء یا عبور از در بدون برخورد با چهارچوب آن دشوار می‌شود.

زدن این عینک‌ها به من امکان داد تا تلاش پنهان در پس فرآیند بینایی را درک کنم. همان روز صبح، تا پیش از آنکه آن عینک را به چشمم بزنم، مغزم می‌توانست از سال‌ها تجربه خود بهره برداری کند. اما به محض ایجاد حالت وارونگی در داده‌های حسی دریافتی دیگر قادر به این کار نبود.

می‌دانستم برای رسیدن به حد برایان اینکه بتوانم اشیا را در دست بگیرم و جهت صدا را پیدا کنم و از وضع قرار گرفتن اندام‌هایم مطلع شوم باید روزهای متوالی تلاش کنم. با تمرین کافی مغزم می‌توانست با رد و بدل کردن مداوم پیام‌های حسی گوناگون ورزیده شود. مغز برایان در هفت روز توانسته بود این کار را انجام دهد. شبکه‌های عصبی با تمرین می‌توانستند داده‌های حسی گوناگونی را که به سوی مغز سرازیر می‌شدند با جریان سایر داده‌ها منطبق کنند.

بروئر می‌گوید داوطلبان چند روز بعد از زدن عینک به حس درونی جدیدی از موقعیت‌های چپ و راست دست می‌یافتند. بعد از یک هفته می‌توانستند مثل برایان به طور طبیعی راه بروند و دیگر راست و چپ جدید و قدیم برای‌شان فرقی نمی‌کرد و به راحتی انجام می‌دادند. نقشه فضایی دنیای آن‌ها تغییر می‌کرد. با گذشت دو هفته از شروع انجام این کار دشوار، می‌توانستند عمل خواندن و نوشتن را مانند کسی که عینک منشوری به چشم نداشت به راحتی انجام دهند. یعنی ظرف مدتی تا این حد کوتاه، تسلط بر داده‌های حسی وارونه امکان‌پذیر بود.

برای مغز جزئیات داده‌های ورودی اهمیت چندانی ندارند؛ مغز فقط می‌خواهد به کارامدترین وجه در دنیای خارج حرکت کند و به آنچه که می‌خواهد برسد. هدف کار دشوار داد و ستد این‌گونه سیگنال‌های ضعیف، مراقبت از وجود آدمی است. اگر فرصتی دست داد شما نیز عینک‌های منشوری را بر چشم خود بگذارید. آنگاه در می‌یابید که مغز برای تحقق بینایی متحمل چه زحمت‌هایی می‌شود.

همزمان کردن حواس

دریافتیم که برای رسیدن به درک، مغز ما نیاز دارد جریان گوناگونی از داده‌های حسی را دریافت کرده و آن‌ها را با هم مقایسه کند. اما نکته‌ای است که این مقایسه را به چالشی بزرگ تبدیل می‌کند و آن مسئله زمان است. همه جریان‌های داده‌های حسی اعم از بینایی، شنوایی و لمسی و غیره با سرعت‌های گوناگونی توسط مغز پردازش می‌شوند.

به دوندگانی که در ابتدای مسیر حرکت با شلیک تیری مسابقه را آغاز می‌کنند توجه کنید. اینطور به نظر می‌رسد که آن‌ها به محض شنیدن صدای شلیک از جا می‌پرند: اما در واقع این کار آنی انجام نمی‌گیرد. اگر به فیلم با حرکت آهسته این مسابقه نگاه کنیم می‌بینیم که بین شنیدن صدای شلیک و شروع حرکت دوندگان فاصله‌ای در حد دو دهم ثانیه وجود دارد. در واقع اگر دوندگان قبل از این

فاصله زمانی حرکت کنند به دلیل پیشی گرفتن از صدای شلیک خطاکار محسوب می‌شوند. ورزشکاران یاد گرفته‌اند.که این فاصله را تا حد ممکن کوتاه‌تر کنند، اما توان زیستی آن‌ها برای نیل به این هدف مانع اساسی ایجاد می‌کند. مغز باید نخست صدا را ثبت کند، بعد سیگنال دریافتی را به قشر حرکتی ارسال کند و سپس از راه طناب نخاعی فرمان شروع به حرکت را به عضلات بفرستد. در یک رشته ورزشی که جلو افتادن به‌اندازه یک هزارم ثانیه می‌تواند برد و باخت کسی را رقم بزند، چنین پاسخی بیش از حد کُند است.

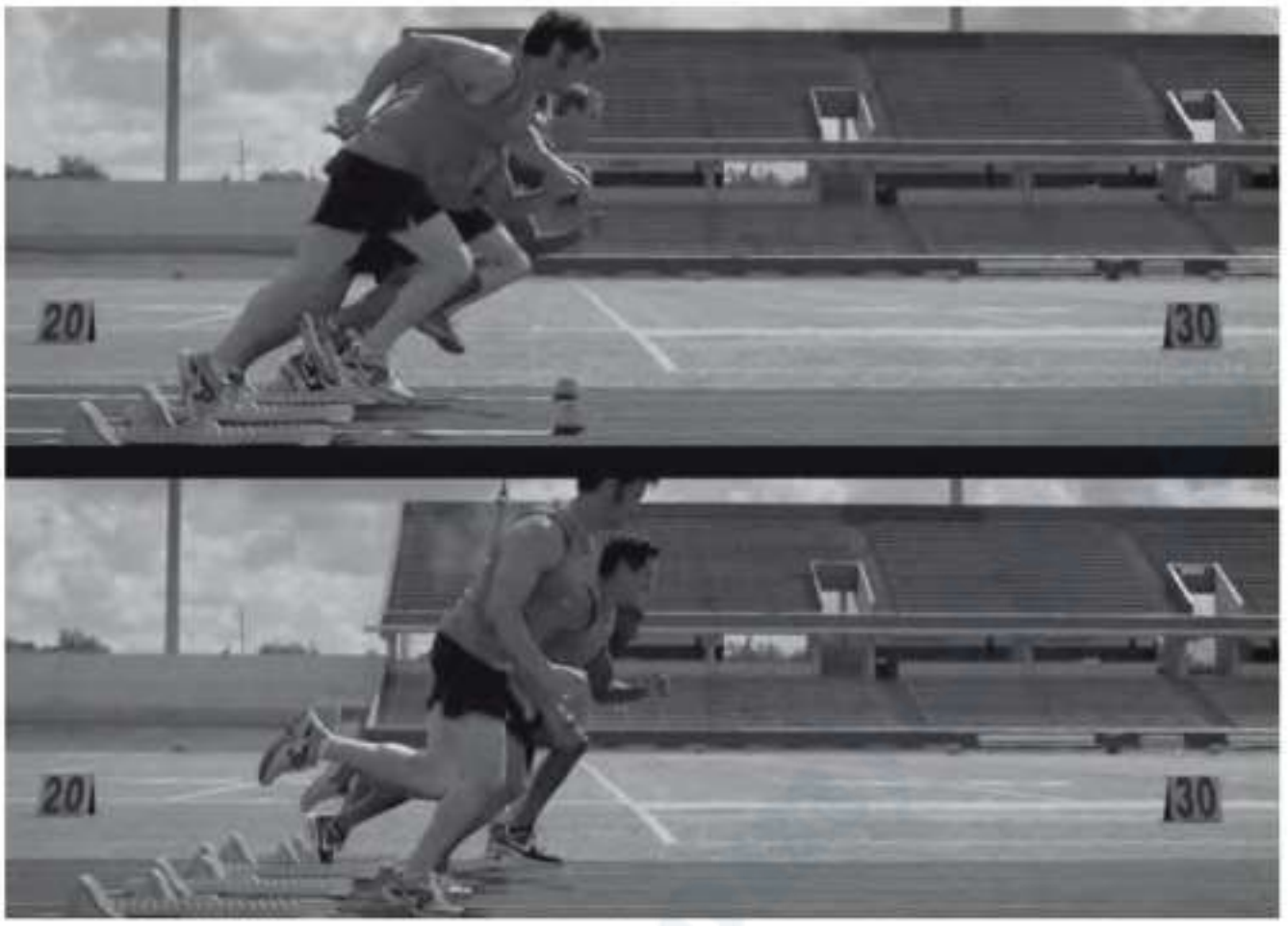
آیا اگر به جای طپانچه از یک جرقه نور برای آغاز به حرکت دوندگان استفاده کنیم زمان تأخیر کمتر می‌شود؟ از آنجا که می‌دانیم نور سریع‌تر از صوت حرکت می‌کند آیا کاربرد نور سبب حرکت سریع‌تر دوندگان نخواهد شد؟

من با تعدادی از دوندگان سرعت همراه شدم تا این مسئله را امتحان کنم. در تصویر اول همه ما با دیدن فلاش نور حرکت را شروع کردیم، اما در تصویر پایین آغازگر حرکت ما شنیدن صدای طپانچه بود.

ملاحظه می‌کنید که پاسخ ما به نور کندتر از پاسخ به شنیدن صدای شلیک طپانچه بوده است. شاید در ابتدا این امر با توجه به سرعت بیشتر حرکت نور در دنیای خارج خلاف انتظار باشد. اما برای درک مسئله باید سرعت پردازش اطلاعات در داخل مغز را نیز در نظر بگیریم. داده‌های بینایی نسبت به داده‌های شنیداری پردازش پیچیده‌تری دارند. بنابراین سیگنال‌های مربوط به فلاش نور برای طی مسیر در سامانه بینایی نسبت به سیگنال‌های شلیک طپانچه که در سامانه شنوایی طی مسیر می‌کنند، به زمان بیشتری نیاز دارند.

اما نکته عجیب اینجاست. دیدیم که مغز پردازش صدا را سریع‌تر از نور انجام می‌دهد. دقت کنید وقتی دست‌های‌تان را در برابر خود به هم می‌کوبید چه اتفاقی می‌افتد. امتحان کنید. حرکت و صدا تقریباً همزمان هستند. اما با توجه به اینکه صدا سریع‌تر حرکت می‌کند چگونه این امر ممکن است؟ یعنی درک نهایی ما از واقعیت براساس ویراستاری قدرت تخیل انجام می‌گیرد. مغز تفاوت زمان‌های ورود اطلاعات را پنهان می‌کند. چگونه؟ آنچه مغز به عنوان واقعیت به ما عرضه می‌کند در واقع نسخه تأخیری واقعیت است. مغز قبل از آنکه بتواند پیش‌بینی کند که در پایان داستان چه پیش می‌آید، همه اطلاعات لازم را از حواس اخذ می‌کند.

دشواری‌های مربوط به زمان، محدود به دیدن و شنیدن نیستند. هرگونه اطلاعات حسی برای پردازش به زمان خاصی نیاز دارد. برای درک پیچیدگی امر



دونده‌ها در حالتی که شروع مسابقه را با صدا (تصویر پایین) در قیاس با نور (تصویر بالا) به آنان اعلام می‌کنند، سریع‌تر حرکت می‌کنند.

باید گفت حتی در مورد یک حس واحد نیز مغز برای پردازش داده‌ها به زمان‌های مختلفی نیاز دارد. مثلاً سیگنال‌های مربوط به شست پا نسبت به سیگنال‌های نوک بینی برای رسیدن به مغز به زمان بیشتری نیاز دارند. ولی ما متوجه این تفاوت‌ها نمی‌شویم. ما همه سیگنال‌ها را به نحوی که همزمان جلوه کنند جمع می‌کنیم. پیامد عجیب این کار آن است که همواره در گذشته به سر می‌بریم. یعنی وقتی لحظه‌ای را درک می‌کنیم آن لحظه سپری شده است. بهای همزمان‌سازی اطلاعات مربوط به حواس آن است که خودآگاهی ما نسبت به دنیای فیزیکی دچار تأخیر می‌شود. یعنی شکافی پرنشدنی بین رویداد و تجربه خودآگاه ما از آن وجود دارد.

آیا وقتی حواس ما متوقف شوند نمایش پایان می‌یابد؟

درک ما از واقعیت محصول نهایی فعالیت مغز است. اگرچه اساس این ساختار جریان داده‌های حسی است، اما ساختار واقعیت وابسته به آن نیست. چگونه می‌توان به این نتیجه رسید؟ چون وقتی حواس را یکسره تعطیل کنیم، حس ما از واقعیت همچنان پابرجا می‌ماند اما حالتی عجیب و غریب پیدا می‌کند.

در یکی از روزهای آفتابی در سانفرانسیسکو با قایقی از میان آب‌های سرد به سوی آلکاتراز و زندان مشهوری که در آن واقع است رفتم. هدفم دیدن سلول خاصی به نام حفره بود. اگر کسی قانون‌های مرسوم دنیا را زیر پا می‌گذاشت او را به آلکاتراز و اگر کسی قانون‌های آلکاتراز را زیر پا می‌گذاشت او را به حفره می‌فرستادند.

وارد حفره شدم و در را پشت سرم بستم. ابعاد آن ده در ده فوت و مانند یک سیاه چال بود. حتی یک ذره نور هم از جایی به درونش درز نمی‌کرد. هیچ صدایی در آن شنیده نمی‌شد. در آنجا هر کسی با خودش تنها بود.

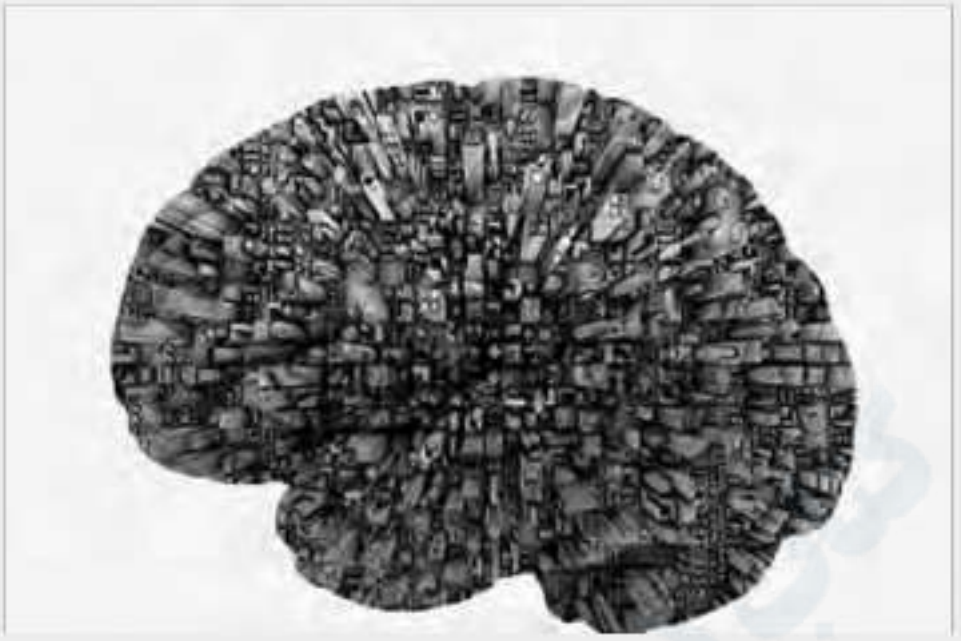
حبس شدن در چنین مکانی برای سال‌ها یا روزها چه مفهومی دارد؟ برای پی بردن به این نکته با یکی از کسانی که در آنجا بود و جان سالم به در برده بود حرف زدم. رابرت لوک معروف به لوک سرد و غمگین را که به دلیل سرقت مسلحانه در آلکاتراز زندانی بود یکبار به مدت ۲۹ روز در این حفره زندانی کردند. لوک تجربیاتش را چنین شرح داد: «حفره تاریک و جای خیلی بدی بود. بعضی‌ها اصلاً نمی‌توانستند تحملش کنند. یعنی یکی دو روز که آنجا می‌ماندند شروع می‌کردند به کوبیدن سرشان به دیوار. هیچ‌کس نمی‌تواند حدس بزند اگر در آنجا زندانی‌اش کنند چه رفتاری از او سر می‌زند. البته کسی هم علاقه‌ای به دانستن این نکته ندارد.»

لوک در آنجا به طور کامل از دنیای خارج جدا شد و گوش‌ها و چشم‌هایش از دریافت هرگونه محرکی محروم شدند. اما تصور جهان خارج از ذهنش پاک نشد. ذهن او برای خود دنیای دیگری خلق کرد. لوک گفت «یادم می‌آید در عالم خیال به سفر می‌رفتم. یکبار یادم است سوار کایت شده بودم. درست مثل یک پرواز واقعی بود. گو اینکه همه چیز در خیالم می‌گذشت.» یعنی لوک هنوز می‌توانست در عالم ذهنش دنیا را ببیند.

این قبیل پیشامدها نزد زندانیانی که گرفتار حبس انفرادی می‌شوند شایع است. یکی دیگر از کسانی که در حفره زندانی شده بود گفت که لکه نوری را در ذهنش می‌بیند. او این لکه نور را به صفحه تلویزیونی تبدیل کرده بود و در آن فیلم می‌دید. زندانیانی که در این حفره از دریافت هرگونه اطلاعات حسی محروم بودند می‌گفتند چیزهایی را می‌بینند که فراتر از رؤیا و عین واقعیت است. آن‌ها تصاویر را صرفاً تصور نمی‌کردند بلکه عملاً مشاهده می‌کردند.

این گفته‌ها رابطه جهان خارج و آنچه را واقعیت می‌دانیم نشان می‌دهند. چگونه می‌توانیم ماجرایی را که برای لوک پیش آمده بود درک کنیم؟ در مدل معمول بینایی،

مغز مانند یک شهر است



در مغز نیز مانند یک شهر انجام امور ناشی از برهم‌کنش اجزای مختلف آن است. اغلب وسوسه می‌شویم انجام هر کاری را به یکی از مناطق مغز نسبت دهیم و مثلاً بگوییم «این بخش از مغز کارش این است که...». اما فعالیت مغز را نمی‌توان سرجمع فعالیت مشخص اجزای آن دانست.

در عوض، مغز را باید مانند یک شهر در نظر گرفت. اگر قرار بود شهری را بگردید و بپرسید اقتصاد آن در کجا قرار دارد؟ جواب مناسبی پیدا نمی‌کردید. اقتصاد از برهم‌کنش همه عناصر یک شهر، از مغازه‌ها و بانک‌ها گرفته تا تجار و مشتریان به وجود می‌آید.

و بنابراین در مورد کار مغز نیز همینطور است: هر کار مغز منحصر به یک نقطه آن نیست. درست مثل سازوکار یک شهر، در مغز هیچ ناحیه‌ای نیست که به طور انحصاری و تکی کار کند. در مغزهای ما و نیز در شهرها هر پدیده‌ای از برهم‌کنش میان ساکنان همان منطقه یا مناطق دور در سطوح مختلف به وجود می‌آید. همانگونه که قطارها با خود مواد و مصالح خام مورد نیاز شهر را برای پردازش می‌آورند، سیگنال‌های خام الکتروشیمیایی نیز با عبور از اندام‌های حسی و بزرگراه‌های نورونی به مغز انتقال می‌یابند. در مغز سیگنال‌های پردازش شده به واقعیت که توسط خودآگاه ما درک می‌شود تبدیل می‌شوند.

درک بینایی از چشم‌ها آغاز می‌شود و به نقطه نامعلومی در مغز خاتمه می‌یابد. اما با وجود سادگی این مدل بینایی که آن را به خط تولید یک کارخانه شبیه می‌کند، این مدل صحیح نیست.

در اصل مغز پیش از دریافت اطلاعات از چشم‌ها و سایر حواس، واقعیتی خاص خود می‌آفریند که آن را «مدل داخلی» (Internal model) می‌نامند.

اطلاعات بینایی از چشم‌ها به طرف هسته زانویی خارجی و از آنجا به سوی قشر بینایی می‌روند. در کمال شگفتی ده برابر همین تعداد مسیر به سوی عقب می‌روند.

اساس مدل داخلی را در آناتومی مغز می‌توان دید. تالاموس بین چشم‌ها (در قسمت قدامی) و قشر بینایی مغز (در قسمت خَلفی سر) قرار دارد. بیشتر اطلاعات حسی از این راه به ناحیه مربوط در قشر بینایی می‌رسد. برای انتقال اطلاعات بینایی به قشر بینایی مغز راه‌های ارتباطی بسیاری از تالاموس به قشر بینایی مغز می‌روند. اما نکته تعجب‌انگیز اینجاست که ده برابر همین تعداد مسیر در جهت عکس وجود دارند.

آنچه درباره جهان مورد انتظار ماست یا به عبارت دیگر آنچه بنا به «حدس» مغز باید در جهان خارج وجود داشته باشد از قشر مغز به سوی تالاموس ارسال می‌شود. سپس تالاموس این اطلاعات را با اطلاعاتی که از چشم‌ها بدان می‌رسد مقایسه می‌کند. اگر اطلاعات رسیده از چشم‌ها با انتظارهای مغز مطابق باشند (مثلاً موقعی که من سرم را برمی‌گردانم انتظار دارم در پشت سرم یک صندلی را ببینم) کنش اندکی به سامانه بینایی برمی‌گردد. تالاموس فقط تفاوت بین گزارش چشم‌ها و پیش‌بینی مدل داخلی مغز را بیان می‌کند. به عبارتی آنچه به قشر بینایی ارسال می‌شود چیزهایی است که با انتظارهای مغز مغایر باشند ــ که آن‌ها را اصطلاحا «خطا» یا چیزهای پیش‌بینی نشده می‌نامند.

پس ما در هر لحظه چیزهایی را درک می‌کنیم که به جای آنکه بیشتر به جریان نوری که به چشم‌های ما می‌رسند وابسته باشند به چیزهایی که از قبل در فکر ما وجود داشتند مربوط هستند.

به همین دلیل است که لوک در آن سیاهچاله می‌توانست از تجربه‌های بصری غنی برخوردار شود. در زمان حبس در آن حفره وقتی حواس او پیامی به سوی مغزش نمی‌فرستادند مدل داخلی مغز او آزاد می‌شد و او می‌توانست منظره‌ها و صداها را به روشنی درک کند. حتی وقتی ارتباط مغز او با دنیای خارج کاملاً قطع می‌شد مغز او می‌توانست انگاره‌های خاص خود را خلق کند. دنیا را کنار بزنید می‌بینید که نمایش همچنان ادامه دارد.

برای درک مدل داخلی نیازی نیست داخل حفره حبس شویم. خیلی‌ها از قرار گرفتن در محفظه‌های محرومیت حسی (چلیک‌های سیاهی که از آب دریا پر شده و می‌توان در آن شناور شد) خوششان می‌آید. آن‌ها به این ترتیب با حذف لنگر دنیای خارجی به دنیای داخلی اجازه می‌دهند آزادانه به جولان بپردازد.

برای آنکه محفظه محرومیت حسی خاص خود را بیابید نیازی نیست راه دوری بروید. هر شب که به بستر خواب می‌روید تجربه‌های بصری غنی و گسترده‌ای به سوی شما روی می‌آورند. وقتی چشم‌های خود را می‌بندید از دنیای رنگارنگ و سرشار از رؤیاهای خود بهره‌مند می‌شوید و به واقعیت همه اجزای آن ایمان می‌آورید.

مشاهده پیش‌بینی‌ها

وقتی در خیابان‌های شهر دارید راه می‌روید به طور خودبخود و بدون توجه به ریزه کاری‌ها همه چیز برای‌تان روشن است. مغز بر پایه مدل داخلی در باره چیزهایی که می‌بینیم فرض‌هایی دارد که طی سال‌ها پیاده روی در خیابان‌های سایر شهرها به آن‌ها رسیده است. هر یک از تجربه‌های قبلی شما به تکمیل مدل داخلی مغز کمک می‌کنند.

شما به جای آنکه در هر لحظه مجبور به بازسازی واقعیت باشید، اطلاعات حسی خود را با مدلی که از قبل در مغز وجود دارد مقایسه می‌کنید و به این ترتیب مدل مغز را به روز می‌کنید و به اصلاح و تعدیل آن می‌پردازید. مغز در انجام این کار به حدی حرفه‌ای عمل می‌کند ما از آن باخبر نمی‌شویم. اما گاهی نیز تحت شرایطی می‌توانیم ناظر شکل‌گیری این پدیده باشیم.

وقتی به طرف فرورفته نقاب نگاه کنید (راست) برآمده به نظر می‌رسد.چون چیزی که می‌بینید تحت تأثیر پیش‌بینی شماست.

نیز این مدل داخلی مغز است که باعث می‌شود حتی زمانی که در حال حرکتیم تصویری پایدار از جهان در ذهن داشته باشیم. فرض کنید منظره‌ای از شهر را که مایلید آن را به خاطر بسپارید می‌بینید. پس گوشی همراه خود را بیرون می‌آورید تا از آن منظره فیلم بگیرید. اما به جای آنکه با حرکت آرام دوربین فیلم بگیرید تصمیم می‌گیرید دوربین را مثل چشم‌های خود به حرکت درآورید. شاید ندانید که چشم‌ها در هر ثانیه ۴ بار حرکت جهشی انجام می‌دهند. اگر با دوربین به همین ترتیب رفتار کنید حاصل آن فیلم خوبی نخواهد بود و با دیدن آن دچار بیزاری و تهوع می‌شوید.

پس چرا وقتی به عالم نظر می‌کنیم پایدار جلوه می‌کند؟ چرا حالت پرجهش و تهوع‌آوری مانند آن فیلم ویدئویی ندارد؟ دلیلش این است که مدل داخلی مغز براساس پیشفرض‌هایی که از دنیای خارج دارد عمل می‌کند. چشم‌ها مثل دوربین ویدئویی نیستند بلکه جزئیات بسیاری را از دنیای خارج کشف و به مدل داخلی ارسال می‌کنند. چشم‌ها مثل عدسی‌های دوربین نیستند که از پس آن‌ها از دنیا فیلم می‌گیریم. چشم‌ها اطلاعات دریافتی از جهان را به دنیای درون جمجمه ارسال می‌کنند.

مدل داخلی مغز ما دارای وضوح پایین است، اما قابلیت ارتقا دارد

مدل داخلی به ما اجازه می‌دهد که در کوتاه مدت تصویری از محیط داشته باشیم و با این کارکرد اولیه می‌توانیم در جهان سیر و حرکت کنیم. اما معلوم نیست مغز چه میزان از دقت تصویر را قربانی می‌کند. ما این‌گونه تصور می‌کنیم که جهان اطراف را با جزئیات بسیار درک می‌کنیم، اما چنانکه یکی از آزمایش‌های دهه ۶۰ نشان می‌دهد در اشتباهیم.

روان‌شناسی به نام پاول یاربوس راهی یافت برای ردگیری مسیر حرکات چشم افرادی که به نمایی خیره می‌شدند. او با استفاده از تابلوی مهمانان سرزده اثر ایلیا رِپین از شرکت کنندگان خواست به مدت ۳ دقیقه جزئیات تصویر را بررسی کنند و سپس بدون نگاه کردن به تابلو چیزی را که دیده‌اند توصیف نمایند.

من با شرکت گروهی داوطلب همین آزمایش را تکرار کردم. به داوطلبان فرصت کافی دادم تا مغزشان بتواند مدلی داخلی از تصویر بسازد. اما تصویری که در مغزشان ایجاد می‌شد تا چه حد کامل و حاوی ریزه‌کاری‌ها بود. وقتی از داوطلبان سوآل کردم همه فکر می‌کردند با جزئیات تصویر کاملاً آشنا هستند.اما وقتی ازآن‌ها سوآل‌های دقیق پرسیدم معلوم شد که مغزشان بیشتر جزئیات را نادیده گرفته است. مثلاً پرسیدم در این تابلو چند تصویر به دیوارها آویزان بود؟ اثاثیه موجود در اتاق کدام‌ها بودند؟ چند بچه در اتاق حضور داشتند؟ کف اتاق چوبی بود یا قالی داشت؟ ظاهر چهره «مهمان سرزده» چطور بود؟ عدم پاسخ نشان می‌داد که داوطلب فقط نمای گذرایی از تصویر را در ذهن خود دارد. این نکته که داوطلبان در عین وضوح ناکافی مدل داخلی پیش خود فکر می‌کردند همه جزئیات تصویر را متوجه شده‌اند مایه شگفتی بود. به آن‌ها اجازه دادم دوباره به تصویر نگاه کنند تا بتوانند به پاسخ برخی از پرسش‌ها دست یابند. به این ترتیب آن‌ها با چشم‌های خود به کندوکاو در تصویر پرداختند تا مدل داخلی جدید و کامل‌تری تشکیل دهند.

این نکته به دلیل نارسایی مغز نیست. مغز سعی نمی‌کند تصویر دقیقی از جهان ارائه دهد. مدل داخلی نوعی گرته‌برداری شتابزده و تخمینی از واقعیت است و اگر لازم به دانستن جزئیات بیشتر باشد مغز به نکته‌های ریزتری توجه می‌کند تا تصویر اولیه کامل‌تر شود.

اینک می‌پرسیم چرا مغز از همان ابتدا تصویر کاملی به ما ارائه نمی‌کند؟ چون مغز دستگاهی بسیار مقرون به صرفه است و با حداقل مصرف انرژی کار می‌کند. مغز

۲۰ درصد کالری بدن را مصرف می‌کند. بنابراین می‌کوشد به کارآمدترین وجهی از این انرژی بهره گیرد و برای رسیدن به این هدف به پردازش کمترین میزان اطلاعات دریافتی از راه حواس برای امکان‌پذیر کردن حرکت در جهان بسنده می‌کند.

ما به بررسی و ثبت حرکات چشم گروهی از داوطلبان پرداختیم که به تابلوی «مهمان سرزده» اثر ایلیا رپین نگاه کرده بودند. خطوط روشنی که در تصویر می‌بینید مسیر حرکت چشم آن‌ها را نشان می‌دهد. با وجودی که چشم آن‌ها بر بسیاری از جزئیات درنگ کرده بود، اما آن‌ها هیچ یک را به یاد نسپرده بودند.

دانشمندان علوم اعصاب نخستین کسانی نبودند که دریافتند دیدن یک چیز ضامن پی بردن به جزئیات آن نیست. جادوگران نیز از مدت‌ها قبل این نکته را می‌دانستند. جادوگران با جلب توجه تماشاگران جلوی چشم آن‌ها تردستی می‌کنند. کارهایی که انجام می‌دهند ممکن است باعث لو رفتن حقه آن‌ها شود، اما آن‌ها با خاطری جمع از این بابت که مغز افراد تنها به بخش کوچکی از جزئیات بصری صحنه نمایش توجه می‌کند کارشان را انجام می‌دهند.

این نکته نشان می‌دهد که چرا در بسیاری از سوانح رانندگی، راننده‌ها در روز روشن عابران را زیر می‌گیرند یا به خودرویی که درست جلوی آن‌هاست برخورد می‌کنند. در بسیاری از این موارد چشم‌ها دارند به جهت درست نگاه می‌کنند، اما مغز قادر به دیدن واقعیت نیست.

اسیر دام لایه نازکی از واقعیت

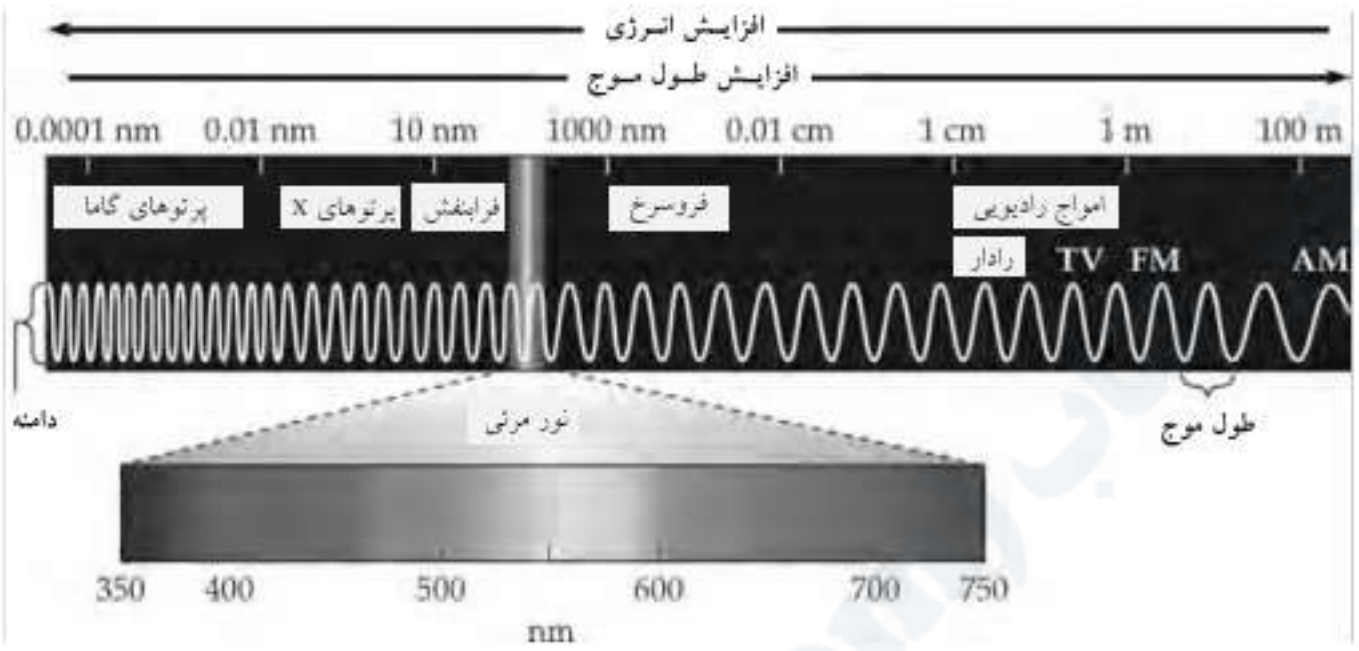
ما رنگ را یکی از ویژگی‌های بنیادی جهان پیرامون خود می‌دانیم. اما در دنیای واقعیت هیچ رنگی وجود ندارد. وقتی پرتو الکترومغناطیسی با جسمی برخورد می‌کند بخشی از آن برمی‌گردد و به چشم‌های ما می‌رسد. ما می‌توانیم میلیون‌ها ترکیب طول موج را از هم تشخیص دهیم. اما تنها این طول موج‌ها فقط در ذهن ما به رنگ تبدیل می‌شوند. رنگ نوعی تفسیر طول موج است که در درون ما وجود دارد.

این نکته که طول موج‌هایی که از آن صحبت می‌کنیم فقط مربوط به «نور مرئی» یعنی طیف امواج قرمز الی آبی هستند موضوع را پیچیده‌تر می‌کند. نور مرئی تنها بخش کوچکی از امواج الکترومغناطیسی است، تقریباً ده تریلیونیم آن. باقی این طیف یعنی امواج رادیویی، میکروویو، پرتو ایکس و گاما و امواج گوشی‌های ماهواره و وای فاو غیره همین الان در اطراف ما وجود دارند و ما از آن‌ها بی‌خبریم. چون هیچ‌گونه گیرنده زیستی تخصص یافته برای تشخیص این سیگنال‌ها از دیگر قسمت‌های طیف نداریم. برش نازکی از واقعیت که می‌توانیم ببینیم در محدوده توانایی‌های زیستی ماست.

هر موجود زنده‌ای برش نازک و خاصی از واقعیت را درک می‌کند. کنه در دنیای کر و کوری زندگی می‌کند و تنها سیگنال‌های دما و بو را می‌تواند تشخیص دهد. دنیای خفاش‌ها، دنیای تعیین موقعیت براساس پژواک امواج متراکم هوا (امواج صوتی) است. نزد کاردماهی شبح سیاه (Black ghost knife fish) جهان عبارت است از آشفتگی‌های میدان الکتریکی محیط. این‌ها نمونه‌هایی از برش واقعیت هستند که جانوران مختلف درک می‌کنند. هیچ یک از این موجودات قادر به درک عینی واقعیت نیست. هر موجودی فقط چیزی را درک می‌کند که سرنوشت برایش مقدر کرده است. اما احتمالاً هر موجودی واقعیتی را که درک می‌کند با کل جهان عینی برابر می‌داند. اصلاً چه لزومی دارد فکر کنیم که واقعیتی ورای آنچه که درک می‌کنیم وجود دارد؟

دنیای بیرون ما شبیه چیست؟ در آنجا نه رنگی وجود دارد نه صدایی. گوش تراکم و انبساط هوا را درمی‌یابد و به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. سپس مغز این سیگنال‌ها را به الحان خوشایند و زمزمه‌ها و تق‌تق‌ها و جرنگ و جیرینگ‌هایی تبدیل می‌کند. واقعیت بو و رایحه ندارد. چیزی به اسم بویایی در خارج از مغز ما نیست. مولکول‌های شناور در هوا به گیرنده‌های بینی ما اتصال می‌یابند و توسط

مغز ما به عنوان بوهای مختلف درک می‌شوند. جهان واقعی انباشته از رویدادهای سرشار حسی نیست. این مغز ماست که دنیایی آکنده از حس و حال خاص خود را به وجود می‌آورد.



انسان‌ها تنها بخش کوچکی از طیف الکترومغناطیسی را درک می کنند. نور مرئی که بخش رنگین کمانی این طیف را می‌سازد از حیث ماهیت مانند باقی قسمت‌های طیف است، اما تنها قسمتی از این طیف است که ما گیرنده‌های مناسب برای دریافت آن را داریم.

واقعیت شما، واقعیت من

چگونه می‌توانم اطمینان یابم که واقعیت من با واقعیتی که شما درمی‌یابید یکی است؟ در مورد بیشتر آدم‌ها تعیین چنین چیزی ناممکن است. اما در مورد عده‌ای می‌توان گفت که درک آنان از واقعیت به طور قابل‌اندازه‌گیری با درک دیگران فرق دارد.

مثلاً هانا بوسلی یکی از کسانی است که حروف الفبا را به رنگ‌های مختلف می‌بیند. برای او بدیهی است که «جی» بنفش و «تی» قرمز باشد. حروف برای او به طور خودبخود با درک رنگ همراهند و او در همه عمرش برخوردار از این تداعی بوده است. نام خودش برایش مثل غروب آفتابی بود که از رنگ زرد شروع می‌شد و سپس به تدریج به رنگ قرمز و آنگاه به رنگی شبیه رنگ ابرها تبدیل می‌شد و دوباره به سوی قرمز و زرد میل می‌کرد. نام یان برخلاف این حالت برایش مثل استفراغ بود. البته او در روابطش با کسانی که صاحب این نام بودند مشکلی نداشت.

هانا اهل شعر و شاعری و استعاره نیست. تجربه ذهنی او «حس‌آمیزی» (synes-

thesia) نام دارد حالتی است که در آن حواس یا در برخی از افراد ادراکات با هم مخلوط می‌شوند. انواع گوناگونی از حس‌آمیزی وجود دارند. برخی از افراد مزه لغات را می‌فهمند. برخی صداها را مثل رنگ درک می‌کنند. بعضی‌ها حرکات قابل مشاهده را مانند صدا می‌شنوند. حدود ۳٪ جمعیت مبتلا به یکی از انواع حس‌آمیزی هستند.

هانا یکی از ۶,۰۰۰ فرد دارای توانایی حس‌آمیزی است که من در آزمایشگاهم درباره آنان تحقیق کرده‌ام. در واقع هانا به مدت دو سال در آزمایشگاه من کار می‌کرد. یکی از علل تحقیقم درباره حس‌آمیزی این بود که حس‌آمیزی یکی از معدود وضعیت‌هایی است که در آن تجربه فرد با دیگران فرق دارد و این نکته نشان می‌دهد که درک همه ما انسان‌ها از واقعیت یکی نیست.

حس‌آمیزی ناشی از ارتباط متقابل بین نواحی حسی مغز، مانند نواحی مجاور هم در مغز است که مرز میان آن‌ها سوراخ‌های ریز بسیار دارد. حس‌آمیزی نشان می‌دهد که حتی بروز تغییرهای میکروسکوپی در اتصال‌های مغزی می‌تواند منجر به درک اشکال دیگری از واقعیت شود.

من هر بار که با شخصی دارای این توانایی دیدار می‌کنم باورم می‌شود که درک انسان‌ها و مغزهای آنان از واقعیت با هم تفاوت بسیار دارد.

اعتقاد به آنچه مغز ما می‌گوید

همه می‌دانیم دیدن رؤیاهای عجیب و جلوه‌های آشفته به هنگام خوابیدن در شب چه معنایی دارد. گاهی این رؤیاها مانند سفرهایی پرآشوب ما را گرفتار درد و رنج می‌کنند. جنبه خوب مسئله این است که وقتی بیدار می‌شویم همه آن بدبختی‌ها را به یکسو می‌گذاریم و می‌گوییم هرچه بود در خواب اتفاق افتاده و زندگی بیداری من چیز دیگری است.

تصور کنید که این دو حالت مختلف درک واقعیت با هم مخلوط شوند و افتراق آن‌ها از هم ناممکن گردد. نزدیک یک درصد جمعیت روی زمین دچار چنین حالتی هستند و واقعیتی که درک می‌کنند می‌تواند آنان را گرفتار ترس و آشفتگی کند. الین ساکس استاد حقوق دانشگاه کالیفرنیای جنوبی خانمی است مهربان و زیرک که از سن ۱۶ سالگی چند دوره بیماری اسکیزوفرنی را از سر گذرانده است. اسکیزوفرنی یکی از اختلال‌های کارکرد مغز است که گاهی سبب شنیدن صداها یا دیدن چیزهایی برای فرد مبتلا می‌شود که برای دیگران قابل درک نیست و افراد دچار این بیماری گاهی تصور می‌کنند که دیگران می‌توانند

فکر آن‌ها را بخوانند. خوشبختانه الین به برکت دارودرمانی و مشاوره هفتگی توانست به مدت ۲۵ سال ضمن سرکردن با این بیماری به سخنرانی و تدریس علم حقوق در دانشگاه ادامه دهد.

من در دانشگاه کالیفرنیای جنوبی با او حرف زدم و او برایم شرحی از دوره‌های اسکیزوفرنی را که پشت سر گذاشته بود بیان کرد. «حس می‌کردم خانه دارد با من ارتباط برقرار می‌کند و می‌گوید: تو یک موجود خاص هستی، یک موجود خیلی بد. توبه کن. بس کن. برو.من این کلمات را نمی‌شنیدم، بلکه این‌ها مثل افکاری بودند که در سرم کاشته می‌شدند. می‌دانستم که این افکار به خانه تعلق دارند و افکار خودم نیستند.» الین حتی یکبار حس کرد که در داخل مغزش چیزهایی دارند منفجر می‌شوند و نگران شده بود مبادا به دیگران صدمه بزنند (حالا خودش به کنار). یکدفعه باورش شده بود مغزش دارد مثل مایعی از گوش‌هایش بیرون می‌ریزد و مردم در آن غرق می‌شوند.

او حالا که از شر این هذیان‌ها خلاص شده به آن‌ها می‌خندد، شانه‌هایش را بالا می‌اندازد و می‌گوید «خودم هم نمی‌دانم داستان از چه قرار بود.»

مشکل الین عدم تعادل شیمیایی مغزش بود که سبب تغییر الگوی سیگنال‌های مغزش می‌شد و الگوی متفاوتی به وجود می‌آورد و او را گرفتار حالت خاصی از واقعیت می‌کرد که در آن مسائل عجیب و ناممکنی روی می‌داد. وقتی الین گرفتار دوره‌ای از بیماری اسکیزوفرنی می‌شد هیچ‌وقت به ذهنش نمی‌رسید که ماجرای عجیبی اتفاق افتاده است. چرا؟ چون او به داستانی که سازوکار شیمیایی مغزش نقل نمی‌کرد، باور داشت.

یکبار در متن پزشکی کهنی خواندم که در تعریف بیماری اسکیزوفرنی در آن آمده بود «بیماری‌ای که در آن رؤیا به بیداری فرد نفوذ می‌کند.» البته امروزه دیگر اسکیزوفرنی را به این شکل توصیف نمی‌کنند. اما برای آنکه بفهمیم مبتلایان به این بیماری چه احساسی دارند توجه به این مثال می‌تواند مفید باشد: دفعه دیگر که در خیابان یکی را دیدید که داشت با خودش حرف می‌زد و نمایشی را بازی می‌کرد، درک می‌کنید که اگر نمی‌توانستید بین حالت‌های خواب و بیداری فرق بگذارید به چه وضعی گرفتار می‌شدید. تجربه الین راه سریعی برای درک این وضعیت است. وقتی در میانه یک رؤیا هستیم، طرد این احساس که با واقعیت روبرو هستیم دشوار است. وقتی خاطره‌ای کاذب را یاد می‌آوریم برای ما سخت است باور کنیم که آن خاطره صحت ندارد. از نظر کمی اثبات مسئله دشوار است، اما مجموعه

چنین واقعیت‌های کاذبی باورها و اعمال ما را به راه‌هایی هدایت می‌کنند که چه بسا خود از آن بی‌خبریم.

الین چه در مواقعی که گرفتار هذیان می‌شد و چه در مواقعی که همراستا با واقعیتی بود که مورد پذیرش اکثر مردم بود، باور داشت که درک او عین واقعیت است. نزد او مثل بیشتر ما، واقعیت حکایتی است که در بطن تالار سربسته جمجمه ما اتفاق می‌افتد.

پیچ و تاب خوردن زمان (timewarp)

جنبه دیگری از واقعیت وجود دارد که همواره پیش چشم ماست: «حس مغز از گذشت زمان» که اغلب شگفت‌آور است. مثلاً در برخی از موقعیت‌ها به نظر می‌رسد واقعیت دارد با کندی یا تندی بیش از حد سپری می‌شود.

من وقتی هشت سالم بود از پشت بام خانه پایین افتادم، اما سقوطم گویی به درازا کشیده بود. وقتی به دبیرستان رفتم و فیزیک آموختم زمان سقوط خود را محاسبه کردم: ۰/۸ ثانیه! بنابراین سعی کردم پی ببرم چرا در نظر خودم سقوطم این‌اندازه طولانی شده بود و شاید پاسخ این سوال می‌توانست نکته‌ای را درباره درک واقعیت برایم روشن کند.

جب کورلیس یک ورزشکار حرفه‌ای یکبار که با لباس‌های مخصوص پرش از ارتفاع از بالای کوه به پایین پریده بود، دچار خطای تعریف زمان شد. ماجرا با پرشی حرفه‌ای که نظیر آن را در گذشته بارها انجام داده بود آغاز شد. او در پرش آن روز تصمیم گرفت هدفی را برای خود در نظر بگیرد: تعدادی بالون که می‌خواست با آن‌ها برخورد کند و آن‌ها را به کناری براند. جب بعد از واقعه برای ما تعریف کرد: «وقتی داشتم به یکی از این بالون‌ها که به یک صخره سنگی بسته شده بودند نزدیک می‌شدم دچار اشتباه شدم.» او با سرعت تقریبی ۱۹۲ کیلومتر در ساعت به این صخره سنگی برخورد کرد.

چون جب یک پرشکار حرفه‌ای بود، آن روز داشتند به کمک دوربین‌هایی که روی صخره و بدنش نصب شده بود از او فیلم تهیه می‌کردند. در فیلمی که گرفته‌اند صدای خفه برخورد جب با تخته سنگ شنیده می‌شود و کمی بعد او با سرعت از کنار دوربین می‌گذرد و از بالای تخته سنگی که لحظه‌ای قبل به آن خورده بود پایین می‌افتد.

درست در لحظه پیش از برخورد بود که حس جب از گذشت زمان تغییر کرد.

او می‌گوید: «مغزم دچار دو فرآیند فکری جداگانه شد که مربوط به ویژگی‌های فنی مسئله بود. دو تصمیم پیش روی خود داشتم: یا نباید ضامن چتر نجات را می‌کشیدم و پیش می‌رفتم و با صخره برخورد می‌کردم و به احتمال زیاد می‌مردم یا باید ضامن را می‌کشیدم و چتر باز می‌شد و طی زمان انتظار برای رسیدن تیم نجات از شدت خونریزی جان می‌باختم.»

خطای محاسبه حین پرش باعث شد که جب در یک قدمی مرگ قرار گیرد. اما حس درونی او از این واقعه با چیزی که دوربین‌ها ثبت کرده بودند فرق می کرد.

این دو فکر برای جب گویی تا چند دقیقه ادامه داشت: «احساس می‌کردم سرعت عملم به اندازه‌ای افزایش یافته که درکم از همه چیز متناسب با آن کند شده است و همه چیز دارد کش می‌آید. گذشت زمان کند شده بود و احساس می‌کردم در حال انجام حرکات آهسته هستم.»

سرانجام ضامن چتر را کشید و ضمن شکستن استخوان ساق یک پا، هر دو پاشنه پا و سه انگشت پا روی زمین فرود آمد. از وقتی که جب به صخره برخورد کرد تا وقتی که ضامن را کشید شش ثانیه به طول انجامید. اما درست مثل حالت سقوط من از پشت بام، کشیدگی زمان سبب شده بود که این مدت برایش بیشتر جلوه کند.

انسان‌ها حس درونی کند شدن گذشت زمان را در بسیاری از حوادث توأم با

خطر مرگ گزارش کرده‌اند. مثلاً در سوانح رانندگی یا مسابقات مشت زنی یا در رویدادهایی که یکی از عزیزان ما در معرض خطر قرار می‌گیرند، مثل حالتی که کودکی به درون دریاچه‌ای سقوط می‌کند. در همه این موارد شاهدان می‌گویند رویدادها بسیار کندتر از معمول سپری شده‌اند و ذهن آن‌ها توانسته است انبوهی از جزئیات را ثبت کند.

وقتی من از پشت بام افتادم یا جب به صخره برخورد کرد در مغز ما چه اتفاقی افتاد؟ آیا به راستی در حالت‌های توأم با ترس و وحشت گذشت زمان کند می‌شود؟

چند سال قبل من و دانشجویانم برای بررسی این حالت آزمایشی را طرح کردیم. ما برای ایجاد ترس، داوطلبان را از ارتفاع ۵۰ متری به حالت سقوط آزاد و پشت به محل سقوط به پایین پرت کردیم.

در این آزمایش به مچ دست داوطلبان نمایشگر دیجیتالی وصل کرده بودیم ــ دستگاهی که خود آن را ابداع کرده بودیم و نامش را گذاشته بودیم «زمان‌سنج مفهومی»[1]. داوطلبان می‌بایست در حد امکان اعداد روی صفحه نمایشگر را بخوانند و گزارش کنند. بدیهی بود اگر گذشت زمان برای آن‌ها کند می‌شد می‌توانستند اعداد ظاهر شده روی صفحه نمایش را بخوانند. اما در عمل هیچ یک از آن‌ها نتوانستند این کار را انجام دهند.

پس چرا جب و من حادثه‌ای را که برایمان روی داده بود به شکل آهسته به یاد می‌آوردیم؟ به نظر می‌رسد پاسخ این سوآل در شیوه ثبت خاطرات در مغز نهفته است.

در وضعیت‌های خطرناک ناحیه‌ای از مغز که آمیگدال (بادامک) نام دارد با دنده سنگین حرکت می‌کند و فرماندهی همه نواحی مغز را برعهده می‌گیرد و مجبورشان می‌کند که متوجه اوضاع باشند. وقتی آمیگدال وارد میدان می‌شود، خاطرات با جزئیات و وضوح بیشتری نسبت به حالت معمول ثبت می‌شوند. یعنی یک سامانه حافظه ثانوی فعال می‌شود. در واقع کار حافظه همین است: ثبت رویدادهای مهم به گونه‌ای که اگر فرد دوباره در چنان وضعی قرار گرفت، مغزش اطلاعات بیشتری برای حفظ بقای او داشته باشد. به عبارت دیگر وقتی اوضاع تهدیدآمیز و خطرناک شود از دید مغز بهترین وقت برای یادداشت‌برداری است.

---

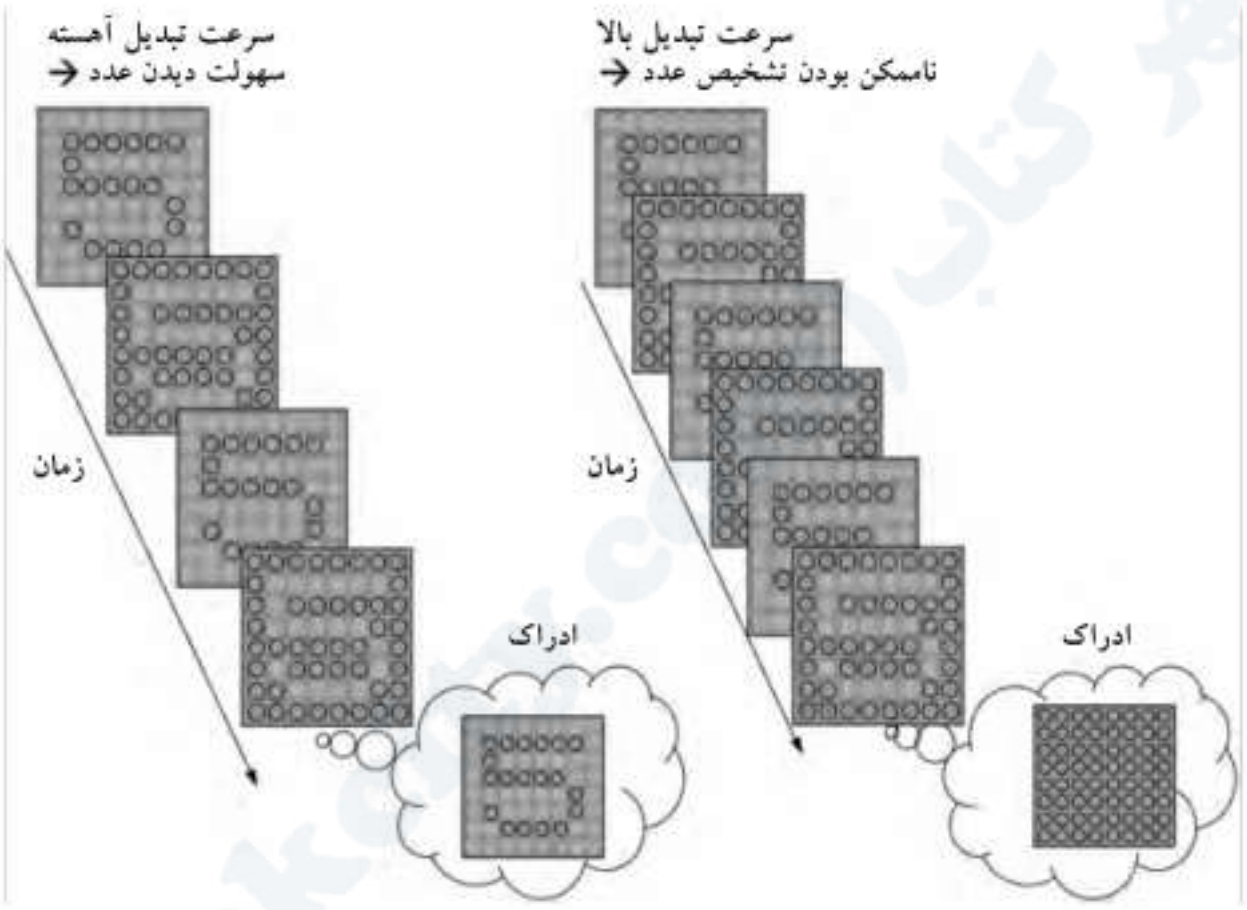
1. Perceptual chronometer

اندازه‌گیری سرعت مشاهده: زمان‌سنج مفهومی

برای آزمایش درک زمانی در موقعیت‌های خطرناک داوطلبان را از ارتفاع ۵۰ متری به پایین انداختیم. من خودم سه بار این کار را کردم هر بار به شدت ترسیدم. بر صفحه نمایش اعداد با لامپ‌های LED نشان داده می‌شدند. در هر آن چراغ‌ها روشن و خاموش می‌شدند. اگر این روشن و خاموش شدن‌ها آهسته باشند افراد می‌توانند اعداد را بخوانند و گزارش کنند. اما اگر کار سریع‌تر انجام شود تصاویر مثبت و منفی با هم مخلوط می‌شوند و دیگر اعداد را نمی‌توان دید. برای مشخص کردن اینکه آیا داوطلبان درگیر حرکت آهسته می‌شوند و می‌توانند اعداد را بخوانند یا نه، سرعت تبدیل روشن و خاموش شدن نقاط را کمی بالاتر از حدی که افراد عادی می‌توانند بخوانند تنظیم کردیم. اگر داوطلبان موفق می‌شدند مثل نئو قهرمان فیلم ماتریکس حالت حرکت آهسته را تجربه کنند طبعاً می‌توانستند اعداد را به راحتی بخوانند. در غیر این صورت سرعت درک افراد توسط داوطلبان در مقایسه با حالتی که روی زمین بودند فرقی نمی‌کرد. نتیجه آزمایش چه بود؟ ما ۳۲ داوطلب را که یکی از آن‌ها خودم بودم پایین انداختیم. با وجودی که در ابتدای کار خیلی امیدوار بودیم، اما در عمل معلوم شد که هیچ یک از ما شباهتی به نئو نداریم.

جنبه جالب موضوع این است که مغز عادت به هجوم انبوه اطلاعات (مثلاً اینکه سقف خودرو دارد مچاله می‌شود، آینه دید عقب دارد می‌افتد و قیافه راننده خودروی مقابل شبیه همسایه ماست) برای ذخیره‌سازی در حافظه ندارد. بنابراین وقتی این رویدادها در حافظه از نو تکرار می‌شوند، تصور این است که زمان

بیشتری به طول می‌انجامند. یعنی در اصل ما وقایع خطرناک را به شکل حرکت آهسته حس نمی‌کنیم، بلکه به هنگام یادآوری وقایع مذکور آن‌ها را به شکل آهسته می‌بینیم. وقتی از خود می‌پرسیم «چه شد؟» جزئیات ذخیره شده در حافظه اینطور به ما القا می‌کنند که ماجرا با حرکت آهسته اتفاق افتاده است، حال آنکه در عمل اینطور نبود. این تحریف زمانی موقع توجه به وقایعی که از سرگذرانده‌ایم پیش می‌آید و نوعی ترفند حافظه برای نگارش داستان واقعیت است.



اگر در زمان سنج مفهومی اعداد به کندی تغییر کنند، داوطلب می‌تواند آن‌ها را بخواند. اما اگر اعداد سریع عوض شوند، خواندن آن‌ها ناممکن است.

اگر سانحه خطرناکی برای شما پیش آمده باشد ممکن است اصرار داشته باشید که از جریان وقوع جزئیات آن به شکل آهسته آگاه بوده‌اید. اما توجه کنید که این نیز یکی دیگر از ترفندهای خودآگاهی ماست. چنانکه در بحث‌های قبلی درباره همزمانی حواس گفتیم ما هرگز در زمان حال به سر نمی‌بریم. برخی از فلاسفه می‌گویند هشیاری خودآگاهانه چیزی نیست غیر از تکاپوی سریع حافظه. مغز ما مدام می‌پرسد «چه شده؟ چه اتفاقی افتاده؟ » بنابراین تجربه خودآگاه در واقع همان حافظه آنی (Immediate memory) است.

به عنوان یک نکته فرعی باید بگویم پس از انتشار این تحقیق هنوز عده‌ای به من می‌گویند که کاملاً اطمینان دارند که واقعه مورد بحث مثل یک فیلم با حرکت

آهسته برای آن‌ها روی داده است. من همیشه از آن‌ها می‌پرسم آیا بغل دستی آن‌ها در خودرو مثل بازیگرهای فیلم‌های با حرکت آهسته با صدای زیر گفته است «ن.....ه ه ه!» و آن‌ها قبول می‌کنند که چنین اتفاقی نیفتاده. تا حدودی به همین علت است که ما فکر می‌کنیم زمان درک شده (اعم از اینکه درک درونی فرد این‌گونه باشد یا نه) قابل کش آمدن و طولانی شدن نیست.

قصه‌گو

مغز مانند یک قصه‌گوست و هر یک از ما داستانی را که مغز تعریف می‌کند باور می‌کنیم. اینکه دستخوش یک پندار بصری باشیم یا به رؤیایی گرفتار شویم یا حروف الفبا را رنگی ببینیم یا در دوره‌ای از بیماری اسکیزوفرنی دچار هذیانی شویم، فرقی ندارد. به هر حال همه ما واقعیت‌هایی را که مغزمان ترسیم می‌کند، باور می‌کنیم.

علیرغم آنکه حس می‌کنیم جهان خارج را به طور مستقیم درک می‌کنیم، اما واقعیت وجود ما در تاریکی و به زبان ناشناخته سیگنال‌های الکتروشیمیایی نوشته می‌شود. فعالیت شبکه گسترده عصبی ما به داستانی تبدیل می‌شود که همان درک خاص ما از جهان است: مثل حس در دست گرفتن همین کتاب، روشنایی اتاق، بوی گل‌های سرخ و صدای حرف زدن دیگران.

حتی عجیب‌تر آن است که هر مغزی داستانی مختصر متفاوت با دیگران را تعریف می‌کند. چون در هر موقعیتی که شاهدان متعددی در صحنه باشند با شرح‌های گوناگونی از جانب آنان روبرو می‌شویم. با توجه به اینکه نزدیک هفت میلیارد مغز انسانی روی این سیاره وجود دارد و علاوه بر این با تریلیون‌ها مغز جانوری نیز سرو کار داریم، پس یک نسخه واحد از واقعیت وجود ندارد. هر مغزی حامل حقیقتی خاص خود است.

پس واقعیت چیست؟ واقعیت مثل نمایشی تلویزیونی است که از یک طرف شما می‌توانید آن را ببینید و از طرف دیگر قادر به خاموش کردن آن هم نیستید. اما خبر خوب این است که این بهترین نمایشی است که شما امکان دیدن آن را دارید: نمایشی که با حک و اصلاح برای شخص شما ساخته شده و فقط برای شما به نمایش در می‌آید.

فصل ۳

فرمانده کیست؟

جهان گسترده‌تر از آن است که با نگاه کردن به آسمان شب تصور می کنیم. به همین ترتیب، عالم درون سر ما نیز حد و مرزی فراتر از تجربه خودآگاه ما دارد. اکنون به تدریج به گوشه‌ای از عظمت این دنیای درون نظر می کنیم. برای ما شناسایی چهره یک دوست، راندن یک خودرو، پی بردن به معنای یک لطیفه یا تصمیم گیری در این باره که چه چیزی را از یخچال برداریم کارهای آسانی هستند. اما در اصل انجام گرفتن هر یک از این امور نیاز به محاسباتی بس پیچیده دارد که باید در خودآگاه ما انجام شود. در همین لحظه از زندگی شبکه‌های عصبی مغز ما در حال جنب و جوش بسیارند و میلیاردها سیگنال الکتریکی فاصله بین سلول‌ها را طی می کنند و پالس‌های شیمیایی را به تریلیون‌ها اتصال نورونی می‌فرستند. حتی انجام دادن کارهای ساده نیز به فعالیت گسترده نورون‌ها نیاز دارد و جای خوشبختی است که ما از این همه سروصدا بی‌خبریم. در واقع رنگ و شکل زندگی ما را همین فعالیت‌های پس پرده تعیین می کنند: اینکه چه کاری می کنیم، چه چیزی برای ما مهم است، واکنش‌هایی که از خود بروز می‌دهیم، عشق‌ها و آرزوهای ما، اینکه چه چیزی را درست یا غلط می‌دانیم و نیز حس و حالی که داریم برآیند نهایی فعالیت همین شبکه‌های پنهان هستند. بنابراین جا دارد بپرسیم سکان‌دار کشتی وجود ما کیست؟

خودآگاهی

صبح است. خورشید دارد آهسته در آسمان بالا می‌آید و کوچه و خیابان‌های اطراف محل زندگی شما آرام و ساکت‌اند. در اتاق‌های خواب خانه‌ها رویدادی شگفت در حال وقوع است: خودآگاهی انسان‌ها دارد جان می‌گیرد. پیچیده‌ترین موجودات روی زمین دارند از وجود خود آگاه می‌شوند.

کمی قبل شما نیز در خواب بودید. ماده زیستی مغز شما در خواب و بیداری یکی است، اما الگوی فعالیت آن در بیداری نسبت به خواب مختصری متفاوت است ــ بنابراین در حالت بیداری می‌توانیم تجربه‌های نوینی داشته باشیم. مثلاً

خطوط درهمی را روی یک صفحه می‌خوانیم و معنی آن‌ها را درک می‌کنیم. گرمای آفتاب را روی پوست صورت و وزش نسیم را روی موهای خود احساس می‌کنیم. می‌توانیم راجع به وضعیت قرار گرفتن زبان خود در دهان یا احساس کفشی که در پای چپ خود داریم فکر کنیم. وقتی بیداریم ازهویت، زندگی، نیازها، آرزوها و نقشه‌ها آگاه هستیم. اینک که روز آغاز شده آماده‌ایم تا به روابط و اهداف خود فکر کنیم و اعمال خود را براساس آن‌ها تنظیم کنیم.

اما این هشیاری خودآگاهانه تا چه حد می‌تواند اعمال روزانه ما را کنترل کند؟

مثلاً به چگونگی مطالعه جمله‌های همین کتاب دقت کنید. وقتی چشم‌های شما بر خطوط این صفحه حرکت می‌کنند، شما از سرعت حرکات و جهش‌های ناگهانی آن‌ها باخبر نیستید. چشم‌های ما به هنگام مطالعه دارای حرکات نرم و روان نیستند. بلکه از نقطه‌ای به نقطه دیگر جهش می‌کنند. در حین جهش چشم‌ها به اندازه‌ای تند حرکت می‌کنند که خواندن غیرممکن است. فقط وقتی چشم‌ها متوقف می‌شوند و در یک موقعیت ثابت می‌ایستند (معمولاً حدود ۲۰ میلی ثانیه در هر بار) خواندن ممکن است. ما از این جست و خیزها و ایست و حرکت‌های چشم‌ها با خبر نیستیم. چون اگر در ادراک جهان خارج توسط مغز وقفه‌ای ایجاد شود مشکلات فراوانی به بار می‌آید.

وقتی با دقت بیشتر به خواندن فکر کنیم می‌بینیم مسئله از این هم که گفتیم پیچیده‌تر است. حین خواندن همین کلمات معانی آن‌ها نیز به طور مستقیم وارد ذهن می‌شوند. برای درک این پیچیدگی سعی کنید خطوطی را که به زبان‌های دیگر نوشته شده‌اند بخوانید:

আপনার মস্তষ্কিরে মধ্যে সরাসরি চিহ্ন এই ক্রম থকে প্রবাহ অর্থ

эта азначае , патокі з сімвалаў непасрэдна ў ваш мозг

당신의 두뇌 에 직접 심볼 의 흐름을 의미

اگر با زبان‌های بنگالی، بلاروسی یا کره‌ای آشنا نباشید، خطوط این زبان‌ها برای شما مانند اشکالی عجیب و غریب جلوه می‌کنند. اما اگر این زبان‌ها را بیاموزید خواندن این سطرها برای شما آسان می‌شود و در این حال گویی اصلاً متوجه نمی‌شوید که مغز برای رمزگشایی از این خط‌های درهم دارد چه کار سختی را انجام می‌دهد. اما مغز دارد در پس پرده کارش را می‌کند.

پس باید بپرسیم سررشته کار دست چه کسی است و فرمانده کیست؟ آیا ما

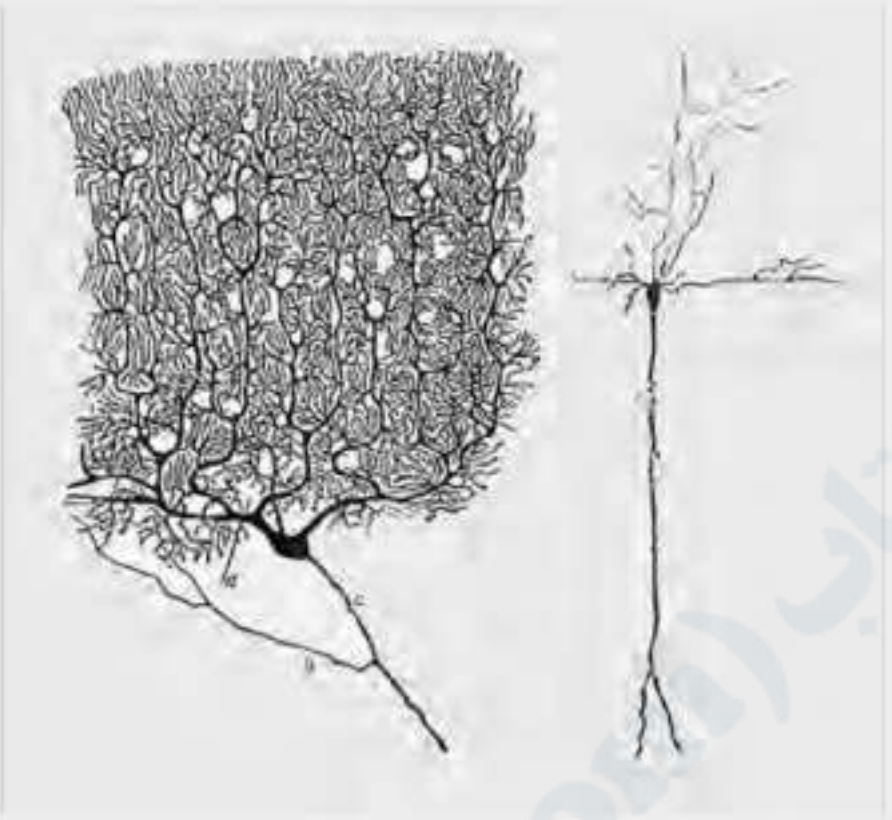
ناخدای این کشتی هستیم یا تصمیم‌ها و اعمال ما با سازوکارعصبی گسترده‌ای که خارج از محدوده دید ماست ارتباط دارند؟ آیا کیفیت زندگی روزمره ما مربوط به تصمیم‌گیری‌های صحیح ماست یا به جنگل انبوه نورون‌ها و هیاهوی بسیار تبادل پیام‌های شیمیایی وابسته است؟

مغز ناخودآگاه حین عمل

فرض کنید که با هم در یک کافی شاپ نشسته‌ایم و در همان حال که داریم حرف می‌زنیم می‌بینید که فنجان قهوه‌ام را برداشته‌ام و دارم از آن جرعه‌ای می‌نوشم. این کار به اندازه‌ای عادی است که معمولاً توجهی را برنمی‌انگیزد، مگر آنکه قهوه را روی لباسم بریزم. اجازه بدهید ببینیم چرا اینطور است: نزدیک کردن یک فنجان به دهان اصلاً کار آسانی نیست. در قلمرو روباتیک هنوز دارند تلاش می‌کنند روباتی بسازند که بتواند این کار را بدون دردسر انجام دهد. چرا؟ چون برای انجام این حرکت ساده تریلیون‌ها پالس الکتریکی که با واسطه مغز به گونه‌ای ظریف با یکدیگر هماهنگ شده‌اند دست‌اندرکارند.

نخست سامانه بینایی صحنه را بررسی می‌کند تا فنجانی را که در برابرم قرار دارد شناسایی کند و همزمان سال‌ها تجربه‌ام از نوشیدن قهوه در سایر مواقع فعال می‌شود. کرتکس فرونتال مغزم سیگنال‌هایی را به کرتکس حرکتی که هماهنگی دقیق انقباض‌های عضلانی از تنه گرفته تا بازوها، ساعد و دست‌ها را برعهده دارد، ارسال می‌کند. به این ترتیب می‌توانم فنجان را در دست‌هایم بگیرم. وقتی فنجان را لمس کنم اعصابم اطلاعاتی را درباره وزن و موقعیت فنجان در فضا، دما، لغزندگی دسته آن و غیره به مغزم می‌فرستد. در همان حال که این اطلاعات از نخاع به سوی مغز می‌روند در مسیر مخالف اطلاعاتی در حال بازگشت هستند. این اطلاعات در مسیری پیچیده بین بخش‌هایی از مغز چون عقده‌های قاعده‌ای، مخچه، کرتکس جسمی-حسی و غیره حرکت می‌کنند. هماهنگی بین مقدار نیرویی که با آن دارم فنجان را برمی‌دارم و نیروی در دست گرفتن فنجان در کسری از ثانیه برقرار می‌شود. من با محاسبه‌هایی بسیار دقیق و با دریافت فیدبک این داده‌ها می‌توانم عضلاتم را طوری به کاربرم که فنجان با حرکتی آرام و ملایم و قوسی بالا بیاید. در حال انجام این حرکت نیز هماهنگی‌هایی در سطح ریزتر و جزئی‌تر انجام می‌گیرد و وقتی فنجان را به لبم نزدیک می‌کنم لبه آن را مختصری کج می‌کنم تا بتوانم بی‌آنکه محتوی آن بریزد و لباسم را لکه‌دار کند از آن بنوشم.

جنگل مغز



در سال ۱۸۸۷ دانشمندی اسپانیایی به نام سانتیاگو رامون کاخال با اطلاعاتی که در عکاسی داشت برش‌هایی از نسوج مغز را رنگ‌آمیزی کرد. این تکنیک به او اجازه داد بتواند سلول منفرد مغز با شاخه‌های آن را به زیبایی هر چه تمامتر آشکار کند. به زودی روشن شد که مغز سامانه بسیار پیچیده‌ای است که در جهان مثل و مانندی برای آن نمی‌توان یافت و ما با هیچ کلامی قادر به وصف آن نیستیم.

با پیشرفت در ساخت میکروسکوپ و انبوه‌سازی آن و نیز پیشرفت در رنگ‌آمیزی سلولی، دانشمندان توانستند ــ دست‌کم کلی ــ نورون‌های تشکیل‌دهنده مغز را شناسایی کنند. این ساختارهای شگفت‌انگیز دارای اشکال واندازه‌های گوناگونی هستند و مانند درختان جنگلی انبوه و نفوذناپذیر با هم ارتباط دارند. بعدها دانشمندان برای پی بردن به چگونگی این ارتباط ها چندین دهه تلاش کردند.

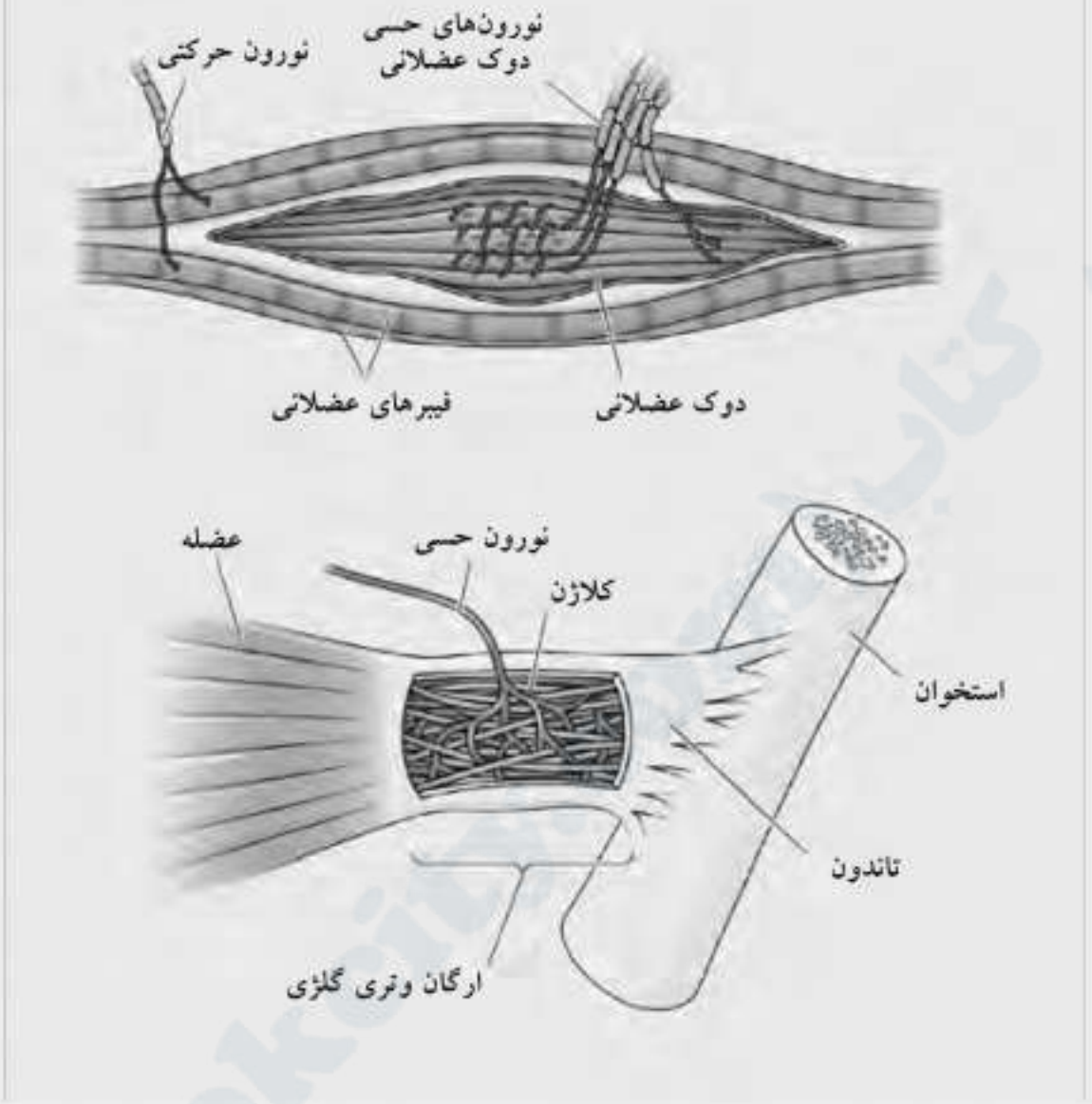
ده‌ها اَبَرکامپیوتر سریع در دنیا باید با هم جمع شوند تا توان محاسبه لازم برای انجام این کار را فراهم کنند. با این همه من از این توفانی که در مغزم برپاست کوچک‌ترین خبری ندارم. در شبکه‌های عصبی مغزم از انبوه فعالیت‌هایی که در جریان است غوغایی برپا شده، اما هشیاری خودآگاهم دچار حسی شبیه فراموشی مطلق است. خودآگاه من حین برداشتن فنجان و نوشیدن محتوی آن یکسره مجذوب حرف زدن است. شاید حین برداشتن فنجان در حال دمیدن جریان هوا برای تلفظ کلمات یک گفتگوی پیچیده باشم.

فقط این را می‌دانم که فنجان به دهانم می‌رسد یا نه. اگر کارم را درست انجام دهم شاید اصلاً متوجه نشوم چنین کاری را انجام داده‌ام.

توصیف محاسبات مغز برای بلند کردن یک فنجان و بردن آن به طرف دهان معادل چندین جلد کتاب خواهد شد. اما همه این‌ها بدون اطلاع آگاهانه ذهن انجام می‌شود. من فقط از این موضوع باخبرم که فنجان را به دهانم رسانده‌ام یا نه.

سازوکار ناخودآگاه مغز ما همیشه فعال است، اما این فعالیت به حدی روان و راحت است که از آن بی‌خبریم. در نتیجه فقط وقتی این سازوکار از حرکت باز می‌ماند متوجه آن می‌شویم. اگر قرار بود از جزئیات هرگونه عمل به ظاهر بدیهی مانند قدم زدن آگاه باشیم و به آن فکر کنیم چه وضعی پیش می‌آمد؟ برای بررسی این موضوع نزد فردی به نام یان واترمن رفتم. وقتی یان نوزده سالش بود به دنبال یک دوره آنفولانزای گوارشی شدید به بیماری عصبی نادری مبتلا شد و در نتیجه ابتلا به آن حس لمس و درک موقعیت اندام (پروپریوسپشن) او مختل شد و یان دیگر نتوانست هیچ‌یک از حرکات بدنش را به طور خودکار انجام دهد. پزشکان به او گفتند با وجودی که عضلات ظاهراً قوی و سالمی دارد ناگزیر است باقی عمرش را روی ویلچر بنشیند. هیچ‌کس نمی‌تواند بدون داشتن اطلاعات دقیق راجع به موقعیت اندام‌هایش حرکت کند. البته ما حین حرکت از این نکته آگاه نیستیم، اما فیدبکی که از جهان اطراف و از عضلات بدن خود دریافت می‌کنیم امکان انجام حرکات پیچیده را برای ما فراهم می‌کنند.

حس درک موقعیت بدن و اندام‌ها



حتی وقتی چشم‌های ما بسته باشند می‌دانیم که اندام‌های ما در چه موقعیتی قرار دارند. آیا دست چپ ما بالاست یا پایین؟ آیا پاهای ما صاف هستند یا خمیده؟ آیا پشت ما صاف است یا قوز کرده؟ توانایی درک موقعیت اندام‌ها پروپریوسپشن نام دارد. گیرنده‌های عضلات، تاندون‌ها و مفاصل، اطلاعاتی درباره زاویه مفاصل و نیز کشیدگی و طول عضلات به ما می‌دهند. در مجموع مغز با واسطه این اطلاعات می‌تواند تصویری از موقعیت بدن برای ایجاد هماهنگی سریع داشته باشد.

اگر یکی از پاهای ما خوابیده باشد و بخواهیم راه برویم دچار حالتی شبیه از بین رفتن حس موقعیت بدن می‌شویم. در این حالت فشاری که به اعصاب وارد آمده مانع از ارسال و پذیرش سیگنال‌ها می‌شود. اگر نتوانیم از حس تشخیص موقعیت اندام‌ها برخوردار باشیم انجام دادن اعمال ساده‌ای نظیر بریدن قطعات غذا، تایپ یا پیاده‌روی ناممکن می‌شود.

یان نمی‌خواست بیماری‌اش او را وادار به زندگی بی‌تحرک کند. بنابراین از جا برخاست و شروع کرد به راه رفتن. اما طی این کار مدام مجبور بود آگاهانه به هر حرکت خود توجه کند. از آنجا که یان اطلاعی از چگونگی موقعیت اندام‌های خود نداشت ناگزیر بود با تمرکز آگاهانه واطلاعات بینایی موقعیت اندام‌هایش را بررسی کند و بدنش را به حرکت درآورد. وقتی می‌خواهد راه برود سرش را به جلو خم می‌کند تا بتواند به بهترین وجه اندام‌هایش را ببیند. برای حفظ تعادل دست‌هایش را به طرف پشتش دراز می‌کند. چون قادر به درک تماس کف پای خود با کف اتاق نیست، باید فاصله دقیق هر گام خود را با زمین با احتیاط پیش‌بینی کند. یان برای برداشتن هر قدم حساب و کتاب می‌کند و هماهنگی‌های لازم را با ذهن خودآگاهش انجام می‌دهد.

مغز یان واترمن به دلیل ابتلا به نوعی بیماری نادر نمی‌تواند از اندام‌ها سیگنال حسی دریافت کند و بنابراین او قادر به درک حس لمس و موقعیت نیست. بنابراین او برای برداشتن هر قدم می‌بایست آگاهانه دست به حساب و کتاب بزند و موقعیت قرار گرفتن اندام‌هایش را در میدان بینایی بررسی کند.

یان توانایی راه رفتن خودبخودی را از دست داده و اینک به هماهنگی معجزه‌آسایی که همه ما به هنگام راه رفتن برخورداری از آن را امری بدیهی می‌دانیم واقف شده است. یان می‌بیند که دوروبرش همه دارند روان و بی‌زحمت راه می‌روند و از سامانه پیچیده‌ای که انجام این کار را برای‌شان ممکن می‌کند یکسره بی‌خبرند.

کافی است لحظه‌ای حواسش پرت شود یا فکر نامربوطی به ذهنش برسد تا

به زمین بیفتد. بنابراین او باید همه عواملی را که موجب حواس پرتی او می‌شوند از خود دور کند و به ریزه‌کاری‌های هر قدمی که برمی‌دارد توجه کند: مثلاً شیب زمین و حرکت نوسانی پایش.

اگر یکی دو دقیقه با یان صرف کنید پیچیدگی اعمال روزمره‌ای که انجام می‌دهید هردم بیش از پیش برای‌تان آشکار می‌شود. پیچیدگی‌ای که هرگز به آن فکر نمی‌کنیم و از آن سخن به میان نمی‌آوریم و در اعمالی نظیر از جا برخاستن، طی کردن مسیر عبور از اتاق، باز کردن در و پیش رفتن برای دست دادن با شخصی معین نهفته است. با وجود آنچه در ظاهر به نظر می‌آید این کارها به هیچ رو ساده نیستند. بنابراین این دفعه وقتی شخصی را دیدید که دارد راه می‌رود یا آهسته می‌دود یا اسکیت سواری می‌کند، از زیبایی بدن آدمی و قدرت ناخودآگاه مغز که هماهنگ ساختن چنین نمایشی را امکان‌پذیر می‌کند حیرت کنید. جزئیات پیچیده بخش عمده حرکات ما به تریلیون‌ها محاسبه نیاز دارد که در فضایی کمتر از آنچه قابل دیدن باشد انجام می‌شوند و پیچیدگی آن‌ها فراتر از حد درک ماست. هنوز تا آن زمان که بتوانیم روبات‌هایی با حداقل توانایی عملی انسان‌ها بسازیم بسیار فاصله داریم. با وجودی که ابرکامپیوترها مصرف انرژی بالایی دارند اما مغز ما به دلیل کارآمد بودن می‌تواند با حداقل مصرف انرژی کارش را انجام دهد. مصرف انرژی مغز معادل مصرف یک لامپ ۶۰ وات است.

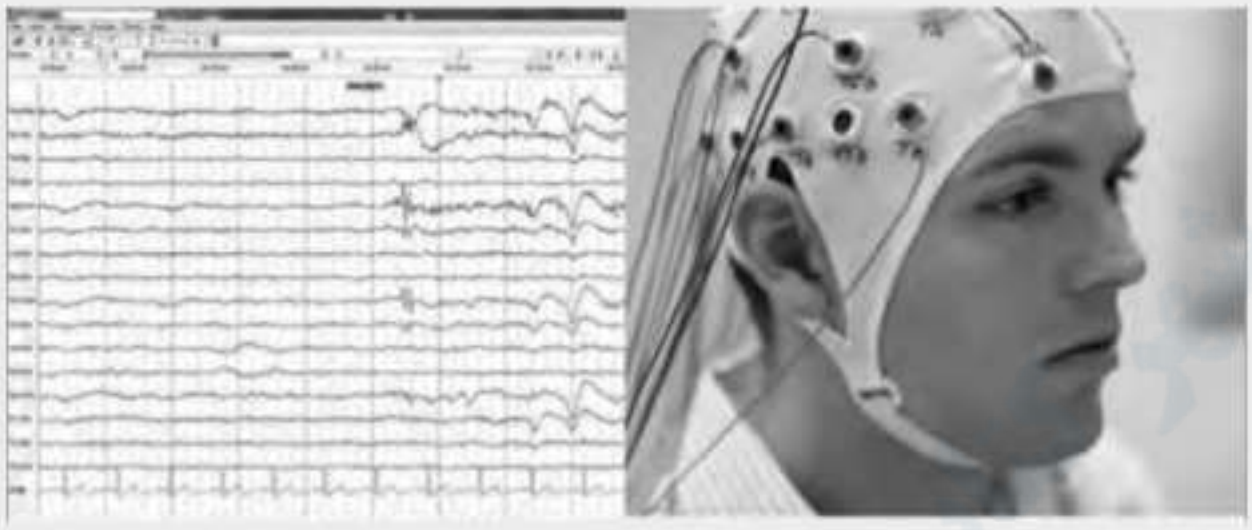
شکل‌گیری مهارت‌ها در مغز

امروزه دانشمندان علوم اعصاب می‌کوشند با مطالعه افرادی که در زمینه‌های خاص صاحب تخصص و مهارت هستند پرده از کارکرد مغز بردارند. من به همین منظور به دیدار آستین نابر، کودک ۱۰ ساله‌ای که استعدادی عجیب دارد رفتم. این بچه رکورددار جهانی ورزشی به نام لیوان چیدن (Cup-stucking) در میان کودکان است.

آستین با انجام حرکات سریع و روانی که تعقیب آن‌ها با چشم غیرممکن است چند ردیف لیوان پلاستکی درهم فرورفته را از هم جدا می‌کند. سپس با حرکات سریع دو دست این لیوان‌ها را دوباره به شکل دو هرم روی هم قرار می‌دهد و سپس دو هرم را به یک هرم بلند تبدیل می‌کند و دوباره لیوان‌ها را به شکل ستونی درهم کنار می‌گذارد.

آستین همه این کارها را ظرف ۵ ثانیه انجام می‌دهد. من هم سعی کردم این کار را انجام دهم، اما بهترین زمانی که توانستم از پس این کار برایم ۴۳ ثانیه بود.

نوار مغز



E.E.G که مخفف الکتروآنسفالوگرام یا نوارمغز است شیوه‌ای برای بررسی فعالیت الکتریکی نورون‌های مغز است. برای تهیه نوار مغز الکترودهای کوچکی را روی سطح جمجمه قرار می‌دهند و به کمک آن‌ها امواج مغزی را جمع‌آوری می‌کنند. امواج مغزی عنوانی است که در گفتگوهای روزمره به میانگین سیگنال‌های الکتریکی تولید شده توسط نورون‌های مغز اطلاق می‌شود.

فیزیولوژیست و روانپزشکی به نام هانس برگر برای نخستین‌بار در سال ۱۹۲۴ توانست نوار مغز انسان را تهیه کند و سپس محققان دیگر در دهه‌های سوم و چهارم قرن بیستم توانستند انواع مختلفی از امواج مغز را شناسایی کنند: امواج دلتا با فرکانس کمتر از ۴ هرتز که در خواب به وجود می‌آیند؛ امواج تتا با فرکانس ۴ تا ۷ هرتز که حین خواب و استراحت کامل و مشاهده اشیا به وجود می‌آیند؛ و امواج آلفا با فرکانس ۸ تا ۱۳ هرتز که وقتی افراد در حالت آرامش و آسایش هستند به وجود می‌آیند؛ و امواج بتا با فرکانس ۱۳ تا ۳۸ هرتز که وقتی به طور فعال در حال فکر کردن و حل مسئله هستیم پدید می‌آیند. دامنه‌های دیگری از امواج مغزی نیز که دارای اهمیت بودند شناسایی شدند. مانند امواج گاما با فرکانس ۳۹ تا ۱۰۰ که در فعالیت‌های فکری با تمرکز زیاد مانند استدلال کردن و برنامه‌ریزی دیده می‌شوند.

فعالیت کلی مغز مجموعه‌ای از همه این فرکانس‌های مختلف است، اما بسته به کاری که داریم انجام می‌دهیم برخی از امواج مغزی بیش از آن‌های دیگر ایجاد می‌شوند.

وقتی به حرکات آستین نگاه می‌کنیم ممکن است تصور کنیم مغزش دارد با سرعتی بیش از حد کار می‌کند و انرژی زیادی را به مصرف می‌رساند تا انجام این حرکات پیچیده و هماهنگ را در زمان کوتاهی امکان‌پذیر کند. من برای امتحان این نظریه تصمیم گرفتم فعالیت مغز آستین و نیز خودم را حین مسابقه لیوان چیدن

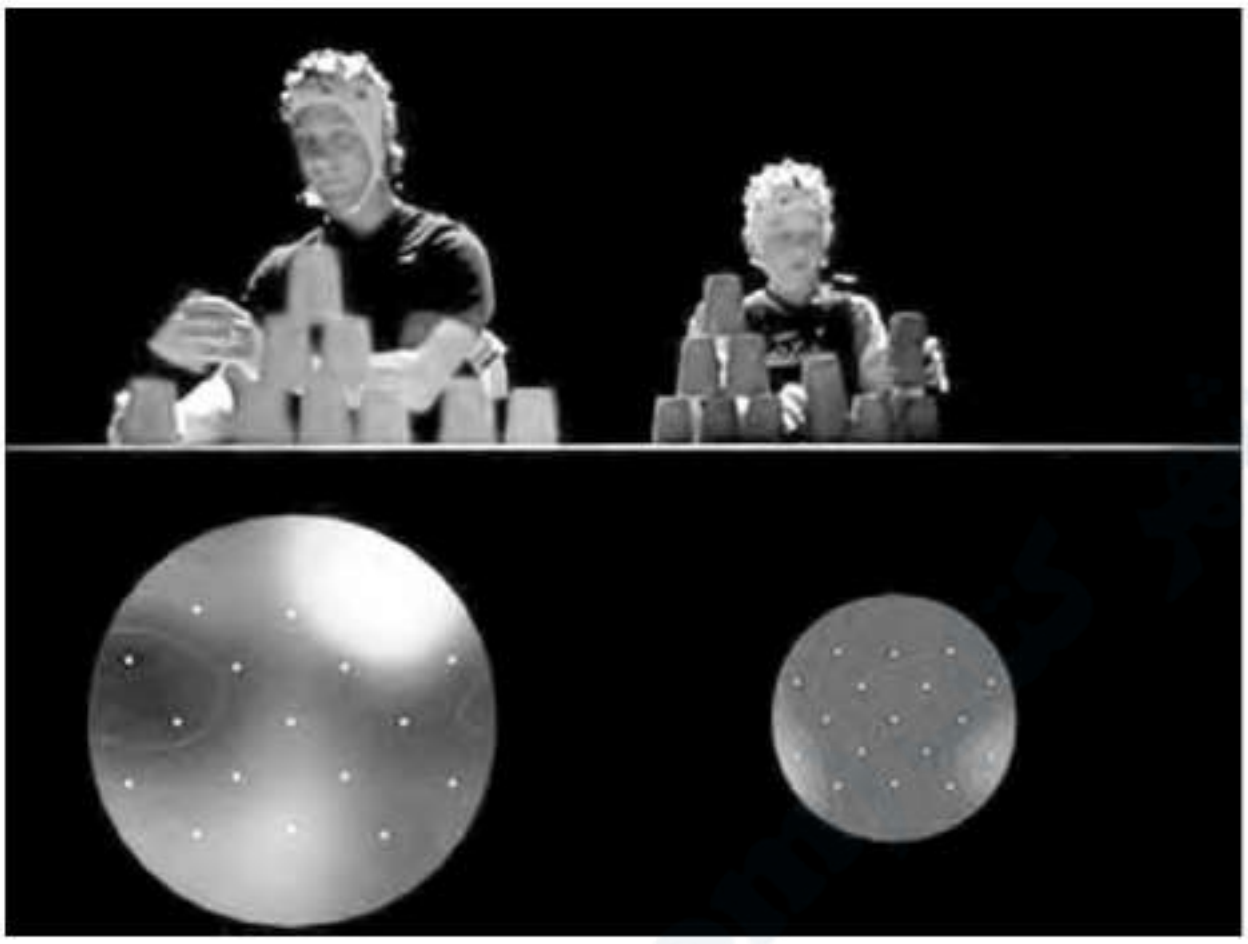
اندازه‌گیری کنم. من و آستین با کمک یکی از همکاران خود به نام دکتر خوزه لوییس کنتراس ویدال کلاهک‌هایی مجهز به الکترود را که اندازه‌گیری فعالیت مجموعه‌های نورونی را امکان‌پذیر می‌کرد روی سرمان گذاشتیم. سپس نوار مغز معرف امواج مغزی ما را حین تلاش برای انجام این کار تهیه کردند و مورد بررسی قرار دادند. به این ترتیب هر دوی ما با وسایلی تجهیز شدیم که می‌توانستند پرده از جهان درون مغز ما بردارند.

آستین قهرمان کودکان زیر ده سال در رشته «لیوان چیدن» است. او طی رشته اعمالی خاص ظرف چند ثانیه لیوان‌ها را به شکل برج روی هم می‌چیند و سپس آن‌ها را دوباره از هم جدا می‌کند.

آستین در انجام این کار خیلی زرنگ‌تر از من بود. بنابراین برای آنکه خیلی هم جلوی این بچه ده ساله کم نیاورم قبل از انجام این آزمون قریب بیست دقیقه تمرین کردم.

سرانجام تلاشم به جایی نرسید و آستین برد. وقتی او پیروزمندانه کارش را تمام کرد، من هنوز یک هشتم راه را نیز نرفته بودم.

البته پیروزی او دور از انتظار نبود، اما نوار مغز چه نشان داد؟ چون آستین این کار را ۸ بار سریع‌تر از من انجام داد پس منطقی است اگر تصور کنیم که او انـرژی



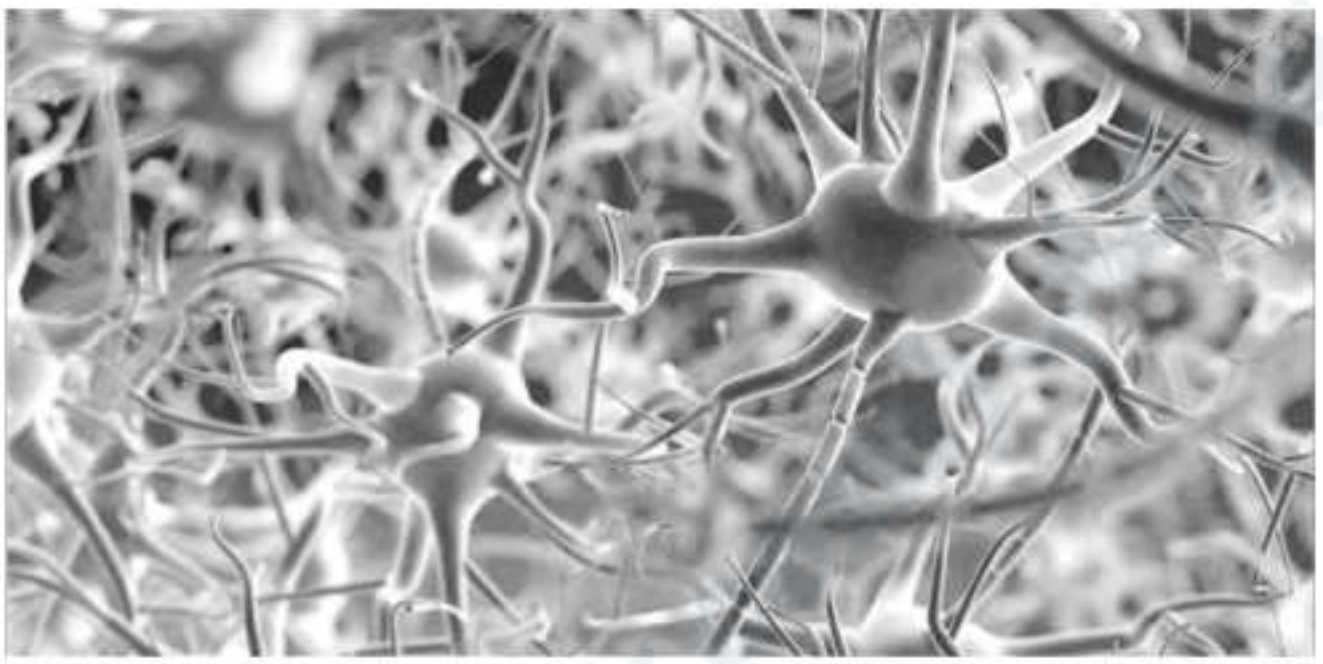
فعالیت آگاهانه مغز نیاز به مصرف انرژی دارد.در قسمت پایین تصویر نمایی از فعالیت نوار مغز من را در سمت چپ و آستین را در سمت راست می‌بینید. شدت رنگ متناسب با دامنه امواج است.

بیشتری نسبت به من مصرف کرده باشد. اما این تصور یک قاعده مهم درباره چگونگی آموختن مهارت‌های ذهنی را نادیده می‌گیرد. از قضا نوار مغز نشان داد که به جای مغز آستین، مغز من که برای انجام این کار دشوار دقت بیشتری به خرج داده بود، بیشتر انرژی مصرف کرده بود. در نوار مغز من فعالیت زیاد امواج بتا دیده می‌شد که مربوط به حل مسئله‌های دشوار است. اما در نوار مغز آستین، غلبه با امواج آلفا بود که مربوط به فعالیت مغز در حال استراحت است. در واقع با وجودی که آستین از سرعت بسیاری در انجام این اعمال پیچیده برخوردار بود، اما حین این کار مغزش در استراحت به سر می‌برد.

نبوغ و سرعت عمل آستین به دلیل تغییرات فیزیکی ایجاد شده در مغز وی بود. طی سال‌ها تمرین الگوهای مشخصی از ارتباط‌های فیزیکی در مغزش به وجود آمده بود. او مهارت روی هم چیدن لیوان‌ها را در ساختار نورونی مغزش حک کرده بود. بنابراین اینک می‌توانست با مصرف انرژی بسیار کمتری از پس انجام این کار برآید. مغز من برعکس او داشت با تعمد آگاهانه مسئله‌ای را که در برابرش قرار گرفته بود حل می‌کرد. من داشتم از نرم‌افزار شناختی مغزم که تخصصی در این عرصه نداشت استفاده می‌کردم. اما او این مهارت را به سخت‌افزار شناختی

تخصص‌یافته خود انتقال داده بود.

وقتی درصدد کسب مهارتی جدید هستیم، این مهارت به شکل فیزیکی در زیر سطح خودآگاهی ما جای می‌گیرد. بعضی‌ها این حالت را حافظه عضلانی می‌نامند. اما در واقع مهارت‌هایی مانند چیدن لیوان‌ها روی هم شبیه مهارتی که آستین داشت به جای عضلات در ساختار نورونی مغز ما جای می‌گیرند.



مهارت‌هایی که با تمرین یاد می گیریم در زیر ساختار مغز ما جای می گیرند.

ساختار دقیق شبکه‌های عصبی مغز آستین به دنبال سال‌ها تمرین در چیدن لیوان تغییر کرده است. حافظه اجرایی[1] نوعی حافظه درازمدت است که نحوه انجام دادن خودبخودی کارهایی مانند دوچرخه‌سواری یا بستن بند کفش را تعیین می‌کند. آستین می‌تواند با تکیه بر حافظه اجرایی خود که در سخت‌افزار میکروسکوپی مغزش جای گرفته است اعمالی نظیر چیدن لیوان‌ها را روی هم با سرعت بالا و مصرف انرژی پایین انجام دهد. سیگنال‌های تکراری با انجام تمرین‌های زیاد از مسیرهای شبکه‌های عصبی مغز او بارها عبور کرده‌اند. و سیناپس‌های مربوط به آن‌ها به مرور زمان تقویت شده‌اند. و بنابراین مهارت در مدارهای عصبی مغز آستین جای گرفته است. در واقع مغز آستین دارای چنان مهارتی شده است که می‌تواند عمل چیدن لیوان‌ها روی هم را با چشم‌های بسته نیز انجام دهد.

وقتی من می‌خواهم چیدن لیوان‌ها روی هم را یاد بگیرم نواحی گوناگون مغزم مانند کرتکس جلوی پیشانی، کرتکس آهیانه‌ای و مخچه درگیر می‌شوند. اما

1. Procedural memory

آستین حین انجام این کار نیازی به این بخش‌های مغزش ندارد. به ویژه مخچه در روزهای اول که قصد داریم مهارت جدیدی را بیاموزیم، در هماهنگ‌سازی حرکات برای دقت در انجام حرکات و زمان‌بندی مناسب نقش مهمی ایفا می‌کند.

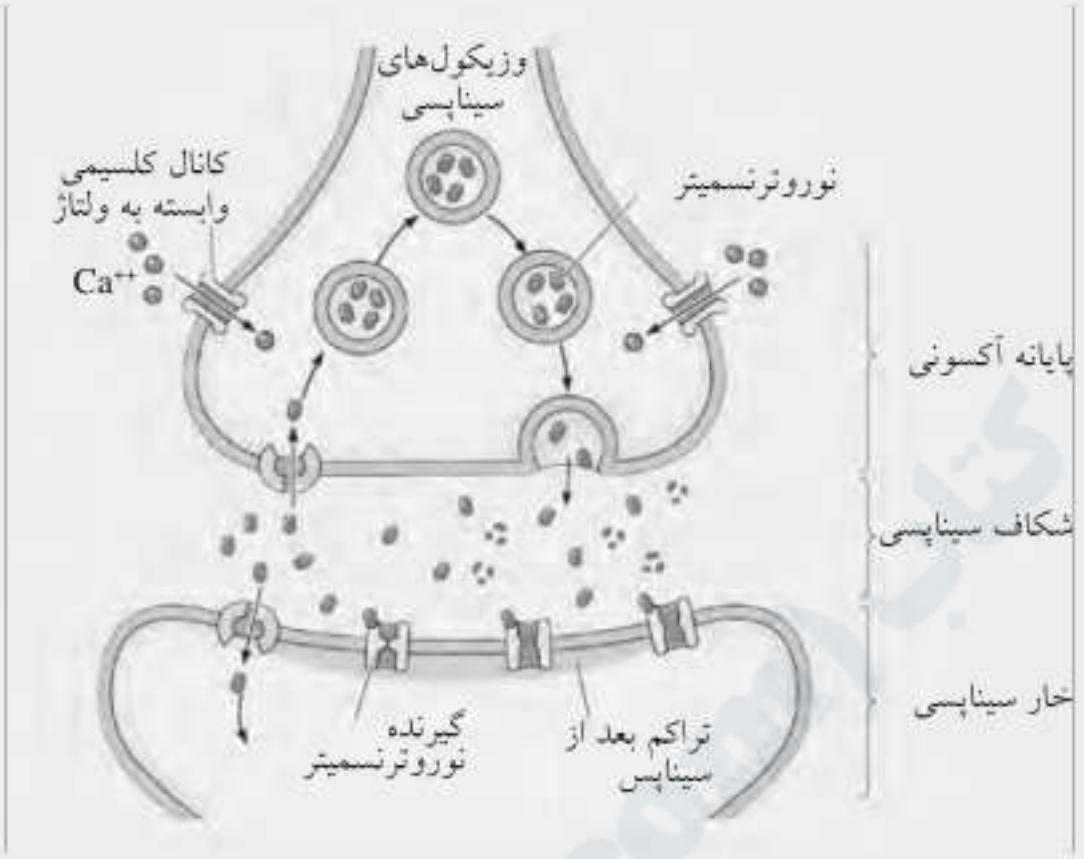
مهارت وقتی به تدریج به حد کمال می‌رسد در زیر سطح خودآگاهی جای می‌گیرد. در این مرحله است که می‌توانیم کاری را بدون فکر کردن و هشیاری آگاهانه و به طور خودکار انجام دهیم. در بعضی از موارد مهارت به حدی در مغز ریشه می‌دواند که مدارهای مربوط به آن، به نواحی پایین‌تر از مغز مانند طناب نخاعی نیز گسترش می‌یابند. این نکته در گربه‌هایی که بخش زیادی از مغزشان را برداشته بودند دیده شده است. این‌ها هنوز می‌توانستند به طور طبیعی روی تردمیل راه بروند. چون برنامه‌های پیچیده‌ای که در امر راه رفتن دخالت دارند در سطوح زیرین سیستم عصبی ذخیره می‌شوند.

دویدن به حالت خودکار

در زندگی مغزهای ما بارها خود را برای انجام اعمالی نظیر راه رفتن، دویدن آهسته، شنا و رانندگی مداربندی می‌کنند. توانایی برای جای دادن برنامه‌ها در ساختار مغز یکی از مهم‌ترین امکانات زیرکانه آن است. جاسازی مدار مورد نیاز در سخت‌افزار مغز انجام حرکات پیچیده را با کمترین مصرف انرژی امکان‌پذیر می‌کند. وقتی این‌گونه مهارت‌ها در مدارهای مغزی حک شوند، انجام دادن کارهای تحت نظارت آن‌ها بدون تفکر و تلاش آگاهانه ممکن می‌شود و به این ترتیب نیروهای مغز آزاد می‌شوند تا منِ آگاه بتواند به امور و وظایف دیگر مشغول شود.

خودکار شدن انجام امور، پیامدهایی نیز دارد: مهارت‌های جدید در زیر سطح خودآگاهی جای می‌گیرند. رابطه ما با برنامه‌های دقیقی که در سطح پنهان در حال کار هستند قطع می‌شود و نمی‌توانیم به چگونگی انجام دادن اموری که از ما سر می‌زند به طور دقیق پی ببریم. وقتی حین حرف زدن از یک ردیف پلکان بالا می‌رویم از انبوه محاسباتی که برای حفظ تعادل در مغز ما انجام می‌شود یا از نحوه چرخش زبان در دهان خود برای تلفظ اصوات، آگاه نیستیم. دقت در انجام آگاهانه هر یک از این کارها بسیار سخت است. اما چون این کارها را به طور خودکار انجام می‌شوند، برای ما آسان جلوه می‌کنند. همه می‌دانیم که رانندگی در مسیر بازگشت به خانه به هنگام پایان کار روزانه چه حسی دارد. ناگهان می‌بینیم به خانه و مقصد رسیده‌ایم حال آنکه از رانندگی در طول مسیر چیزی به یاد نداریم.

سیناپس و یادگیری



محل اتصال نورون‌ها با یکدیگر را سیناپس می‌نامند. در محل این اتصال‌ها موادی شیمیایی موسوم به میانجی یا نوروترنسمیتر، سیگنال‌ها را بین نورون‌ها انتقال می‌دهند. اما همه سیناپس‌ها دارای قدرت یکسانی نیستند، بلکه بسته به سابقه فعالیتی که دارند می‌توانند قوی‌تر یا ضعیف‌تر باشند. وقتی قدرت سیناپس‌ها تغییر کند، اطلاعات در شبکه عصبی به گونه‌ای متفاوت انتقال می‌یابد. اگر ارتباط ضعیف شود، می‌پژمرد و از میان می‌رود. اما اگر قوی شود می‌تواند منجر به پیدایش ارتباط‌های جدید شود. برخی از این تغییرات به دنبال دریافت تحریک از سامانه پاداش ایجاد می‌شوند. نوروترنسمیتر غالب در این سامانه دوپامین است که در مواقعی که کارها درست انجام گردد ترشح می‌شود. شبکه‌های عصبی مغز آستین بسیار کند اما ماهرانه به دنبال توفیق یا شکست در انجام حرکات و طی ساعت‌ها تمرین بازسازی شده‌اند.

در واقع با تکیه بر مهارت رانندگی مسیر را ناخودآگاه طی می‌کنیم. خودِ آگاه ما یا همان بخشی که هر روز صبح به محض بیدار شدن از خواب جان می‌گیرد، حین رانندگی بیشتر به مسافری شبیه است که کنار راننده روی صندلی نشسته باشد.

یک یافته مهم درباره مهارت‌های خودکار آن است که: انجام کنترل آگاهانه حین این اعمال سبب کاهش کیفیت آن‌ها می‌شود. بهتر آن است که مهارت‌های آموخته شده ــ حتی مهارت‌های پیچیده ــ را حین اجرا آزاد بگذاریم.

این عکس حالت مغز را حین عمل نشان می‌دهد. دین حین صعود از صخره بدون استفاده از طناب، سعی می کند فکر نکند. خودآگاهی سبب افت قدرت کار کرد مغز می‌شود.

مثلاً آقای دین پاتر[1] را که یک صخره‌نورد حرفه‌ای است در نظر بگیرید: او تا همین اواخر که مُرد بدون استفاده از طناب و تجهیزات ایمنی از صخره‌ها بالا می‌رفت. دین عمرش را وقف صخره‌نوردی کرد. او طی سال‌ها تمرین، به سطح بالایی از مهارت و دقت دست یافته بود. او برای رسیدن به این استادی اجازه می‌داد تا مدارهای ورزیده مغزش بدون دخالت و مزاحمت خودآگاه کارشان را انجام دهند. او به ناخودآگاهش اجازه داده بود مدیریت کامل انجام دادن امور را برعهده بگیرد. او با حالت خاصی از فعالیت مغز که «سیال»[2] نامیده می‌شود و ورزشکاران حرفه‌ای به مدد آن به حداکثر توان خود دست می‌یابند از صخره صعود می‌کرد. دین مانند بسیاری از ورزشکاران حرفه‌ای با پذیرش خطرهای فراوان توانسته بود به این حالت سیال دست یابد. وی با قرار گرفتن در این حالت ندای درونش را خاموش می‌کرد و یکسره به توانایی‌های صخره‌نوردی که طی سال‌ها تمرین در مغزش جای گرفته بود تکیه می‌کرد.

امواج مغز ورزشکارانی مانند آستین نابر که قهرمان چیدن لیوان بود در حالت سیال تحت سیطره خودآگاهی قرار نمی‌گیرند. آن‌ها از خود نمی‌پرسند (آیا من خوب به نظر می‌رسم؟ آیا باید فلان و بهمان چیز را می‌گفتم؟ آیا در را پس از ورودم بستم یا نه؟) مغز در حالت سیال فعالیت کرتکس پیشانی را کاهش می‌دهد، یعنی بخش‌هایی از کرتکس جلوی پیشانی مغز به طور موقت دچار کاهش فعالیت

---

۱. دین پاتر در سال ۲۰۱۵ در سن ۴۳ سالگی به دنبال پرش با لباس بالدار درگذشت.م

2. synesthesia

می‌شوند. این نواحی مسئول تفکر انتزاعی و برنامه‌ریزی برای آینده و تمرکز بر درک فرد هستند. وقتی کسی بین زمین و آسمان از صخره‌ای آویزان است حذف این اعمال زمینه‌ای مغز سبب ارتقای کارکرد ذهن می‌شود. کارهای برجسته‌ای که امثال دین انجام می‌دهند تنها در صورت حذف نداهای درونی که مایه ایجاد آشفتگی هستند امکان‌پذیرند.

بهترین کار آن است که در اکثر موارد خودآگاهی را کنار بگذاریم. در مورد انجام برخی کارها جز این چاره‌ای هم نداریم. چرا که ذهن ناآگاه می‌تواند کارها را بسیار سریع‌تر از ذهن آگاه انجام دهد. مثلاً در بازی بیس‌بال توپ می‌تواند از محلی که پرتاب شده با سرعت صد مایل در ساعت به مقصدش برسد. مغز بازیکن حریف برای آنکه این توپ را بزند باید ظرف ۰/۴ ثانیه واکنش نشان دهد. مغز باید در این فاصله زمانی کوتاه رشته‌ای از حرکات هماهنگ و پیچیده را ساماندهی کند تا بازیکن بتواند توپ را بزند. بازیکنانی که با موفقیت این کار را انجام می‌دهند آگاهانه عمل نمی‌کنند. توپ به اندازه‌ای سریع حرکت می‌کند که هیچ ورزشکاری نمی‌تواند آگاهانه آن را بگیرد و تا بخواهد به خود بجنبد توپ از دسترس او دور شده است. بنابراین ورزشکار خودآگاهی را به حاشیه می‌راند که هیچ، آن را زیر لایه‌ای از غبار فراموشی دفن می‌کند.

حفره‌های عمیق ناخودآگاه

محدوده دسترسی ناخودآگاه فراتر از حوزه جسم ماست. ناخودآگاه به روش‌های گوناگونی به زندگی ما شکل می‌دهد. توجه کنید چگونه حین گفتگو کلمات سریع‌تر از آنکه ذهن خودآگاه بتواند آن‌ها را کنترل کند بر زبان‌تان جاری می‌شوند. مغز در پس صحنه دارد کار می‌کند تا با واسطه حروف و کلمات زبانی برای بیان افکار پیچیده ارائه دهد. (مثلاً سرعت حرف زدن را به زبانی بیگانه که تازه یاد گرفته‌اید با سرعت حرف زدن به زبان مادری خود مقایسه کنید!)

همین کار پشت صحنه درباره ایده‌ها نیز صادق است. تصور ما این است که ایده‌ها با تلاش ذهن خودآگاه پدید می‌آیند. اما در واقع ذهن ناخودآگاه ما ساعت‌ها و ماه‌ها پیش از آنکه ایده‌ای وارد ذهن آگاه شود و بتوانیم بگوییم «فکری به سرم زد!» برای خلق آن ایده کار کرده است ــ خاطره‌ها را متراکم کرده و سعی کرده ترکیب‌های تازه‌ای از آن‌ها بیافریند و پیامدها را بسنجد.

زیگموند فروید کسی که نخستین‌بار اعماق پنهان ناخودآگاه انسان را تشریح

کرد یکی از با نفوذترین دانشمندان قرن بیستم بود. او در سال ۱۸۷۳ وارد دانشکده پزشکی وین شد و در رشته نورولوژی (اعصاب) تخصص گرفت. فروید که در مطبش به درمان بیماران روانی می‌پرداخت دریافت که در بیشتر مواقع بیمار از آنچه که سبب بروز رفتار معینی در او می‌شود شناخت آگاهانه‌ای ندارد. نظر فروید این بود که بخش عمده رفتار بیمار محصول نوعی جریان ذهنی پنهان است. این ایده روانپزشکی را متحول کرد و بر درک انگیزه‌ها و عواطف انسان پرتو جدیدی افکند.

قبل از فروید علت بروز کارکردهای منحرف روانی نامشخص بود یا آن‌ها را به تسخیر فرد توسط نیروهای شیطانی یا اراده ضعیف فرد و مانند آن نسبت می‌دادند. فروید سعی کرد دلیل پیدایش این‌گونه اختلال‌ها را در خود مغز جستجو کند.

او به بیماران اجازه می‌داد در دفتر کارش روی تختی دراز بکشند و مستقیم به او نگاه نکنند و سپس با آن‌ها حرف می‌زد. شاید در زمانه‌ای که هنوز دستگاه‌های اسکن مغزی به وجود نیامده بودند این بهترین شیوه برای رسوخ به دنیای ذهن ناخودآگاه بود. فروید مثل یک کارآگاه سعی می‌کرد سرنخ‌هایی درباره سازوکار ناخودآگاه بیابد که بیماران به آن دسترسی مستقیم نداشتند.

فروید به این نتیجه رسید که ذهن خودآگاه نوک کوه یخ فرآیندهای ذهنی ماست. اما آنچه به افکار و رفتارهای ما فرمان می‌دهد بخش بزرگتری از ذهن است که از دیده نهان است.

نظریه فروید درست بود. یکی از پیامدهای نظریه فروید این بود که ما از دلیل انتخاب‌های خود آگاه نیستیم. مغز دارد به طور پیوسته از محیط اطلاعات می‌گیرد و از این اطلاعات برای هدایت رفتارهای ما استفاده می‌کند. لیکن ما قادر به شناسایی عواملی که بر ما تأثیر می‌گذارند نیستیم. در روان‌شناسی پدیده‌ای به نام «اثر آغازگر» (Priming effect) داریم که براساس آن عاملی سبب درک چیزی دیگر می‌شود. مثلاً اگر لیوانی محتوی مایعی گرم در دست داشته باشید دید مثبت‌تری نسبت به رابطه خود با فلان عضو خانواده خواهید داشت. اما اگر همین لیوان محتوی مایعی سرد باشد نسبت رابطه خود با این عضو خانواده نظر منفی‌تری پیدا می‌کنید. چرا؟ چون مکانیسم مغز برای قضاوت درباره گرمی روابط بین فردی با مکانیسم‌های داوری درباره گرمی فیزیکی همپوشانی دارند و یکی بر دیگری اثر می‌گذارند. نتیجه نهایی این است که رابطه شما با فردی بنیادی مانند مادرتان به راحتی تحت تأثیر گرم یا سرد بودن فنجانی که در دست دارید قرار می‌گیرد. به همین ترتیب وقتی وارد محیطی که بوی ناخوشایندی دارد می‌شوید، تصمیم‌های اخلاقی خشن‌تری می‌گیرید ــ مثلاً اگر

نظر فروید این بود که ذهن مثل کوه یخی است که بخش عمده آن از دید هشیاری ما پنهان می‌ماند.

کسی رفتار نامعمولی از خود بروز داده باشد به احتمال بیشتری رأی به غیراخلاقی بودن رفتار او خواهید داد. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد اگر فرد به هنگام مذاکره روی صندلی سفت و سختی بنشیند مواضع سخت‌تری اتخاذ خواهد کرد تا روی صندلی نرم.

مثالی دیگر از تأثیر ناخودآگاه، موسوم به «خودپرستی پنهان» است که سبب می‌شود به طرف اشیایی جلب شویم که ما را به یاد خودمان می‌اندازد. وقتی برت پلهام (Brett Pelham) (متخصص روان‌شناسی اجتماعی) و گروه‌اش به بررسی آمار فارغ التحصیلان دانشکده‌های دندانپزشکی و حقوق پرداختند پی بردند که از نظر آماری تعداد دانشجویانی که نام آن‌ها دنیس بود در دانشکده دندانپزشکی و تعداد دانشجویانی که نام لورا یا لارنس داشتند در دانشکده حقوق بیشتر است. آن‌ها همچنین دریافتند که مالکان شرکت‌های پشت‌بام‌سازی به احتمال بیشتر نام‌شان با آر انگلیسی و مالکان فروشگاه‌های ابزار و یراق و لوازم خانگی نام‌شان با اچ شروع می‌شود. آیا ما تنها در مورد انتخاب حرفه تحت تأثیر چنین عواملی قرار داریم؟ خیر. زندگی عاطفی ما نیز تحت تأثیر این‌گونه عوامل است. روان‌شناسی به نام جان جونز وقتی با همکارانش به بررسی آمار ازدواج ایالت‌های جورجیا و فلوریدا پرداخت متوجه شد که درصد همسرانی که حرف اول نام آن‌ها مشابه بود از حد

تحریک ناخودآگاه

ریچارد تالر و کاس سانشتاین در کتابی به نام «تحریک یا سقلمه زدن» رویکردی را برای بهتر کردن تصمیم‌های مربوط به سلامت، ثروت و سعادت از طریق بازی با شبکه‌های ناخودآگاه مغز ارائه دادند. یک تحریک کوچک از جانب محیط می‌تواند بدون آنکه خود بدانیم در ارتقاء تصمیم‌گیری ما مؤثر باشد. اگر در سوپرمارکت‌ها میوه‌ها در معرض دید باشند افراد غذاهای سالم‌تری را انتخاب خواهند کرد. گذاشتن عکس یک مگس خانگی در دستشویی فرودگاه‌ها سبب می‌شود مردان موقع ادرار کردن بیشتر دقت کنند و از پاشیدن ادرار به اطراف جلوگیری کنند. ترغیب کارکنان برای شرکت در برنامه‌های بازنشستگی (با قائل شدن آزادی برای عدم شرکت در این برنامه‌ها برای آن‌ها) منجر به اخذ سیاست‌های بهتری برای پس‌انداز کردن می‌شود. این دیدگاه تأثیرگزاری را پدرسالاری نرم می‌نامند، و تالر و سانشتاین معتقدند هدایت ملایم ذهن ناخودآگاه در مقایسه با اعمال زور و اجبار تأثیر بیشتری بر تصمیم‌گیری‌های ما خواهد داشت.

معمول بالاتر بود. این نکته نشان می‌داد که احتمال ازدواج جین و جوئل، آلکس و آمی، دانی و دیزی بیشتر است. این نوع تأثیر ذهن ناخودآگاه اگرچه کوچک است اما با تحقیق می‌توان وجود آن را اثبات کرد.

نکته مهم اینجاست: اگر از یکی از این افرادی که نام دنیس یا لورا یا جین دارند بپرسیم چرا شما این حرفه یا این همسر را انتخاب کردید براساس ذهن آگاه خود توضیح متفاوتی ارائه می‌دهند. داستانی که در آن از تأثیر ذهن ناخودآگاه سخنی

مردمک چشم زنانی که تصویرشان در سمت چپ قرار دارد با کمک دارو گشاد شده است. به هر مرد فقط تصویر یک زن را در دو حالت نشان می‌دادند.

به میان نمی‌آید.

در آزمونی دیگر که توسط روان‌شناسی به نام اکارد هس در سال ۱۹۶۵ طرح‌ریزی شد از مردان داوطلب خواستند تا به عکس تعدادی زن نگاه کنند و نظر خود را درباره آن‌ها بگویند. این که چقدر جذاب هستند؟ چقدر شاد یا غمگین هستند، سرد یا مهربانند؟ یا رفتار دوستانه یا خصمانه دارند؟ لیکن بدون اینکه داوطلبان بدانند عکس‌ها را به گونه‌ای دستکاری کردند که در نیمی از عکس‌ها مردمک چشم زنان به طور مصنوعی گشاد شده بود.

به نظر مردان زنانی که مردمک چشم گشادتری داشتند جذاب‌تر بودند. هیچ یک از مردان از گشاد بودن چشم زنان خبر نداشتند و احتمالاً هیچ یک نمی‌دانستند که گشاد بودن مردمک یک علامت زیستی دال بر تحریک جنسی زنانه است. اما مغز مردان با این علامت آشنا بود. مردان به طور ناخودآگاه به طرف زنانی جذب می‌شدند که مردمک گشاد داشتند و آن‌ها را زیباتر، شادتر، مهربان‌تر و دارای رفتار دوستانه‌تر برآورد می‌کردند.

در عمل عشق این‌گونه است. حس می‌کنید برخی از افراد برای شما کشش و جاذبه بیشتری دارند و خودتان هم دلیل‌اش را نمی‌دانید. البته می‌دانید دلیلی دارد اما پی بردن به آن برای‌تان دشوار است.

روان‌شناسی انقلابی به نام جفری میلر در تحقیق خود درآمد زنانی را که در یک کلوپ شبانه کار می‌کردند برای اندازه‌گیری جاذبه جنسی زنان برای مردان ملاک قرار داد. همچنین به بررسی تأثیر سیکل ماهانه زنان در ایجاد جاذبه پرداخت. روشن شد که برای مردان جذابیت زنانی که نزدیک زمان تخمک‌گذاری یعنی اوج امکان باروری هستند دو برابر زنانی است که در دوره قاعدگی به سر می‌برند. اما جنبه عجیب قضیه این بود که مردان از تغییرات زیستی مربوط به سیکل ماهانه و اینکه زن چه زمانی در حال تخمک‌گذاری است یا اوج گرفتن میزان هورمون استروژن چه تغییرات ظریفی در ظاهر زنان (مثلاً ایجاد تقارن ظاهری بیشتر و پوست نرم‌تر و کمر باریک‌تر) ایجاد می‌کند اطلاعی نداشتند. اما این ریزه‌کاری‌ها را بدون آنکه خود بدانند کشف می‌کردند.

این تحقیقات نکته اساسی در مورد کارکرد مغز را نشان می‌دهند. وظیفه این عضو گردآوری اطلاعات درباره جهان و هدایت رفتار به گونه‌ای متناسب با آن است. اهمیتی ندارد که ما از مسائل آگاه باشیم یا خیر. در واقع در بیشتر موارد نیز آگاه نیستیم و خود نیز نمی‌دانیم چرا فلان یا بهمان تصمیم را گرفته‌ایم.

چرا آگاه هستیم؟

پس چرا ما موجوداتی کاملاً ناخودآگاه نیستیم؟ چرا مثل زامبی‌های بی‌مغز این طرف و آن طرف نمی‌رویم؟ چرا در مسیر تکامل مغزی خودآگاه به وجود آمد؟ فرض کنید دارید در یکی از خیابان‌های محله قدم می‌زنید و در فکر خودتان هستید. ناگهان چیزی توجه شما را جلب می‌کند. یک نفر که از مقابل شما در حال گذر است لباس عجیبی شبیه یک زنبور غول‌پیکر پوشیده و کیفی در دست دارد. اگر چنین موجودی در خیابان ظاهر شود توجه مردم را به خود جلب می‌کند. مردم کارهای روزمره خود را متوقف می‌کنند و به او خیره می‌شوند.

خودآگاهی زمانی پا به میدان می‌گذارد که پدیده‌ای نامنتظره اتفاق بیفتد، یعنی وقتی می‌خواهیم بدانیم در مرحله بعد چه پیش می‌آید. مغز همیشه می‌کوشد تا حد ممکن به طور خودکار فعالیت کند، اما در جهانی سرشار از رویدادهای غیرقابل پیش‌بینی این کار غیرممکن است.

اما خودآگاهی فقط مربوط به واکنش در برابر مسائل تعجب‌آور نیست. بلکه در فرونشاندن تعارض‌های ایجاد شده در مغز نیز نقش مهمی ایفا می‌کند. میلیاردها نورون در انجام وظایفی از تنفس گرفته تا حرکت در اتاق برای برداشتن غذا و

بردن آن به طرف دهان یا کسب مهارت در یک ورزش دخالت دارند. انجام هر یک از این وظیفه‌ها را شبکه‌های عصبی گسترده مغز سازمان می‌دهند. اگر در فعالیت این شبکه‌ها تعارضی به وجود آید چه پیش خواهد آمد؟ مثلاً فرض کنید خود را در حال نزدیک شدن به یک ظرف بستنی می‌بینید، اما فکر می‌کنید اگر آن را بخورید پشیمان می‌شوید. در چنین وضعی باید تصمیم بگیرید، تصمیمی که در درازمدت برای بدن شما ضامن سود باشد. خودآگاهی سامانه‌ای است که می‌تواند از موضعی بی‌همتا و برتر که هیچ چیزی مشابه آن در مغز وجود ندارد این کار را انجام دهد. به همین دلیل است که خودآگاهی می‌تواند بر میلیاردها جزء دارای برهم‌کنش، سامانه‌های فرعی و فرآیندهای بنیادی مغز نظارت و قضاوت کند. خودآگاهی می‌تواند برای کل سامانه نقشه بریزد و اهدافی را تعریف کند.

ما معمولاً در دنیای ذهنیت خود غوطه‌وریم و به بیگانه‌هایی که از کنار ما رد می‌شوند توجهی نداریم. اما اگر چیزی با انتظارها و توقعات ما انطباق نداشته باشد ذهن خودآگاه وارد میدان می‌شود تا مدلی از آنچه در شرف وقوع است ارائه دهد.

خودآگاهی مانند مدیر اجرایی یک شرکت بزرگ است که دارای هزاران زیرگروه و بخش‌های دارای همکاری و تعامل بوده و این‌ها کار یکدیگر را به روش‌های گوناگون تکمیل می‌کنند. شرکت‌های کوچک نیازی به مدیر اجرایی ندارند. اما وقتی یک سازمان به پیچیدگی و حجم زیاد می‌رسد لازم است یک مدیر اجرایی برای نظارت بر جزئیات امور روزمره وجود داشته باشد تا بتواند چشم‌انداز

درازمدتی برای شرکت ترسیم کند.

مدیر اجرایی از جزئیات امور روزمره شرکت اطلاع دقیقی ندارد اما همیشه دورنمایی از آینده شرکت را در نظر دارد. مدیر اجرایی یک شرکت انتزاعی‌ترین جلوه آن شرکت است. در مورد مغز، میلیاردها سلول آن می‌توانند در قالب خودآگاهی به یکپارچگی دست یابند و بنابراین این سامانه پیچیده می‌تواند از این راه خود را در آینه ببیند.

اگر خودآگاهی مختل شود چه اتفاقی می‌افتد؟

اگر خودآگاهی پا به میدان نگذارد و ما به مدتی طولانی در حالت خودکار بمانیم چه می‌شود؟

کن پارکس در سن ۲۳ سالگی و در روز ۲۳ می ۱۹۸۷ وقتی داشت در خانه‌اش تلویزیون نگاه می‌کرد به خواب فرو رفت. او در آن هنگام با دختر ۵ ماهه و همسرش زندگی می‌کرد و مشکلات مالی و خانوادگی زیادی داشت و به قماربازی هم معتاد بود. او قصد داشت روز بعد مشکلات‌اش را با خویشاوندان همسرش در میان بگذارد. مادر زنش می‌گفت او یک «غول مهربان» است. کن با پدر و مادر همسرش روابط خوبی داشت. اما در آن شب ناگهان از خواب برخاست و با خودرو ۲۳ کیلومتر رانندگی کرد تا به منزل آن‌ها رسید. پدر زنش را خفه و مادر زنش را با ضربه‌های چاقو تا سرحد مرگ زخمی کرد. سپس به نزدیک‌ترین پاسگاه پلیس مراجعه کرد و گفت: «فکر می‌کنم همین الان یکی رو کشتم.»

کن اصلاً به یاد نداشت چه اتفاقی افتاده. به نظر می‌رسید ذهن ناخودآگاهش حین وقوع آن حادثه دهشتناک فعال نبوده است. مغز کن دچار چه مشکلی شده بود؟ وکیل پارکس، مارلیس ادواردز گروهی از کارشناسان را برای حل این معضل بسیج کرد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که شاید این واقعه با خواب کن مربوط باشد. وقتی کن در زندان بود وکیل‌اش از یکی از متخصصان خواب به نام راجر برافتون کمک خواست و او سیگنال‌های حین خواب نوار مغز کن را بررسی کرد. این امواج نشان می‌داد که کن جزء افرادی است که در خواب راه می‌روند.

با تحقیق بیشتر توسط این گروه معلوم شد که خوابگردی در خانواده کن شیوع دارد. با توجه به اینکه کن هیچ انگیزه‌ای برای قتل نداشت و انکار خوابگردی و سابقه فامیلی آن به هیچ‌وجه امکان‌پذیر نبود، او را از اتهام قتل تبرئه کردند.

کن پارکس در حال خروج از دادگاهی در حالی که از اتهام قتل عمد پدر و مادر والدین همسرش تبرئه شده. وکیل‌اش خانم مارلیس ادواردز گفت «داوری بی‌نظیری بود... کن را از دیدگاه اخلاقی از اتهام تبرئه کردند... و او را آزاد کردند.»

پس چه کسی فرمانده است؟

ممکن است بپرسید پس ذهن ناخودآگاه در عمل چه نوع کنترلی دارد؟ شاید ما هم مانند عروسک‌های خیمه‌شب‌بازی در اختیار سامانه‌ای هستیم که بندهای ما را می‌کشد و وادارمان می‌کند کارهای خاصی را انجام دهیم؟ بسیاری گمان می‌کنند همین‌طور است و ذهن ما کنترلی بر اعمال خودآگاه ما ندارد.

بگذارید با ذکر مثالی این نکته را بیشتر روشن کنیم. وقتی حین رانندگی به یک دو راهی می‌رسید می‌توانید مسیر راست یا چپ را انتخاب کنید. هیچ اجباری برای انتخاب مسیر راست یا چپ وجود ندارد. اما امروز و در این لحظه شما تصمیم می‌گیرید مسیر راست را انتخاب کنید. اما چرا مسیر راست و چرا مسیر چپ نه؟ چون راست را بیشتر دوست داشتید؟ یا شاید چون نوعی مکانیسم ناشناخته مغزتان این تصمیم را گرفت؟ حالا به این موضوع از منظر دیگری توجه می‌کنیم: سیگنال‌های عصبی که بازوی شما را برای چرخاندن فرمان به سمت راست کنترل می‌کنند از کرتکس حرکتی مغز می‌آیند. اما منشأ این سیگنال‌ها قشر مغز نیستند. این سیگنال‌ها را نقاط دیگری در لوب پیشانی که به نوبه خود تحت نفوذ سایر بخش‌های مغز هستند ارسال می‌کنند. به همین ترتیب همه شبکه‌های مغز به گونه‌ای

درهم‌پیچیده و متقاطع با هم مربوط هستند. برای تصمیم‌گیری هیچ نقطه یا زمان صفری وجود ندارد. چون هر یک از نورون‌های مغز تحت تأثیر نورون‌های دیگر قرار دارند. به نظر می‌رسد هیچ یک از بخش‌های این سامانه مستقل عمل نمی‌کنند بله همگی به یکدیگر وابسته‌اند. تصمیم شما برای گردش به راست (یا چپ) تصمیمی است که در مسیر گذشته صورت پذیرفته است، گذشته در حد: ثانیه، دقیقه یا روز یا یک عمر. حتی وقتی به نظر می‌رسد که تصمیم‌ها خودبه‌خودی و ناگهانی گرفته شده‌اند، این تصمیم‌ها بدون واسطه و یک‌جانبه اتخاذ نشده‌اند.

پس وقتی شما به آن دوراهی می‌رسید و حامل تاریخ گذشته زندگی خود هستید، دقیقا چه کسی دارد تصمیم می‌گیرد؟ این ملاحظات ما را به آنجا می‌رساند که سوآلی اساسی درباره اراده آزاد مطرح کنیم. آیا اگر تاریخ را صد بار تکرار کنیم همان نتیجه به دست می‌آید؟

احساس اراده آزاد

ما اینطور تصور می‌کنیم که صاحب اراده آزاد هستیم و بنا به میل خود درباره مسائل زندگی تصمیم می‌گیریم. اما گاهی می‌توان نشان داد که این حس اراده آزاد توهمی بیش نیست. پروفسور آلوارو پاسکوئال لئونه در دانشگاه هاروارد گروهی داوطلب را برای انجام آزمایشی دعوت کرد.

داوطلبان جلوی صفحه‌های نمایش کامپیوتر نشستند و دست‌های خود را به حالت کشیده و دراز شده روی میز قرار دادند. وقتی صفحه به رنگ قرمز در می‌آمد آن‌ها می‌بایست تصمیم می‌گرفتند کدام دست خود را حرکت دهند. البته نباید در عمل دست خود را حرکت می‌دادند. بعد صفحه به رنگ زرد در می‌آمد و سرانجام وقتی سبز می‌شد داوطلب اجازه داشت تصمیم خود را برای به حرکت درآوردن دست راست یا چپش اجرا کند.

سپس برگزارکنندگان تحقیق چرخشی در آن ایجاد کردند، به این شکل که با استفاده از تحریک مغناطیسی از راه جمجمه یا TMS[1] پالسی مغناطیسی برای تحریک ناحیه خاصی از مغز که در زیر الکترود قرار داشت می‌فرستادند و به این ترتیب کرتکس حرکتی را تحریک می‌کردند تا فرد حرکت را در دست چپ یا راست آغاز کند. آن‌ها وقتی نور زرد ظاهر می‌شد پالس/ تکانه‌ای را وارد می‌کردند

1. Transcranial magnetic stimulation

(البته در گروه کنترل به جای پالس فقط صدای آن شنیده می‌شد).

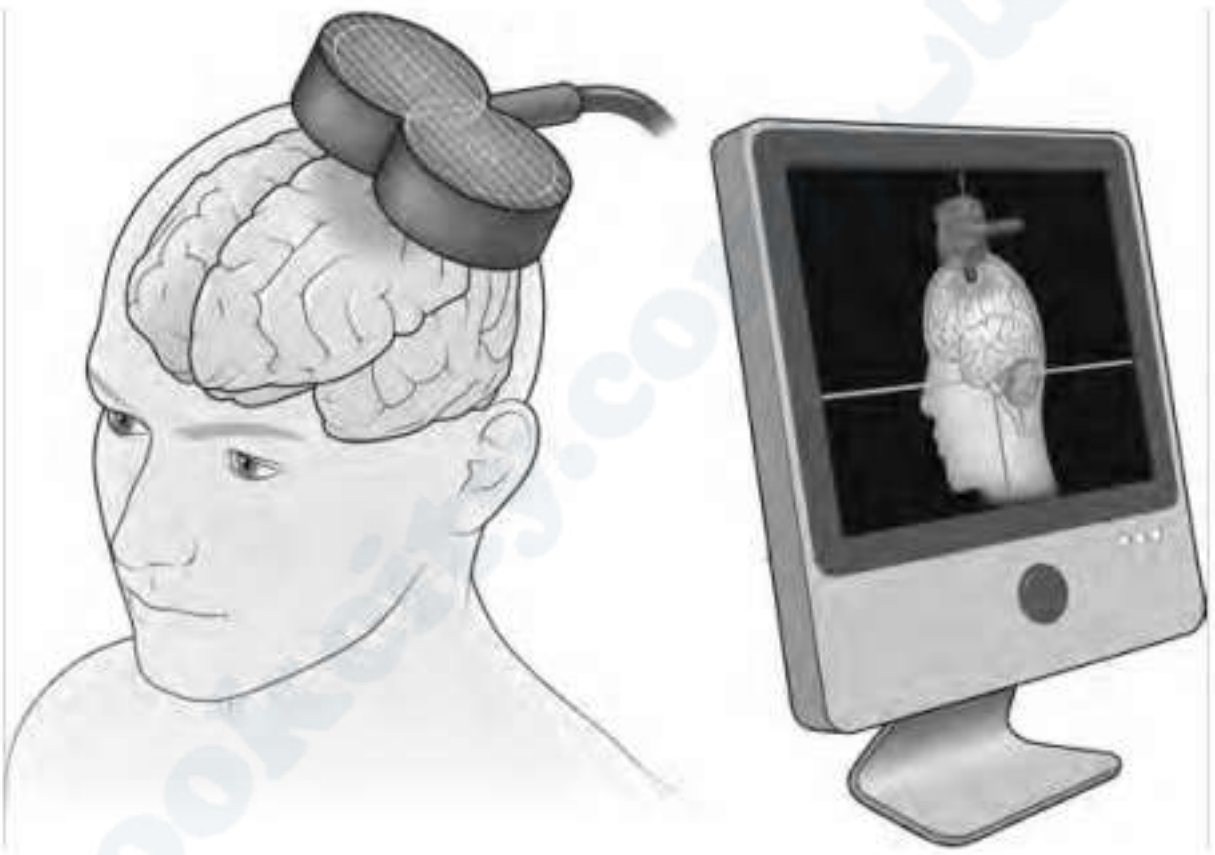
ارسال پالس TMS سبب می‌شد که داوطلبان تمایل بیشتری برای حرکت دادن یکی از دو دست خود داشته باشند. مثلاً تحریک کرتکس چپ باعث می‌شد که شرکت کنندگان به احتمال بیشتری دست راست خود را حرکت دهند. اما جنبه جالب قضیه این بود که داوطلبان می‌گفتند با اراده خودشان این یا آن دست را حرکت داده‌اند. حال آنکه آغازگر پالس TMS بود. یعنی حتی اگر در هنگام مشاهده نور قرمز تصمیم داشتند دست چپ خود را حرکت دهند، وقتی نور زرد ظاهر می‌شد و تصمیم خود را عوض می‌کردند تصورشان این بود که از همان ابتدا تمایل به حرکت دادن دست راست داشته‌اند. حال آنکه عامل اصلی حرکت دادن دست راست آن‌ها ارسال پالس TMS بود. اما بسیاری از داوطلبان احساس می‌کردند که با اراده خود دست راست‌شان را حرکت داده‌اند. دکتر لئونه می‌گوید» بیشتر داوطلب‌ها می‌گفتند که در وسط کار تصمیم‌شان را تغییر داده‌اند. «به هر حال، فعالیت درون مغز داوطلبان هر چه بود آن‌ها در اینکه تصمیم خود را با اراده آزاد اخذ کرده‌اند. هیچ تردیدی نداشتند. ذهن خودآگاه انسان این مطلب را که تحت نفوذ و کنترل عوامل دیگری قرار دارد نمی‌پذیرد.

آزمایش‌هایی مانند این نشان می‌دهند که ما نمی‌توانیم به احساس خود درباره آزادی انتخاب اعتماد کنیم. در قلمرو علوم اعصاب هنوز آزمایش‌های کاملی برای رد وجود اراده آزاد انجام نشده است. این امر موضوعی بس پیچیده است و شاید نتوانیم اکنون به آن پاسخ دقیقی بدهیم. اما فرض کنیم چیزی به اسم اراده آزاد وجود ندارد. یعنی وقتی به آن دوراهی می‌رسیم انتخاب ما از پیش انجام شده و حالت جبری دارد. اگر اینطور باشد قابل پیش‌بینی بودن زندگی سبب افت ارزش آن می‌شود.

اما خبر خوب این که پیچیدگی بسیار مغز به آن معنی است که در عمل هیچ چیز آن قابل پیش‌بینی نیست. محفظه‌ای بزرگ را در نظر بگیرید که در کف آن چند ردیف توپ پینگ‌پونگ هر یک سر جای مشخصی لای گیره تله موش وجود دارند. اگر بخواهید یک توپ دیگر را از بالا به درون محفظه بیندازید، از لحاظ ریاضی پیش‌بینی محل فرود آن ممکن است. اما به محض برخورد توپ با کف محفظه، زنجیره‌ای از وقایع غیرقابل پیش‌بینی به وجود می‌آید. توپی که می‌افتد سایر توپ‌ها را به حرکت در می‌آورد و آن‌ها نیز به نوبه خود توپ‌های دیگر را جابجا می‌کنند و وضعیت هر لحظه بغرنج‌تر می‌شود. در شرایطی که توپ‌ها به هم برخورد می‌کنند و به اطراف می‌پرند و روی توپ‌های دیگر می‌افتند هرگونه خطا

در محاسبه اولیه حتی اگر ناچیز باشد می‌تواند ابعاد بزرگی پیدا کند. به این ترتیب کار به جایی می‌رسد که انجام هرگونه پیش‌بینی درباره محل قرار گرفتن توپ‌ها غیرممکن می‌شود.

مغز مانیز مانند این محفظه توپ‌های پینگ‌پونگ لیکن به مراتب حجیم‌تر و پیچیده‌تر است. شاید بتوان چند توپ پینگ‌پونگ را در محفظه‌ای جای داد و حرکت آن‌ها را پیش‌بینی کرد، اما در جمجمه ما تعداد برهم‌کنش‌ها تریلیون‌ها بار بیشتر است و در هر ثانیه از عمر ما این جنب و جوش برقرار است و همین بی‌شمار تبادل انرژی است که سبب پیدایش افکار، احساس‌ها و تصمیم‌گیری‌های ما می‌شود.



حتی بعد از آنکه آزمونگر با ارسال امواجی مغز داوطلب را تحریک می کند تا حرکت خاصی را انجام دهد، داوطلب مدعی است که براساس اراده آزاد خود حرکت مورد نظر را انجام داده است.

و این تازه شروع راه پیش‌بینی‌ناپذیری است. هر مغزی در میان انبوهی از مغزهای دیگر به سر می‌برد. در فضاهای گوناگونی مانند میز نهارخوری، تالار سخنرانی یا اینترنت نورون‌های مغز انسان‌هایی که روی زمین زندگی می‌کنند دارند بر هم تأثیر می‌گذارند و سامانه‌ای با پیچیدگی فراتر از حد تصور پدید می‌آورند. یعنی اگرچه نورون‌ها تابع قوانین فیزیکی هستند، اما در عمل امکان پیش‌بینی رفتار حتی یک نورون در لحظه بعد نیز وجود ندارد.

این پیچیدگی عظیم به ما بینش می‌دهد تا بتوانیم واقعیتی ساده را درک کنیم:

اینکه زندگی ما تحت سلطه نیروهایی است که از ظرفیت کنترل و آگاهی ما خارج هستند.

توپ‌های پینگ‌پونگی که در تله موش‌ها قرار دارند تابع قوانین فیزیک هستند، اما در عمل پایان حرکت آن‌ها را نمی‌توان پیش‌بینی کرد. به همین ترتیب میلیاردها سلول مغزی ما و تریلیون‌ها سیگنال که در هر لحظه بین آن‌ها جابجا می‌شوند قابل پیش‌بینی نیستند. یعنی با وجودی که با سامانه‌ای فیزیکی روبرو هستیم اما هرگز نمی‌توانیم پیش‌بینی کنیم که در لحظه بعد چه اتفاقی می‌افتد.

فصل ۴

چگونه تصمیم می گیریم؟

آیا بستنی بخورم یا نه؟ آیا الان به این ایمیل جواب بدهم یا بعد؟ ما هر روز هزاران تصمیم می گیریم: چه کنم؟ کدام راه را انتخاب کنم؟چگونه پاسخ دهم؟ آیا مشارکت کنم یا نه؟ فرضیه‌های تصمیم گیری ابتدا بر این اساس بودند که انسان‌ها بازیگران معقولی هستند و برای اخذ تصمیم مطلوب دلایلی را که به نفع یا به زیان فلان تصور هستند در نظر می گیرند. اما مشاهدات علمی نشان می‌دهند که تصمیم گیری انسان‌ها چنین اساسی ندارد. مغز از شبکه‌های متعددی که با هم در حال رقابت هستند تشکیل شده. هر یک از این شبکه‌ها اهداف و نیات خود را دنبال می کنند. وقتی می خواهید بستنی بخورید برخی از شبکه‌های مغزی از شیرینی خوش‌شان می آید و برخی دیگر بنا به دلایلی بستنی را غذای بی‌فایده می‌دانند مصرف آن را رد می کنند. همچنین شبکه‌هایی در مغز وجود دارند که می گویند شاید بتوانید بستنی بخورید به این شرط که روز بعدش به ورزشگاه بروید. مغز مانند مجلسی است که اعضای آن را نورون‌ها تشکیل می‌دهند و در آن گروه‌های سیاسی گوناگونی به رقابت با هم مشغول‌اند و هر یک از این گروه‌ها می توانند کشتی وجود ما را به این‌سو یا آن‌سو برانند. گاهی تصمیم‌های خودخواهانه یا سخاوتمندانه می گیریم و گاهی به چشم‌انداز درازمدت مسئله نظر می کنیم. ما موجودات پیچیده‌ای هستیم که در وجودمان رانه‌های بسیاری دست‌اندر کارند و لازم است به منظور حفظ تعادل همه آن‌ها را تحت نظارت خود داشته باشیم.

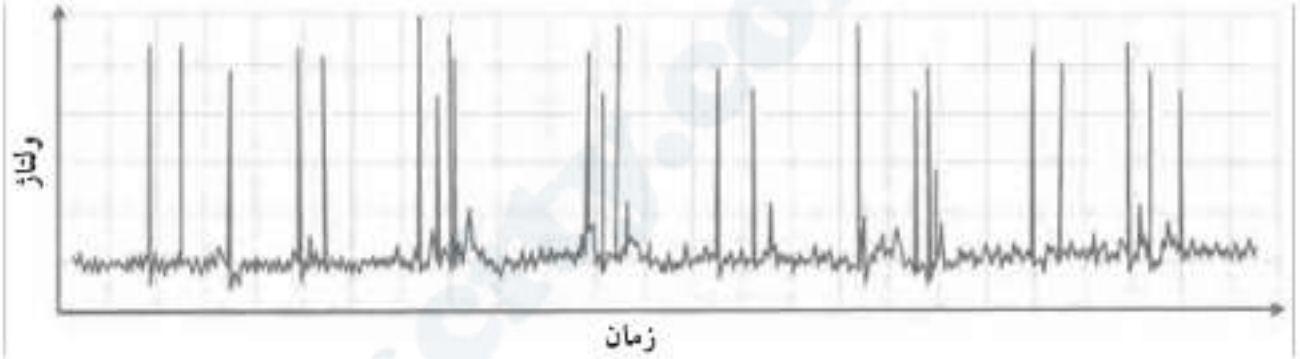
ندای یک تصمیم

در اتاق عمل دارند مغز بیماری به نام جیم را عمل می‌کنند تا شاید بتوانند جلوی لرزش دست‌هایش را بگیرند. جراح مغز سیم‌های بلندی موسوم به الکترود را به مغز او وصل کرده است. وقتی یک جریان الکتریکی مختصر از راه سیم به مغز جیم ارسال می‌کنند، الگوی فعالیت نورونی مغز او به نحوی تغییر می‌کند که لرزش دست‌هایش کمتر می‌شود.

این الکترودها فرصت ویژه‌ای برای شنود فعالیت نورونی مغز فراهم می‌کنند.

نورون‌ها با یکدیگر از راه امواج الکتریکی مشخصی که «پتانسیل عمل»[1] نامیده می‌شوند ارتباط دارند. اما این امواج بسیار کوچک و غیرقابل رویت هستند، بنابراین جراحان و محققان برای شنود، آن‌ها را به یک بلندگو انتقال می‌دهند. به این ترتیب تغییر اندکی در ولتاژ به‌اندازه یک دهم ولت که یک هزارم ثانیه طول می‌کشد، به صدایی قابل شنود تبدیل می‌شود.

با قرار دادن الکترود در نواحی مختلف مغز الگوی فعالیت آن‌ها توسط گوشی‌های حرفه‌ای قابل شناسایی است. در برخی از نواحی صدای پاپ!پاپ!پاپ! شنیده می‌شود. اما در نواحی دیگر صدایی شبیه پاپ!... پاپ پاپ!...پاپ! به گوش می‌رسد. درست مثل این است که ناگهان به شنود صدای افرادی که در سراسر جهان در حال صحبت هستند بپردازیم. چون این افراد به فرهنگ‌های مختلفی تعلق دارند و مشاغل گوناگونی دارند بنابراین گفتگوهایی که بین آن‌ها جریان دارد از یک سنخ نیستند.



بر صفحه مانیتور امواج نیزه‌مانند بلند و کوتاه مدتی که همان جریان الکتریکی موسوم به پتانسیل عمل هستند ظاهر می‌شوند. هر ایده‌ای که به ذهن جیم برسد و هر خاطره‌ای را که به یاد آورد و هر گزینه‌ای که به آن فکر کند با این حروف ریز و معماگونه‌ای که بی‌شباهت به خط هیرو گلیف نیستند نوشته می‌شوند.

من به عنوان محقق در اتاق عمل حضور یافتم: همکارم داشت مریض را عمل می‌کرد. هدف من این بود که بهتر به چگونگی اخذ تصمیم در مغز بیمار پی ببرم. برای نیل به این هدف از جیم خواستم کارهای مختلفی مانند صحبت کردن، خواندن، نگاه کردن و تصمیم گرفتن را انجام دهد تا بتوانم الگوی فعالیت نورونی مربوط به هر یک را کشف کنم. چون مغز گیرنده درد ندارد بیمار می‌تواند حین عمل جراحی مغز بیدار و هشیار بماند. من از جیم خواستم در همان حال که مشغول ثبت امواج مغزش بودیم به تصویر نگاه کند.

1. Action potential

وقتی در این تصویر پیرزنی را می‌بینید چه اتفاقی در مغزتان می‌افتد؟ وقتی در تصویر زن جوانی را می‌بینید چه تغییری در مغزتان حاصل می‌شود؟

ممکن است در این تصویر زن جوانی را ببینید که کلاهی بر سر دارد و رویش را برگردانده و دارد به طرف دیگر نگاه می‌کند: حال اگر به گونه دیگری به تصویر نگاه کنید می‌توانید پیرزنی را ببینید که دارد به طرف پایین و دست چپش نگاه می‌کند. در واقع این تصویر را می‌توان به دو حالت دید. این پدیده را «ادراک دوگانه»[1] می‌نامند. یعنی خطوط روی صفحه را می‌توان به دو حالت تفسیر کرد. وقتی به تصویر خیره شوید یک حالت را می‌بینید و کمی بعد حالت تصویر عوض می‌شود و دوباره به حالت اول درمی‌آید و برعکس. نکته مهم اینجاست که در خود تصویر هیچ تغییری به وجود نمی‌آید. پس وقتی جیم می‌گوید تصویر عوض شده، علت این است که در مغزش چیزی تغییر کرده است.

وقتی او تصویر زن جوان یا زن پیری را ببیند، در واقع مغزش تصمیم خاصی را گرفته است. این تصمیم‌گیری لازم نیست آگاهانه باشد. در این مورد خاص سامانه بینایی جیم تصمیمی ذهنی می‌گیرد و مکانیسم تغییر و تبدیل حالت تصویرکاملاً

1. Perceptual bistability

پنهان است. به طور فرضی مغز باید بتواند زن پیر و زن جوان را در آن واحد ببیند. اما در عمل مغز چنین برداشتی ندارد. مغز تصویری را می‌بیند که باید در موردش انتخاب کند. وقتی انتخاب انجام شد، ممکن است انتخاب دیگری انجام شود و مغز بین این دو گزینه بارها نوسان کند. اما مغز طوری عمل می‌کند که سرانجام تردید و ابهام را به انتخاب بدل می‌کند.

بنابراین وقتی مغز جیم در مورد تفسیر تصویر به عنوان زنی جوان به قطعیت می‌رسد، می‌توانیم پاسخی را که گروه کوچکی از نورون‌های مغز او به این مسئله داده‌اند بشنویم. فعالیت برخی از نورون‌ها در این لحظه افزایش می‌یابد (پاپ. پاپ!پاپ!...پاپ!) حال آنکه فعالیت برخی از نورون‌ها کاهش می‌یابد (پاپ!... پاپ!...پاپ!...پاپ!) نکته فقط افزایش یا کاهش فعالیت نورون‌ها نیست، گاهی الگوی فعالیت نورون‌ها نیز به گونه‌ای ظریف تغییر می‌کند. مثلاً فعالیت نورون‌ها با سایر گروه‌های نورونی همزمان یا ناهمزمان می‌شود، حال آنکه سرعت فعالیت ثابت می‌ماند.

نورون‌هایی که در حال بررسی فعالیت آن‌ها هستیم خود به تنهایی مسئول تغییر درک نیستند. بلکه باید با میلیاردها نورون دیگر همکاری کنند. پس تغییرهایی که می‌بینیم نماینده تغییر الگوهایی هستند که در نواحی گسترده‌ای از مغز به وجود می‌آیند. وقتی در مغز جیم یک الگوی فعالیت بر الگویی دیگر غلبه می‌یابد یعنی مغز به تصمیم مشخصی رسیده است.

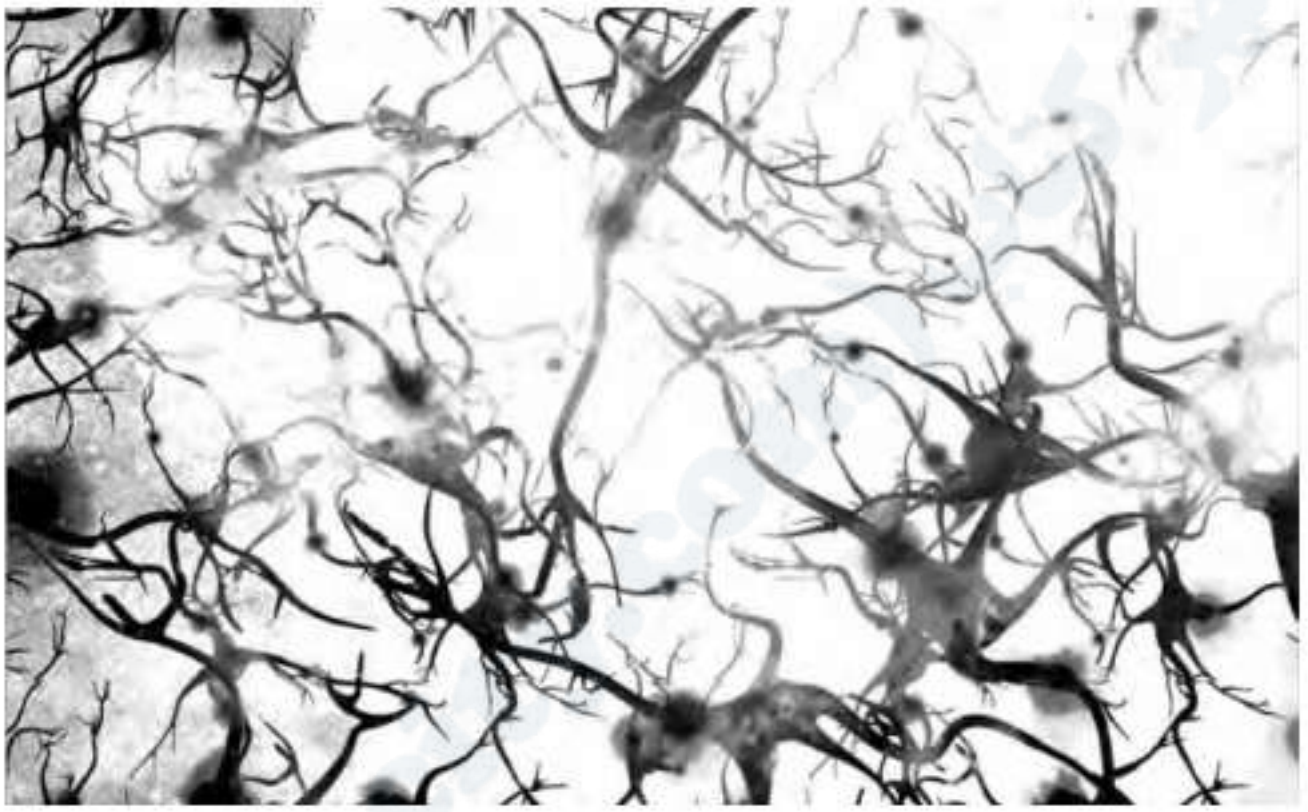
پس وقتی به صدای فعالیت نوار مغز جیم (پاپ! پاپ! پاپ!) گوش می‌دهیم جا دارد که بترسیم. این صدا مانند صدای همه تصمیم‌هایی است که در تاریخ گونه انسان اخذ شده‌اند. پیشنهادهای ازدواج، اعلام جنگ، جهش‌های تخیل، آغاز مأموریت برای سفری ناشناخته، اعمال برخاسته از مهر و کین، انواع دروغ‌ها و نیرنگ‌ها، حالت‌های توأم با سرخوشی، هر لحظه مهم و حساس. همه این‌ها در ظلمات جمجمه انسان و طبق فعالیت شبکه‌های سلولی مغز پدیدار می‌شوند.

مغز ماشینی است که بر پایه تعارض ساخته شده است.

بیایید به آنچه در مغز اتفاق می‌افتد دقیق‌تر نگاه کنیم. فرض کنید در مغازه بستنی فروشی ایستاده‌اید و در حال اخذ تصمیمی ساده هستید. مثلاً می‌خواهید بین دو طعم بستنی نعنایی و لیمویی که هر دو را دوست دارید تصمیم بگیرید. وقتی از بیرون به قضیه نگاه می‌کنیم به نظر نمی‌رسد که دارید کار سختی را انجام می‌دهید.

شما فقط می‌ایستید و نگاه‌تان بین دو گزینه موجود نوسان می‌کند. اما در واقع در درون مغزتان توفانی برپاست.

یک نورون به تنهایی تأثیر تعیین‌کننده‌ای ندارد. اما هر نورون با هزاران نورون دیگر ارتباط دارد و هر یک از این نورون‌ها نیز با هزاران نورون دیگر و این روند ادامه می‌یابد تا جایی که شبکه‌ای درهم‌تنیده به وجود می‌آید. هر یک از این نورون‌ها به منظور تحریک یا سرکوب فعالیت یکدیگر موادی شیمیایی ترشح می‌کنند.



گروه‌های نورونی مانند جناح‌های سیاسی رقیب برای کسب سلطه با یکدیگر مبارزه می کنند.

در این شبکه مجموعه خاصی از نورون‌ها نماینده نعناع هستند. این الگو از نورون‌هایی که به طور متقابل یکدیگر را تحریک می‌کنند تشکیل شده است. این نورون‌ها الزاماً مجاور هم نیستند. بلکه ممکن است به نواحی گوناگون مغز مربوط باشند که در امر بوییدن، چشیدن، دیدن و خاطره‌های فرد در مورد نعناع دخالت دارند. هر یک از این نورون‌ها به تنهایی رابطه اندکی با نعناع دارند. در واقع هر نورون در ائتلاف‌های متغیری که با سایر نورون‌ها دارد و در زمان‌های مختلف نقش‌های متفاوتی را برعهده می‌گیرد. اما وقتی همه نورون‌ها با هم در یک جناح واحد فعال شوند... مغز مفهوم نعناع را انتخاب می‌کند. وقتی در برابر پیشخوان بستنی‌فروشی ایستاده‌اید جناح‌های نورونی مانند اشخاصی که به طریق آنلاین با هم ارتباط دارند، مشتاقانه سرگرم گفتگو هستند.

این گروه از نورون‌ها در فرآیند گزینش تنها نیستند. در همان زمان نورون‌هایی

که طرفدار طعم لیمو هستند به عنوان جناح رقیب در حال فعالیت‌اند. هر یک از دو ائتلاف نعناع و لیمو سعی می‌کنند با افزودن به دامنه فعالیت خود دست بالاتر را بگیرند و دیگری را از میدان به در کنند. آن‌ها همچنان به نبرد ادامه می‌دهند تا یکی‌شان سرانجام پیروز شود. شبکه پیروز مشخص می‌کند که شما در گام بعدی باید چه کاری را انجام دهید.

مغز برخلاف کامپیوتر براساس تعارض بین امکان‌های گوناگونی کار می‌کند که هر یک سعی دارند بر دیگری غلبه کنند. همیشه چندین انتخاب پیش روی ما وجود دارد. حتی پس از انتخاب طعم نعناع یا لیمو پای تعارض جدیدی به میدان می‌آید. آیا باید همه بستنی را بخوریم؟ بخشی از وجود شما طالب مصرف همه این منبع لذیذ انرژی است. اما در همان حال بخشی از وجودتان ندا می‌دهد که این خوردنی سرشار از قند است و می‌گوید شاید بهتر باشد به جای خوردن بستنی ورزش کنید. اینکه در عمل همه بستنی ظرف را بخورید یا نه به سرانجام نبردی وابسته است که در مغزتان جریان دارد.

به دلیل همین تعارض مداوم مغز است که گاهی با خود بحث می‌کنیم، به خودمان لعنت می‌فرستیم یا می‌خندیم. اما چه کسی دارد با چه کسی حرف می‌زند؟ در واقع این خود ما هستیم ــ بخش‌های مختلف وجود ما هستند که دارند با هم حرف می‌زنند.

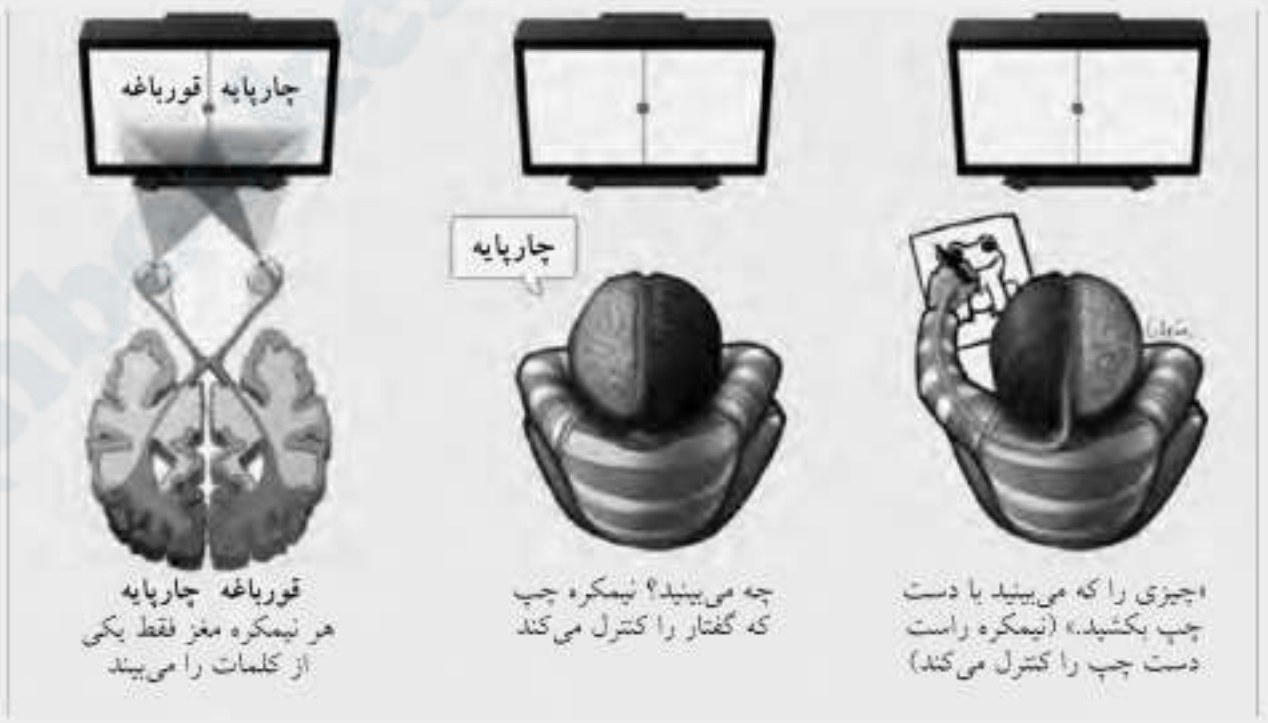
با ذکر مثالی ساده می‌توان این تعارض درونی را بهتر نشان داد. مثلاً رنگ هر یک از کلمه‌های تصویر زیر را بیان کنید:

نیمکره‌های جدا از هم مغز: پرده برداشتن از معمای تعارض

در شرایط خاصی می‌توان مسئله وجود تعارض بین قسمت‌های مختلف مغز را با سهولت بیشتری بررسی کرد. یکی از راه‌های درمان صرع آن است به طریق جراحی دو نیمکره مغز را از هم جدا کنند. دو نیمکره مغز توسط شاهراهی از نورون‌ها که جسم پینه‌ای (Corpus callosum) نام دارد با یکدیگر مربوط هستند و این امر اجازه می‌دهد دو نیمه بدن با یکدیگر هماهنگ باشند. مثلاً اگر احساس سرما کنید یک دست‌تان بخش ثابت زیپ را نگه می‌دارد و دست دیگر گیره زیپ را بالا می کشد.

اما وقتی جسم پینه‌ای قطع شود وضعیت بالینی آشفته‌ای به نام «سندروم دست‌های بیگانه» به وجود می‌آید. در این بیماری دو دست مخالف هم به کار می‌افتند. مثلاً بیمار می‌خواهد زیپ ژاکتش را با یک دست بالا بکشد، اما دست دیگرش ناگهان گیره زیپ را پایین می کشد یا بیمار ممکن است یک دست‌اش را برای برداشتن بیسکوئیت دراز کند اما دست دیگر آن را پس می‌زند. در این حالت، تعارضی که در مغز وجود دارد به این دلیل که نیمکره‌های مغز مستقل از هم عمل می کنند آشکار می‌شود.

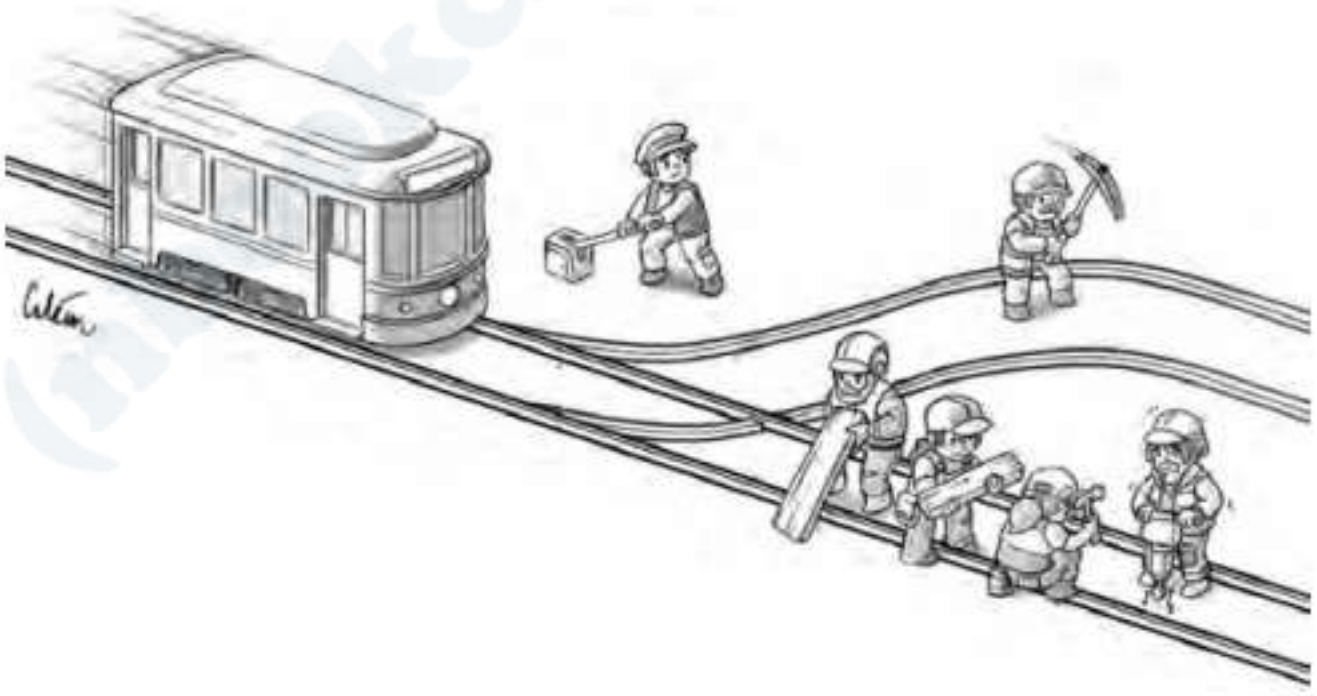
«سندروم دست‌های بیگانه» طی هفته‌ها پس از انجام این عمل جراحی به تدریج از میان می‌رود و دو نیمکره مغز با استفاده از راه‌های ارتباطی باقی مانده هماهنگ می‌شوند. اما این سندروم نشان می‌دهد که حتی در مواردی که ما خود را بسیار مصمم می‌دانیم، اعمال ما حاصل نبردهای پردامنه‌ای هستند که در ظلمات جمجمه به طور مداوم روی می‌دهند.



اطلاعات نیمه چپ میدان بینایی به نیمکره راست می‌رود و برعکس. بنابراین وقتی دو کلمه که بین آن‌ها حائلی وجود دارد به فردی که دو نیمکره مغزش از هم جدا شده عرضه می کنیم، او تنها نیمی از کلمه را می‌بیند.

خواندن این کلمات مشکل است. چرا انجام چنین کار ساده‌ای با توجه به اینکه راهکار مشخصی دارد باید تا این حد دشوار باشد؟ علت این است که یک شبکه مغز کار شناسایی رنگ و اختصاص دادن نامی به آن را برعهده دارد. در همان حال شبکه‌های دیگری در مغز مسئول خواندن کلمات هستند و این‌ها به اندازه‌ای حرفه‌ای کار می‌کنند که خواندن کلمات به امری خودبخودی و طبیعی بدل شده است. وقتی می‌خواهید برای دادن پاسخ درست تمایل به قرائت کلمه را در برابر اعلام رنگ سرکوب کنید نزاعی بین سامانه‌های مذکور درمی‌گیرد که می‌توانید آن را حس کنید. بهتر است خودتان این آزمون را انجام دهید.

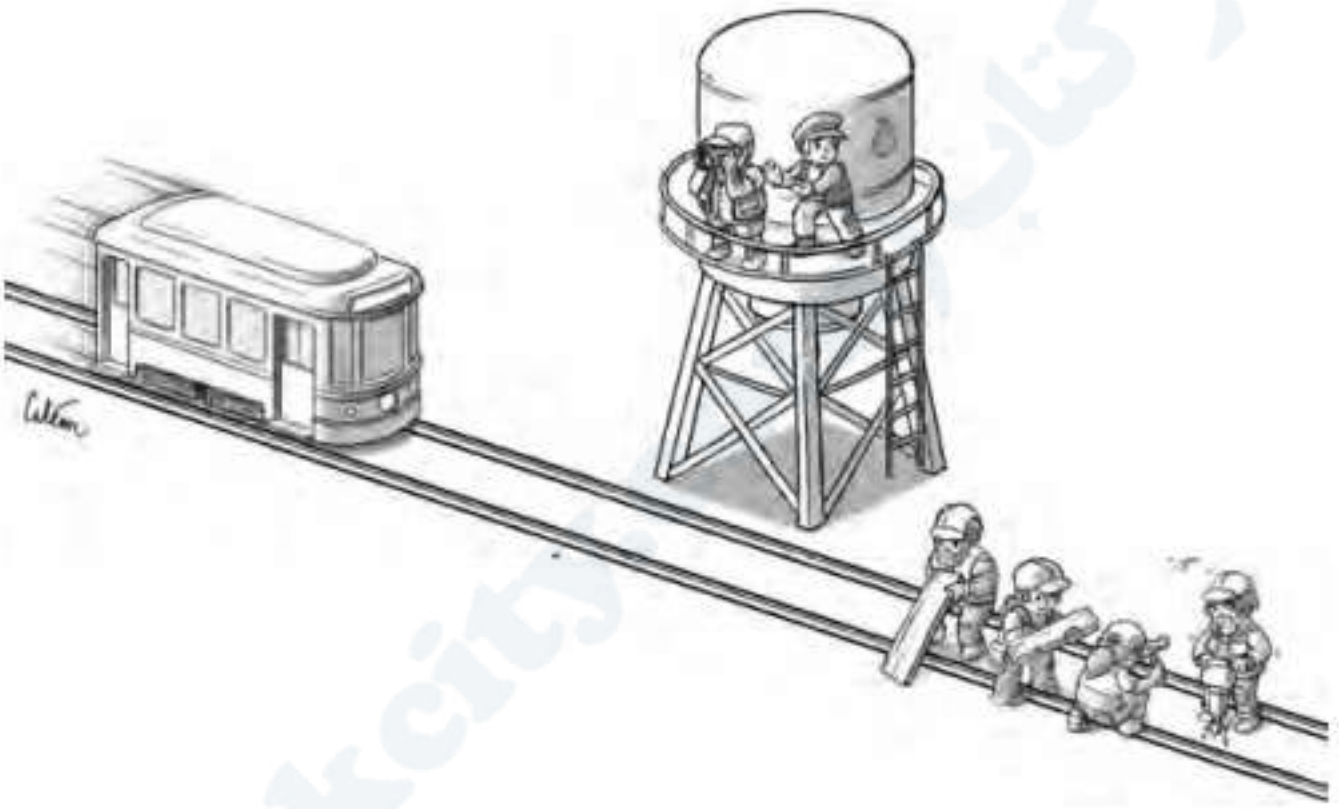
برای گره‌گشایی از طرز کار این سامانه‌های رقیب در مغز به آزمایشی فکری به نام «دوراهی تراموا» توجه می‌کنیم. تراموایی که از کنترل خارج شده دارد روی ریل جلو می‌آید. چهار کارگر کمی جلوتر دارند ریل را تعمیر می‌کنند و شما که ناظر ماجرا هستید می‌فهمید که چیزی نمانده تراموا این چهار نفر را زیر بگیرد. بعد متوجه می‌شوید که می‌توان با فشار دادن اهرمی تراموا را به خط دیگری هدایت کرد. اما صبر کنید! ناگهان می‌بینید که روی آن خط دیگر نیز کارگری در حال کار است. بنابراین اگر اهرم را بکشید آن کارگر کشته می‌شود و اگر اهرم را نکشید چهار نفر کشته می‌شوند. آیا در چنین حالتی اهرم را می‌کشید؟



وقتی از افراد پرسیدیم که در این حالت چه کار می کنید، تقریباً همه گفتند «اهرم را می کشیم. چون بهتر است به جای ۴ نفر یک نفر کشته شود.» آیا این نظر درست است؟

حالا داستان دومی را که مختصری با اولی فرق دارد در نظر بگیرید. این بار

وضعیت مثل حالت اول است: تراموایی که ترمزش بریده، دارد روی ریل جلو می‌آید و کم مانده که چهار نفر کارگر را زیر بگیرد. اما شما روی عرشه منبع آبی ایستاده‌اید و دارید به خطوط ریل نگاه می‌کنید. کنار شما مرد درشت‌هیکلی ایستاده و دارد به دوردست نگاه می‌کند. شما متوجه می‌شوید که اگر او را هل بدهید درست روی ریل می‌افتد و هیکل درشت او می‌تواند تراموا را متوقف کند و جان چهار کارگر را نجات دهد. آیا او را هل می‌دهید؟

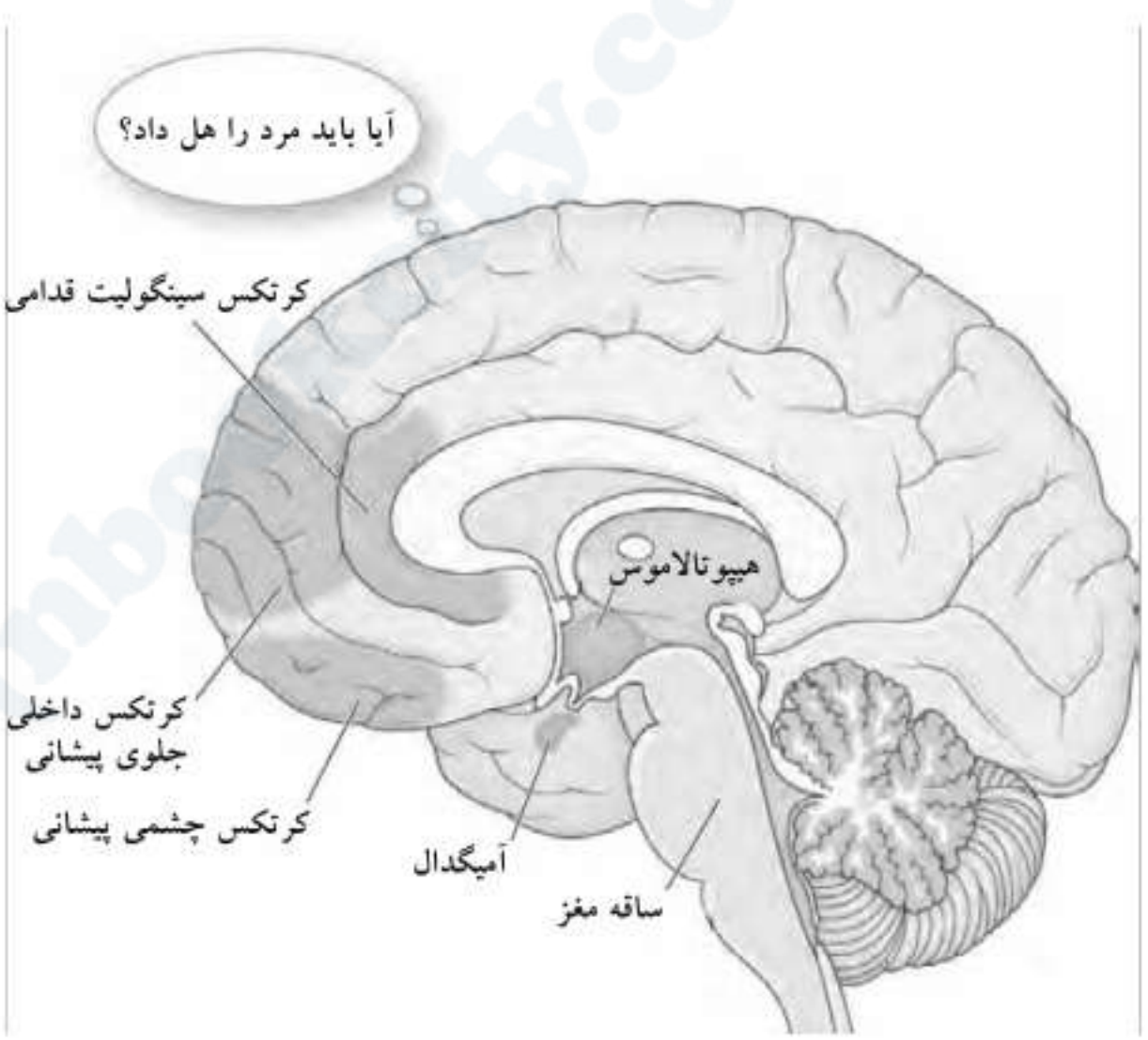


سناریوی دوم دوراهی تراموا: در این حالت تقریباً هیچ کس حاضر نیست مرد درشت هیکل را هل بدهد؟ چرا؟ وقتی این سو آل را از داوطلبان پرسیدند جواب دادند «چون این کار قتل محسوب می‌شود و خطاست.»

اما اجازه بدهید. آیا این دو سناریو در واقع یکی نیستند؟ یعنی طاق زدن زندگی یک نفر با زندگی چهار نفر؟ چرا نتایج پرسش از افراد در سناریو دوم تا این حد متفاوت است؟ علمای علم اخلاق به این مسئله از زوایای گوناگون نگریسته‌اند. اما تصویربرداری از مغز بهترین و سرراست‌ترین جواب را عرضه کرده است. مغز سناریوی اول را نوعی معمای ریاضی تلقی می‌کند و بنابراین دوراهی اول فقط بخش‌هایی از مغز را که دست‌اند.کار حل مسائل منطقی هستند فعال می‌کند.

در سناریوی دوم شما باید به طور فیزیکی وارد گود شوید مردی را از بالای منبع آب به پایین هل دهید و موجب مرگ او شوید. این کار شبکه‌های دیگری از مغز را وارد میدان تصمیم‌گیری می‌کند: بخش‌هایی که در بروز عاطفه دخالت دارند.

برخی از بخش‌های مغز در حل مسائل منطقی بیشتر دخالت دارند.



وقتی قرار است کسی را هل بدهیم و موجب مرگ او شویم شبکه‌های عاطفی مغز ما فعال می‌شوند و این امر سبب تفاوت در تصمیم گیری ما نسبت به سناریوی اول می‌شود.

در سناریوی دوم درگیر تعارض بین دو سامانه مغزی هستیم که نظرهای متفاوتی داریم. شبکه‌های عقلانی به ما می‌گویند که مرگ یک نفر بر مرگ چهار نفر ارجح است. اما شبکه‌های عاطفی ما این برداشت را القا می‌کنند که قتل یک ناظر کار غلطی است. در این جا فرد بین انگیزه‌های متناقض گیر می‌کند و بنابراین احتمال دارد تصمیم متفاوتی بگیرد.

دوراهی تراموا چگونگی رفتار ما را در وضعیت‌های واقعی آشکار می‌کند. مثلاً حالت جنگ را در نظر بگیرید که بیشتر شبیه کشیدن اهرم است تا هل دادن شخصی از بالای برج منبع آب. وقتی شخصی با فشار دادن تکمه‌ای یک موشک دوربرد را شلیک می‌کند فقط آن دسته از شبکه‌های عصبی مغزش که درگیر حل مسائل منطقی هستند وارد عمل می‌شوند. هدایت یک پهپاد مثل یک بازی ویدئویی است. پیامدهای دوردست حملات سایبری از دید عامل آن‌ها پنهان می‌مانند. در این‌گونه حالات شبکه‌های عصبی مغز که مسئول تفکر منطقی هستند فعال می‌شوند، اما شبکه‌های عاطفی ممکن است برکنار بمانند. ماهیت جدایی منطق و عاطفه، تعارض درونی در جنگ‌های از راه دور را به حداقل می‌رساند و اقدام به عمل را تسهیل می‌کند.

یکی از علما پیشنهاد کرده که تکمه شلیک موشک هسته‌ای را باید درون قفسه سینه بهترین دوست فرد عامل شلیک جاسازی کنند. به این ترتیب اگر او بخواهد چنین موشکی را شلیک کند باید نخست سینه عزیزترین دوست خود را بشکافد و الزام به این کار شبکه‌های عاطفی مغز او را درگیر می‌کند. وقتی می‌خواهید تصمیم‌های بین مرگ و زندگی بگیرید اینکه فقط از منطق استفاده کنید خطرناک است. عواطف جنبه نیرومند وجود انسان هستند و به ما بینش و جهت می‌دهند و اگر بخواهیم آن‌ها را تصمیم‌گیری خود حذف کنیم مایه تأسف خواهد بود. اگر مثل روبات‌ها عمل کنیم جهان بهتری به وجود نمی‌آید.

دانش علوم اعصاب هنوز در ابتدای راه است، اما نگرش بها دادن به عواطف سابقه‌ای بس طولانی دارد. یونانیان باستان همواره می‌گفتند ما باید زندگی خود را مانند گردونه‌ای در نظر بگیریم که دو اسب سیاه و سفید به آن بسته‌اند. و ما هدایت آن را برعهده داریم. اسب سفید نماد منطق و اسب سیاه نماد عاطفه است. هر اسب سعی می‌کند گردونه را به یک طرف بکشد. کار ما آن است که افسار هر دو اسب را به دست بگیریم و گردونه را در میانه راه پیش ببریم.

در واقع می‌توان با تکیه بر روش‌های علوم اعصاب برای روشن کردن ارزش

عواطف، حالتی را که فرد، عواطف خود را از دست می‌دهد بررسی کرد.

وضعیت‌های خاص جسمی می‌توانند در تصمیم‌گیری ما دخیل باشند

عواطف علاوه بر غنی‌تر کردن زندگی ما نقش‌های دیگری نیز دارند. عواطف عناصر پشت صحنه‌ای هستند که جهت حرکت ما را برای انجام دادن امور به شکل گام به گام مشخص می‌کنند. با مروری بر وضعیت خانم تامی مایرز، مهندسی که در سانحه رانندگی آسیب دید این مسئله بهتر روشن می‌شود. به دنبال این تصادف قسمت چشمی- پیشانی کرتکس مغز تامی یعنی قسمتی که بالای حفره چشم‌ها قرار دارد، آسیب دید. این ناحیه از مغز برای یکپارچه‌سازی سیگنال‌هایی که از بدن می‌رسند اهمیت بسیار دارد. این سیگنال‌ها به سایر قسمت‌های بدن اعلام می‌کنند که بدن در چه شرایطی قرار دارد: مثلاً گرسنه، عصبی، بی‌قرار، آشفته، تشنه یا شاد و سرحال است.

ظاهر تامی شباهتی به کسی که دچار ضربه مغزی شده باشد ندارد. اما کافی است ۵ دقیقه کنارش بنشینید تا پی ببرید که در اخذ تصمیم‌های روزمره زندگی مشکل دارد. تامی اگرچه قادر به بیان دلایلی که به سود یا زیان گزینه‌ای معینی که در برابرش قرار دارد نیست، اما حتی در وضعیت‌های بسیار ساده نیز بلاتکلیف می‌ماند. از آنجا که او قادر به درک عواطف خود نیست، تصمیم‌گیری در هر زمینه‌ای که با آن روبرو باشد برایش بسیار دشوار است. تامی با توجه به عدم توانایی در اخذ تصمیم کار چندانی انجام نمی‌دهد و به گفته خودش تمام روز را روی مبل لم می‌دهد.

آسیب مغزی تامی نکته مهمی را درباره روند تصمیم‌گیری آشکار می‌کند. شاید بهتر باشد که تصور کنیم مغز همچون فرمانروایی است که از بالا به بدن فرمان می‌دهد. اما در واقع مغز به طور پیوسته اطلاعاتی را از بدن دریافت می‌کند. سیگنال‌های فیزیکی که از بدن به مغز می‌رسند خلاصه‌ای از مسائل جاری و نیازها را ارائه می‌کنند. بنابراین برای اخذ تصمیم مغز و بدن باید با یکدیگر همکاری تنگاتنگ داشته باشند.

مثالی می‌زنیم: فرض کنید می‌خواهید بسته‌ای را که اشتباهی به شما داده‌اند به همسایه بغلی خود بدهید. اما وقتی به در حیاط آن‌ها نزدیک می‌شوید و سگ‌شان پارس می‌کند و دندان‌هایش را نشان می‌دهد آیا در حیاط را باز می‌کنید و به طرف در اصلی منزل می‌روید؟ در اینجا اطلاعات آماری شما درباره سگ‌ها عامل

تصمیم‌گیری نخواهد بود، بلکه حالت تهدیدآمیز سگ واکنش‌های فیزیولوژیکی در بدن شما ایجاد می‌کند. مثلاً تعداد ضربان قلب افزایش می‌یابد، احساس فشار در شکم به وجود می‌آید، عضلات بدن منقبض می‌شوند، مردمک‌ها گشاد می‌شوند و سطح هورمون‌های خون تغییر می‌کند، دهانه غددعرق باز می‌شود و غیره. این پاسخ‌ها خودبخودی و ناآگاهانه بروز می‌کنند.

در این لحظه که دست‌تان را روی در حیاط گذاشته‌اید می‌توانید به جزئیات بسیاری (مثلاً رنگ قلاده سگ) توجه کنید، اما مغز شما فقط می‌خواهد بداند آیا باید با سگ طرف شوید یا بسته را به طریق دیگری به صاحبش برسانید. حالات بدن شما به این تصمیم‌گیری کمک می‌کند و خلاصه‌ای از وضعیت را به مغز ارائه می‌دهد. گزارش فیزیولوژیک بدن شما می‌تواند سرفصلی کوتاه باشد نظیر «وضع خراب است.» یا «اوضاع امن است.» و به این ترتیب مغز می‌تواند تصمیم بگیرد باید چه راهی را در پیش بگیرد.

بیشتر وضعیت‌ها حاوی جزئیاتی هستند که رسیدن به تصمیمی مشخص را صرفاً با تکیه بر منطق ناممکن می‌سازند. برای هدایت روند تصمیم گیری باید خلاصه و فشرده‌ای از مسائل را در نظر بگیریم. مثلاً اینکه «اوضاع امن است.» یا «وضع خطرناک است.» حالت فیزیولوژیک بدن امکان برقراری نوعی گفتگوی دوجانبه با مغز را میسر می کند.

ما هر روز با مسائلی مانند آنچه گفته شد روبرو می‌شویم. سیگنال‌های فیزیولوژیک معمولاً پنهان هستند و ما در بیشتر موارد از آن‌ها باخبر نمی‌شویم. اما این سیگنال‌ها در تصمیم‌هایی که می‌گیریم نقش مهمی بازی می‌کنند. فرض کنیم داریم به سوپرمارکت می‌رویم. سوپرمارکت یکی از آن جاهایی است که اگر تامی واردش شود دچار سردرگمی می‌شود. اینکه کدام سیب را بخرد؟ کدام نوع نان را انتخاب کند؟ کدام بستنی را بردارد؟ هر یک از خریداران با هزاران انتخاب روبرو هستند. به همین دلیل است که ما هزاران ساعت از عمر خود را در راهروهای فروشگاه‌ها سپری می‌کنیم تا شبکه‌های عصبی مغزمان فلان تصمیم را بگیرند. با وجودی که خود نمی‌دانیم اما بدن ما برای رهایی از این پیچیدگی حیرت‌آور به ما کمک می‌کند.

مثلاً فرض کنید می‌خواهید یک قوطی سوپ بخرید. برای تصمیم‌گیری در این باره عوامل گوناگونی مانند میزان کالری و نمک، قیمت، طعم، نوع بسته‌بندی و غیره مطرح هستند. اگر شما یک روبات بودید برای اخذ تصمیم باید تمام روز را سرجای خود می‌ماندید و به نتیجه مشخصی هم نمی‌رسیدید. برای رسیدن به تصمیم باید بتوانید به نوعی مسائل را خلاصه کنید. فکر کردن درباره قیمت ممکن است باعث شود دست‌تان عرق کند یا اگر یاد آخرین باری که نودل مرغ خوردید بیفتید ممکن است آب از لب و لوچه‌تان سرازیر شود. از طرفی فکر کردن در این باره که بعضی از سوپ‌ها خیلی چرب و چیلی هستند ممکن است باعث دل‌پیچه شود. تجربه جسمی شما ممکن است به نفع انتخاب فلان یا بهمان نوع سوپ باشد و به این ترتیب اخذ تصمیم نهایی برای شما آسان‌تر شود. برای رسیدن به تصمیم نهایی شما نوشته‌ها روی قوطی را فقط نمی‌خوانید، بلکه مفهوم آن‌ها را حس می‌کنید. این علائم عاطفی خفیف‌تر از آن‌هایی هستند که در هنگام روبرو شدن با سگ خشمگین در شما ایجاد شده بود. اما اصل مطلب همان است: هر گزینه‌ای با یک علامت جسمی همراه است و این نکته در تصمیم‌گیری به شما کمک می‌کند.

قبلاً گفتیم که موقع انتخاب بین بستنی نعنایی و لیمویی بین شبکه‌های عصبی مغزتان نبردی درمی‌گیرد. حالت فیزیولوژیک بدن‌تان در این نبرد اهمیت بسیار دارد و می‌تواند سبب پیروزی یکی از شبکه‌های دست‌اندرکار در این تصمیم‌گیری شود. تامی قادر به یکپارچه‌سازی سیگنال‌های جسمی خود برای اخذ تصمیم نیست. بنابراین نمی‌تواند مقایسه سریعی بین گزینه‌های موجود به عمل آورد و

راهی برای مقدم دانستن برخی از ویژگی‌های آشنا بر آن‌های دیگر بیابد. به همین دلیل است که همیشه روی مبل لم می‌دهد. چون هیچ یک از گزینه‌هایی که در برابرش قرار دارند حامل بار عاطفی نیستند. تامی راهی برای پیروز کردن این یا آن شبکه عصبی که درگیر این انتخاب هستند ندارد. به همین دلیل بحث و گفتگوهایی که در مغزش جریان دارند سرانجام به بن بست می‌رسند.

چون ذهن خودآگاه ما پهنای باند محدودی دارد ما همیشه به سیگنال‌های جسمی که در تصمیم‌گیری مؤثرند دسترسی نداریم. بیشتر اعمال بدن ما بدون آنکه باخبر باشیم انجام می‌شوند. با این همه این سیگنال‌ها پیامدهای بسیاری درباره چگونگی درک ما از خود دارند. مثلاً یکی از دانشمندان علوم اعصاب به نام رید مونتاگ به وجود رابطه‌ای بین خط مشی یک فرد و چگونگی پاسخ‌های عاطفی او پی برد. او داوطلبان را در یک اسکنر مغز قرار داد تا بتواند پاسخ آن‌ها را به تصاویری که برانگیزاننده حس بیزاری بودند (از تصویر مدفوع گرفته تا اجساد و غذاهای پوشیده از مگس) بررسی کند. به محض خروج داوطلبان از اسکنر از آن‌ها می‌پرسیدند «آیا دوست دارند باز هم در آزمون مشابهی شرکت کنند؟» اگر جواب مثبت بود از آن‌ها می‌خواستند به مدت ده دقیقه پرسشنامه‌ای درباره ایدئولوژی سیاسی را پر کنند. در این پرسشنامه از آن‌ها درباره مسائلی چون حمل اسلحه، سقط جنین، روابط جنسی خارج از محدوده ازدواج و غیره سوآل می‌شد. مونتاگ دریافت داوطلبانی که از دیدن این تصاویر بیشتر بیزار می‌شدند از نظر سیاسی محافظه‌کارتر بودند و آن‌هایی که از دیدن تصاویر کمتر بیزار می‌شدند گرایش‌های آزادانه‌تری داشتند. این همبستگی چنان قوی بود که پاسخ عصبی فرد به دیدن حتی یک تصویر زشت می‌توانست با دقتی معادل ۹۵٪ ایدئولوژی سیاسی فرد را پیش‌بینی کند. بنابراین می‌توان گفت گرایش‌های سیاسی افراد از همکاری جسم و ذهن به وجود می‌آیند.

سفر به آینده

برای گرفتن هر تصمیمی تجربه‌های گذشته ما که در وجود ما ذخیره شده‌اند. و نیز وضعیت کنونی‌مان (مثلاً اینکه از خود بپرسیم آیا می‌توانم به جای مورد الف، ب را بخرم یا می‌توانم ج را انتخاب کنم؟) دخالت دارند. اما در بحث چگونگی تصمیم‌گیری موضوع دیگری نیز مطرح است: پیش‌بینی آینده

در قلمرو زندگی جانوری، هر موجودی به دنبال کسب پاداش است. پاداش

چیست؟ پاداش عبارت است از هر چیزی که جسم را به نقطه تنظیم آرمانی خود نزدیک‌تر می‌کند. وقتی جسم دچار کمبود آب می‌شود، آب پاداش است. وقتی ذخیره انرژی در حال اتمام باشد، غذا پاداش است. آب و غذا پاداش‌های اولیه هستند و به طور مستقیم به نیازهای زیستی ما اشاره می‌کنند. اما به طور شایعتر رفتارهای انسانی ما تابع پاداش‌های ثانویه‌اند، چیزهایی که پاداش‌های اولیه به دنبال آن‌ها به وجود می‌آیند. مثلاً دیدن منظره یک آب سردکن برای مغز چندان اهمیتی ندارد، اما چون ما را یاد فواره آب می‌اندازد چنان‌چه تشنه باشیم مشاهده آن برای ما ارزشمند خواهد بود. در مورد انسان‌ها حتی مفاهیم انتزاعی نیز می‌توانند با پاداش همراه باشند، مثل این احساس که در جامعه برای ما ارزش قائل هستند. و ما برخلاف حیوانات حتی قادریم این‌گونه پاداش‌ها را بر نیازهای زیستی خود مقدم بدانیم. بنابر گفته‌ی رید مونتگیو «کوسه‌ماهی‌ها هیچ‌وقت دست به اعتصاب غذا نمی‌زنند.» حیوانات فقط به دنبال ارضای نیازهای پایه‌ای خود هستند، حال آنکه انسان‌ها از این محدوده پا فراتر می‌گذارند و به آرمان‌های انتزاعی خود بهای بیشتری می‌دهند. پس وقتی ما در برابر امکان‌های متنوعی قرار می‌گیریم داده‌های درونی و بیرونی را با هم جمع می‌کنیم تا بتوانیم به حداکثر پاداشی که برای ما به عنوان فرد قابل تعریف است، دست پیدا کنیم.

چالشی که در مورد هر پاداش اعم از پاداش انتزاعی یا پایه‌ای وجود دارد این است که معمولاً نتایج انتخاب‌های ما فوری آشکار نمی‌شوند. ما تقریباً همیشه مجبوریم تصمیم‌هایی بگیریم که در آن‌ها به دنبال انجام دادن رشته‌ای از کارها در آینده پاداش‌هایی به بار می‌آیند. مثلاً سال‌ها به مدرسه می‌رویم تا در آینده به مدرک تحصیلی با ارزشی دست یابیم. سال‌ها مثل برده کاری را که دوست نداریم انجام می‌دهیم به این امید که ارتقاء پیدا کنیم. تمرین‌های سخت جسمی را انجام می‌دهیم تا به سطح مناسبی از آمادگی جسمانی برسیم.

مقایسه گزینه‌های مختلف بدان معنی است که برای هر یک از آن‌ها در اوضاع جاری براساس پیش‌بینی ارزش خاصی در نظر می‌گیریم و سپس گزینه‌ای را که دارای بیشترین ارزش است انتخاب می‌کنیم. به این داستان توجه کنید: فرض کنید کمی وقت آزاد دارم و می‌خواهم تصمیم بگیرم چه کنم. لازم است به بقالی بروم اما درعین حال دوست دارم به کافی شاپ بروم. از طرفی باید به آزمایشگاه بروم و تحقیق کنم چون زمان تحویل کار نزدیک است، همین‌طور دلم می‌خواهد وقتم را با پسرم در پارک بگذرانم. چگونه باید از این فهرست یکی را انتخاب کنم؟

البته اگر بتوانم در عمل هر یک از این کارها را انجام دهم و پاداش مربوط به آن‌ها را نیز دریافت کنم، براساس نتایج به دست آمده انتخاب بین آن‌ها کار ساده‌ای خواهد بود. اما متأسفانه سفر به آینده ممکن نیست.

یا شاید هم باشد؟

آدم‌ها نیز مثل قهرمانان فیلم «باز گشت به آینده» هر روز در گیر سفرهای زمانی هستند.

سفر به آینده کاری است که مغز انسان پیوسته در حال انجام دادن آن است. وقتی داریم تصمیمی می‌گیریم مغز ما با شبیه‌سازی سرانجام‌های مختلفی را که هر یک تقلیدی از آینده هستند مجسم می‌کند. ما می‌توانیم در ذهن خود از حال فاصله بگیریم و به جهانی که هنوز وجود ندارد سفر کنیم.

شبیه‌سازی یک سناریو در ذهن تنها قدم اول است. برای آنکه بین سناریوهای مختلف یکی را انتخاب کنیم باید بتوانیم پاداشی را که از هر یک عاید ما می‌شود تخمین بزنیم. وقتی یادم می‌افتد آشپزخانه‌ام پر از جنس و مرتب است و چیز زائدی در آن نیست احساس رضایت می‌کنم. تازه اگر به بقالی نروم می‌توانم به کار آزمایشگاهم برسم و هم بابت آن پول بگیرم و هم تشویق استاد نصیبم شود و هم از بابت پیشرفت شغلی‌ام خرسند شوم. اما فکر اینکه با پسرم به پارک بروم سبب بروز شور و شادی و حس پاداش برخاسته از صمیمیت خانوادگی می‌شود. تصمیم

نهایی من به این بستگی دارد که در شرایط موجودِ سامانه پاداش ذهن من کدام آینده پذیرفتنی‌تر باشد. انتخاب کار آسانی نیست، چون همه این ارزش‌گذاری‌ها با تفاوت‌های جزئی همراه هستند: شبیه‌سازی ذهنی رفتن به بقالی با حس ملال توأم است. نوشتن طرح برای کسب بودجه تحقیق مایه ایجاد حس بیهودگی و بیزاری است. رفتن به پارک با حس گناه برخاسته از انجام ندادن کاری مفید همراه است. مغز تحت پوشش رادار خودآگاهی همه این گزینه‌ها را یک به یک شبیه‌سازی می‌کند و برآوردی کلی از هر یک ارائه می‌دهد و بدینگونه است که تصمیم نهایی را می‌گیرد.

چگونه می‌توانم این آینده‌های فرضی را به طور دقیق شبیه‌سازی کنم؟ چگونه می‌توانم سرانجام هر یک از این حالات را پیش‌بینی کنم؟ پاسخ این است که این کار شدنی نیست. هیچ راهی وجود ندارد که براساس آن به طور قطعی پایان هر انتخاب را بدانم. شبیه‌سازی من براساس تجربه‌های قبلی و مدل‌های کنونی من برای نحوه گردش امور در دنیاست. ما نمی‌توانیم مانند حیوانات فقط دور خود بگردیم و امیدوارم باشیم بخت ما را به پاداش برساند. کار مهم مغز این است که بتواند پیش‌بینی کند. برای آنکه مغز کارش را خوب انجام دهد باید به طور پیوسته از همه تجربه‌های خود برای بهتر شناختن جهان استفاده کنیم. بنابراین در این مورد خاص، من براساس تجربه‌های گذشته خود به هر یک از گزینه‌های موجود بهایی می‌دهم. با استفاده از استودیوهای هالیوودی ذهنم به آینده سفر می‌کنم تا ببینم هر یک از انتخاب‌های من در آینده چه ارزشی خواهند داشت و به این ترتیب تصمیم می‌گیرم. آینده‌های فرضی را با هم مقایسه می‌کنم و گزینه‌های رقیب را به ارز رایجی که همان پاداش در آینده باشد تبدیل می‌کنم.

ارزش پاداشی که من برای هر گزینه پیش‌بینی می‌کنم نوعی برآورد درونی است که نشان می‌دهد هر انتخابی تا چه حد می‌تواند در آینده خوب از آب درآید. خرید از بقالی می‌تواند غذای مورد نیاز مرا تأمین کند: پس به آن ۱۰ امتیاز می‌دهم. نوشتن برای گرفتن بودجه پروژه تحقیقی کار دشواری است، اما در حرفه من انجام این کار واجب است: پس به آن ۲۵ امتیاز می‌دهم. گذراندن وقت با پسرم را دوست دارم: پس برای رفتن به پارک همراه پسرم ۵۰ امتیاز می‌دهم.

اما در اینجا با مسئله ظریفی مواجهیم: جهان بسیار پیچیده است و تخمین‌هایی که در ذهن خود انجام می‌دهیم با جوهر ثابت و دایمی نوشته نمی‌شوند.

ارزش‌گذاری‌های ما درباره مسائل پیرامونی پیوسته در حال تغییرند. چرا که در بسیاری از موارد پیش‌بینی‌های ما با آنچه که در عمل اتفاق می‌افتند متناسب نیستند. کلید یادگیری مؤثر به حساب آوردن این خطاهای پیش‌بینی[1] است: یعنی تفاوت بین سرانجام پیش‌بینی شده یک انتخاب با سرانجامی که در عمل روی می‌دهد.

در مثالی که زدم پیش‌بینی ذهنم این بود که رفتن به پارک با بیشترین میزان پاداش همراه است. اگر می‌توانستم در پارک دوستان خود را نیز ببینم وضع باز هم بهتر می‌شد. حتی شاید این اتفاق باعث می‌شد دفعه بعد برای رفتن به پارک امتیاز بالاتری در نظر بگیرم. اما اگر در عمل می‌دیدم تاب‌های پارک شکسته‌اند و باران هم می‌بارد، بار دیگر برای رفتن به پارک امتیاز کمتری قائل می‌شدم.

طرز کار این سامانه چگونه است؟ سامانه‌ای کهن و بسیار کوچک در مغز وجود دارد که کارش به روز کردن ارزیابی ما از جهان است. این سامانه از گروه‌های سلولی کوچکی واقع در مغز میانی تشکیل شده که پیام‌های خود را با نوروترنسمیتری به نام دوپامین انتقال می‌دهند.

وقتی بین پیش‌بینی ما و رویداد واقعی ناهمخوانی وجود داشته باشد، سامانه دوپامینی مغز میانی سیگنالی می‌فرستد که براساس آن جدول ارزش‌گذاری مجدداً تنظیم شود. این سیگنال به باقی قسمت‌های سامانه اعلام می‌کند که آیا اوضاع بهتر از حد پیش‌بینی شده خواهد بود (افزایش دوپامین) یا بدتر (کاهش دوپامین). سیگنال خطای پیش‌بینی به بقیه قسمت‌های مغز اجازه می‌دهد پیش‌بینی‌های خود را با آنچه که دفعه بعد در واقعیت می‌تواند روی دهد، نزدیک‌تر کنند. دوپامین مانند یک اصلاح کننده خطاهای ما عمل می‌کند و نوعی برآوردکننده شیمیایی است که همیشه در جهت به روز کردن پیش‌بینی‌های ما عمل می‌کند. بنابراین ما می‌توانیم براساس حدس‌های بهینه‌ای که درباره آینده داریم تصمیم‌های خود را به ترتیب اولویت طبقه‌بندی کنیم.

اصولاً هدف مغز کشف عواقب نامنتظره است ــ و این حساسیت اساس توانایی حیوانات برای سازگاری و یادگیری است. پس تعجبی ندارد که معماری مغز در زمینه یادگیری از راه تجربه، در همه گونه‌های جانوری از زنبور عسل گرفته تا انسان یکی باشد. این نکته نشان می‌دهد که مغز با اصل بنیادی یادگیری از راه پاداش از مدت‌ها پیش آشنا بوده است.

---

1. Prediction error

نورون‌های آزاد کننده دوپامین که در امر تصمیم گیری دخالت دارند در نواحی کوچکی از مغز به نام ناحیه تگمنتال قدامی و جسم سیاه تجمع یافته‌اند. این‌ها با وجود اندازه بسیار کوچک شعاع برد گسترده‌ای دارند و زمانی که ارزش پیش‌بینی یک انتخاب خیلی بالا یا پایین باشد با اطلاع‌رسانی مغز را به روز می کنند.

قدرت زمان حال

پس دیدیم که مغز چگونه به گزینه‌های مختلف امتیاز می‌دهد. اما در زمینه تصمیم‌گیری مناسب مشکلی نیز وجود دارد. معمولاً مغز به گزینه‌هایی که با آن‌ها تماس مستقیم داریم بیش از گزینه‌های شبیه‌سازی شده بها می‌دهد. چیزی که سبب تصمیم‌گیری مناسب برای آینده می‌شود اکنون است.

اقتصاد آمریکا در سال ۲۰۰۸ دچار رکود شدید شد. مشکل اصلی این واقعیت ساده بود که بسیاری از مالکان خانه‌ها بیش از حد توان خود وام گرفته بودند. آن‌ها طی چند سالی که موسسات مالی با بهره‌های بسیار پایین وام می‌دادند وام‌های سنگینی گرفته بودند. مشکل زمانی پیش آمد که در پایان این دوره نرخ بهره وام بالا رفت و برای بسیاری از افرادی که وام گرفته بودند بازپرداخت دیون دشوار شد. نزدیک یک میلیون خانه مصادره شد و این موج هولناک سراسر کره زمین را درنوردید.

اما این مصیبت چه بر سر شبکه‌های عصبی رقیب درون مغز آورد؟ وام‌های ارزان مردم را صاحب خانه‌های نو کرد و بهره‌های سنگین مدتی بعد از راه رسیدند. به این ترتیب پیشنهاد وام ارزان برای شبکه‌های عصبی که مایل به ارضاء آنی بودند جذابیت داشت. چون این شبکه‌ها می‌خواستند در زمان حال مالک چیزی شوند. اغوای ارضاء آنی به اندازه‌ای در تصمیم‌گیری‌های ما مؤثر است که می‌توان حباب خانه‌دار شدن را به جای نوعی پدیده اقتصادی به شبکه‌های عصبی مربوط دانست.

البته کشش زمان حال فقط مربوط به وام گیرندگان نبود. بلکه برای وام دهندگانی که داشتند با ارائه وام‌هایی که امکان بازپرداخت آن‌ها نبود در زمان حال ثروتمند می‌شدند نیز مطرح بود. آن‌ها وام‌ها را یک کاسه کردند و به حراج گذاشتند. چنین کارهایی غیراخلاقی هستند، اما وسوسه انجام آن‌ها برای هزاران نفر چنان نیرومند بود که سرانجام آن را عملی کردند.

این نبرد حال در برابر آینده فقط مربوط به حباب خانه دار شدن نیست، همه جنبه‌های زندگی ما تابع آن هستند. به همین دلیل است که دلال‌های خودرو از ما می‌خواهند برویم و خودروی آن‌ها را تست کنیم. فروشندگان لباس از ما می‌خواهند لباس مورد نظرشان را امتحانی بپوشیم و تاجران از ما می‌خواهند کالای پیشنهادی آن‌ها را لمس کنیم. شبیه‌سازی ذهنی در نبرد با چیزی که حی و حاضر در برابرتان است به راحتی رنگ می‌بازد.

برای مغز، آینده فقط شبح رنگ‌پریده‌ای از حال است. قدرت زمان حال برای ما آشکار می‌کند که چرا افراد تصمیم‌هایی می‌گیرند که برای‌شان یک آن لذت و یک عمر افسوس به بار می‌آورد: افرادی که مشروبات الکلی می‌خورند یا موادمخدر مصرف می‌کنند خوب می‌دانند که پرهیز و خودداری به سود آن‌هاست؛ ورزشکارانی که استروئیدهای آنابولیک مصرف می‌کنند می‌دانند که مصرف این داروها می‌تواند چندین سال از عمرشان بکاهد؛ همسرانی که تن به روابط نامشروع می‌دهند نیز از عواقب این امر آگاهند.

آیا می‌توانیم به نوعی با وسوسه زمان حال مقابله کنیم؟ بله. به لطف سامانه‌های رقیب درون مغز می‌توانیم. مثلاً همه می‌دانیم انجام برخی کارها، مثل ورزش مرتب و منظم دشوار است. ما دوست داریم بدن زیبایی داشته باشیم اما وقتی پای عمل می‌رسد با گزینه‌های لذت بخش دیگری مواجه می‌شویم. کاری که اکنون می‌توانیم انجام دهیم برای ما بیشتر جاذبه دارد تا تصور انتزاعی تناسب جسمی در آینده. پس راه‌حل این است: برای اینکه از رفتن به ورزشگاه اطمینان حاصل کنید از انسانی

که ۳,۰۰۰ سال پیش زندگی می‌کرد الهام بگیرید.

غلبه بر وسوسه زمان حال: پیمان اولیس

این مرد مشکلی حادتر ازسناریوی ورزش داشت. او می‌خواست کاری را انجام دهد، اما می‌دانست اگر وسوسه‌ای بر سر راهش قرار گیرد تاب ایستادگی ندارد. مسئله او دست‌یابی به وضعیت بهتر جسمی نبود، بلکه می‌خواست زندگی‌اش را از دست گروهی از دوشیزگان افسونگر نجات دهد.

اولیس قهرمان افسانه‌ای پس از پیروزی در جنگ تروا داشت به سرزمین خود باز می‌گشت. لازم بود در قسمتی از مسیر بازگشت با کشتی از کنار نزدیک جزیره‌ای که سیرن‌های افسونگر در آن زندگی می‌کردند عبور کند. سیرن‌ها با خواندن ترانه‌های آهنگین دریانوردان را شیدا می‌کردند و آن‌ها بی‌تاب و بی‌قرار به سوی جزیره‌ای که این زنان ساکن آن بودند می‌رفتند و کشتی آن‌ها در برخورد با صخره‌های ساحل در هم می‌شکست و غرق می‌شد.

اولیس از یک طرف دلش می‌خواست این ترانه‌های افسانه‌ای و مشهور را بشنود و از طرف دیگر دلش نمی‌خواست جان خودش و خدمه کشتی را به خطر بیندازد. بنابراین نقشه‌ای کشید. او می‌دانست که اگر صدای نغمه‌ها به گوشش برسد بی‌اختیار به سمت صخره‌های جزیره کشیده می‌شود. مشکل او اولیس فعلی صاحب عقل و منطق نبود، بلکه اولیس غیرمنطقی آینده بود که با شنیدن صدای سیرن‌ها از خود بی‌خود می‌شد. بنابراین اولیس به خدمه کشتی دستور داد او را با طناب به شکل محکمی به دکل اصلی کشتی ببندند. ملوان‌ها نیز گوش‌های خود را با موم پر کردند تا نتوانند صدای سیرن‌ها را بشنوند. به دستور اولیس ملوان‌ها می‌بایست بدون آنکه به ناله‌ها و التماس‌های او توجهی کنند در مسیر مستقیم به پیش می‌راندند.

اولیس می‌دانست که در شرایط آینده نمی‌تواند تصمیم درستی بگیرد. بنابراین به حکم عقل سلیم طوری برنامه چید که در آینده نتواند دست از پا خطا کند. این نوع پیمان که بین خود زمان حال ما با خود زمان آینده ما بسته می‌شود، به پیمان اولیس معروف است.

در مورد ورزش پیمان اولیس به زبان ساده یعنی اینکه باید با یکی از دوستانم برای رفتن به ورزشگاه قرار بگذارم. فشار وفاداری به انجام پیمانی اجتماعی مانند آن است که مرا به دکل کشتی بسته باشند. اگر به اطراف خود توجه کنید مثال‌های فراوانی از پیمان اولیس پیدا می‌کنید. مثلاً دانشجویان در فصل امتحان

پسوردهای فیس‌بوک همدیگر را تغییر می‌دهند تا نتوانند وارد صفحه خود شوند و این برنامه تا پایان فصل امتحان ادامه می‌یابد. اولین گام در توانبخشی معتادان به مصرف الکل آن است که آن‌ها را مجبور کنند تا خانه و محل کار خود را از وجود الکل پاکسازی کنند تا به هنگام ضعف اراده بهانه‌ای برای غفلت و وسوسه نداشته باشند. افرادی که دچار مشکل چاقی هستند گاهی تن به عمل جراحی کاهش حجم معده می‌دهند تا نتوانند پرخوری کنند. مثالی دیگر از پیمان اولیس این است که بعضی ترتیب کار را طوری می‌دهند که اگر در معامله‌ای عهد و پیمان خود را زیر پا بگذارند مجبور شوند به گروهی که مخالف عقیده و ایمان آن‌هاست کمک مالی کنند. مثلاً زنی که یک عمر برای برقراری تساوی حقوق سیاهان و سفیدپوستان مبارزه کرده بود برای متعهد شدن به ترک سیگار چکی را با مبلغ بالا در وجه کوکلاکس‌کلان‌ها امضا کرد و نزد دوستی به امانت گذاشت با این شرط که اگر یک نخ هم سیگار بکشد دوستش چک را به نشانی کوکلاس‌کلان‌ها پست کند.

در همه این موارد افراد شرایط کنونی را طوری تنظیم می‌کنند که نتوانند در آینده مرتکب خطا شوند. اگر خودمان را به دکل کشتی ببندیم می‌توانیم از وسوسه‌هایی که در زمان حال گریبان ما را می‌گیرند پرهیز کنیم. با این ترفند می‌توانیم به شخصیت آرمانی و مطلوب خود نزدیک شویم. کلید پای‌بندی به پیمان اولیس این است که بدانیم ما در شرایط مختلف آدم‌های مختلفی هستیم. برای آنکه بتوانیم تصمیم‌های بهتری بگیریم باید با همه جنبه‌های وجود خود آشنا باشیم.

سازوکار پنهان تصمیم‌گیری

شناخت خود تنها بخشی از این مبارزه است. علاوه بر آن باید بدانید که سرانجام مبارزه شما همیشه یکسان نیست. حتی اگر پیمان اولیسی در کار نباشد گاهی احساس می‌کنید که دارای شور و شوق کافی برای رفتن به ورزشگاه هستید و گاهی نیز حس و حال این کار را در خود نمی‌بینید. گاهی قدرت تصمیم‌گیری بیشتری دارید و گاهی مجلس شورای سامانه عصبی شما تصمیمی می‌گیرد که بعد از آن پشیمان می‌شوید. چرا؟ چون سرانجام این کار به متغیرهای بسیاری مانند حالت جسمی شما که هر لحظه تغییر می‌کند وابسته است. مثلاً دو مرد محکوم به زندان قرار است طبق برنامه در برابر هیئت داوری برای کسب عفو پیش از موعد حضور یابند. یکی ساعت یازده و بیست و هفت دقیقه صبح می‌آید.

جرم او کلاهبرداری و مدت محکومیتش سی ماه است. دیگری ساعت یک و پانزده دقیقه محاکمه می‌شود. او نیز مرتکب همان جرم شده و مدت محکومیتش نیز همان سی ماه است. هیئت داوری با عفو پیش از موعد زندانی اول موافقت می‌کنند. اما درخواست عفو محکوم دوم را رد می‌کنند. چه دلیلی دارد؟ نژاد؟ ظاهر؟ سن؟

در مطالعه‌ای که سال ۲۰۱۱ انجام شد ۱۰۰۰ حکم که از جانب قاضی‌های مختلف صادر شده بود مورد بررسی قرار گرفت و دیدند هیچ یک از عوامل مذکور در صدور حکم دخالت نداشته‌اند. عامل اصلی دخیل در صدور حکم گرسنگی بود. کافی بود اعضای هیئت داوری غذای مختصری میل کنند تا شانس دریافت عفو متهم به بالاترین میزان یعنی ۶۵٪ برسد. اما اگر زندانی در حوالی پایان جلسه وارد دادگاه می‌شد از کمترین شانس برای دریافت عفو یعنی حدود ۲۰٪ برخوردار می‌شد.

به عبارتی تصمیم‌گیری‌های ما وقتی نیازهای دیگری در اولویت باشند تحت تأثیر آن‌ها قرار می‌گیرند. ارزش‌گذاری‌ها با تغییر شرایط عوض می‌شوند. سرنوشت یک زندانی با وضعیت شبکه‌های عصبی قاضی که براساس نیازهای زیستی عمل می‌کنند گره خورده است.

برخی از روان‌شناسان این اثر را با عنوان «تخلیه اگو»[1] توصیف می‌کنند. یعنی نواحی دارای توان شناختی بالا که درگیر کارهای اجرایی و قابلیت برنامه‌ریزی هستند مانند کرتکس جلوی پیشانی دچار خستگی شده‌اند. اراده انسان ظرفیت محدودی دارد. با گذشت زمان این ظرفیت مثل تانکر سوخت ته می‌کشد. در مورد قضات، هر اندازه مواردی که مجبور به تصمیم‌گیری درباره آن‌ها بودند بیشتر می‌شد (معمولاً در هر نشست باید سی و پنج پرونده را بررسی می‌کردند) ذخایر انرژی مغز آن‌ها رو به پایان می‌رفت. اما اگر یک ساندویچ یا میوه می‌خوردند دخیره انرژی آن‌ها دوباره تأمین می‌شد و اراده لازم برای تغییر جهت تصمیم‌گیری در آن‌ها به وجود می‌آمد.

ما معمولاً اینطور تصور می‌کنیم که انسان‌ها براساس منطق تصمیم می‌گیرند: اطلاعات کسب کرده و آن‌ها را پردازش می‌کنند و به جواب یا راه‌حل مطلوبی می‌رسند. اما در عمل اینطور نیست و حتی قضات که همواره می‌کوشند از پیش‌داوری دور بمانند اسیر محدودیت‌های زیستی خود هستند.

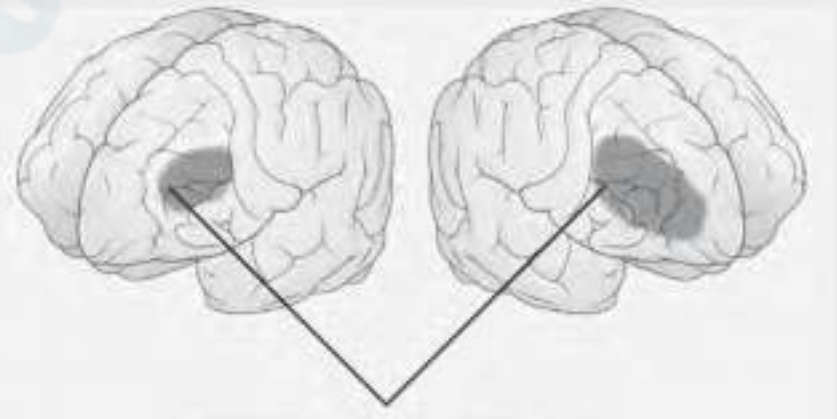
---

1. Ego depletion

اراده، منبعی پایان‌پذیر

ما برای وادار کردن خود به اخذ تصمیم‌های لازم انرژی بسیاری صرف می‌کنیم و برای آنکه در راه راست گام برداریم اغلب دست به دامان قدرت اراده می‌شویم. اراده همان نیرویی است که به ما امکان می‌دهد از خوردن شیرینی صرفنظر کنیم یا حداقل بیشتر از یک شیرینی نخوریم یا به جای رفتن به گردش در یک روز آفتابی که دلخواه ماست سعی کنیم دراند. فرصت باقیمانده تعهدی را که داریم به جای آوریم. همه ما لحظاتی را که قدرت اراده ما به سستی گراییده از سر گذرانده‌ایم. مثلاً بیشتر افراد پس از یک روز کاری سخت افراد دچار ضعف در قوه تصمیم‌گیری می‌شوند و به دنبال آن بیش از حد غذا می‌خورند یا به جای انجام دادن تکالیف خود تلویزیون تماشا می‌کنند.

روان‌شناسی به نام روی بانومایستر (Roy Baumeister) و همکارانش این مسئله را با دقت بیشتری بررسی کردند. آن‌ها از داوطلبان خواستند فیلم‌های غمناکی ببینند. به نیمی از داوطلبان گفتند تا واکنش طبیعی خود را بروز دهند و به نیمی دیگر گفتند عواطف خود را سرکوب کنند. بعد از پایان نمایش فیلم به هر یک از آن‌ها یک وسیله ورزشی برای تقویت عضلات دست دادند و از آن‌ها خواستند تا هر زمانی که برای‌شان ممکن است آن را فشار دهند. کسانی که عواطف خود را سرکوب کرده بودند زودتر وسیله ورزشی را رها می‌کردند. چرا؟ چون کنترل نفس نیاز به انرژی دارد و این خود سبب کاهش ذخیره انرژی بدن می‌شود. به همین دلیل است که مقاومت در برابر وسوسه، اخذ تصمیمی دشوار و شروع کاری جدید همه نیاز به مصرف انرژی دارند. بنابراین قدرت اراده ماده مصرفی پایان ناپذیری نیست، بلکه چیزی است که آن را با مصرف تدریجی به صفر می‌رسانیم.



ناحیه خلفی جانبی کرتکس جلوی پیشانی

ناحیه خلفی جانبی کرتکس جلوی پیشانی وقتی فعال می‌شود که متخصصان تغذیه گزینه‌های سالم‌تر غذایی را پیش ما قرار می‌دهند یا وقتی که ترجیح می‌دهیم به امید دریافت سود بیشتر در آینده از پاداشی که سهل‌الوصول است چشم‌پوشی کنیم.

حتی در برابر کسانی که مورد علاقه ما هستند نیز تصمیم‌گیری ما تحت تأثیر چنین مسائلی قرار می‌گیرد. مثلاً رسم تک‌همسری یعنی پیوند و زندگی مشترک با یک نفر را در نظر بگیرید. این روش زندگی در ظاهر بافرهنگ، ارزش‌ها و اصول اخلاقی فرد مربوط است. البته همه این عوامل مهم هستند، اما نیروی عمیق‌تری هم در اخذ این تصمیم مطرح است: هورمون‌های بدن. به ویژه یکی از هورمون‌های بدن ما به نام اُکسی‌توسین در پیدایش این پیوند جادویی نقش اساسی ایفا می‌کند. در یکی از مطالعه‌هایی که به تازگی انجام شده به مردانی که عاشق همسر خود بودند مقداری اُکسی‌توسین تجویز کردند. بعد از آن‌ها در مورد جاذبه یک زن غریبه سوآل پرسیدند. طبق این تحقیق برای مردانی که اُکسی‌توسین دریافت کرده بودند جاذبه جنسی همسر خودشان بیشتر از جاذبه زنان غریبه بود. در واقع این مردان حتی از زنان جذابی که در این مطالعه شرکت داشتند از نظر فیزیکی فاصله می‌گرفتند. یعنی اُکسی‌توسین منجر به افزایش پیوند آن‌ها با همسرشان شده بود.

چرا موادی شیمیایی مانند اُکسی‌توسین می‌توانند منجر به افزایش قدرت پیوند انسان‌ها شوند؟ از دیدگاه تکاملی ما اینطور انتظار داریم که جنس نر به منظور هرچه بیشتر پراکندن ژن‌های خود از تک‌همسری دوری کند. اما اگر بقای فرزندان را مقصود بدانیم وجود یک زوج بهتر از یک والد است. این واقعیت ساده به اندازه‌ای اهمیت دارد که مغز ما راه‌های مخفیانه و مرموزی برای تأثیر گذاشتن بر تصمیم ما در این زمینه ابداع کرده است.

تصمیم‌گیری و جامعه

درک بهتر مکانیسم تصمیم‌گیری می‌تواند در اداره بهتر جامعه مؤثر باشد. هر یک از ما به گونه‌ای درگیر کنترل انگیزه‌های درونی خود هستیم. یک گزینه آن است که مانند برده‌ای تابع هوس یا انگیزه‌های آنی خود قرار گیریم. با بررسی این موضوع می‌توانیم فهم دقیق‌تری درباره برخی از تلاش‌های اجتماعی مثلاً مبارزه با اعتیاد کسب کنیم.

اعتیاد یکی از مشکلات قدیمی جوامع بشری است که منجر به کاهش بهره‌وری، بیماری روانی و انتقال بیماری می‌شود و اخیرا موجب رشده فزآینده تعداد زندانیان نیز شده است. تقریباً هفت نفر از هر ده نفر زندانی دچار وابستگی یا سوءمصرف مواد هستند. در یک مطالعه معلوم شد که ۳۵/۶٪ مجرمانی که محکوم شده بودند در زمان ارتکاب جرم تحت تأثیر مواد قرار داشتند. سوءمصرف مواد منجر به تحمیل

میلیاردها دلار به اقتصاد جوامع (عمدتاً از راه بروز جنایت‌های مربوط با مصرف آن‌ها) می‌شود.

بیشتر کشورها برای مبارزه با اعتیاد مواد مخدر را غیرقانونی اعلام کرده‌اند. تا همین چند دهه پیش ۳۸،۰۰۰ آمریکایی به دلیل جرایم مربوط به مواد مخدر در زندان به سر می‌بردند. امروزه این تعداد به نیم میلیون نفر رسیده است. شاید این تعداد نوعی توفیق در مبارزه با مواد مخدر را نشان دهد ــ اما این تعداد زندانی کردن افراد نتوانسته است رشد تجارت مواد را کُند سازد. چون بیشتر افرادی که پشت میله‌های زندان هستند اربابان تجارت مواد یا غول‌های مافیا یا فروشندگان عمده نیستند ــ به جای آن بیشتر این زندانی‌ها کسانی هستند که به دلیل حمل اندکی ماده مخدر (معمولاً کمتر از ۲ گرم) دستگیر شده‌اند. بیشتر آن‌ها خودشان مصرف‌کننده و معتاد هستند و زندانی شدن نه تنها باری از روی دوش‌شان برنمی‌دارد مشکل‌شان را تشدید هم می‌کند.

تعداد اشخاصی که به دلیل جرایم مربوط به مواد مخدر در زندان‌های آمریکا هستند از تعداد زندانیان همین جرایم در اتحادیه اروپا نیز بیشتر است. معضل اینجاست که حبس این افراد به چرخه معیوب و پرهزینه‌ای از به حال اول برگشتن و زندانی شدن‌های مکرر آن‌ها می‌انجامد. این کار زندگی اجتماعی و فرصت‌های شغلی آن‌ها تباه می‌کند و آن‌ها را به طرف گروه‌های فاسد و مشاغل نامناسب جدیدی سوق می‌دهد که معمولاً به دامنه اعتیادشان می‌افزاید.

آمریکا سالی ۲۰ میلیارد دلار صرف مبارزه با مواد مخدر می‌کند. این رقم در سراسر جهان ۱۰۰ میلیارد دلار است. اما حتی صرف این مبلغ کلان نیز گره‌گشا نبوده است. از زمانی که مبارزه با مواد مخدر آغاز شد تاکنون، مصرف آن پیوسته رو به افزایش بوده است. چرا صرف چنین مبلغ کلانی بی‌نتیجه بوده است؟ مشکل مبارزه با مواد مخدر مثل یک بادکنک پر از آب است: اگر نقطه‌ای را فشار بدهید از جای دیگر بیرون می‌زند. به جای حمله به تأمین و تدارک مواد مخدر شاید بهتر باشد راهبرد تمرکز بر تقاضا را در پیش بگیریم. منظور از تقاضا همان مغز فرد معتاد است.

عده‌ای معتقدند که ریشه اعتیاد فقر و دوستان ناباب هستند. البته این دو عامل نقش مهمی دارند. اما مسئله اصلی زیست‌شناسی مغز است. در مطالعات آزمایشگاهی معلوم شده که موش‌های معتاد به جای آب نوشیدن و غذا خوردن ترجیح می‌دهند با فشار اهرمی که به آن‌ها مواد مخدر می‌رساند تا سرحد مرگ مواد مصرف کنند. این کار موش‌ها ربطی به مسائل مالی و تشویق از جانب اجتماع

ندارد. علت این است که مصرف مواد منجر به تحریک مدارهای پاداش در مغز آن‌ها می‌شود. مواد به مغز می‌گویند که مصرف مواد از هر کار دیگری بهتر است. سایر شبکه‌های عصبی مغز نیز ممکن است در این نبرد با ارائه دلایلی علیه مصرف مواد مخدر شرکت کنند. اما در فرد معتاد شبکه‌های عصبی دخیل در وسوسه و ایجاد عطش به مواد پیروز می‌شوند. بیشتر معتادان دل‌شان می‌خواهد ترک کنند، اما نمی‌توانند. آن‌ها به برده انگیزه‌ها و تمایلات خود بدل می‌شوند.

چون مشکل اعتیاد مربوط به مغز است بنابراین راه‌حل را نیز باید در همانجا جستجو کرد. یکی رویکرد تلاش برای ایجاد توازن در کنترل انگیزه‌هاست. این کار را می‌توان با افزایش قطعیت و تسریع مجازات انجام داد. مثلاً باید هفته‌ای دو بار از معتادان تست مصرف مواد گرفت و اگر مثبت شد به طور خودکار و فوری آن‌ها را به زندان فرستاد. نباید فقط به حدس‌های کلی تکیه کرد. همچنین برخی از اقتصاددانان می‌گویند افت میزان بروز جرم و جنایت در آمریکا در دهه نود قرن بیستم تا حدودی مربوط به افزایش حضور پلیس در خیابان‌ها بوده است. اگر بخواهیم این نکته را به زبان مغز بیان کنیم باید بگوییم افزایش رویت پلیس، آن دسته از شبکه‌های عصبی مغز را که درباره پیامدهای درازمدت جرم و جنایت به فرد هشدار می‌دهند فعال‌تر می‌کند.

من در آزمایشگاه خود در مورد رویکرد دیگری که شاید به طور بالقوه مؤثر باشد تحقیق کردم. ما با تصویربرداری زنده از مغز معتادان کوکایین به آن‌ها این امکان را دادیم که بتوانند فعالیت مغز خود را مشاهده کنند و در کنترل آن بکوشند.

یکی از داوطلبان این تحقیق کارن بود. خانمی پرجنب و جوش و باهوش که ۵۰ سال سن داشت ولی هنوز از شور و نیروی جوانی سرشار بود. او ۲۰ سال بود که کوکایین مصرف می‌کرد و می‌گفت «اعتیاد زندگیم را ویران کرده است.» با این همه اگر به مواد دسترسی داشت بی‌اختیار به سمت آن‌ها کشیده می‌شد و گویی مجبور بود مصرف‌شان کند. من در تحقیقی که در آزمایشگاه خود انجام دادم، کارن را در اسکنر مغز که نوعی MRI کارکردی بود قرار دادم. ابتدا تصاویری از کراک (کوکایین) را در برابرش قرار دادم و از او خواستم هوس مصرف آن را به سرش راه دهد. به دنبال این کار که برایش آسان بود نواحی خاصی از مغزش که همان شبکه‌های عطش و وسوسه بودند فعال شدند. سپس از او خواستم وسوسه مصرف مواد را در ذهن‌اش سرکوب کند. به او گفتم به هزینه مادی، عاطفی و شغلی که

برای مصرف مواد باید بپردازد فکر کند. این کارها سبب شد نواحی دیگری از مغزش فعال شود که در واقع همان شبکه‌های سرکوب بودند. این شبکه‌های عطش به مصرف مواد و شبکه‌های سرکوبگر عطش به مصرف مواد همیشه با هم برای کسب سلطه در حال نبردند و به محض اینکه یکی از آن‌ها برنده شود تکلیف کارن نیز درباره مصرف یا عدم مصرف کراک روشن می‌شود.

با تکنیک‌های محاسبه سریع اسکنر می‌توانیم پیش‌بینی کنیم که کدام شبکه دارد پیروز می‌شود: تفکر کوته‌بینانه شبکه وسوسه، یا تفکر دوراندیشانه شبکه کنترل انگیزه و سرکوب امیال. ما به کارن فیدبکی بصری و زنده به شکل سرعت‌سنج دادیم تا بتواند نبردی را که در مغزش درگرفته بود ببیند. هر بار که وسوسه در حال پیروزی بود عقربه سرعت‌سنج وارد منطقه قرمز می‌شد و هر بار که کارن این تمایل را سرکوب می‌کرد عقربه به منطقه آبی برمی‌گشت. بنابراین او می‌دانست که با استفاده از رویکردهای مختلف می‌تواند راهی برای حفظ توازن این شبکه‌های عصبی بیابد.

ACC: کرتکس سینگولیت قدامی **VLPFC:** قسمت قدامی جانبی کرتکس جلوی پیشانی
DLPFC: قسمت خلفی جانبی کرتکس جلوی پیشانی

برخی از شبکه‌های عصبی مغز در ایجاد وسوسه دخالت دارند (رنگ قرمز) و برخی دیگر در گیر سرکوب وسوسه هستند (رنگ آبی). با استفاده از فیدبک زنده در دستگاه تصویربرداری می‌توانیم فعالیت این دو شبکه را بسنجیم و به داوطلب فیدبکی بصری درباره نبردی که بین آن‌ها جریان دارد بدهیم.

کارن با تمرین زیاد توانست راه پیش بردن عقربه به سمت دلخواه را پیدا کند.

شاید او خودش هم از چگونگی این کار آگاه نبود، اما با تمرین توانست مدار عصبی دخیل در سرکوب وسوسه را فعال کند. این تکنیک هنوز در ابتدای راه است اما می‌توان امیدوار بود که با کمک این ابزارشناختی کارن بتواند وسوسه مصرف کراک را در خود مهار کند. این روش کارن را مجبور نمی‌کند که انتخاب خاصی انجام دهد، فقط به او مهارت شناختی لازم را برای اعمال کنترل بر خواست‌هایش می‌دهد و کاری می‌کند که او برده انگیزه‌های خود نباشد.

میلیون‌ها نفر با مشکل اعتیاد دست به گریبانند. اما این مشکل را نمی‌توان در زندان‌ها حل کرد. با درک نحوه درست تصمیم‌گیری توسط مغز می‌توانیم به جای مجازات معتادان رویکردهای نوینی پیدا کنیم. با درک بهتر کارکرد مغز می‌توانیم رفتار خود را به راه مطلوب هدایت کنیم.

در بستری گسترده‌تر، آشنایی با چگونگی تصمیم‌گیری در مغز می‌تواند به ارتقاء سیستم قضایی در زمینه‌های مجرمانه دیگر غیر از اعتیاد کمک کند و به پیدایش سیاست‌های انسانی‌تر و کم هزینه‌تر منجر شود. چطور؟ شاید ابتدای کار بها دادن بیشتر به توانبخشی معتادان (به جای زندانی کردن آنان) باشد. شاید این ادعا خیالبافانه جلوه کند، اما مراکزی وجود دارند که چنین رویکردی را با موفقیت به کار گرفته‌اند. یکی از این مراکز، «مرکز درمان جوانان مندوتا» واقع در مادیسون از توابع ویسکانسین است.

بسیاری از افراد ۱۲ تا ۱۷ ساله مقیم این مرکز مرتکب جنایت‌هایی شده‌اند که اگر سن بالاتری داشتند آن‌ها رابه حبس ابد محکوم می‌کردند. اما به دلیل سن پایین آن‌ها را در این مرکز نگهداری می‌کنند و این آخرین شانسی است که به آن‌ها داده‌اند. این برنامه در دهه نود به عنوان رویکردی نوین برای نجات جوان‌هایی که از آن‌ها قطع امید کرده بودند آغاز شد. این برنامه توجه خاصی به مغز نوررس و در حال رشد این افراد دارد. چنانکه در فصل ۱ دیدیم اگر ناحیه جلوی پیشانی کرتکس مغز رشد کافی نداشته باشد، فرد براساس انگیزه‌های آنی و بدون در نظر گرفتن پیامدها تصمیم می‌گیرد. مدیران مندوتا با تکیه بر چنین دیدگاهی کوشیده‌اند راهی برای توانبخشی این افراد بیابند. آن‌ها به منظور کمک به کودکان برای دست‌یابی به کنترل نفس سامانه‌ای براساس پایش (مانیتورینگ)، مشاوره و پاداش را به کار گرفته‌اند. یکی از روش‌های مهم تربیت این افراد وادار کردن آن‌ها به مکث و تفکر درباره پیامدهای گزینه‌های آن‌هاست. یعنی آن‌ها را تشویق می‌کنند درباره چیزهایی که ممکن است پس از تصمیم‌گیری آن‌ها اتفاق

بیفتد شبیه‌سازی کنند و از این راه ارتباط‌های نورونی که می‌توانند بر لذت ناشی از ارضاء آنی انگیزه‌ها تسلط یابند تقویت می‌شوند.

کنترل ضعیف انگیزه‌های آنی وجه مشخصه اکثریت مجرمانی است که عمر خود را پشت میله‌های زندان می‌گذرانند. بسیاری از افراد خلافکار با درست و غلط بودن اعمال به خوبی آشنا هستند و به خطر مجازات نیز آگاهند. اما به دلیل کنترل ضعیف انگیزه‌های آنی، کاری از دست‌شان برنمی‌آید. مثلاً پیرزنی را می‌بینند که دارد کیف گرانبهایی را با خود حمل می‌کند و بدون اینکه لحظه‌ای صبر کنند و به گزینه‌های دیگر غیر از کسب سود آنی فکر کنند دست به دزدی می‌زنند. وسوسه حال حاضر برای آن‌ها به اندازه‌ای نیرومند است که نمی‌توانند آینده را پیش چشم خود مجسم کنند.

اساس روش کنونی مجازات، آزادی اراده افراد در گزینش است و بنابراین هر کسی باید پاسخ‌گوی اعمال خود باشد. اما در مندوتا احتمال‌های دیگر را نیز در نظر می‌گیرند. در بیشتر جوامع تمایل غالب آن است که مجرم را مجازات کنند. اما می‌توان نظام قضایی دیگری بر پایه یافته‌های علوم اعصاب درباره تصمیم‌گیری درست ایجاد کرد. چنین سامانه‌ای هیچ‌کس را بی‌تعهد و عاری از گناه و تقصیر نمی‌داند، اما بیشتر به این کار دارد که به جای له کردن افراد قانون‌گریز به دلیل گذشته نامطلوبی که دارند آنان را بر سر راه آورد و اصلاح کند. البته کسانی که قراردادهای اجتماع را زیر پا می‌گذارند باید برای تأمین امنیت جامعه به زندان بروند، اما رفتار ما با آن‌ها در زندان نباید بر پایه خشم و کینه‌ورزی باشد. بلکه باید تحقیق مبتنی بر شواهد و توانبخشی هدفدار را ملاک رفتار قرار دهیم.

تصمیم‌گیری اساس همه کارهای ما انسان‌هاست: اینکه کیستیم و چه کار می‌کنیم و جهان اطراف را چگونه می‌بینیم؟ ما بدون توانایی سبک و سنگین کردن هزینه‌ها، اسیر رانه‌های درونی خود می‌شویم و قادر به انتخاب جهت مناسبی برای حرکت در زمان حال و برنامه‌ریزی برای آینده نخواهیم شد. اگرچه ما دارای هویت واحد و یکپارچه‌ای هستیم، اما ذهن ما میدان نبرد گروهی از رانه‌های رقیب است. با درک چگونگی پیروزی یکی از گزینه‌های موجود در مغز، می‌توانیم بیاموزیم چگونه برای خود و جامعه‌ای که در آن به سر می‌بریم بهتر تصمیم‌گیری کنیم.

شهر کتاب (bookcity.com)

فصل ۵

آیا من به شما نیاز دارم؟

مغز برای کارکرد صحیح به چه چیزی نیاز دارد؟ غیر از مواد غذایی که از راه خوردن به دست می آوریم یا اکسیژن که از راه تنفس به دست می آید یا آنچه می‌نوشیم عامل دیگری نیز وجود دارد که به‌اندازه آن‌ها مهم است. مغز به دیگران نیاز دارد. لازمه کارکرد طبیعی مغز شبکه اجتماعی پیرامون ماست. نورون‌های ما برای کنش و بقا به نورون‌های سایر افراد محتاج هستند.

دیگران نیمی از وجود ما هستند

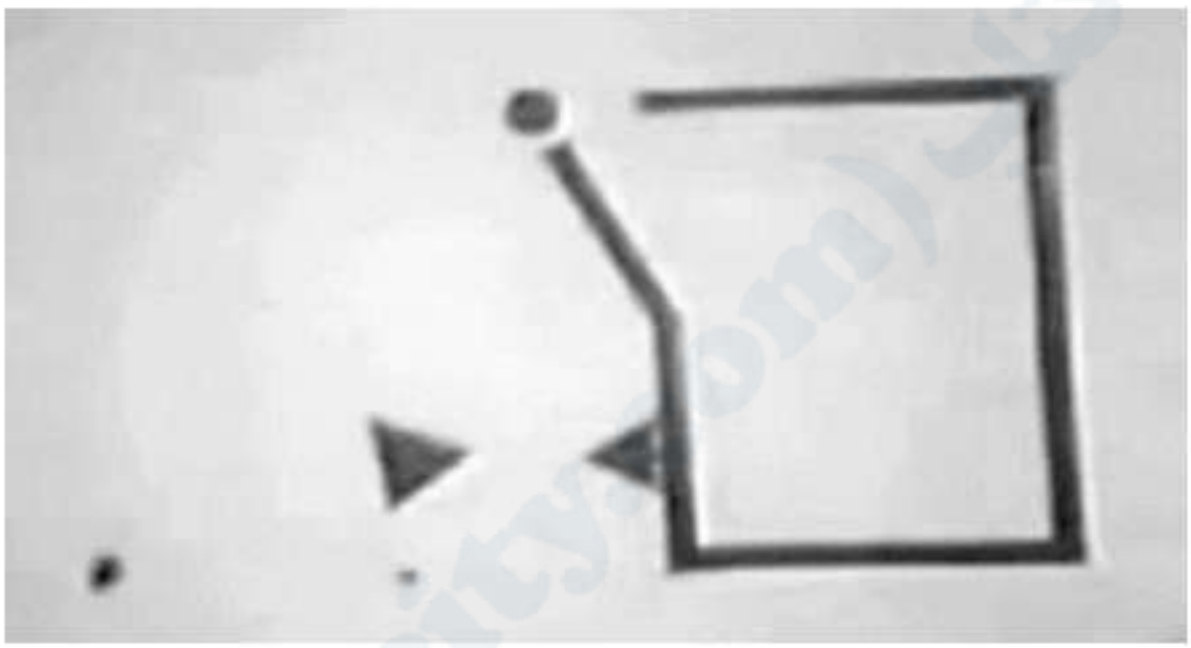
امروزه بیش از ۷/۶ میلیارد مغز در این کره خاکی در حال حرکت و جولان هستند. ما اگرچه خود را مستقل می‌دانیم، اما مغز ما در میان انبوه مغزهایی که در حال برهم‌کنش هستند عمل می‌کند. به نحوی که می‌توانیم پیشرفت‌های گونه انسان را مانند اعمال یک اَبَرارگانیسم پویا و در حال تحول در نظر بگیریم.

معمولاً در آزمایشگاه‌ها مغز را به طور انفرادی مورد بررسی قرار می‌دهند، اما این نکته که حجم زیادی از فعالیت‌های مغز با سایر مغزها اشتراک دارد، در این رویکرد نادیده گرفته می‌شود. ما در ذات خود موجودی اجتماعی هستیم. خانواده، دوستان، همکاران و شرکای تجاری و جوامعی که در آن‌ها به سر می‌بریم، لایه‌های گوناگونی از این برهم‌کنش اجتماعی پیچیده را نشان می‌دهند. ما در اطراف خود تشکیل و فروپاشی رابطه‌ها را می‌بینیم. برخوردار از حس تعلق خانوادگی، گرایش‌های وسوسه‌انگیز برای حضور در شبکه‌های اجتماعی و اجبار به برقراری پیوند هستیم.

کل این ملات چسبنده اجتماعی توسط مدارهای اختصاصی مغز به وجود می‌آید: انبوه وسیعی از نورون‌ها به پایش افراد دیگر مشغول هستند و با آنان مراوده دارند و درد آن‌ها را حس می‌کنند و درباره نیات آن‌ها داوری می‌کنند و عواطف آن‌ها را درک می‌کنند. مهارت‌های اجتماعی ما از بستر مدارهای نورونی سرچشمه

می‌گیرند و فهم این مدارها اساس علم جدیدی است به نام علوم اعصاب اجتماعی.

کمی به تفاوت موارد زیر فکر کنید: خرگوش‌ها، قطارها، هیولاها، هواپیماها و اسباب‌بازی‌های کودکان. این‌ها با وجودی که متفاوت‌اند اما همه می‌توانند در فیلم‌های پویانمایی مشهور کودکان نقش‌های اصلی را بر عهده گیرند و ما به راحتی می‌توانیم نیات و مقاصد خاصی را به آن‌ها نسبت دهیم. مغز بیننده با اشارات معدودی می‌تواند تصور کند که این کاراکترها شبیه ما هستند و به همین دلیل می‌توانیم به حوادثی که برای‌شان پیش می‌آید بخندیم یا بگرییم.



افراد تمایل دارند برای این اشکال متحرک داستانی ارائه دهند.

این تمایل برای نسبت دادن نیات انسانی به کاراکترهای غیرانسانی در فیلم کوتاهی که دو روان‌شناس به نام‌های فریتس هایدر و ماریانه زیمل در سال ۱۹۴۴ ساختند به طور مشخص دیده می‌شود. در این فیلم دو شکل ساده ــ مثلث و دایره ــ به طرف هم می‌آیند و دور هم می‌گردند. کمی بعد مثلث بزرگتری بی‌سر و صدا وارد صحنه می‌شود و با مثلث کوچک‌تر سرشاخ می‌شود و هُلش می‌دهد. دایره آهسته وارد مربعی که در پس صحنه قرار دارد می‌شود و پس از ورود به داخل مربع راه ورود به آن را می‌بندد. در همین حال مثلث بزرگ مثلث کوچک‌تر را دنبال می‌کند و فراری می‌دهد. سپس مثلث بزرگ با حالت تهدیدآمیز به در مربع نزدیک می‌شود و آن را باز می‌کند و سر در پی دایره می‌گذارد. دایره دیوانه‌وار (و در عین ناکامی) دنبال یافتن راهی برای فرار می‌گردد. درست وقتی که در بدترین شرایط هستیم، مثلث کوچک برمی‌گردد و در مربع را باز می‌کند و دایره به سرعت

از درون مربع فرار می‌کند و به او می‌پیوندد. آن‌ها راه خروج از مربع را می‌بندند و مثلث بزرگ را در آن زندانی می‌کنند. مثلث بزرگ که گیر افتاده خودش را به دیوارهای مربع می‌کوبد. در همین حال در بیرون مربع، مثلث کوچک و دایره دور هم می‌گردند.

وقتی این فیلم کوتاه را به داوطلبان نشان دادند و نظرشان را پرسیدند، انتظار این بود که داوطلبان بگویند «اشکال هندسی کوچکی را دیده‌ایم که به این طرف و آن طرف می‌رفتند.» در نهایت هم این فیلم چیزی نبود غیر از یک دایره و دو مثلث که در صحنه جابجا می‌شدند.

اما داوطلبان یک داستان عاشقانه توأم با جنگ و گریز را تعریف کردند. هایدر و زیمل از این پویانمایی نتیجه گرفتند که انسان‌ها تمایل دارند نیات و مقاصد اجتماعی خود را به محیط نسبت دهند. چیزی که داوطلبان می‌دیدند اشکال متحرک بود، اما تفسیر آن‌ها مبنی بر وجود داستانی درآمیخته از معنی و انگیزه و عاطفه بود. انسان‌ها نمی‌توانند جلوی داستان‌پردازی خود را بگیرند. مردم از گذشته‌های دور تاکنون به جنگ پرندگان، حرکت ستارگان و جنبش درختان نگریسته‌اند.و داستان‌هایی درباره آن‌ها ساخته و پرداخته‌اند و در این داستان‌ها نیات اجتماعی و انسانی خود را به آن‌ها نسبت داده‌اند.

این نوع داستان‌پردازی صرفاً جنبه تفننی ندارد، بلکه راهنمایی است برای درک مداربندی مغز و آشکارسازی تمایل مغز انسان برای تحقق برهم‌کنش‌های اجتماعی. در نهایت بقای ما با شناسایی اینکه دوست یا دشمن کیست ارتباط دارد. ما به قضاوت درباره نیات سایر افراد به سیر و سلوک در دنیای اجتماع می‌پردازیم. مثلاً آیا در محل کار، فلان خانم دارد تلاش خود را برای مفید بودن می‌کند؟ آیا جا دارد که نگران رفتار فلان مرد باشم؟ آیا آن‌ها در جهت تأمین منافع من عمل می‌کنند؟

مغز انسان‌ها به طور پیوسته در حال انجام قضاوت‌های ارزشی است. آیا ما این کار را از تجربه‌های زندگی می‌آموزیم یا با آن به دنیا می‌آییم؟ برای پی بردن به این نکته باید بررسی کنیم و ببینیم آیا بچه‌ها نیز دارای چنین گرایشی هستند یا نه. من با تعدادی از کودکان که هر یک به نوبت نمایش عروسکی را تماشا کردند به تکرار آزمونی که گروهی روان‌شناس (کیلی هاملین، کارن وین و پل بلوم) انجام داده بودند پرداختم.

این کودکان زیر یک سال تازه داشتند به کند و کاو در دنیای اطراف مشغول می‌شدند و تجربه‌های بسیار کمی از زندگی داشتند. آن‌ها در آغوش مادرشان

نمایش را تماشا کردند. وقتی پرده کنار رفت اردکی دیده شد که سعی می‌کرد در یک جعبه اسباب بازی را باز کند. اردک کمی با جعبه کلنجار می‌رود اما نمی‌تواند درش را باز کند. دو خرس به رنگ‌های متفاوت دارند او را نگاه می‌کنند.

حتی شیرخواران نیز به قضاوت درباره نیات دیگران می‌پردازند و این نکته را با نمایش عروسکی می‌توان ثابت کرد.

کمی بعد یکی از خرس‌ها به کمک اردک می‌رود و سعی می‌کند همزمان با او لبه‌ی در جعبه را بگیرد و باز کند. این دو یک آن موفق می‌شوند اما در جعبه دوباره بسته می‌شود.

اردک دوباره سعی می‌کند در جعبه را باز کند اما خرس دیگر که دارد صحنه را می‌بیند خودش را روی جعبه می‌اندازد و مانع کار اردک می‌شود.

کل نمایش این است و به طور خلاصه و با طرحی بدون کلام می‌خواهد بگوید یک خرس به اردک کمک می‌کند به هدفش برسد و خرس دیگر مانع رسیدن او به خواسته‌اش می‌شود.

وقتی نمایش تمام می‌شود و پرده باز می‌شود هر دو خرس را برمی‌دارم و پیش بچه‌ها می‌برم. آن‌ها را در برابر بچه‌ها می‌گیرم و می‌گویم یکی را برای بازی کردن انتخاب کنند. جالب است که در آزمون من نیز مانند آزمون روان‌شناسان دانشگاه ییل، همه بچه‌ها خرس مهربان را برای بازی انتخاب کردند. این بچه‌ها نمی‌توانستند راه بروند یا حرف بزنند، اما توانایی قضاوت درباره دیگران را کسب کرده بودند.

اغلب اینطور تصور می‌کنند که اعتماد به دنبال سال‌های طولانی زندگی در ما به وجود می‌آید. اما آزمون ساده‌ای مشابه آنچه توصیف شد نشان می‌دهند که حتی بچه‌ها دارای گیرنده‌های اجتماعی حساسی برای پیدا کردن راه خود در جهان هستند. مغز دارای غریزه ذاتی برای کشف میزان اعتمادپذیری افراد است.

اگر به بچه‌ها حق انتخاب بدهیم خرس مهربان را ترجیح می‌دهند.

سیگنال‌های ریز و ظریفی که در اطراف ما وجود دارند

به مروز زمان که رشد می‌کنیم چالش‌های اجتماعی، پنهانی‌تر و پیچیده‌تر می‌شوند و ما باید علاوه بر کنش‌ها و کلماتی که با آن‌ها روبرو می‌شویم به لحن صدا و حرکات چهره و زبان بدن افراد نیز توجه کنیم. وقتی آگاهانه بر موضوع بحثی تمرکز می‌کنیم سازوکار مغز ما درگیر اطلاعاتی پیچیده می‌شود. این اعمال به گونه‌ای غریزی و غیرقابل رویت انجام می‌شوند.

غالبا یکی از بهترین راه‌های بررسی یک چیز آن است که ببینیم در نبود آن چه بر سر دنیا می‌آید. جان رابیسون یکی از کسانی است که طی مراحل رشد، فعالیت نرمال مغز اجتماعی در او پدید نیامده است. برایش مهم نبود بچه‌های دیگر برایش قلدری کنند یا به او کم‌توجهی کنند. او فقط به ماشین خیلی علاقه داشت. خودش می‌گوید «ساعت‌ها با تراکتور بازی می‌کردم و از این کار اصلاً خسته نمی‌شدم. فکر می‌کنم قبل از دوست شدن با آدم‌ها دوست شدن با ماشین‌ها را یاد گرفتم.»

سرانجام علاقه جان به فناوری او را به جایی رساند که در تصورش هم نمی‌گنجید. او در بیست و یک سالگی برای یکی از گروه‌های موسیقی کار می‌کرد. البته حتی موقعی که در دنیای افسانه‌ای راک اند رول غرق شده بود نسبت به دیگران حس و حالی متفاوت داشت. وقتی نظرش را درباره موسیقیدان‌های مختلف می‌پرسیدند، می‌گفت «فلانی با هفت دستگاه آمپلی‌فایر که به طور زنجیره‌ای به هم وصل کرده آهنگ می‌زند یا سیستم باس ۲۲۰۰ وات توان دارد و می‌تواند قدرت آمپلی‌فایرها و فرکانس‌های آن‌ها را چند برابر کند.» اما چیزی راجع به خود

درخود ماندگی (اوتیسم)

اوتیسم نوعی اختلال رشد سامانه عصبی است که یک درصد جمعیت به آن مبتلا می‌شوند. ثابت شده که این معضل دارای علل ژنتیکی و محیطی است و تعداد مبتلایان به این بیماری در سال‌های اخیر رو به افزایش گذاشته است، اگرچه دانشمندان هیچ علتی برای توجیه این افزایش نیافته‌اند. در کسانی که به اوتیسم مبتلا نیستند بسیاری از نواحی مغز درگیر یافتن سرنخ‌هایی برای پی بردن به احساسات و افکار دیگران هستند. اما در مبتلایان به اوتیسم این کنش مغزی چندان نیرومند نیست و فرد مبتلا به طور همزمان دچار کاهش سطح مهارت‌های اجتماعی است.

موسیقیدان‌ها وآوازه‌خوان‌ها نمی‌گفت. جان در دنیای فناوری و تجهیزات زندگی می‌کرد. وقتی چهل سالش شد تازه فهمید که به سندروم آسپرگر که نوعی از اوتیسم است، مبتلاست.

بعد اتفاقی افتاد که زندگی جان را دگرگون کرد. در سال ۲۰۰۸ از او دعوت کردند تا در یکی از آزمون‌های تحقیقی دانشگاه هاروارد شرکت کند. تیم تحقیقاتی به رهبری دکتر آلوارو پاسکوئال لئونه با روش TMS یا تحریک مغناطیسی خارج جمجمه این موضوع که چگونه فعالیت یک بخش از مغز بر فعالیت سایر بخش‌های آن اثر می‌گذارد، مورد بررسی قرار دادند. در روش به کارگیری TMS، پالس مغناطیسی نیرومندی در نزدیک جمجمه ایجاد می‌شود که به دنبال آن جریان الکتریکی ضعیفی در مغز به وجود می‌آید و این جریان به طور موقت فعالیت مغز را در ناحیه‌ای محدود دچار اختلال می‌کند. محققان با انجام این آزمون

می‌خواستند به درک عمیق‌تری درباره افراد دچار اوتیسم دست یابند. به این ترتیب این گروه با کاربرد امواج TMS نواحی گوناگون مغز جان را که درگیر کارکردهای شناختی پیشرفته بودند، هدف قرار دادند. در ابتدا جان می‌گفت که تحریک اثری ندارد. اما وقتی محققان در یکی از جلسات ناحیه خلفی-جانبی کرتکس جلوی پیشانی او را تحریک کردند (یعنی همان بخشی که در مراحل نهایی تکامل در مغز انسان پدید آمده و درگیر تفکر انعطاف‌پذیر و انتزاعی است) جان اعلام کرد که تا حدودی تغییر کرده است.

جان به دکتر پاسکوئال لئونه زنگ زد و گفت که تأثیر این تحریک‌های خارج جمجمه‌ای سبب «رهاسازی» چیزی در وجودش شده است. جان می‌گفت که این تأثیر حتی پس از به پایان رسیدن آزمون در او باقی مانده است. به این ترتیب برای جان پنجره نوینی به سوی اجتماع باز شد. او در گذشته چیزی از حالت چهره افراد نمی‌فهمید، اما اینک با شرکت در این آزمون می‌توانست پیام چهره افراد را درک کند. جان حالا داشت در دنیای جدیدی زندگی می‌کرد. پاسکوئال لئونه در مورد نتایج آزمون تردید داشت. با توجه به اینکه مدت تأثیر امواج معمولاً چند دقیقه الی چند ساعت است، او تصور می‌کرد اگر هم چنین تأثیری واقعیت داشته باشد دوام نخواهد داشت. اکنون او با وجودی که نمی‌تواند اتفاقی را که برای جان افتاده به طور کامل درک کند اما قبول دارد که این تحریک‌ها زندگی جان را به شکلی اساسی تغییر داده‌اند.

زندگی جان که در گذشته در حیطه مسائل اجتماعی سیاه و سفید بود اینک رنگی شده بود. او به کانال ارتباطی دست یافته بود که قبلاً از وجود آن بی‌خبر بود. داستان جان فقط بازگوکننده امید برای یافتن روش درمان جدیدی برای طیف گسترده مبتلایان به اوتیسم نیست. بلکه در عین حال اهمیت سازوکار ناخودآگاهی را که در پس پرده ذهن ما وجود دارد نشان می‌دهد: اینکه ما در هر لحظه از حیات خود وابسته به ارتباط اجتماعی هستیم ــ ارتباطی برخاسته از فعالیت مدارهای نورونی مغز که پیوسته در پی رمزگشایی از عواطف دیگران بر پایه تغییرهای ریز و ظریف چهره، لحن صدا و سایر سرنخ‌های حسی هستند.

جان می‌گوید «حالا می‌توانم تشخیص دهم که کسی دچار خشم شدید شده است.» اما اگر از من درباره جلوه‌های ظریف چهره بپرسید ــ مثلاً فلانی آدم بانمکی است یا دارد چیزی را پنهان می کند یا از انجام این کار خوشش می آید یا دوست دارد من این کار را انجام دهم ــ حرفی برای گفتن ندارم.

جان رایسون کلاهک نوار مغز را بر سر گذاشته و یک سیم‌پیچ امواج *TMS* را کنار سرش قرار داده‌اند.

در هر لحظه مدارهای مغز ما براساس سرنخ‌های ظریف تظاهر چهره افراد در حال رمزگشایی از عواطف آن‌هاست. برای آنکه بفهمیم ما چگونه می‌توانیم به طور خودکار و تا این حد سریع مفهوم چهره دیگران را حدس بزنیم گروهی داوطلب را به آزمایشگاه خود دعوت کردم. ما دو الکترود را روی صورت آن‌ها قرار دادیم ــ یکی روی پیشانی و دیگری روی گونه ــ تا بتوانیم تغییرات ظریف چهره داوطلبان رااندازه بگیریم. سپس از آن‌ها خواستیم تا به تصاویری از چهره افراد دیگر نگاه کنند.

حرکات ظریف عضلات چهره را می‌توان به کمک دستگاه الکترومیوگرام (نوار عضله) اندازه‌گیری کرد.

مثلاً وقتی داوطلب به چهره آدمی که لبخند می‌زد یا اخم می‌کرد، خیره می‌شد ما می‌توانستیم مختصری فعالیت الکتریکی را که دال بر حرکت ناچیز عضلات چهره او بوداندازه‌گیری کنیم. این امر به دلیل پدیده آینه‌ای اتفاق می‌افتد. یعنی داوطلب به طور خودکار حرکت چهره کسی که تصویر او را می‌دید، تقلید می‌کرد.

مثلاً اگر تصویر در حال لبخند زدن بود داوطلب نیز لبخند می‌زد. حتی اگر حرکت عضلات چهره داوطلب به طور ظاهری قابل تشخیص نبود فعالیت الکتریک ناچیزی ثبت می‌شد. به عبارت دیگر آدم‌ها بی‌آنکه هدف خاصی داشته باشند میمون‌وار از هم تقلید می‌کنند.

پدیده آینه‌ای پرده از واقعیتی عجیب برمی‌دارد. قیافه زن و شوهرهایی که سال‌ها از ازدواج‌شان می‌گذرد شبیه هم می‌شود و هر اندازه تعداد سال‌هایی که با هم زندگی کرده‌اند بیشتر باشد این شباهت بیشتر خواهد بود. تحقیقات نشان می‌دهند که این تأثیر فقط به دلیل انتخاب لباس‌ها یا سبک‌های آرایش مشابه نیست، بلکه به این دلیل است که آن‌ها سال‌ها آینه چهره هم می‌شوند و بنابراین الگوی چین و چروک‌های صورت‌شان نیز مانند هم می‌شود.

چرا پدیده آینه‌ای به وجود می‌آید؟ آیا هدف مشخصی در میان است؟ من برای پی بردن به این مسئله گروه داوطلب دیگری را به آزمایشگاهم دعوت کردم که از هر حیث غیر از یک مورد شبیه گروه قبلی بودند. به این گروه از داوطلبان کشنده‌ترین سم موجود روی کره زمین تزریق شده بود. کافی است کسی چند قطره از این سم عصبی (نوروتوکسین) را مصرف کند تا توانایی کنترل عضلاتش را از دست بدهد. به دنبال این حالت فرد به دلیل فلج می‌میرد، چون با فلج عضله دیافراگم دیگر قادر به تنفس نخواهد بود. پس اینطور به نظر می‌رسد که هیچ‌کس حاضر نیست که به دیگران پول بدهد تا این سم را او تزریق کنند. اما درست برعکس. این سم همان توکسین بوتولینوم است که از یک باکتری به دست می‌آید و در بازار به نام بوتاکس به فروش می‌رسد. وقتی این سم را به عضلات صورت تزریق کنند، عضلات دچار فلج می‌شوند و به دنبال آن چین و چروک صورت کاهش می‌یابد.

اما بوتاکس غیر از ایجاد زیبایی عارضه جانبی دیگری هم دارد که مردم کمتر با آن آشنا هستند. ما به داوطلبانی که بوتاکس زده بودند تصاویر چهره همان افراد را نشان دادیم. اما عضلات چهره آن‌ها با توجه به یافته‌های نوار عضله حرکات آینه‌ای به مراتب کمتری داشت. ما از این نکته دچار تعجب نشدیم، چون عضلات چهره داوطلبان ضعیف شده بود. تعجب‌آور چیزی بود که دیوید نیل و تانیا چارتراند در سال ۲۰۱۱ گزارش کردند. من نیز در آزمونی مشابه از داوطلبان دو گروه (کسانی که بوتاکس تزریق کرده بودند و کسانی که بوتاکس تزریق نکرده بودند) خواستم که به تصاویر چهره افراد نگاه کنند و یکی از چهار کلمه زیر را برای توصیف عاطفه فردی که می‌دیدند به کار ببرند: ناامید، آسوده، کمرو.

در آزمون چشمی بارون-کوهن و همکاران برای تشخیص حالات روحی افراد، به داوطلبان ۳۶ تصویر از حالت‌های گوناگون چهره را که هر یک نماینده یکی از چهار حالت هیجانی بودند نشان می‌دادند.

به طور میانگین کسانی که بوتاکس زده بودند کمتر موفق به تشخیص عاطفه تصویر چهره افراد شدند. چرا؟ یک فرضیه این است که فقدان فیدبک عضلات چهره توانایی آن‌ها را برای تشخیص عواطف دیگران کاهش داده بود. همه می‌دانیم که هر اندازه چهره افرادی که بوتاکس زده‌اند تحرک کمتری داشته باشد، پی بردن به احساس آن‌ها نیز دشوارتر می‌شود. تعجب‌آور است که برای خود این افراد نیز خواندن چهره دیگران سخت می‌شود.

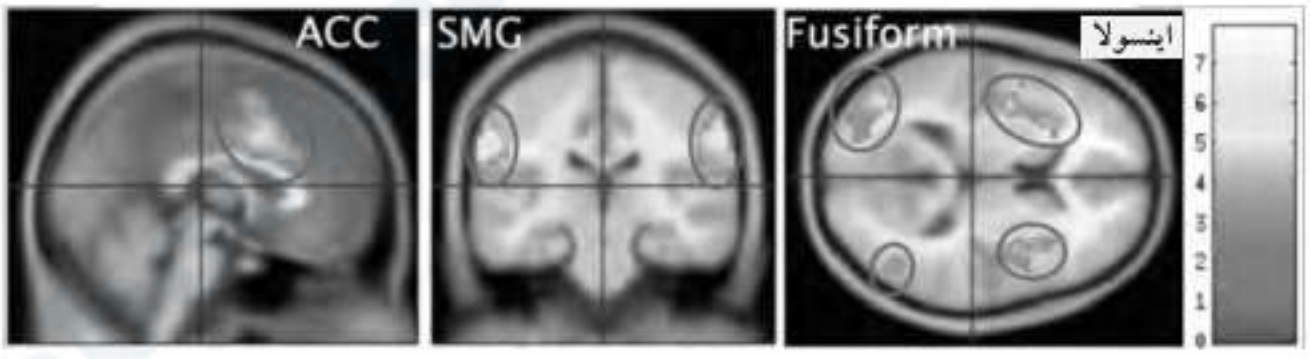
یک راه تفسیر این پدیده آن است که بگوییم: عضلات چهره هر کسی بیانگر احساس او هستند و مکانیسم عصبی دیگران برای پی بردن به عاطفه او از این نکته استفاده می‌کنند. وقتی شما دارید سعی می‌کنید احساس مرا دریابید به حالت چهره من دقت می‌کنید. البته این کار را آگاهانه انجام نمی‌دهید، بلکه آینه‌ای شدن خودبخودی حالت چهره من به شما امکان می‌دهد بتوانید احساس مرا به سرعت حدس بزنید. این روش به مغز شما اجازه می‌دهد به درک بهتری از من دست یابد و بتواند اعمال مرا پیش‌بینی کند. مثل خیلی از موارد دیگر، در اینجا نیز می‌توان گفت این روش فقط یکی از روش‌های متعددی است که مغز برای رسیدن به درک و پیش‌بینی به کار می‌برد.

شادی‌ها و غم‌های نهفته در همدلی[1]

آدم‌ها به سینما می‌روند تا به جهان عشق و دل‌شکستگی و هراس و حادثه پناه ببرند. ما قهرمانان و نابکاران را فقط به طور دوبعدی روی پرده سینما می‌بینیم — پس چرا در مورد سرنوشت این تصاویر گریزنده تا این حد حساس هستیم؟ چرا با دیدن فیلم‌های سینما به گریه یا خنده می‌افتیم یا تعجب می‌کنیم؟

برای درک این نکته که چرا ما نسبت به سرنوشت بازیگران حساس هستیم ابتدا به بررسی درک درد توسط مغز می‌پردازیم. فرض کنید کسی سرنگی را به دست شما فرو کند. در چنین موردی فقط یک نقطه از مغز مسئول پردازش پیام درد نیست. بلکه چنین واقعه‌ای نواحی گوناگونی از مغز را به گونه‌ای هماهنگ به فعالیت وادار می‌کند. این شبکه را به طور خلاصه «ماتریکس درد» می‌نامند.

نکته شگفت‌انگیز قضیه اینجاست: ماتریکس درد در روابط ما با دیگر انسان‌ها اهمیتی اساسی دارد. اگر شاهد فرو رفتن سوزن در دست کسی باشیم، ماتریکس درد ما فعال می‌شود. در این حال قسمت‌هایی از مغز که به ما می‌گویند از نظر جسمی مورد تهاجم قرار گرفته‌ایم خاموش‌اند، اما بخش‌هایی که درگیر تجربه عاطفی درد هستند فعال می‌شوند. یعنی مشاهده کسی که گرفتار درد و رنج است همان سازوکار عصبی درد را در وجود ما بیدار می‌کند و این اساس ایجاد همدلی است.



Fusiform: دوکی‌شکل SMG: شکنج سوپرا مارژینال AAC: کرتکس سینگولیت قدامی

ماتریکس درد به مجموعه نواحی مغز که حین درد فعال می‌شوند گفته می‌شود. بیشتر این نواحی وقتی ما درد و رنج شخص دیگری را می‌بینیم فعال می‌شوند.

همدلی با فردی دیگر از نظر لغوی به معنی احساس درد اوست. ما به طور خودکار شبیه‌سازی می‌کنیم که اگر جای او بودیم چه حالی به ما دست می‌داد. به دلیل دارا بودن همین توانایی شبیه‌سازی است که داستان‌ها از جمله خواندن رمان

1. empathy

و تماشا کردن فیلم برای ما جذاب هستند و این ویژگی در میان انسان‌ها به شکلی مشترک وجود دارد. حتی اگر داستان مربوط به افراد بیگانه یا کاراکترهای ساختگی باشد ما حالات درد یا شیفتگی آن‌ها را درک می‌کنیم، به سهولت در قالب آنان جای می‌گیریم، با آن‌ها زندگی می‌کنیم و از دیدگاه آن‌ها به زندگی نگاه می‌کنیم. وقتی می‌بینیم انسان دیگری رنج می‌برد می‌توانیم به خود بگوییم مشکل آن‌ها مربوط به خودشان است، اما نورون‌هایی که در عمق مغز ما جای دارند نمی‌توانند چنین تمایزی قائل شوند.

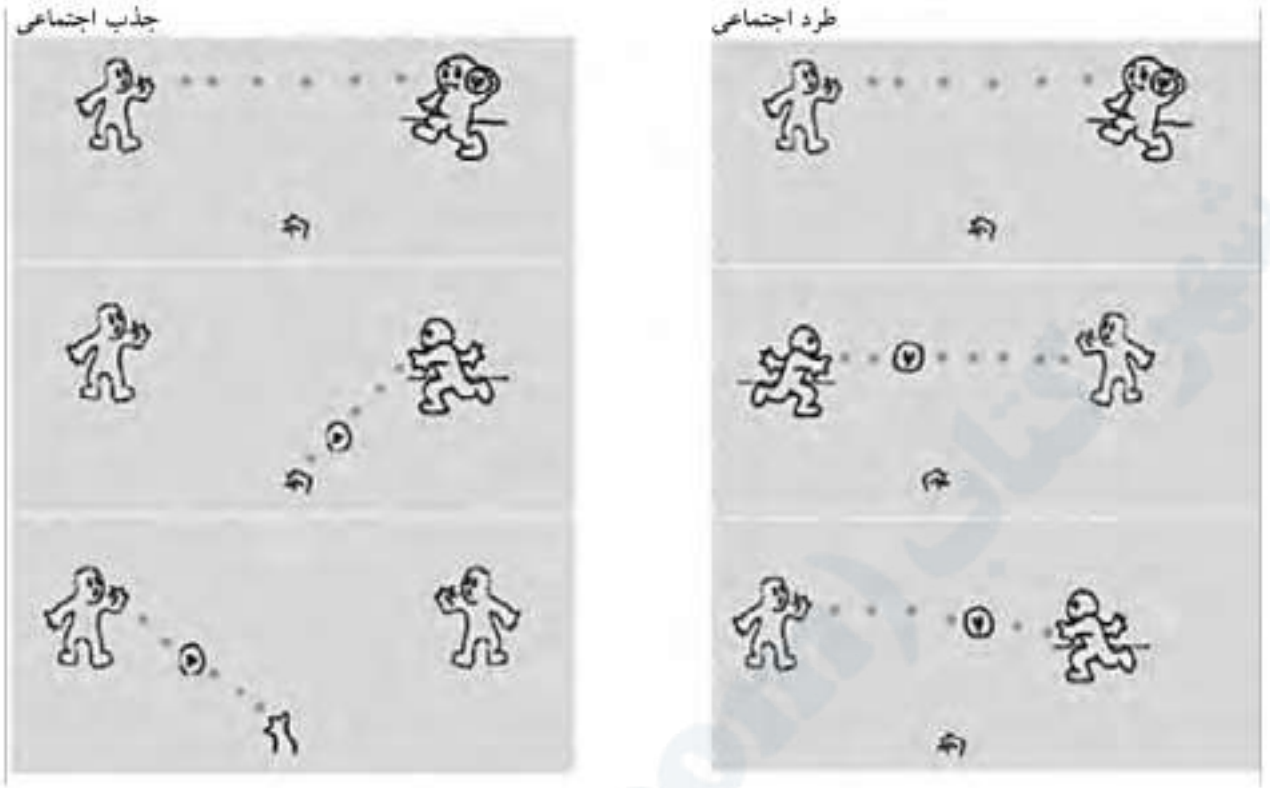
این توانایی بنیادی در احساس درد و رنج دیگران بخشی از چیزی است که به زبان علوم اعصاب به ما امکان می‌دهد از قالب خود به در آییم و در قالب دیگران جای گیریم. اما اصلاً چرا ما باید دارای این توانایی باشیم؟ از دیدگاه تکاملی همدلی مهارتی مفید است: با برخورداری از درک بهتر نسبت به احساس دیگران می‌توانیم حدس بزنیم که آن‌ها در گام بعدی چه رفتاری را ممکن است در پیش بگیرند.

با این همه دقت همدلی محدود است و در بسیاری از موارد ما صفات خود را به دیگران فرافکنی می‌کنیم. مادری به نام سوزان اسمیث اهل کارولینای جنوبی در سال ۱۹۴۴ با تعریف داستانی، همدلی را در مردم برانگیخت. طبق گزارش او به پلیس، وقتی بچه‌هایش داخل ماشین نشسته بودند مردی آن‌ها را دزدیده و با خود برده بود. او به مدت ده روز از تلویزیون برای نجات جان بچه‌های خود و بازگرداندن آن‌ها از مردم کمک می‌خواست. بسیاری از سراسر کشور به او پیشنهاد حمایت دادند. اما سرانجام سوزان اسمیث اعتراف کرد که خودش بچه‌هایش را کشته است. مردم داستان او را درباره سرقت ماشین‌اش قبول کرده بودند، چون کسی باورش نمی‌شدکه او بتواند فرزندانش را با دست خود بکشد. اما وقتی او ماجرا را با ذکر جزئیات فاش کرد همه باور کردند. اما در ابتدا درک مسئله سخت بود چون ما معمولاً دیگران را مثل خود و مستعد بروز رفتارهایی شبیه خود می‌دانیم.

ما ناگزیریم با دیگران شبیه‌سازی کنیم، با آنان ارتباط داشته و نگران احوال آنان باشیم. چرا که اجتماعی بودن در نهاد ماست. در اینجا سوآلی مطرح می‌شود: آیا مغز ما به تعامل اجتماعی وابسته است؟ اگر مغز انسان از تماس انسانی محروم شود چه پیش می‌آید؟

به نظر مارتین هایدگر سخن گفتن از «هستی» یک فرد کار دشواری است و ما معمولاً به جای این کار از «هستی فرد در جهان» سخن به میان می‌آوریم. منظور

فیلسوف تأکید بر این نکته است که جهان پیرامومن ما بخشی از هستی ماست. ما در خلاء زندگی نمی‌کنیم.

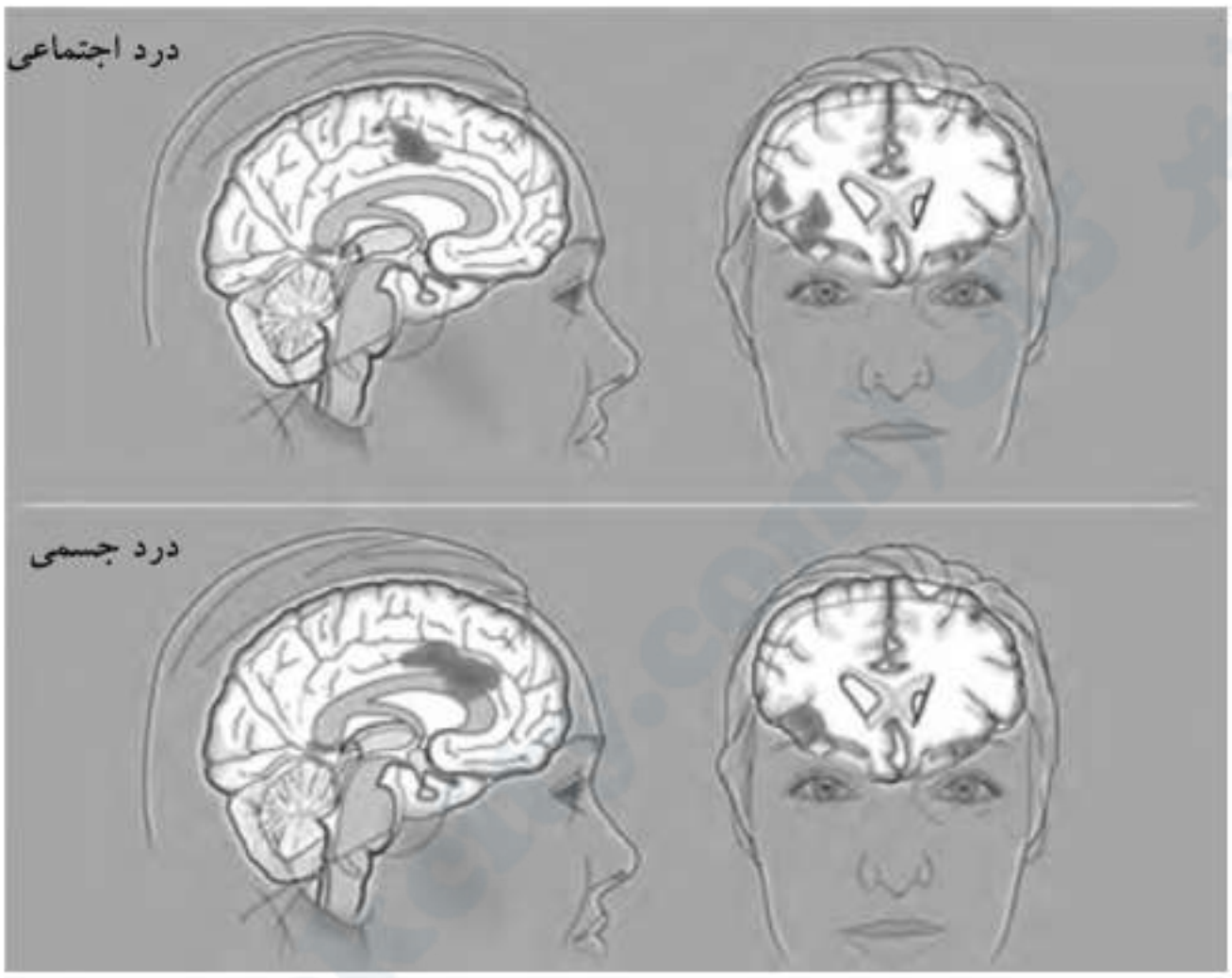


در سناریوی طرد اجتماعی داوطلب را از بازی کردن محروم می کنند.

اگرچه دانشمندان و محققان شرح حال کسانی راکه گرفتار حبس انفرادی شده‌اند بررسی کرده‌اند. اما مطالعه مستقیم این وضع دشوار است. اما یکی از دانشمندان علوم اعصاب به نام نائومی آیزنبرگر درباره مغز کسانی که به شکل ملایم‌تری از محرومیت اجتماعی گرفتار شده‌اند، تحقیق کرده است. فرض کنید دارید با دو نفر دیگر توپ بازی می‌کنید و ناگهان شما را از بازی محروم کنند. یعنی آن دو نفر دیگر توپ را بدون درنظر گرفتن شما بین خود جابجا کنند. آزمایش آیزنبرگر دارای سناریویی ساده است. خانم آیزنبرگر از داوطلبان خواست به بازی کامپیوتری بپردازند که در آن داوطلبان با کاراکترهای متحرک خود توپ را به طرف دو بازیکن می‌انداختند: به داوطلبان قبولانده بودند که آن دو بازیکن دارند توسط دو نفر دیگر کنترل می‌شوند. اما در اصل آن‌ها فقط بخشی از یک برنامه کامپیوتری بودند. در ابتدا این دو بازیکن جوانمردانه و مودبانه بازی می‌کردند. اما کمی بعد آن‌ها فرد داوطلب را از بازی کنار گذاشتند و فقط به خودشان پاس می‌دادند.

آیزنبرگر از داوطلبان خواست در همان حال که یک اسکنر مغز یا MRI کارکردی از فعالیت مغز آن‌ها تصویربرداری می‌کرد با این بازی مشغول شوند و

به نکته جالبی رسید. وقتی داوطلبان از بازی کنار گذاشته می‌شدند نواحی مربوط به ماتریکس درد آن‌ها فعال می‌شد. شاید این نکته که به آدم در بازی پاس ندهند کوچک جلوه کند، اما برای مغز طرد اجتماعی به اندازه‌ای مهم است که می‌تواند به معنی دقیق کلمه مایه درد و رنج باشد.



درد اجتماعی که به دنبال طرد ایجاد می‌شود همان نواحی مربوط به درد جسمی را در مغز فعال می کند.

چرا طرد سبب ایجاد درد و رنج می‌شود؟ احتمالاً علت این است که پیوستگی اجتماعی از نظر تکاملی حائز اهمیت است. به عبارت دیگر، درد مکانیسمی است که ما را به سوی تعامل و پذیرش از جانب دیگران سوق می‌دهد. سازوکار نهادینه سیستم عصبی ما را وادار می‌کند که به دیگران بپیوندیم و گروه تشکیل دهیم.

این اصل شناخت اجتماع را برای ما آسانتر می‌کند: آدم‌ها در همه جای جهان در پی تشکیل گروه هستند. ما به مدد حلقه خانواده، دوستان، کار، سلیقه، ورزش، تیم، مذهب، فرهنگ، رنگ پوست، زبان، سرگرمی‌ها و گرایش‌های سیاسی به هم می‌پیوندیم. عضویت در گروه مایه آرامش و آسایش ماست و این واقعیت نکته‌ای را درباره تاریخ گونه انسان به ما یادآوری می‌کند.

فراتر از بقای اصلح

وقتی بحث از تکامل انسان پیش می‌آید همه با مفهوم بقای اصلح آشنایی دارند. تصویر فردی قوی و با اراده به ذهن ما می‌آید که می‌تواند بهتر از دیگران بجنگد و بدود و با سایر اعضای گونه جفت‌گیری کند. به عبارت دیگر فرد برای آنکه بتواند زنده بماند و کامیاب شود باید بتواند رقیب توانایی نیز باشد. این مدل شاید نتواند در روشن ساختن مسئله خیلی مفید باشد اما می‌تواند برخی از جنبه‌های رفتار ما مثلاً رفتار دگردوستی[1] انسان را توضیح دهد. در بقای اصلح چه لزومی دارد افراد به هم کمک کنند؟ به نظر می‌رسد گزینش قوی‌ترین فرد ربطی به این موضوع ندارد. بنابراین فرضیه‌پردازان مسئله «انتخاب خویشاوندی»[2] را مطرح کرده‌اند. این ایده می‌گوید من فقط در پی حراست و مراقبت از خود نیستم، بلکه حراست از کسانی که با من خزانه ژنی مشترکی دارند مثلاً برادران و خویشاوندان نیز اهمیت دارد. جی.اس.هالدن یکی از زیست‌شناسان تکاملی به زبان طنز می‌گوید: «من با کمال میل حاضرم برای نجات دو تن از برادرانم یا هشت تن از قوم وخویش‌هایم به داخل رودخانه بپرم.»

با این همه فرضیه انتخاب خویشاوندی قادر به توضیح همه جنبه‌های رفتار آدمی نیست. چون افراد چه بسا بدون وجود رابطه خویشاوندی گروه تشکیل می‌دهند و همکاری می‌کنند. این مشاهده ما را به ایده «انتخاب گروهی»[3] می‌رساند. یعنی اگر گروهی به طور کامل از افرادی که اهل همکاری هستند تشکیل شده باشد، همه ترجیح می‌دهند در راستای آن حرکت کنند. به هر حال در چنین گروهی وضع افراد بهتر از گروهی است که اعضای آن با یکدیگر همکاری ندارند. مشارکت اعضای گروه شانس بقا را افزایش می‌دهد. به این ترتیب اعضای گروه ایمن‌تر و بارورتر خواهند بود و بهتر می‌توانند از پس چالش‌های زندگی برآیند. انگیزه پیوستن به دیگران، «همکاری مطلوب اجتماعی»[4] است. این نوع همکاری مانند چسبی است که حتی بدون وجود رابطه خویشاوندی امکان ایجاد قبیله‌ها، گروه‌ها و ملت‌ها را فراهم می‌کند. موضوع این نیست که انتخاب فردی وجود ندارد، بلکه می‌خواهیم بگوییم انتخاب فردی همه داستان نیست. اگرچه انسان‌ها در بیشتر مواقع فردگرا و اهل رقابت هستند اما این نکته که ما بخشی از زندگی خود را به تأمین منافع گروه اختصاص می‌دهیم نیز صحت دارد. همین نکته است

---

1. altruism 2. Kin selection 3. Group selection 4. eusociality

که به جمعیت‌های انسانی امکان داده تا در سراسر زمین پراکنده شوند و جوامع و تمدن‌هایی ایجاد کنند. افراد هر اندازه هم که شایسته باشند اگر از انزوا خارج نشوند نمی‌توانند به چنین توفیق‌هایی برسند. پیشرفت واقعی در گرو همراهی با گروه‌هایی است که اجتماع‌های بزرگ و هم پیمان تشکیل می‌دهند و همکاری مطلوب اجتماعی یکی از عوامل مهم به وجود آورنده غنا و پیچیدگی در دنیای مدرن است.

بنابراین تمایل انسان‌ها به تشکیل گروه به سود افزایش شانس بقاست، اما یک جنبه منفی نیز دارد. به ازای هر عضو درون گروه یک عضو بیرون از گروه نیز داریم.

برون‌گروه‌ها[1]

برای درک تاریخ باید درون‌گروه‌ها و برون‌گروه‌ها را درک کنیم. بارها طی تاریخ دیده‌ایم که در سراسر کره زمین گروه‌هایی از انسان‌ها به خشونت علیه گروه‌های دیگر، حتی گروه‌های بی‌دفاعی که تهدیدی متوجه دیگران نمی‌کنند دست زده‌اند. در سال ۱۹۱۵ ترک‌های عثمانی به طور سازمان یافته بیش از یک و نیم میلیون نفر ارمنی را کشتند. ژاپنی‌ها در کشتار همگانی نانجینگ درسال ۱۹۳۷ به چین هجوم بردند و صدها تبعه غیرنظامی را کشتند. در سال ۱۹۹۴ ظرف مدتی قریب ۱۰۰ روز افراد قبیله هوتو در رواندا هشتصد هزار نفر افراد قبیله توتسی را عمدتاً با قمه کشتند.

من این وقایع را با دید یک مورخ بیطرف بررسی نمی‌کنم. اگر به شجره خانوادگی من توجه کنید می‌بینید که بیشتر شاخه‌های این شجره در حوالی دهه ۴۰ قرن بیستم ناگهان قطع شده‌اند. آن‌ها به دلیل یهودی بودن گرفتار قتل عام نازی‌ها شده و به عنوان برون‌گروه قربانی گشتند.

اروپا پس از هولوکاست متعهد شد که دیگر هیچ‌گاه دست به کشتار همگانی نزند. اما ۴۰ سال بعد نسل‌کشی دیگری این بار ۶۰۰ مایل آن‌سوتر در یوگوسلاوی اتفاق افتاد. در فاصله سال‌های ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۵ در جنگ یوگوسلاوی قریب صد هزار نفر مسلمان توسط صرب‌ها طی اعمال تهاجمی گسترده‌ای که «پاکسازی نژادی» نام گرفت، سلاخی شدند. یکی از بدترین رویدادهای جنگ مربوط به سربرنیتسا بود. در این مکان ظرف مدتی قریب ده روز هشت هزار نفر از مسلمانان

---

1. Outgroups

بوسنیایی را تیرباران کردند. این افراد بعد از محاصره سربرنیتسا به اردوگاه سازمان ملل پناه برده بودند، اما در ۱۱ جولای سال ۱۹۹۵ فرماندهان سازمان ملل همه پناهندگان را از اردوگاه بیرون کردند و آن‌ها را به دست دشمنانی که بیرون دروازه‌های اردوگاه منتظرشان بودند سپردند. صرب‌ها به زن‌ها تجاوز کردند، مردان را اعدام کردند و حتی به کودکان نیز رحم نکردند.

در این تصویر نیروهای آلمانی را می‌بینیم که دارند در اردو گاه سازمان ملل که هزاران مسلمان بوسنیایی به آن پناه آورده بودند، نگهبانی می‌دهند. حسن نوهانوویچ خانواده خود را در قتل عامی که بعد از اخراج پناهند گان و سپردن آنان به دست نیروهای صرب به دستور فرماندهان آلمانی روی داد، از دست داد.

من برای درک بهتر این رویداد به سارایوو رفتم و در آنجا با مردی قد بلند و میانسال به نام حسن نوهانوویچ آشنا شدم. حسن که یک مسلمان بوسنیایی بود در اردوگاه به عنوان مترجم سازمان ملل کار می‌کرد. خانواده‌اش نیز در آنجا در میان پناهندگان بودند. اما آن‌ها را به بیرون اردوگاه فرستادند تا کشته شوند و فقط به او به این دلیل که به مترجم نیاز داشتند اجازه دادند داخل اردوگاه بماند. مادر، پدر و برادرش همان روز کشته شدند. مسئله‌ای که بیش از هر چیز او را آزار می‌داد این بود که به گفته خودش «عامل این کشتارها و شکنجه‌ها همان همسایه‌ها و افرادی بودند که ما دهها سال با آن‌ها زندگی کرده بودیم. همین‌ها بودند که مثل آب خوردن دوستان خانه و مدرسه خود را کشتند.»

سندروم E

چه چیزی سبب کاهش واکنش عاطفی ما به رنج و آزار دیدن سایر انسان‌ها می‌شود؟ ایتژاک فراید (Itzhak Fried) یکی از جراحان مغز و اعصاب می‌گوید «وقتی به وقایع خشونت بار سراسر جهان توجه کنیم، رفتار مشابهی را در همه جا ملاحظه می‌کنیم. گویا کارکرد مغز افراد در این حالت مختل می‌شود و افراد وادار می‌شوند به شکل خاصی عمل کنند. او درست همانگونه که یک پزشک تب و سرفه را در بیمار دچار ذات الریه مورد توجه قرار می‌دهد می‌گوید می‌توان به جستجوی رفتارهای خاصی که سبب تداوم وضعیت‌های خشونت بار می‌شوند پرداخت. او مجموعه این رفتارها را سندروم E می‌نامد. به نظر فراید وجه مشخصه سندروم E عبارت است از کاهش واکنش عاطفی که به اعمال خشونت‌آمیز اجازه تکرار می‌دهد. این سندروم همچنین همراه است با برانگیختگی مفرط یا به قول آلمانی‌ها شور و شعفی (Rausch) که به دنبال اعمال خشونت‌آمیز ایجاد می‌شود. این حالت بسیار مسری است، همه حاضران درگیر و گرفتارش می‌شوند و به آسانی انتشار می‌یابد. در عین حال سبب جداسازی می‌شود، یعنی فرد در حین حراست از خانواده خود به اعمال خشونت علیه خانواده دیگران می‌پردازد.

در این تصویر که مربوط به هولوکاست است سربازی را می‌بینیم که دارد به زنی که فرزندش را در آغوش گرفته است تیراندازی می کند.

نکته مهم از دید یک متخصص علوم اعصاب این است که در این سندروم سایر کارکردهای مغز مانند زبان، حافظه و توانایی حل مسئله مشکل پیدا نمی‌کنند و بنابراین می‌توان گفت مشکل تغییر هویت همه نواحی مغز نیست و فقط نواحی خاص تنظیم عواطف و ایجاد همدلی آسیب می‌بینند. مثل این است که این قسمت از نواحی مغز اتصالی پیدا می‌کنند و از مدار کلی مغز خارج می‌شوند و در امر تصمیم‌گیری دخالت

نمی‌کنند. در عوض این حالت عامل تداوم بخش کنش مغز این افراد، فعالیت بخش‌هایی از مغز است که دست‌اند. کار منطق و حافظه و استدلال‌ورزی و غیره هستند، اما شبکه‌های مربوط به درک و فهم دیگران و عواطف آن‌ها از مدار خارج‌اند. به نظر فراید این امر منجر به رهایی از قید و بند اخلاق می‌شود و در این حالت افراد سامانه‌های عاطفی خود را که در شرایط طبیعی در تصمیم‌گیری نقش بنیادی دارد به کار نمی‌گیرند.

حسن به منظور روشن ساختن ابعاد این زیر پا گذاشتن اخلاق اجتماعی، داستان دستگیری یک دندانپزشک بوسنیایی را برایم تعریف کرد. صرب‌ها او را از بازوان به تیر برق آویزان کردند و سپس با یک میله فلزی به حدی کتک‌اش زدند که ستون فقراتش خُرد شد. بعد تا سه روز او را در حالی که کودکان صرب هر روز از کنارش عبور می‌کردند تا به مدرسه بروند، آویزان به حال خود رها کردند.

به گفته حسن: «ما تعدادی شعارهای ارزشمند جهانی داریم که بسیار بنیادی هستند: همنوع خود را نکش.» اما در آوریل ۱۹۹۲ این اصل ناگهان رنگ باخت و به اصل «تا می‌توانی همنوع خود را بکش» تبدیل شد.

خانواده حسن را در این گورستان به خاک سپرده‌اند. هر سال اجساد قربانیان دیگری را کشف و شناسایی می کنند و برای تدفین به این گورستان می آورند.

چه چیزی سبب بروز چنین تغییر هولناکی در روابط اجتماعی انسان‌ها می‌شود؟

چگونه بروز چنین مسائلی در گونه‌ای که از نظر اجتماعی به توانایی‌های مفید و مطلوبی دست یافته قابل توجیه است؟ چرا هنوز در نقاط مختلف روی زمین با پدیده نسل‌کشی روبرو هستیم؟ ما معمولاً جنگ و کشتار را در زمینه تاریخ و اقتصاد و سیاست بررسی می‌کنیم. اما چنان‌چه در پی رسیدن به نمایی کامل‌تر باشیم باید جنگ و کشتار را پدیده‌ای عصبی بدانیم. در شرایط معمول اینکه همسایه خود را بکشیم عملی دور از وجدان است. پس چه عاملی سبب می‌شود ناگهان صدها یا هزاران تن دست به چنین کار زشتی بزنند؟ چه ویژگی در برخی از موقعیت‌های معین وجود دارد که کارکرد اجتماعی نرمال مغز را دور می‌زند؟

همه برابرند، اما بعضی‌ها برابرترند

آیا می‌توان خرابی کارکرد نرمال مغز را در آزمایشگاه بررسی کرد؟ من برای پی بردن به این مسئله آزمایشی طرح کردم.

سوآل اول من بسیار ساده بود: آیا حس همدلی بنیادی ما با شخصی دیگر به این دلیل که او عضوی درون‌گروه (خودی) یا برون‌گروه (غیرخودی) است تغییر می‌کند؟

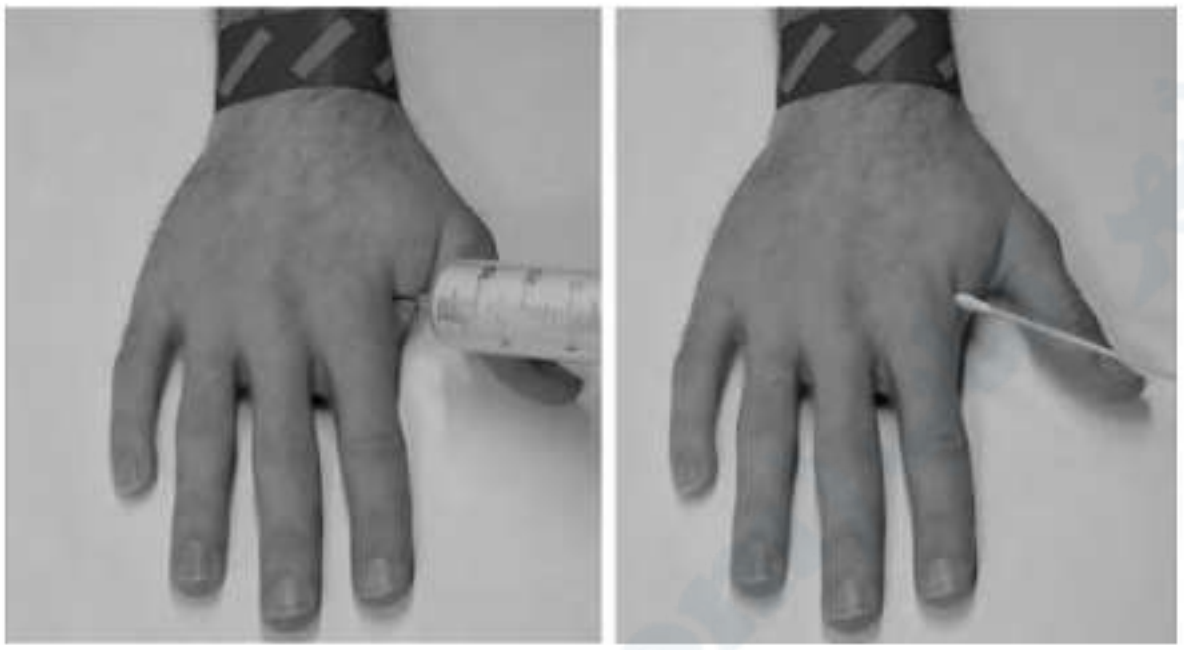
ما داوطلبان را در اسکنر قرار دادیم . آن‌ها ۶ دست را روی پرده مشاهده کردند. کامپیوتر درست مثل چرخ گردانی که در بازارهای نمایشی به کار می‌برند به طور تصادفی یکی از این دست‌ها را انتخاب می‌کرد. سپس تصویر دست روی پرده می‌آمد و در همان حال که داوطلب داشت نگاه می‌کرد یا یک سوآب کتانی (شبیه گوش پاک کن) روی آن مالیده می‌شد یا یک سوزن را در آن فرو می‌کردند. این دو عمل در سامانه بصری انسان حرکت مشابهی تلقی می‌شوند، اما تأثیری که بر سایر نواحی مغز دارند کاملاً فرق می‌کند.

قبلاً دیدیم که مشاهده فرد گرفتار درد و رنج، سبب فعال شدن ماتریکس درد می‌شود و این اساس همدلی است. اینک می‌توانیم سوآل خود را درباره همدلی در سطح دیگری مطرح کنیم. با تأمین شرایطی مشابه آنچه گفتیم، تغییر مختصری در آزمایش به وجود آوردیم: این بار نیز همان ۶ دست روی صفحه ظاهر می‌شدند، اما هر دست دارای برچسبی بود که روی آن‌ها یکی از کلمات مسیحی، یهودی، خداناباور، مسلمان، هندو و علم گرا[1] دیده می‌شد. وقتی یک دست به طور تصادفی

---

۱. Scientology به معنی اعتقاد به لزوم محوریت علوم تجربی و روش تجربی در همه شئون است. (ویکی پدیا)

انتخاب و تصویر آن روی صفحه ظاهر می‌شد دو حالت داشت: یا سوآب کتانی به آن مالیده می‌شد و یا سرنگی در آن فرو می‌رفت. سوآل مورد نظر ما در این آزمایش عبارت بود: آیا برای مغز بیننده آزار دیدن دست یک عضو غیرخودی اهمیتی دارد؟



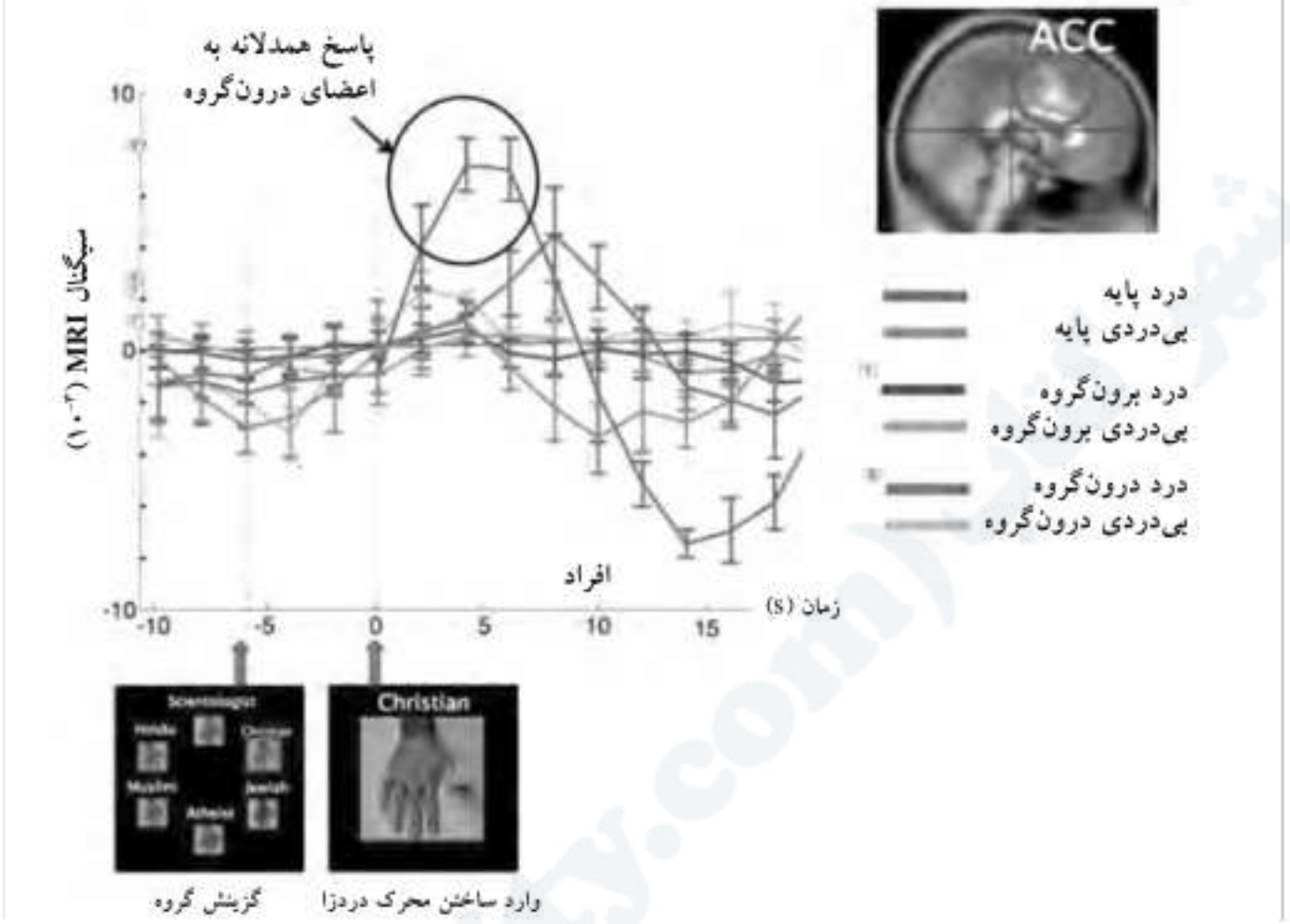
در حین اسکن کردن مغز داوطلبان، ما به آن‌ها تصویر ویدئویی دست‌هایی را نشان دادیم که بعضی با گوش‌پاک‌کن پنبه‌ای نوازش می‌شدند و بعضی دیگر مورد اصابت سرنگ قرار می گرفتند.

در میان داوطلبان پاسخ‌های متنوعی ابراز شد. اما به طور میانگین وقتی یکی از اعضای خودی دچار درد و رنج می‌شد مغز افراد پاسخ همدلانه بیشتری نشان می‌داد. حال آنکه اگر فرد گرفتار غیرخودی بود واکنش ایجاد شده شدت به مراتب کمتری داشت. این نتیجه مخصوصاً از این جهت که هر تصویر با برچسبی یک کلمه‌ای همراه بود حائز توجه است. در واقع برای اثبات عضویت فرد در یک گروه نیاز به ارائه شواهد و مدارک زیادی نیست.

یعنی وجود نوعی تقسیم بندی پایه‌ای کافی است تا پاسخ پیش‌ـخودآگاه مغز نسبت به شخص دیگری که گرفتار درد و رنج است تغییر کند. ممکن است به فرقه‌های مذهبی در این زمینه بسیار بها دهیم، اما نکته عمیق‌تری نیز وجود دارد: در مطالعه ما حتی وقتی دست فردی که برچسب خداناباور داشت درد می‌گرفت، خداناباورها پاسخ همدلانه بیشتری به آن بروز می‌دادند. حال آنکه اگر دست دیگران درد می‌گرفت پاسخ همدلانه خداناباورها کمتر بود. بنابراین مسئله به طور اساسی ربطی به مذهب ندارد، بلکه به این مربوط است که فرد به چه گروهی تعلق دارد.

می‌بینیم که مردم نسبت به غیرخودی‌ها همدلی کمتری احساس می‌کنند. اما برای درک پدیده خشونت یا نسل‌کشی باید گامی فراتر برداریم و به مسئله

انسانیت‌زدایی[1] بپردازیم.



وقتی این داوطلب درد و رنج شخصی را که همگروه او بود می‌دید پاسخ عصبی بارزتری در قسمت سنگولیت قدامی کرتکس او ظاهر می‌شد. وقتی همین فرد شخصی را که متعلق به برون گروه بود گرفتار درد می‌دید، درهمین قسمت مغزش فعالیت کمتری آشکار می‌شد.

لاسانا هریس از دانشگاه لیدن در هلند آزمایش‌هایی انجام داد تا ما را به فهم چگونگی بروز این معضل نزدیک‌تر کند. هدف هریس بررسی تغییرات شبکه اجتماعی مغز به ویژه قسمت داخل کرتکس جلوی پیشانی[2] است. این ناحیه وقتی ما با دیگران در ارتباط هستیم یا به آن‌ها فکر می‌کنیم فعال می‌شود، اما وقتی به اشیاء آشنا مانند یک لیوان قهوه سر و کار داریم، فعال نمی‌شود.

هریس به داوطلبان تصاویر اشخاصی را که به گروه‌های مختلف جامعه تعلق داشتند نشان داد، مثلاً افراد بی‌خانمان یا معتادان و دریافت که قسمت داخلی کرتکس جلوی پیشانی آن‌ها وقتی به یک فرد بی‌خانمان نگاه می‌کنند کمتر فعال می‌شود. گویی فرد مورد نظر نوعی شیء است.

---

1. Dehumanization

2. Medial PFC (prefrontal cortex)

چنانکه او توضیح می‌دهد، داوطلبان با خاموش کردن سامانه‌هایی که فرد بی‌خانمان را یک موجود انسانی معرفی می‌کنند وجدان خود را بابت اینکه به او پول نمی‌دهند خاموش می‌کنند. یعنی هویت فرد بی‌خانمان را از او می‌گیرند و مغز به او به چشم یک شیء می‌نگرد نه مثل یک انسان. بنابراین تعجبی هم ندارد که هیچ‌کس به چنین فردی توجهی نمی‌کند. چنانکه هریس می‌گوید : «اگر ما کسی را به عنوان انسان به رسمیت نشناسیم، او را مشمول برخورداری از قواعد اخلاقی خاص انسان نیز نخواهیم دانست.»

انسانیت‌زدایی اساس نسل‌کشی است. همانگونه که نازی‌ها یهودیان را موجوداتی فروتر از انسان تلقی می‌کردند، صرب‌ها نیز در یوگوسلاوی سابق مسلمان‌ها را آدم حساب نمی‌کردند.

قسمت داخلی کرتکس جلوی پیشانی

قسمت داخلی کرتکس جلوی پیشانی به هنگام فکر کردن به سایر افراد (البته نه همه آن‌ها) فعال می‌شود.

یک روز وقتی در سارایوو بودم داشتم در خیابان اصلی شهر قدم می‌زدم. طی جنگ اسم این خیابان را گذاشته بودند «تک تیراندازان». چون مردان و زنان و کودکان غیرنظامی در این خیابان توسط تفنگدارانی که روی تپه‌ها و خانه‌های مجاور کمین کرده بودند کشته می‌شدند. این خیابان به یکی از مهمترین نمادهای وحشت جنگ تبدیل شد. چگونه کار یک خیابان معمولی شهر به اینجا رسید؟

بهانه این جنگ نیز مانند همه جنگ‌های دیگر نوعی بازی با سیستم عصبی بود که شبیه آن طی سده‌ها بارها تکرار شده است : بازی با اعصاب با تکیه بر هوچیگری و تبلیغات (پروپاگاند). در جنگ یوگوسلاوی شبکه‌های عمده خبری یعنی صدا و سیمای صربستان تحت کنترل حکومت بودند و به طور پیوسته اخبار

و داستان‌های دروغین را به جای واقعیت به خورد مردم می‌دادند. این شبکه‌ها اخباری کاذب درباره حملات مسلمان‌های بوسنی و کروات با انگیزه‌های نژادی به مردم صرب پخش می‌کردند و بوسنی‌ها و کروات‌ها را مانند دیو جلوه می‌دادند و مدام از مسلمانان بدگویی می‌کردند. یکی از شبکه‌های سخن پراکنی در اوج این تهمت زدن‌ها خبری پخش کرد که براساس آن مسلمان‌ها یک کودک صرب را کشته و گوشت او را به شیرهای گرسنه داده بودند.

نسل‌کشی تنها وقتی امکان‌پذیر است که انسانیت‌زدایی (Dehumanization) در مقیاس وسیع روی دهد و بهترین ابزار برای نیل به این هدف پروپاگاند است. پروپاگاند کلید نفوذ به شبکه‌های عصبی دخیل در فهم سایر انسان‌هاست و می‌تواند میزان همدلی ما را با دیگران به حداقل ممکن برساند.

دیدیم که دیدگاه‌های سیاسی می‌توانند با مغز ما به گونه‌ای بازی کنند که از دیگران انسانیت‌زدایی به عمل آید و به این ترتیب می‌توانند ما را وادار به انجام پلیدترین اعمالی کنند که از دست انسان برمی‌آید. اما آیا می‌توان مغز را طوری دستکاری کرد که در برابر این پدیده مصون بماند؟ یکی از راه‌های احتمالی پیشگیری از این معضل را آزمایشی ارائه داد که به جای آزمایشگاه در یکی از مدارس دهه ۶۰ قرن بیستم انجام شد.

در سال ۱۹۶۸ یک روز پس از ترور مارتین لوترکینگ یکی از رهبران مدافع حقوق مدنی، جین الیوت که معلم یکی از شهرهای کوچک ایالت آیوا بود تصمیم گرفت به دانش‌آموزان کلاس نشان دهد که معنی تبعیض چیست. او از دانش‌آموزان پرسید آیا می‌دانند اگر به دلیل رنگ پوست مورد تبعیض و پیشداوری قرار گیرند چه احساسی به آن‌ها دست می‌دهد؟ بیشتر دانش‌آموزان گفتند با این احساس آشنا هستند. اما او می‌خواست از این نکته اطمینان حاصل کند، بنابراین کاری را انجام داد که بعدها به آزمایش مشهور تبدیل شد. او اعلام کرد که «چشم آبی‌ها» بهترین افراد حاضر در کلاس هستند.

جین الیوت: «افراد دارای چشم تیره حاضر در کلاس حق استفاده از آب سردکن را ندارند و باید از لیوان‌های کاغذی برای نوشیدن آب استفاده کنند. افراد چشم‌تیره حق ندارند در حیاط با چشم‌آبی‌ها بازی کنند، چون جنس‌شان مثل آن‌ها خوب نیست. افراد دارای چشم تیره باید پیراهن‌های یقه‌دار بپوشند تا همه بتوانند از فاصله دور آن‌ها را تشخیص دهند. شروع می‌کنیم... همه آماده هستید؟» همه غیر از لوری آماده بودند.

«لوری، تو آماده‌ای؟»

یکی از بچه‌ها گفت: «اون چشماش قهوه‌ایه!

جین گفت: «بله، اون چشماش قهوه‌ایه. شما یادتونه که ما امروز کلی راجع به آدمای چشم‌قهوه‌ای حرف زدیم.»

کمی بعد جین نگاهی به ترکه‌ای که برای تنبیه افراد خاطی به کار می‌برد کرد و دو پسربچه شروع کردند به پچ‌پچ. رکس اشاره‌ای به ترکه کرد و ریموند گفت: «هی خانم الیوت، بهتره این ترکه رو بذاری رو میزت که اگه یه وقت چشم قهوه‌ای‌ها پررویی کنن بتونی تنبیه‌شون کنی.»

من اخیراً با این دو دانش‌آموز به نام‌های رکس کوزاک و ری هانسن که حالا مردهای بالغی شده‌اند دیدار کردم. هر دو نفر چشم‌آبی بودند. از آن‌ها پرسیدم آیا رفتارتان را در آن روز به یاد دارید؟ ری گفت: «من نسبت به دوستانم رفتار بسیار زشتی داشتم. دلم می‌خواست دوستان چشم‌قهوه‌ای خودم را قربانی کنم که پیش معلم عزیز شوم.» او به یاد دارد که در آن زمان موهای طلایی و چشم‌های آبی داشت و گفت: «من به یک فاشیست کوچک تبدیل شده بودم. مدام دنبال یافتن راهی برای تحقیر دوستانم بودم. همان دوستانی که تا چندی پیش با آن‌ها یکدل و یکرنگ بودم.»

جین روز بعد آزمایش را برعکس کرد و رو به دانش‌آموزان گفت:

> «افراد چشم‌قهوه‌ای باید یقه‌های پیراهن‌های خود را بردارند و به چشم‌آبی‌ها بدهند. افراد چشم قهوه‌ای ۵ دقیقه بیش از دیگران اجازه استراحت دارند. چشم‌آبی‌ها به هیچ‌وجه حق ندارند از وسایل بازی داخل حیاط استفاده کنند. چشم‌آبی‌ها حق ندارند با چشم‌قهوه‌ای‌ها بازی کنند. من از حالا اعلام می‌کنم چشم‌قهوه‌ای‌ها برتر از چشم‌آبی‌ها هستند.»

رکس می‌گوید وقتی اوضاع عوض شد «مثل این بود که دنیا برای ما زیر و رو شده بود.» وقتی او در گروه افراد فروتر جای گرفت دچار حس خسران و افت شخصیت شد و طوری آسیب دید که نمی‌توانست هیچ کاری انجام دهد.

یکی از مهمترین مهارت‌هایی که ما به عنوان انسان می‌آموزیم دوراندیشی است که بچه‌ها معمولاً در این عرصه چندان پیشرفته و ورزیده نیستند. وقتی آدم بتواند خودش را جای شخص دیگری بگذارد راه‌های شناخت نوینی در برابرش باز می‌شود. رکس پس از تجربه‌ای که در کلاس خانم الیوت داشت در برابر اظهاراتی

که رنگ و بوی نژادپرستی داشتند حساس‌تر شده بود. او به یاد می‌آورد که آن روزها به پدرش گفته بود: «این طرز برخوردها اشتباه است.» رکس با شادمانی آن روزها را به یاد می‌آورد. در آن هنگام او حس می‌کرد به درک جدیدی رسیده و پی برده بود که هویت‌اش به عنوان یک انسان با دسترسی به این درک دگرگون شده است.

نکته زیرکانه این آزمایش عوض کردن جای چشم‌آبی‌ها و چشم‌قهوه‌ای‌ها (گروه‌های بالا و پایین) بود. این کار سبب شده بود بچه‌ها درس بزرگی بگیرند: اینکه سیستم قوانین دلبخواهی و تغییرپذیر است. بچه‌ها یاد گرفتند که حقایق این دنیا قطعی و ثابت نیستند و حتی یک پله بالاتر، شاید اصلاً چیزهایی که حقیقت مسلم می‌دانیم باطل باشند. این آزمایش به بچه‌ها امکان داد از ورای ابهام‌ها و شبهات بنگاه‌های سیاسی به مسائل دنیا فکر کنند و به عقایدی از آن خود دست یابند و این مهارتی است که همه فرزندان ما به آن نیاز دارند.

آموزش برای پیشگیری از نسل‌کشی نقشی اساسی دارد. تنها با درک انگیزه‌های عصبی برای تشکیل درون‌گروه و برون‌گروه و ترفندهای معمول پروپاگاند دامن زدن به این انگیزه‌هاست که می‌توانیم امیدوار باشیم ریشه‌های انسانیت‌زدایی که به انجام خشونت‌های گروهی منجر می‌شود خشک شود.

در عصر کنونی که به مدد فناوری دیجیتال یک‌پارچه‌شده درک عناصری که انسان‌ها را به هم می‌پیوندند اهمیت بسیار دارد. مغزهای انسانی در ذات خود آماده برقراری تعامل هستند: ما به شکلی پیشرفته و پرشکوه به گونه‌ای اجتماعی تبدیل شده‌ایم. درست است که گاهی انگیزه‌های اجتماعی مورد سوءاستفاده قرار می‌گیرند اما در عین حال همین انگیزه‌ها اساس کامیابی انسان‌ها در آینده هستند.

هر یک از ما ممکن است حد نهایی هستی خود را محدوده حواس خود بدانیم، اما حسی هست که به ما می‌گوید مرز مشخصی برای آخر وجود ما و آغاز وجود دیگرانی که در اطراف ما هستند نمی‌توان تعیین کرد. نورون‌های ما و سیستم عصبی همه آن‌هایی که در این سیاره زندگی می‌کنند شبکه در هم تنیده عظیمی را می‌سازند که مانند اَبَرارگانیسمی در حال تغییر است. آنچه که هستی خود می‌دانیم تنها بخشی از یک شبکه بسیار گسترده است. اگر بخواهیم برای نوع بشر آینده بهتری بسازیم باید تحقیق کنیم تا بفهمیم مغزهای انسانی چگونه بر هم اثر می‌گذارند و خطرها و فرصت‌های نهفته در این تعامل را بشناسیم. ما نمی‌توانیم حقیقتی را که طبیعت بر بستر سامانه عصبی ما نوشته نادیده بگیریم، حقیقتی که می‌گوید «ما به هم محتاجیم.»

فصل ۶

ما به چه کسی تبدیل خواهیم شد؟

بدن انسان شاهکاری از پیچیدگی و زیبایی است. سمفونی است که تریلیون‌ها سلول همکاری می کنند تا آن را بنوازند. اما محدودیت‌هایی نیز دارد. حواس برای درک ما حد و حدودی تعیین می کنند. شاید مغز انسان در آینده بتواند راه‌های جدیدی برای دسترسی به داده‌ها و روش‌های نوینی برای کنترل اندام‌های جدید بیابد و از این راه گستره واقعیت قابل درک افزایش یابد. ما در برهه‌ای از تاریخ زندگی انسان به سر می‌بریم که در آن پیوند زیست‌شناسی و فناوری سبب ارتقاء توان مغز شده است. ما قادریم سخت‌افزار مغز خود را بکاویم تا با شناخت بهتر آن به آینده نقب بزنیم. برای توفیق در این کار به تعریف جدیدی از معنی وجود انسان نیاز داریم.

گونه انسان ظرف ۱۰۰,۰۰۰ سال گذشته سفری طولانی را پشت سر گذاشته است: ما از انسان‌هایی که اهل شکار و ذخیره‌سازی بودند و به طور پراکنده بر زمین می‌زیستند به گونه‌ای با ارتباط‌های نیرومند تبدیل شده‌ایم که زمین را فتح کرده و ارباب سرنوشت خود شده است. امروزه ما می‌توانیم کارهایی را انجام دهیم که در تصور گذشتگان نیز نمی‌گنجید. مالک آب‌های پاکیزه‌ای هستیم که می‌توانیم به آن‌ها اجازه ورود به غارهای آراسته خود را بدهیم. دستگاه‌هایی به ابعاد یک تخته سنگ کوچک داریم که اطلاعات سراسر این کره را در خود جای داده‌اند. به طور پیوسته و منظم از ورای ابرها به آن‌ها می‌نگریم و از فضا به پستی‌ها و بلندی‌های سیاره خود نگاه می‌کنیم. ظرف هشت هزارم ثانیه از این سر به آن سر زمین پیام می‌فرستیم و برای توده انسان‌هایی که سوار بر کشتی زمین در فضا شناورند با سرعت ۶۰ مگابیت بر ثانیه فایل بارگذاری می‌کنیم. حتی زمانی که با خودرو عازم محل کار هستیم با سرعتی حرکت می‌کنیم که از سرعت شاهکارهای بزرگ دنیای زیست، مانند یوزپلنگ بسیار فراتر است. گونه ما توفیق شایان خود را مدیون خواص منحصر به فرد ماده‌ای به وزن تقریبی ۳ پوند است که در درون جمجمه جای دارد.

مغز انسان به مدد کدام ویژگی طی چنین سفری را برای ما امکان‌پذیر کرده است؟ اگر بتوانیم رازی را که در پس توفیق گونه ما نهفته است کشف کنیم شاید بتوانیم قدرت مغز خود را به شکلی دقیق و هدفمند برای گره‌گشایی نوینی در داستان زندگی نوع بشر به کار بریم. آینده در نهاد بشر امروز پنهان است. در آینده بسیار دور نژاد انسان به چه موجودی تبدیل می‌شود؟

دستگاهی انعطاف‌پذیر و دارای توان محاسبه بالا

راز درک توفیق انسان و فرصت‌هایی که در آینده پیش روی اوست توانایی عظیم مغز برای سازگاری یا همان انعطاف‌پذیری مغز است. چنانکه در فصل ۲ دیدیم این ویژگی ما را قادر ساخته تا با شرایط گوناگون سازگار شویم و از امکان‌های مختلف محیط از جمله زبان، فشارهای محیطی و نیازهای فرهنگی برای بقاء بهره گیریم.

انعطاف‌پذیری مغز کلید آینده انسان است. چون به ما امکان می‌هد سخت‌افزار وجود خود را ترمیم و اصلاح کنیم. اجازه بدهید با بررسی میزان انعطاف‌پذیری توان محاسباتی مغز بحث را آغاز کنیم. کامرون مات دختر جوانی است که در سن ۴ سالگی به حملات شدید تشنج گرفتار شد. این تشنج‌ها به اندازه‌ای تهاجمی بودند که کامرون به دنبال وقوع آن‌ها ناگهان بر زمین می‌افتاد و بنابراین برای پیشگیری از بروز آسیب جسمی مجبور بود همیشه کلاهک محافظی روی سرش بگذارد. آن‌ها تشخیص دادند که او به بیماری نادر و معلول کننده‌ای به نام آنسفالیت راسموسن دچار شده است. پزشک معالج او می‌دانست که این نوع از صرع به فلج و سرانجام به مرگ منجر خواهد شد و بنابراین پیشنهاد کرد عمل جراحی سخت و پیچیده‌ای برای او انجام شود. در سال ۲۰۰۷ طی یک عمل جراحی ۱۲ ساعته تیمی متشکل از جراحان اعصاب تقریباً نصف مغز کامرون را خارج کردند.

برداشتن نیمی از مغز در درازمدت چه پیامدهایی دارد؟ در کمال تعجب معلوم شد که این عمل پیامدهای چندانی ندارد. نصف بدن کامرون ضعیف شد، اما او از سایر جنبه‌ها با کودکان مدرسه‌اش تفاوتی نداشت. او در زمینه فهم زبان، موسیقی، ریاضیات و درک داستان مشکلی نداشته بلکه. پیشرفت تحصیلی خوبی دارد و در فعالیت‌های ورزشی نیز شرکت می‌کند.

چگونه چنین چیزی امکان‌پذیر است؟ موضوع این نیست که نصف مغز کامرون زیادی بود. در واقع نصف دیگر مغز کامرون بعد از اینکه یک نیمکره مغز

حذف شد توانست به طور پویا انجام همه این کارهای نیمکره حذف شده را در فضای باقیمانده برعهده بگیرد. بهبودی کامرون نشان دهنده یکی از توانایی‌های مهم مغز است. مغز می‌تواند خود را با داده‌هایی که به درون آن می‌آیند و برای انجام وظایفی که برعهده دارد هماهنگ کند.

در این اسکن که از مغز کامرون تهیه شده، نیمه سفید مربوط به همان نیمکره‌ای است که با جراحی برداشته شده است.

بنابراین از این دیدگاه مغز شباهتی به کامپیوترهای دیجیتال ندارد. بلکه نوعی «ابزار زنده»[1] است که می‌تواند مدارهای آسیب‌دیده خود را ترمیم کند. البته مغز افراد بزرگ‌سال به‌اندازه مغز کودکان انعطاف‌پذیر نیست. اما توانایی شگفت‌آوری برای سازگاری و تغییر دارد. چنانکه در فصل‌های قبل دیدیم، هر بار که مطلب جدیدی را می‌آموزیم (خواه نقشه لندن باشد یا یادگیری روی هم چیدن لیوان‌ها) مغز خود را تغییر می‌دهد. همین انعطاف‌پذیری مغز است که امکان برقراری پیوند بین توانایی‌های زیستی و فناوری را فراهم می‌کند.

اتصال به دستگاه‌های جانبی

انسان با گذشت زمان به کمک اتصال مغز خود با دستگاه‌های جانبی توانـایی‌های

1. liveware

شنوایی و بینایی مصنوعی

ایمپلنت‌های حلزونی مشکلات زیستی گوش را دور می‌زنند و سیگنال‌های صوتی را به طور مستقیم به سیستم شنوایی سالم فرد می‌فرستند. عصب شنوایی مانند کابلی است که تکانه‌های الکتریکی از طریق آن برای رمزگشایی به کرتکس شنوایی مغز ارسال می‌شوند. ایمپلنت حلزونی صداهای دنیای خارج را می‌گیرد و آن‌ها را به واسطه ۱۶ الکترود کوچک به عصب شنوایی می‌فرستند. به دنبال کاشت حلزون درک شنوایی بلافاصله به وجود نمی‌آید: مدتی طول می‌کشد تا فرد با لهجه بیگانه سیگنال‌هایی که به مغز می‌رسند آشنا شود و بتواند آن‌ها را تفسیر کند. مایکل چوروست یکی از افرادی که ایمپلنت حلزونی دارد تجربه پس از عمل خود را به این گونه شرح می‌دهد:

«وقتی ایمپلنت را یکماه پس از عمل جراحی فعال کردند اولین جمله‌ای که شنیدم مثل این بود که دارند می‌گویند زززز...س زز...س ز ویززز او برفززز؟ مغزم به تدریج یادگرفت این سیگنال‌های بیگانه را ترجمه کند. طولی نکشید که این صداها تبدیل شدند به «بعد از صبحانه چه خوردید؟» بعد از ماه‌ها تمرین توانستم دوباره از تلفن استفاده کنم و حتی در کافه‌ها و رستوران‌های شلوغ با دیگران حرف بزنم.»

ایمپلنت‌های شبکیه نیز اصول کار مشابهی دارند. الکترودهای بسیار کوچکی که در ایمپلنت‌های شبکیه وجود دارند کارکردهای نرمال صفحه حساس به نور چشم را دور می‌زنند و سیگنال‌های ناچیز و ضعیف الکتریکی ارسال می‌کنند. این ایمپلنت‌ها عمدتاً در آن دسته از بیماری‌های چشم که در آن‌ها سلول‌های گیرنده نوری خلف چشم دچار دژنراسیون (تباهی) می‌شوند اما سلول‌های عصب بینایی سالم می‌مانند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگرچه سیگنال‌های ارسال شده توسط این ایمپلنت‌ها دقیقاً مانند سیگنال‌هایی که سامانه بینایی به آن‌ها عادت دارد نیستند، اما فرآیندهای اصلی و زیربنایی مغز می‌توانند اطلاعات لازم برای درک بینایی را از این سیگنال‌ها استخراج کنند.

خود را ارتقاء داده است. شاید ندانید اما در اطراف ما صدها هزار نفر دارند با

شنوایی و بینایی مصنوعی زندگی می‌کنند.

حلزون شنوایی میکروفونی خارجی است که سیگنال صوتی را به شکل دیجیتال درمی‌آورد و به عصب شنوایی می‌فرستد به همین ترتیب، ایمپلنت‌های شبکیه سیگنال‌های دریافتی از دوربین را از یک شبکه الکترودی عبور می‌دهند و به عصب اپتیک واقع در خلف کره چشم می‌فرستند. این دستگاه‌ها برای افراد نابینا و ناشنوا، دیدن و شنیدن را امکان‌پذیر کرده است.

معلوم نیست که چنین رویکردی در همه موارد جواب دهد. وقتی این فناوری‌ها برای بار نخست عرضه شدند بسیاری از محققان به مفید بودن آن‌ها ایمان نداشتند. مغز چنان دقیق و اختصاصی کار می‌کند که در ابتدا مشخص نبود آیا بین الکترودهای مغزی و سلول‌های دارای منشأ زیستی می‌تواند گفتگوی معنی‌داری پدید آید یا نه؟ آیا مغز در این حال می‌توانست سیگنال‌های غیر زیستی و خام را درک کند، یا این سیگنال‌ها سبب بروز آشفتگی ذهنی می‌شدند؟

اما معلوم شد که مغز می‌تواند سیگنال‌ها را تفسیر کند. عادت کردن به این‌گونه ایمپلنت‌ها برای مغز مثل یادگیری یک زبان جدید است. در ابتدا سیگنال‌های الکتریکی بیگانه‌ای که به مغز می‌رسند قابل درک نیستند، اما شبکه‌های عصبی سرانجام در میان داده‌های دریافتی الگوهایی را شناسایی می‌کنند. اگرچه سیگنال‌های ورودی خام هستند اما مغز سرانجام راهی برای درک آن‌ها می‌یابد و از راه مراجعه مکرر به سایر حواس الگوهایی را در آن‌ها کشف می‌کند. اگر داده‌های ارسالی به مغز دارای ساختاری باشند مغز آن را درمی‌یابد و پس از گذشت چند هفته اطلاعات دریافتی قابل فهم می‌شوند. اگرچه ایمپلنت‌ها (درون کاشت‌ها) نسبت به ارگان‌های حسی طبیعی ما سیگنال‌های مختصر متفاوتی تولید می‌کنند، اما مغز به هر حال راهی برای استخراج اطلاعات از آن‌ها ابداع می‌کند.

اتصال و اجرا[1]: آینده فراحسی

انعطاف‌پذیری مغز این عضو را قادر به ترجمه و تفسیر اطلاعات جدید می‌کند. این چه فرصت‌های حسی جدیدی را پیش روی ما قرار می‌دهد؟

ما با مجموعه‌ای از حواس اصلی به دنیا آمده‌ایم: شنوایی، لامسه، بینایی، بویایی و چشایی. نیز حواس دیگری داریم مانند تعادل، ارتعاش و دما.

---

1. Plug and play

حسگرهای ما به منزله درگاه‌هایی هستند که ما از طریق آن‌ها سیگنال‌های جهان خارج را دریافت می‌کنیم.

لیکن چنانکه در فصل ۱ دیدیم، این حواس تنها اجازه درک بخش کوچکی از جهان اطراف را به ما می‌دهند. اطلاعاتی که ما برای آن‌ها دارای حسگر نیستیم همواره از دید ما پنهان می‌ماند.

به نظر من درگاه‌های حسی انسان شبیه دستگاه‌های دارای قابلیت «اتصال و اجرا» هستند. موضوع اساسی این است که مغز نمی‌داند اطلاعات را از کجا می‌گیرد و اهمیتی نیز به این نکته نمی‌دهد. اما وقتی اطلاعی به مغز رسید مغز تصمیم می‌گیرد که چه کاری را باید انجام دهد. از این دیدگاه من مغز را نوعی دستگاه محاسباتی چند منظوره می‌دانم: مغز اعم از هر داده‌ای که به آن برسد کارش را انجام می‌دهد. مسئله این است که مادر طبیعت فقط یکبار اصول کار مغز را تعریف کرد و از آن پس مغز خود توانست فعالیت‌اش را با ابداع و طراحی کانال‌های درون روی جدید غنی‌تر کند.

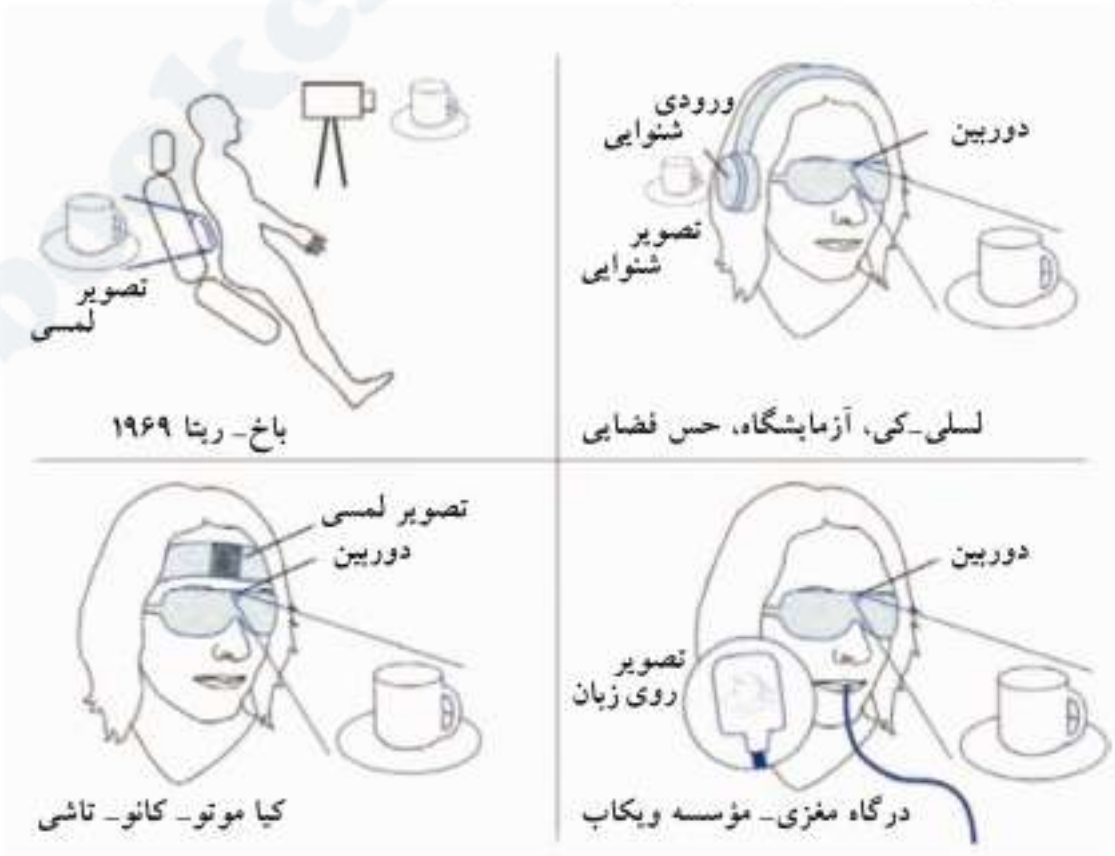
نتیجه نهایی این است که همه حسگرهایی که می‌شناسیم و در دست داریم صرفاً دستگاه‌هایی هستند که می‌توانیم آن‌ها را وارد عمل کرده یا از میدان عمل خارج کنیم. کافی است دستگاه را به مغز وصل کنید تا شروع به کار کند. به این ترتیب تکامل نیازی به طرح‌ریزی مجدد مغز ندارد. کافی است وسایل جانبی و محیطی عوض شوند، مغز خودش راه استفاده از آن‌ها را فرامی گیرد.

اگر به قلمرو جانوری توجه کنید، تعداد بسیار زیاد و حیرت آوری از حسگرهایی را که مغز جانوران به کار می‌برند پیدا خواهید کرد. مثلاً افعی‌ها دارای حسگرهای حرارتی هستند. کاردماهی‌های شیشه‌ای حسگرهای الکتریکی برای درک و تفسیر تغییرات میدان الکتریکی محیط دارند. گاوها و پرندگان حسگرهایی مغناطیسی دارند که به کمک آن می‌توانند در میدان مغناطیسی زمین جهت‌یابی کنند. حیوانات می‌توانند در امواج فرابنفش ببینند؛ فیل‌ها می‌توانند صداها را از فاصله دور بشنوند و سگ‌ها قدرت درک بویایی زیادی دارند. میدان انتخاب طبیعی همان فضای آرمانی رقابت برای کسب اطلاعات است، این‌ها فقط تعدادی از راه‌هایی است که ژن‌ها توانسته‌اند به منظور کسب داده‌ها به دنیای خارج و انتقال آن‌ها به دنیای درون فراهم آورند. نتیجه نهایی آن شده که در مسیر تکامل، مغزی پدید آمده که می‌تواند برش‌های متنوعی از واقعیت را درک کند.

پیامدهایی که قصد شرح آن‌ها را داریم به ما می‌گویند که حسگرهایی که از آن‌ها استفاده می‌کنیم خیلی هم خاص و بنیادی نیستند. این‌ها صرفاً میراث ما از تاریخ پیچیده و پرفراز و نشیب تکامل‌اند. ما در چارچوب این حواس زندانی نیستیم.

یکی از دلایل اصلی ما برای این اثبات ایده مفهومی به نام «جانشینی حسی» است که اشاره دارد به ارسال داده‌های حسی از طریق یک کانال حسی نامعمول، مانند ارسال داده‌های بینایی از راه لمس. مغز راه پی بردن به مفهوم اطلاعات رسیده را پیدا می‌کند و به اینکه اطلاعات از کدام مسیر وارد شده باشد اهمیتی نمی‌دهد.

جانشینی حسی شبیه مطالب داستان‌های علمی تخیلی جلوه می‌کند اما این پدیده در حال حاضر به تحقق پیوسته است. اولین گزارش جانشینی حسی در مجله نیچر در سال ۱۹۶۹ منتشر شد. در این گزارش یکی از دانشمندان علوم اعصاب به نام پل باخ ریتا نشان داد که افراد نابینا می‌توانند با دریافت اطلاعات بینایی از راه‌های نامعمول اشیاء را «ببینند». افراد نابینا روی صندلی دندانپزشکی که جهت انجام این آزمایش مختصری تغییر یافته بود نشستند و تصاویر ویدئویی که از دوربین به دست می‌آمد به الگوی حرکت پیستون‌های کوچکی که بر پوست کمر افراد فشار می‌آوردند تبدیل می‌شدند. به عبارتی اگر دایره‌ای در برابر دوربین قرار می‌گرفت داوطلب می‌توانست دایره‌ای را در پشت خود حس کند. اگر چهره کسی در برابر دوربین قرار می‌گرفت داوطلب می‌توانست آن چهره را بر پشت خود حس کند.



چهار روش برای ارسال اطلاعات بینایی به مغز از کانال حسی نامعمول: کمر، پیشانی، گوش و زبان.

در کمال تعجب افراد نابینا می‌توانستند شکل اشیاء را به درستی تشخیص دهند و حتی می‌توانستند افزایش ابعاد اشیایی را که به آن‌ها نزدیک می‌شدند حدس بزنند. می‌شد گفت آن‌ها با استفاده از حس پوست کمر خود می‌توانستند ببینند.

این نخستین آزمایش جانشینی حسی بود و آزمایش‌های مشابهی به دنبال آن انجام شدند. در انواع جدید طرح‌ریزی این آزمایش، تصاویر ویدیویی را به صوت و یا وارد آوردن شوک‌های کوچک به پیشانی و زبان تبدیل کرده‌اند.

مثالی از این حالت آخر دستگاهی به نام درگاه مغزی به ابعاد یک تمبر است که شوک‌های الکتریکی ناچیزی از راه توری کوچکی که روی زبان قرار می‌گیرد به این عضو وارد می‌کند. شخص نابینا عینکی آفتابی که دوربینی به آن متصل است بر روی چشم‌هایش می‌گذارد. پیکسل‌های تصاویر دوربین به پالس‌های الکتریکی تبدیل می‌شوند و به زبان انتقال می‌یابند. این کار احساسی مانند نوشیدن نوشابه گازدار روی زبان ایجاد می‌کند. افراد نابینا به تدریج در استفاده از درگاه مغزی به اندازه‌ای ماهر می‌شوند که می‌توانند از میان ردیفی از موانع به سادگی عبور کنند یا توپی را داخل حلقه بسکتبال بیندازند. یکی از ورزشکاران نابینا به نام اریک والین مایر برای صخره‌نوردی و تشخیص موقعیت پرتگاه‌ها و شکاف‌ها با توجه به الگوهایی که درگاه مغزی روی زبان‌اش ایجاد می‌کند از آن بهره می‌گیرد.

اگر «دیدن» از طریق زبان برای‌تان عجیب جلوه می‌کند باید توجه کنید که دیدن در اصل همان جریان سیگنال‌های الکتریکی در درون ظلمات جمجمه است. این امر به طور نرمال از طریق عصب بینایی انجام می‌گیرد، اما هیچ دلیلی وجود ندارد که اطلاعات نتواند از طریق عصب‌های دیگر انتقال یابند. همانطور که جانشینی حسی نشان داد مغز همه داده‌هایی را که به آن می‌رسد بررسی می‌کند و تصمیم می‌گیرد با آن‌ها چه کار کند.

یکی از پروژه‌هایی که در آزمایشگاه خود دنبال می‌کنم ساخت دستگاهی برای تحقق جانشینی حسی است. ما نوعی فناوری پوششی ساختیم که نام آن را وست گذاشتیم. این فناوری را می‌شد زیر لباس به گونه‌ای که دیده نشود پوشید. این موتورها جریان داده‌ها را به الگوهای پویایی از ارتعاش که در سراسر تنه پخش می‌شوند تبدیل می‌کنند. ما از فناوری وست برای تحقق شنوایی در افراد ناشنوا استفاده کردیم.

فردی که دچار ناشنوایی مادرزادی است پنج روز پس از استفاده از وست می‌تواند به گونه‌ای صحیح کلمات گفتار را تشخیص دهد. آزمایش‌ها هنوز در

مراحل آغاز این هستند اما انتظار داریم کاربران چند ماه پس از پوشیدن وست تجربه‌های ادراکی بی‌واسطه‌ای داشته باشند که معادل شنوایی باشد.

شاید عجیب به نظر برسد که فرد بتواند با توجه به الگوهای متحرک ارتعاش در پیکرش صداها را بشنود. اما همانطور که در آزمایش صندلی دندانپزشکی و توری زبان دیدیم اساس کار این است که راهی که اطلاعات را به مغز می‌رساند اهمیتی ندارد. کافی است اطلاعات از طریقی به مغز برسد.

فزون‌سازی حسی[1]

جانشینی حسی برای رفع مشکل و ترمیم سامانه‌های حسی آسیب‌دیده روش بسیار کارآمدی است اما آیا برکنار از جانشین‌سازی حواس می‌توانیم از این فناوری برای گسترش قدرت ابداع حسی خود استفاده کنیم؟ برای نیل به این هدف دانشجویانم و من داریم تلاش می‌کنیم تا حواس جدیدی را به حوزه حواس انسان اضافه کنیم و از این راه درک حسی انسان از جهان را ارتقاء دهیم.

به این مثال توجه کنید: اینترنت حاوی حجم زیادی از اطلاعات است. اما برای دسترسی به این اطلاعات باید به صفحه گوشی همراه یا کامپیوتر خود خیره شویم. اما ممکن است بتوانیم داده‌های زیادی را در زمان حال[2] وارد بدن خود کنیم تا به این ترتیب این داده‌ها به بخشی از تجربه ما در جهان تبدیل شوند. به عبارتی ممکن است بتوانیم این داده‌ها را حس کنیم. مثلاً داده‌های مربوط به آب و هوا، بازار داد و ستد سهام، داده‌های توئیتر، داده‌های کابین خلبان هواپیما یا داده‌های مربوط به وضعیت یک کارخانه ــ همه این‌ها را می‌توان به زبان ارتعاشی جدیدی تبدیل کرد که مغز می‌تواند آن را یاد بگیرد. وقتی به دنبال انجام وظایف روزمره خود هستید می‌توانید اطلاع حاصل کنید که آیا در صد مایل آن طرف‌تر دارد باران می‌بارد یا قرار است فردا برف بیاید یا نه؟ یا می‌توانید مسیر حرکت بازارهای مالی را حدس بزنید و به طور ناخودآگاه تحرک اقتصاد جهانی را شبیه‌سازی کنید یا ممکن است بتوانید حس کنید در جهان توئیتر چه مسائلی جریان دارد و از این راه بتوانید به خودآگاهی نوع بشر دسترسی داشته باشید.

هرچند این نکته شبیه داستان‌های علمی تخیلی است اما به پاس توانایی مغز در کشف الگو ــ حتی وقتی که آگاهانه درصدد انجام آن نیستیم ــ تحقق آن در

---

1. Sensory Augmentation
2. Real-time

وست

به منظورایجاد جانشینی حسی برای افراد ناشنوا یکی از دانشجویانم به نام اسکات نویچ و من فناوری وست راساختیم. این فناوری پوششی صداها را از محیط می‌گیرد و آن‌ها را به موتورهای ارتعاشی کوچکی که در سراسر تنه قرار می‌گیرند انتقال می‌دهد. این موتورها با توجه به فرکانس صداهای اطراف الگوهایی از فعالیت را ایجاد می‌کند و از این راه صداها به الگوهای متحرکی از ارتعاش تبدیل می‌شوند.

در ابتدا این سیگنال‌های ارتعاشی برای فرد هیچ مفهومی ندارد اما مغز به مدد تمرین درمی‌یابد که با این داده‌ها چه کاری می‌تواند انجام دهد. افراد ناشنوا می‌توانند الگوهای پیچیده بدن خود را ترجمه کنند و به مفهوم آن‌ها پی ببرند. مغز یاد می‌گیرد که به طور ناخودآگاه رمز این الگوها را کشف کند، همانگونه که فرد نابینا می‌تواند به طور مؤثری خواندن خط بریل را بیاموزد.

وست این توان را دارد که زندگی افراد ناشنوا را دگرگون کند. برخلاف ایمپلنت حلزونی استفاده از وست نیازی به جراحی تهاجمی ندارد و هزینه آن حداقل بیست برابر کمتر است و از این جهت وست می‌تواند به راه‌حلی مؤثر در سراسر کره زمین تبدیل شود. دورنمای کاربرد وست این است که می‌تواند فراتر از مسئله صدا به عنوان مبنایی برای دسترسی به هرگونه جریان و گردش اطلاعات و انتقال آن‌ها به مغز به کار گرفته شود. شما می‌توانید ویدئوهای مربوط به استفاده از وست را در سایت eagleman.com ببینید.

آینده‌ای نزدیک امکان‌پذیر است. به مدد این روش می‌توانیم داده‌های پیچیده‌ای را کسب اطلاعات جدید مانند مطالب همین صفحه کتاب به کاری آسان تبدیل می‌شود. اما برخلاف خواندن افزایش توان حسی می‌تواند راهی برای کسب

اطلاعات جدید درباره دنیا بدون تلاش آگاهانه باشد.

در حال حاضر ما از محدودیت یا نامحدود بودن داده‌هایی که مغز می‌تواند دریافت کند اطلاع چندانی نداریم. اما روشن است که ما دیگر یک گونه طبیعی نیستیم که به منظور دست‌یابی به سازگاری حسی محدود به چارچوب زمانی مسیر تکامل است. ما در آینده راه‌های ارتباط حسی خود با جهان را گسترش خواهیم داد و خود را با واقعیت حسی توسعه یافته‌ای تجهیز خواهیم کرد.

چگونه بدن بهتری داشته باشیم؟

اینکه ما چگونه جهان را حس می‌کنیم تنها نیمی از داستان است. نیمه دیگر چگونگی بده بستان ما با دنیاست. آیا در همان حال که داریم توان حسی خود را افزایش می‌دهیم آیا قادر به افزایش انعطاف مغز برای دسترسی به جهان هستیم؟

برای بررسی این موضوع با خانمی به نام جین شوئرمن دیدار کردم: به دلیل ابتلا به نوعی بیماری ژنتیک به نام اختلال اسپاینوسربرال، سلول‌های طناب نخاعی او نمی‌توانند بین مغز و عضلات او ارتباط مناسبی برقرار کنند. او حس بدنش را درک می‌کند اما قادر به حرکت دادن بدنش نیست. به قول خودش «مغزم به بازویم می‌گوید بلندشو، اما بازویم می‌گوید صدایت را نمی‌شنوم.» فلج کاملی که او به آن مبتلاست سبب شده تا کاندید انجام مطالعه‌ای در دانشگاه پیتسبورگ شود.

محققان دو الکترود در کرتکس حرکتی سمت چپ مغز او کاشتند. این موضع آخرین ایستگاه توقف سیگنال‌ها پیش از نزول به طناب نخاعی به منظور کنترل عضلات بازوست. محققان توفان‌های الکتریکی کرتکس او را در این موضع رصد کرده و به کامپیوتری انتقال دادند و پس از فهم منظور این سیگنال‌ها، خروجی کامپیوتر را برای به حرکت درآوردن بازویی روباتیک که در واقع پیشرفته‌ترین بازوی روباتیک دنیاست، به کار گرفتند.

کافی است جین به حرکت دادن بازوی روباتیک فکر کند تا بتواند از عهده انجام این کار برآید. جین برای به حرکت در آوردن بازو معمولاً به صیغه سوم شخص مفرد به او خطاب می‌کند و مثلاً می‌گوید «برو بالا یا بیا پایین، بازم پایین، برو به سمت راست. مشت کن، باز کن.» و بازوی مصنوعی نیز از همین دستورها اطاعت می‌کند. البته جین این دستورها را با صدای بلند ادا می‌کند، اما نیازی به این کار نیست. هیچگونه رابطه فیزیکی مستقیم بین مغز جین و بازوی مصنوعی وجود ندارد. جین می‌گوید مغزش هنوز روش تکان دادن بازو را از یاد نبرده و با وجودی

پس از رمزگشایی از سیگنال‌های الکتریکی مغز جین، می‌توان با کمک آن‌ها بازویی روباتیک را به حرکت در آورد. جین با افکارش می‌تواند با دقت کامل بازوی مصنوعی را به سویی دراز کند، انگشتان دست را به نرمی باز و بسته کرده و مچ دست را خم و راست کند.

که ظرف ده سال گذشته زندگی‌اش هیچ‌وقت نتوانسته بازویش را به حرکت درآورد می‌گوید «انجام دادن این کار برایش مثل آب خوردن است.»

جین با امید به آینده‌ای چشم دوخته که در آن به کمک فناوری بتواند جسم خود را ارتقاء داده و توانایی‌های آن را گسترش دهد. منظور فقط فناوری جایگزین ساختن اندام‌ها یا اعضای بدن نیست، بلکه بهبود بخشیدن توانایی آن‌هاست. اینکه آن‌ها را از حالت آسیب‌پذیری حیات انسانی به چیزی پردوام‌تر و کارآمدتر تبدیل کنیم. بازوی روباتیک او نخستین پیش‌درآمد فرارسیدن عصر بیونیک است. عصری که در آن می‌توانیم نسبت به اندام‌های فعلی خود که از پوست و گوشت و استخوان ساخته شده‌اند.از تجهیزات مقاوم‌تری بهره‌مند شویم. نیز با این ابداع امکان‌های نوینی برای انجام سفرهای فضایی طولانی که بدن انسان تاب آن را ندارد، فراهم می‌شود.

برکنار از امکان جایگزین‌سازی اندام‌ها، فناوری‌های رابط مغز و دستگاه[1] فرصت‌های جالب دیگری را به ما عرضه می‌کنند. مثلاً ممکن است بتوانیم با بدن خود از راه دور و بی‌آنکه قابل تشخیص باشد تأثیرهایی در محیط به وجود آوریم. آیا به نظر شما می‌توانیم با استفاده از سیگنال‌های بدن خود به طور بی‌سیم

1. Brain-machine interface

دستگاهی را که در اتاق وجود دارد کنترل کنیم؟ مثلاً حین پاسخ دادن به ئی میل یک جاروبرقی را با فکر خود کنترل کنیم؟ شاید در بدو امر چنین کاری غیرممکن به نظر برسد، اما به یاد داشته باشید که مغز انسان می‌تواند بسیاری از کارها را به طور پنهان و بدون کاربرد پهنای باند خودآگاهش انجام دهد. مثلاً ما می‌توانیم در همان حال که داریم با یکی از سرنشینان خودرو حرف می‌زنیم پیچ تنظیم رادیوی آن را نیز روی کانال دلخواه قرار دهیم و در عین حال به رانندگی نیز ادامه دهیم.

می‌توانیم جرثقیل و لیفتراک را از راه دور با فکر خود کنترل کنیم، همانگونه که می‌توانیم به طور خودکار و بدون تمرکز فکری با بیل چاله‌ای بکنیم یا گیتار بزنیم. با دریافت فیدبک حسی، مثلاً با نگاه کردن به حرکت ماشین یا با کمک فیدبک کرتکس حسی-حرکتی مانند احساس حرکت خودرو، توانایی ما برای انجام این امور افزایش می‌یابد. کنترل این‌گونه اندام‌ها به تمرین نیاز دارد و ممکن است در ابتدا با اشتباه‌های زیادی همراه باشد، همانطور که یک کودک باید چند ماه تلاش کند تا بتواند کنترل اندام‌های بدنش را یاد بگیرد. با گذشت زمان این‌گونه دستگاه‌ها به یاوران بدن ما تبدیل می‌شوند و می‌توانند به مدد خواص هیدرولیک و قدرت فراوان مثل دست و پا برای ما انجام وظیفه کنند و به یاوران اندام‌های واقعی ما تبدیل شوند.

تا جایی که می‌دانیم مغز محدودیتی برای استفاده از انواع سیگنال‌ها برای یادگیری ندارد. از نظر مغز دارا بودن هر نوع جسمی با خواص و اشکال فیزیکی مختلف و برقراری هر نوع تعاملی با جهان امکان‌پذیر است. دلیلی ندارد که یاوران اندام‌های ما نتوانند در آن‌سوی کره زمین وظایفی را انجام دهند. این اعضا می‌توانند در همان حال که مشغول خوردن ساندویچی روی زمین هستیم کار اکتشاف روی صخره‌ها را انجام دهند.

جسمی که با آن به دنیا آمده‌ایم نقطه شروع هویت انسانی ماست. در آینده علاوه بر گسترش جسم خود می‌توانیم حسی را که از خود داریم عمیق‌تر کنیم. با برخورداری از تجربه‌های حسی جدید و کنترل انواع جسم، فردیت ما نیز به شکلی عمیق دگرگون می‌شود: ویژگی‌های جسمی جدید نحوه احساس و تفکر و حس ما را از بودن در این جهان تغییر می‌دهند. با گذر از محدودیت‌های حسی و جسمی معمول، به اشخاص دیگری تبدیل می‌شویم. نسل‌های بعد برای فرزندان ما درک اینکه ما چگونه موجوداتی بودیم و چه چیزهایی برای ما مهم بودند دشوار خواهد بود. در مقطع کنونی تاریخ شاید ما با نیاکان خود که در عصر حجر می‌زیستند

وجوه مشترک بیشتری داشته باشیم تا با نسل‌های آینده.

تداوم بقا

کار نیرومندتر کردن و گسترش دادن توانایی‌های جسمی انسان مدت‌هاست که آغاز شده، اما هر اندازه هم که به هدف ارتقاء وجود خود نائل شویم یک مانع اساسی و غیرقابل اجتناب بر سر راه ما وجود دارد. مغز و بدن انسان از ماده فیزیکی ساخته شده و این مواد با گذشت زمان تجزیه و نابود می‌شوند. زمانی می‌رسد که فعالیت عصبی ما دچار توقف می‌شود و تجربه پرشکوه خودآگاهی به پایان مسیر می‌رسد. هر که باشیم و هر کاره‌ای هم که باشیم، از این سرنوشت گریزی نیست. در واقع این سرنوشت همه موجودات زنده است، اما تنها انسان‌ها هستند که در مورد آن بینش عمیق و دردناکی دارند.

اما همه تسلیم این سرنوشت نیستند؛ بعضی از انسان‌ها تصمیم گرفته‌اند با مرگ بجنگند. گروهی از محققان تصمیم گرفته‌اند که درک بهتر زیست‌شناسی انسان می‌تواند معضل مرگ را حل کند. آیا ممکن است انسان‌ها روزی به حیات جاوید دست یابند؟

وقتی بدن دوست و استادم فرانسیس کریک را سوزاندند و به خاکستر بدل کردند لختی ایستادم و اندیشیدم که چه اندازه جای تأسف است که مغز گرانب‌های او می‌سوزد و دود می‌شود. مغزی با آن همه دانش و عقل و خرد که در اختیار یکی از قهرمانان سنگین‌وزن فکری عرصه زیست‌شناسی قرن بیستم بود. همه پرونده‌های زندگی او ــ خاطرات‌اش، معرفت‌اش، حس طنز و شوخ‌طبعی‌اش ــ که در ساختار مغزش جای داشتند صرفاً به این دلیل که قلب‌اش از تپیدن باز مانده بود می بایست مانند سخت‌افزاری به دور افکنده می‌شد. برایم این سوآل مطرح شد که آیا راهی برای حفظ اطلاعات مغز او وجود دارد؟ اگر بتوانیم مغز فردی را حفظ کنیم آیا می‌توانیم فکر و شعور و شخصیت او را در آینده به زندگی برگردانیم؟

طی پنجاه سال گذشته بنیاد تداوم زندگی آلکور در پی دست‌یابی به نوعی فناوری بوده که بتواند حیات دوباره را برای انسان‌ها به ارمغان آورد. این بنیاد تاکنون بدن ۱۲۹ فرد را در حالت انجماد که سبب توقف انحطاط زیستی آن‌ها می‌شود نگهداری می‌کند.

ترتیب مراحل انجماد جسد از این قرار است: فرد علاقه‌مند قراردادی را با شرکت امضا می‌کند. پس از طی تشریفات قانونی مربوط به تایید مرگ او شرکت آلکور

مرگ قانونی در مقایسه با مرگ زیستی

شخص از نظر قانونی وقتی مرده است که مغزش از دیدگاه بالینی متوقف شده باشد یا تنفس و گردش خون بدنش به گونه غیرقابل برگشت متوقف شده باشد. برای تحقق مرگ مغزی همه فعالیت‌های عالی کرتکس باید متوقف شده باشند. پس از مرگ مغزی می‌توان کارکردهای حیاتی را به منظور اهدای عضو حفظ کرد و این برای بنیاد آلکور اهمیتی اساسی دارد. از طرف دیگر اگر مداخله‌ای انجام نشود، مرگ زیستی مشتمل بر مرگ سلول‌های سراسر بدن اتفاق می‌افتد: چه در اعضای بدن و چه در مغز، و این امر بدان معنی است که اعضای بدن دیگر برای پیوند مناسب نخواهند بود. بدون اکسیژن که در سیستم گردش خون وجود دارد، سلول‌های بدن به سرعت می‌میرند. برای حفظ مغز و بدن با کمترین میزان تباهی سلولی باید با حداکثر سرعت ممکن جلوی مرگ سلولی را بگیریم یا حداقل سرعت تباهی سلول‌ها را کاهش دهیم. در مجموع طی مراحل سردسازی باید از تشکیل کریستال‌های یخ که ساختارهای ظریف سلول را نابود می‌کنند جلوگیری به عمل آید.

مطلع می‌شود و یک تیم محلی پا به میدان می‌گذارد تا ترتیب امور را بدهند.

این تیم تحقیقاتی بدن افراد را پس از مرگ به یک حمام یخ انتقال می‌دهد. آن‌ها طی فرآیندی موسوم به پرفوزیون برای حفاظت از سلول شانزده (Cytoprotection

perfusion) ماده محافظ را حین سرد شدن بدن به آن تزریق می‌کنند و سپس با سرعت تمام جسد را به اتاق عمل آلکور می‌برند تا مرحله نهایی کار انجام شود. در این اتاق بدن را با پروانه‌های تحت کنترل کامپیوتر، که گاز نیتروژن بسیار سرد را به حرکت در می‌آورند، منجمد می‌کنند. هدف آن است که با بیشترین سرعت ممکن دمای همه قسمت‌های بدن به زیر ۱۲۴ °C- برسد، طوری که بلورهای یخ در نسوج تشکیل نشوند. این مرحله حدود سه ساعت طول می‌کشد و در پایان آن بدن به حالتی با ثبات و فاقد بلورهای یخ می‌رسد. سپس بدن را یک گام دیگر تا ۱۹۶ °C- سرد می‌کنند.

همه مشتریان این بنیاد خواستار انجماد کل بدن خود نیستند. راه‌حل ارزانتر برای بسیاری آن است که فقط سرشان را منجمد کنند. جدا کردن سر در اتاق عمل انجام می‌شود. در اتاق عمل مانند کسانی که قصد انجماد کل بدن آن‌ها را دارند، خون و مایعات بدن تخلیه شده و با مایعات دیگری که موجب تثبیت نسوج می‌شوند، جایگزین می‌شوند.

در پایان این روند سر افراد را در مایعات فوق سرد سیلندرهای بزرگ استیل موسوم به دمابان یا فلاسک یخ فرو می‌برند. اینجا همان مکانی است که این سرها تا مدتی طولانی در آن می‌مانند؛ هیچ‌کس نمی‌داند انجمادزدایی و احیاء دوباره آن‌ها تا چه حد موفقیت‌آمیز خواهد بود. اما مسئله این نیست. این امید وجود دارد که روزی به مدد فناوری بتوانیم افراد این گروه را پس از انجمادزدایی دوباره به زندگی برگردانیم. فرض بر این است که تمدن‌ها در آینده دور می‌توانند به فناوری درمان بیماری‌هایی که جسم این افراد را تخریب کرده و آن‌ها رابه توقف واداشته‌اند. دست پیدا کنند.

افرادی که مشتری بنیاد آلکور هستند می‌دانند که ممکن است فناوری احیاء هرگز تحقق نیابد. اما چشم امید واعتقاد خود را به آینده‌ای دوخته‌اند که رؤیای دست‌یابی به فناوری رفع انجماد و احیاء آنان عملی شود و شانس زندگی دوباره داشته باشند و به همین دلیل دست به چنین قماری زنده‌اند. من با یکی از کسانی که در این برنامه نام‌نویسی کرده بود و منتظر بود تا پس از مرگ وارد قوطی یخ شود حرف زدم و او قبول داشت که این کار صرفاً نوعی قمار است. اما گفت حداقل با نام‌نویسی در این پروژه نسبت به دیگران برای فرار از مرگ ابدی از هیچ شانس بالاتری خواهد داشت.

دکتر ماکس مور که مدیر این مجموعه است از کاربرد اصطلاح «جاودانگی»

پرهیز می‌کند. او می‌گوید هدف بنیاد آن است که به افراد شانسی دوباره برای هزاران سال یا حتی بیشتر زیستن بدهد.

در هر یک از این فلاسک‌ها ۴ بدن کامل و حداکثر ۵ سر وجود دارد که در دمای ۱۹۶- °C نگهداری می‌شوند.

جاودانگی دیجیتال

بسیاری از اشخاصی که آرزوی عمر دوباره را در سر می‌پرورانند به روش انجماد علاقه‌ای ندارند و راه دیگری را انتخاب کرده‌اند: آیا راه دیگری نیز برای دسترسی به اطلاعات ذخیره شده در مغز وجود دارد؟ بله. می‌توان راهی را انتخاب کرد که نیازی به حیات دوباره فرد نداشته باشد و در عین حال دسترسی مستقیم به اطلاعات او را برای آیندگان امکان‌پذیر کند. می‌دانیم که همه اطلاعات و خاطرات فرد در ساختار میکروسکوپی مغز او ذخیره شده‌اند. بنابراین می‌توانیم سوآل کنیم آیا امکان رمزگشایی از مطالب کتاب مغز وجود دارد؟

برای انجام این کار به چه چیزهایی نیاز داریم؟ نخست به ابررایانه‌ای نیاز داریم که بتواند ریزداده‌های مغز را ذخیره کند. خوشبختانه قدرت رو به رشد کامپیوترهای کنونی این کار را امکان‌پذیر کرده‌اند. در ۲۰ سال گذشته قدرت کامپیوترها بیش از هزاران بار ارتقاء یافته است. قدرت پردازش تراشه‌های کامپیوتر هر ۱۸ ماه دو برابر می‌شود و این روند همچنان ادامه دارد. فناوری‌های مدرن ذخیره‌سازی حجم

۲۰ سال پیش این کامپیوتر دارای قدرتی معادل همه کامپیوترهای زمین بود. در ۲۰ سال آینده قدرت آن در حد متوسط و مانند کامپیوتری کوچک خواهد بود که می‌توان آن را مثل لباسی به تن کرد.

وسیعی از داده‌ها و شبیه‌سازی‌های گسترده را ممکن ساخته‌اند.

با توجه به امکانات محاسباتی که داریم می‌توان حدس زد که روزی خواهیم توانست از مغز آدمی در کامپیوتر رونوشت (کُپی) تهیه کنیم. حداقل در مقام نظری چیزی نیست که مخالف وجود این احتمال باشد. اما چالش‌هایی در تحقق این امکان وجود دارند که باید با واقع بینی پشت سر گذاشته شوند.

مغز در حالت معمول ۸۶ میلیارد نورون دارد که هر یک با ده هزار نورون دیگر در ارتباط هستند. اما این ارتباط‌ها در هر فردی شکلی خاص و بی‌همتا دارند. تجربه‌ها، خاطره‌ها و همه چیزهایی که انسان را می‌سازند در الگوی منحصر به فرد ارتباط‌های نورونی سلول‌های مغز که سر به کوادریلیون می‌زند ذخیره شده‌اند. این الگو به اندازه‌ای بزرگ است که هیچ مبنای مقایسه‌ای برای آن وجود ندارد و آن را به طور خلاصه «کانکتوم» می‌نامند. دکتر سباستین سونگ از دانشگاه پرینستون در اقدامی بلندپروازانه با همکاری گروه‌اش در پی کشف و نقشه‌برداری کانکتوم با همه جزئیات آن است.

در مورد سامانه‌ای تا این حد پیچیده و میکروسکوپی، تهیه نقشه‌ای از شبکه‌ها و راه‌های ارتباطی بسیار دشوار است. سونگ از تصاویر میکروسکوپ الکترونی به شیوه سریال استفاده می‌کند. یعنی با تیغه‌های بسیار ظریف از نسج مغز برش‌های

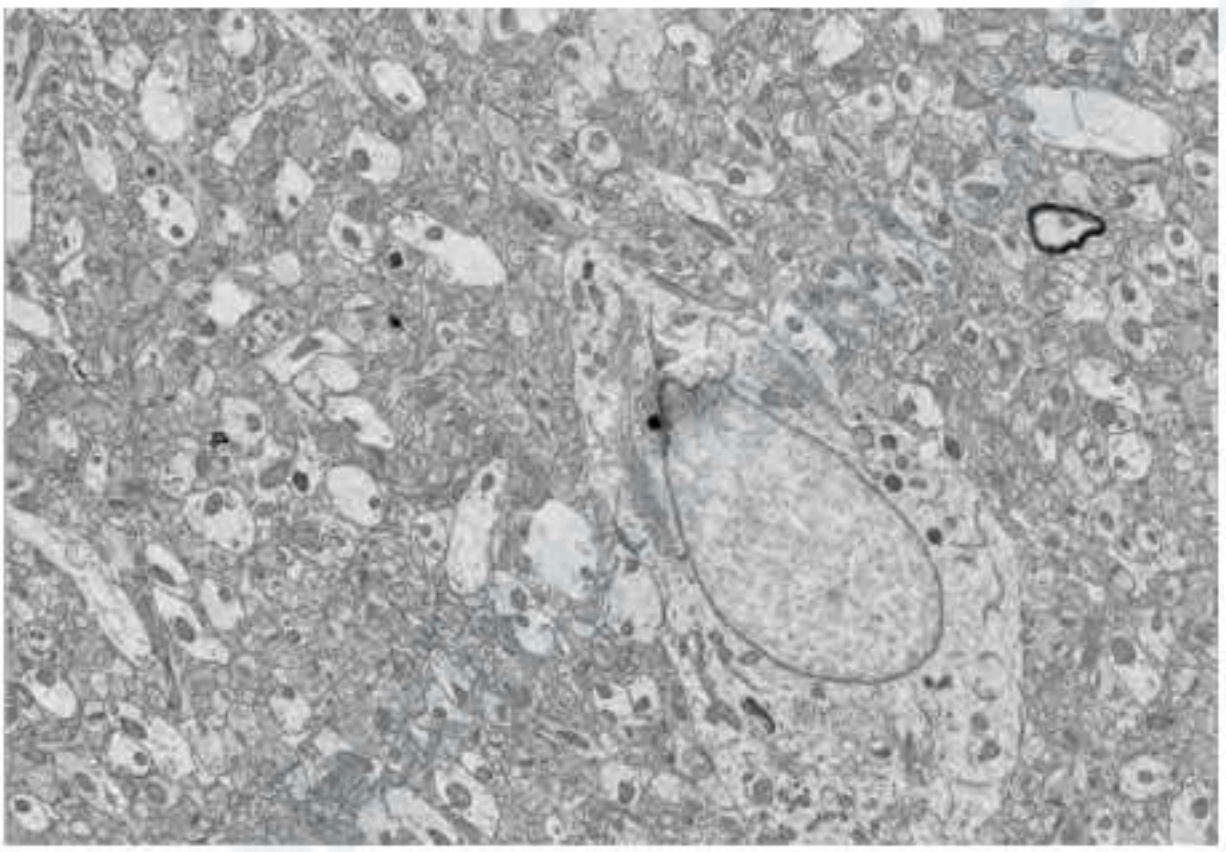
گام‌های پیشرفت: سرعت تغییر فناوری

گوردون مور از بنیانگذاران ابرشرکت اینتل در سال ۱۹۶۵در مورد سرعت پیشرفت قدرت محاسباتی کامپیوترها پیش بینی‌ای انجام داد که بعدها به قانون مور معروف شد. این قانون می‌گوید با گذشت زمان ترانزیستورها دقیق‌تر و کوچک‌تر خواهند شد و تعداد ترانزیستورهایی که در یک تراشه کامپیوتری جای می‌گیرند با گذشت هر دو سال دو برابر خواهد شد و به همین دلیل قدرت کامپیوترها با تصاعد هندسی افزایش می‌یابد. پیش بینی مور در چند دهه اخیر درست از آب درآمده و زمینه‌ای برای رشد تصاعدی تغییرات فناوری شده است. در صنعت کامپیوتر از قانون مور به عنوان راهنمایی برای برنامه‌ریزی بلندمدت و تعیین اهدافی برای پیشرفت فناوری استفاده می‌کنند. این قانون می‌گوید رشد پیشرفت فناوری هندسی است نه خطی و بنابراین عده‌ای پیش‌بینی می‌کنند که در صد سال آینده به‌اندازه ۲۰ هزار سال گذشته پیشرفت خواهیم کرد. با چنین سرعتی می‌توان انتظار بروز پیشرفت‌های بزرگی را در عرصه فناوری داشته باشیم.

بسیار نازکی تهیه می‌کند. البته در حال حاضر این تحقیق در مورد مغز موش اجرا می‌شود نه انسان. سپس هر برش را به نواحی کوچکی تقسیم می‌کنند و هر یک از این نواحی را با میکروسکوپ الکترونی بسیار دقیق بررسی می‌کنند. نتیجه هر یک از این اسکن‌ها تصویری است موسوم به میکروگراف الکترونی و نماینده بخشی از مغز است که صد هزار بار بزرگ‌تر شده است. با این حد از بزرگ‌نمایی می‌توان

به مشخصات دقیق مغز پی برد.

وقتی اطلاعات این برش‌های وارد کامپیوتر شود مرحله بعدی کار که دشوارتر است آغاز می‌شود. در هر برش طرح کلی سلول‌ها را مشخص می‌کنند. این کار ابتدا با دست و امروزه به کمک الگوریتم‌های کامپیوتری انجام می‌گیرد. سپس تصاویر را روی هم قرار می‌دهند تا نمای کاملی از ارتباط‌های سلولی در مقطع سه بعدی بدست آید. به این ترتیب با کار سخت و توان‌فرسا مدلی به دست می‌آید که نشان‌دهنده چگونگی ارتباط سلول‌ها با یکدیگر است.

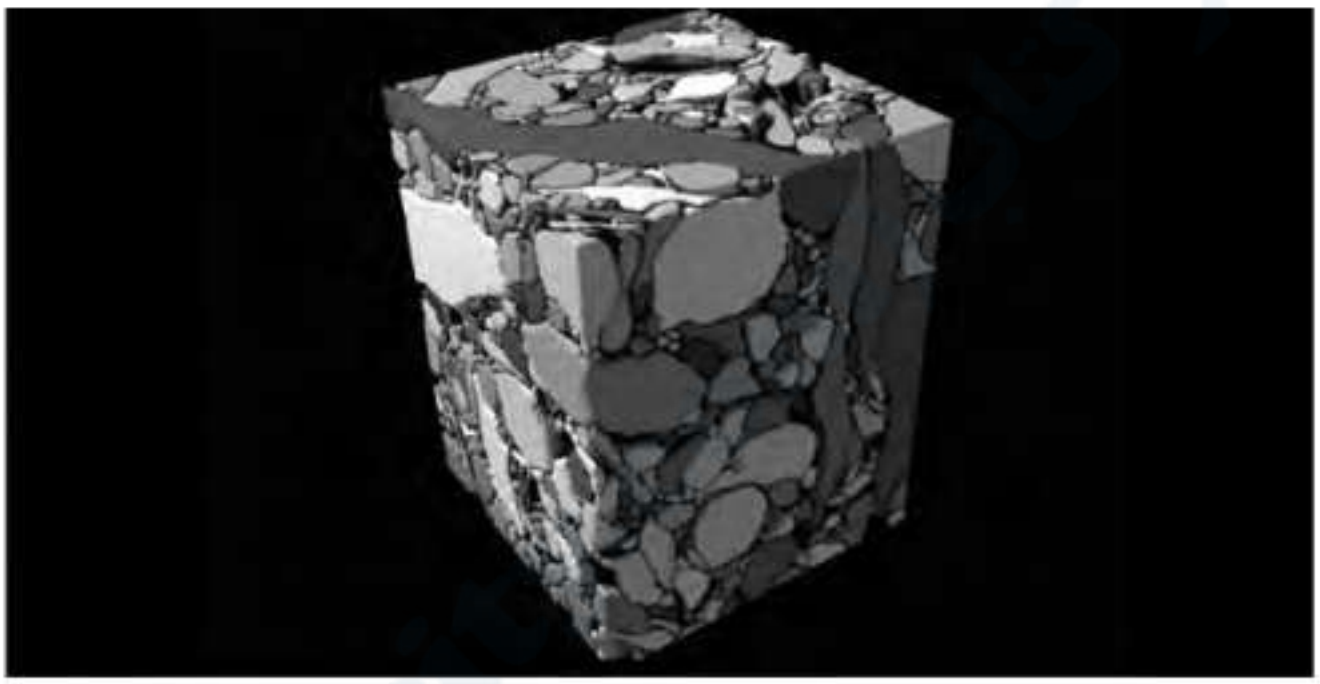


برشی از کانکتوم: این تصاویر دوبعدی شگفت‌انگیز نخستین مراحل کشف پیچیده‌ترین مدارهای ارتباطی موجود در جهان هستند. نقاط کوچک سیاه DNA داخل سلول‌ها را نشان می‌دهد و دایره‌های کامل بسیار کوچکی که می‌بینید وزیکول‌های کروی حاوی نوروترنسمیتر (میانجی شیمیایی) هستند.

این اسپاگتی درهم ارتباط‌ها چند میلیاردم متر عرض دارد و تقریباً به‌اندازه یک سرِ سوزن است. واضح است که چرا بازسازی تصویر کامل ارتباط‌های نورونی انسان تا این حد دشوار است و شاید امیدی به تحقق آن در آینده نزدیک نباشد. میزان داده‌های مورد نیاز سرسام‌آور است: برای ذخیره‌سازی معماری مغز انسان با وضوح بالا باید کامپیوتری با ظرفیت یک زتا بایت (10^{21}) داشته باشیم و این یعنی کل ظرفیت دیجیتال کنونی موجود در جهان امروز.

بگذارید به آینده سفر کنیم و فرض کنیم توانسته‌ایم از کانکتوم مغز شما اسکن تهیه کنیم. آیا این حجم از اطلاعات می‌تواند معرف وجود شما باشد؟

آیا این عکس فوری از نورون‌های مغز شما می‌تواند واجد خودآگاهی (خودآگاهی شما) باشد؟ احتمالاً نه. نمودار مدارهای مغز که به ما نشان می‌دهد چه چیزی با چه چیزی ارتباط دارد تنها معرف نیمی از جادوی مغز است. نیمه دیگر مسئله کنش الکتروشیمیایی موجود در این کانکتوم است. کیمیای فکر و احساس و شعور از کوادریلیون‌ها برهم‌کنش بین سلول‌های مغز در هر ثانیه ایجاد می‌شود و این به معنی آزاد شدن مواد شیمیایی، تغییر شکل پروتئین‌ها و جابجا شدن امواج الکتریکی در مسیر آکسون نورون‌ها است.

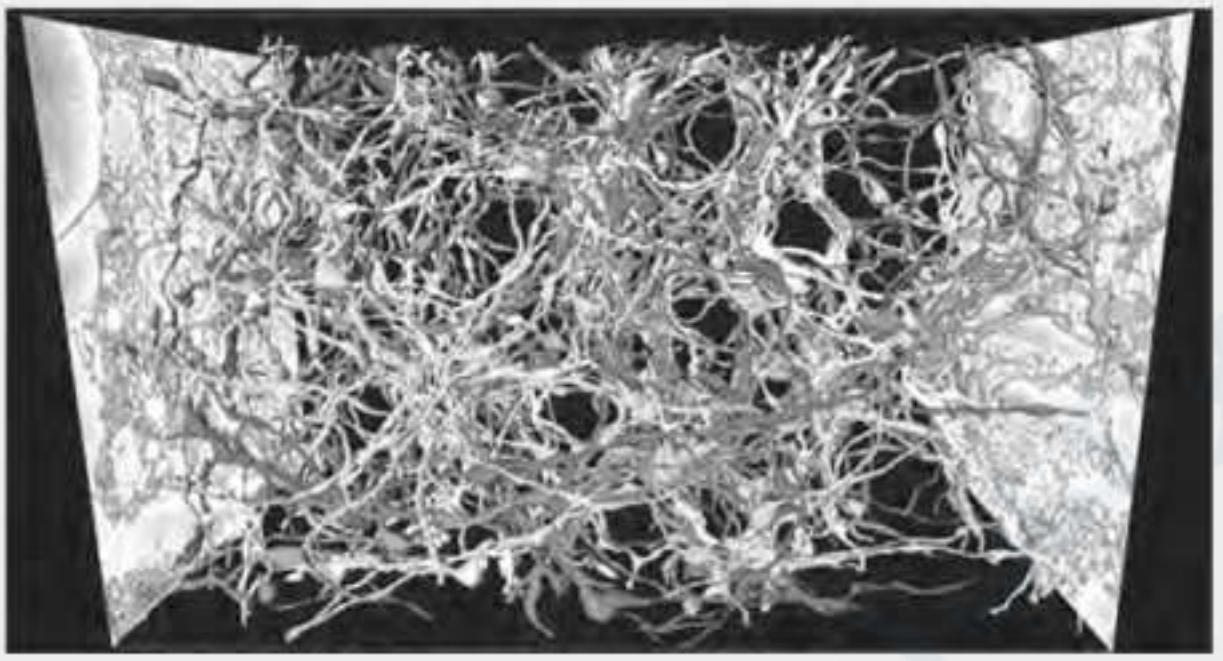


یک قطعه از نسج مغز موش را که محتوی ۳۰۰ ارتباط نورونی (سیناپس) است می‌بینیم. مغز موش دارای ۲۰۰۰ میلیون مانند این قطعه است، اما مغز انسان دارای ۵،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ یا پنج تریلیون قطعه مانند این است.

بزرگی کانکتوم را در نظر بگیرید و سپس آن را تعداد رویدادهایی که در هر ثانیه در این ارتباط‌ها به وجود می‌آیند ضرب کنید تا بتوانید تا حدودی عظمت مسئله را درک کنید. متأسفانه مغز انسان قادر به درک سامانه‌هایی با این ابعاد نیست. اما خوشبختانه قدرت محاسبه کامپیوترها دارد در جهت درست به پیش می‌رود و سرانجام روزی می‌رسد که بتوانیم این سامانه را شبیه‌سازی کنیم. چالش بعدی که پیش رو داریم تنها خواندن این سامانه نیست، بلکه تلاش برای برای بازسازی و راه‌اندازی آن است.

گروهی از محققان دانشکده پلی‌تکنیک فدرال لوزان سویس در پی انجام این شبیه‌سازی هستند. هدف‌شان این است که تا سال ۲۰۲۳ ساختار نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مغز انسان را به گونه‌ای که بتواند کار کند شبیه‌سازی کنند. پروژه مغز انسان تحقیق بلندپروازانه‌ای است که داده‌های آزمایشگاه‌های علوم اعصاب سراسر

تصاویر سریال میکروسکوپ الکترونی و کانکتوم



سیگنال‌های محیطی به سیگنال‌های الکتروشیمیایی تبدیل می‌شوند و توسط سلول‌های مغز انتقال می‌یابند. این نخستین گام کسب اطلاعات از دنیای خارج توسط مغز است. ردیابی مسیر میلیاردها نورون درهم تنیده نیاز به فناوری اختصاصی و نیز ظریف‌ترین تیغه‌های برش موجود در جهان دارد. با فناوری برش سریالی میکروسکوپ الکترونی (Serial blockface electrone microscopy) می‌توانیم مدل‌هایی سه بعدی از راه‌های نورونی مغز تهیه کنیم. این نخستین تکنیکی است که می‌تواند به ما تصاویری سه بعدی از مغز در ابعاد نانو یا یک میلیاردم متر ارائه دهد.

در داخل میکروسکوپ الکترونی دستگاه برشی مثل کالباس بر با الماسه‌ای دقیق قطعه کوچکی از مغز را لایه به لایه برش می‌زند و به این ترتیب نوار فیلمی به دست می‌آید که هر قاب تصویر آن نماینده برش بسیار نازکی از بافت مغز است. هر قاب تصویر باید با میکروسکوپ الکترونی بررسی شود. سپس این اسکن‌ها را روی هم سوار می‌کنند تا مدلی سه‌بعدی از یک قطعه مغز به دست آید. وقتی این برش‌ها را بر هم منطبق کنیم مدلی دهم پیچیده از نورون‌های درهم تنیده حاصل می‌شود. با توجه به اینکه هر نورون به طور متوسط طولی معادل ۱۰۰-۴ میلیاردم متر و حدود ده هزار شاخه (دندریت) دارد انجام این کار بسیار دشوار و وقت‌گیر است. کار چالش‌برانگیز تهیه نقشه کاملی از کانکتوم انسان احتمالاً چندین دهه به طول می‌انجامد.

جهان را گردآوری می‌کند ــ یعنی داده‌های مربوط به (ساختار و محتوی) سلول‌ها تا داده‌های کانکتوم و اطلاعات الگوهای فعالیت گروه‌های نورونی. به تدریج با انجام آزمایش‌های جداگانه و کشف مطالب جدید در هر گوشه از جهان بخشی از این معمای بزرگ حل می‌شود. هدف پروژه مغز آن است که مغز را نورون به

نورون به شکلی که از نظر ساختار و رفتار عین واقعیت باشد، شبیه‌سازی کند. با وجود بلندپروازی محققان و صرف مبلغی معادل چند میلیارد یورو که اتحادیه اروپا آن را تأمین می‌کند، به نظر می‌رسد اهداف پروژه در آینده نزدیک دور از دسترس باشند. هدف کنونی دانشمندان این است که مغز موش را شبیه‌سازی کنند.

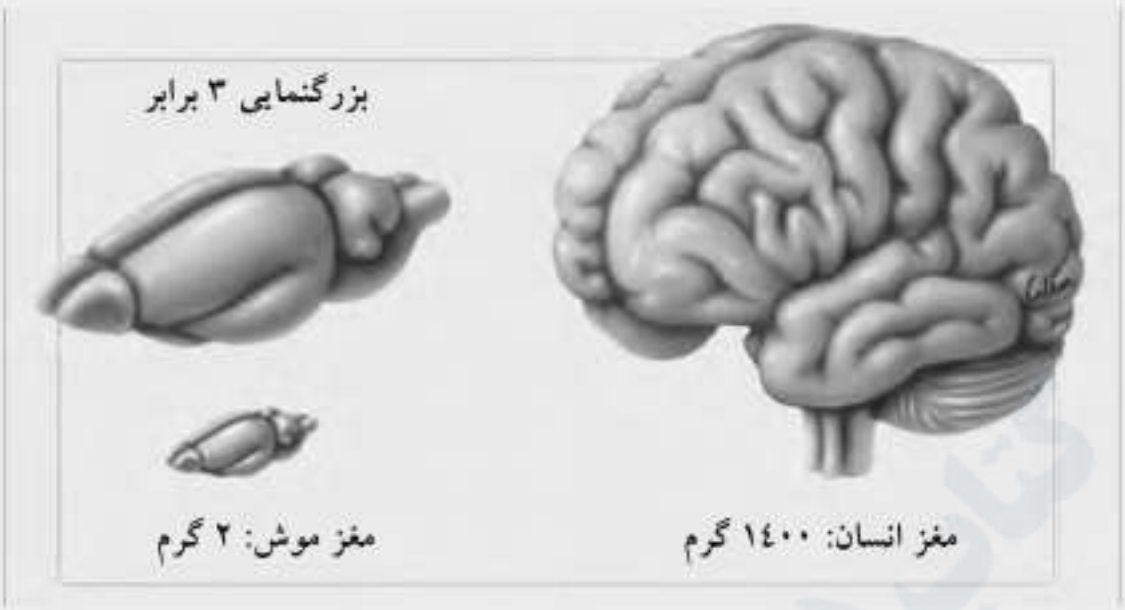
پروژه مغز انسان: هم اکنون گروه تحقیقاتی بزرگی در سویس در حال گردآوری داده از آزمایشگاه‌های سراسر جهان هستند تا بتوانند مدلی از مغز انسان را شبیه‌سازی کنند.

ما در ابتدای راه تهیه نقشه مغز انسان و شبیه‌سازی آن هستیم، اما حداقل در مقام نظریه هیچ دلیلی وجود ندارد که این کار را ناممکن جلوه دهد. اما در اینجا سوآل مهمی مطرح می‌شود: آیا مدلی که از مغز انسان ساخته می‌شود و کار هم می‌کند می‌تواند دارای خودآگاهی باشد؟ اگر همه ریزه‌کاری‌های مغز را به درستی شناسایی کرده و دقیقاً شبیه‌سازی کنیم آیا موجودی هشیار و آگاه به وجود می‌آید؟ آیا این موجود می‌تواند فکر کند و خودآگاه باشد؟

آیا به منظور تحقق خودآگاهی وجود ماده فیزیکی ضروری است؟

همانطور که نرم‌افزار کامپیوتر می‌تواند بر سخت‌افزارهای مختلفی نصب شود شاید نصب نرم‌افزار مغز نیز بر سکوهای یا پلتفرم‌های دیگری امکان‌پذیر باشد. ممکن است نورون‌های زیستی دارای ویژگی منحصر به فردی نباشند و تنها نحوه ارتباط آن‌ها با هم باشد که هویت فرد را به وجود می‌آورد. این همان دیدگاه نظریه محاسباتی ذهن است. این نظریه می‌گوید نورون‌ها و سیناپس‌ها و سایر مواد زیستی اهمیت بنیادی ندارند. اصل مطلب توان محاسبه آن‌هاست. شاید ماده

مغز موش



موش‌ها در تاریخ زندگی بشر شهرت بدی دارند، اما در علم اعصاب نوین در زمینه تحقیق بسیار مفید بوده‌اند. موش‌های صحرایی (rat) نسبت به موش‌های خانگی (mice) مغز بزرگ‌تری دارند. اما مغز هر دوی آن‌ها با مغز انسان به ویژه از نظر سازماندهی کرتکس مغز که در تفکر انتزاعی اهمیت دارد، خیلی شبیه هستند.

لایه خارجی مغز انسان یا کرتکس چندین بار تا خورده تا بتواند در جمجمه جای گیرد. اگر همه کرتکس را صاف و پهن کنیم معادل ۲۵۰۰ سانتیمتر مربع یا یک دستمال سفره کوچک می‌شود. مغز موش برخلاف مغز انسان کاملاً صاف است. اما با وجود تفاوت‌های آشکار در ظاهر و اندازه، بین سلول‌های مغز موش و انسان شباهت‌های بنیادی وجود دارد.

زیر میکروسکوپ امکان شناسایی تفاوت‌های نورون‌های موش و انسان وجود ندارد. مغز موش و انسان هر دو کار مشابهی را انجام می‌دهند و مراحل رشد و توسعه مشابهی را طی می‌کنند. موش‌ها را می‌توان برای انجام کارهای شناختی ـ از تشخیص بوها گرفته تا پیدا کردن مسیر در یک ماز ـ آموزش داد و این نکته به محققان امکان می‌دهد بتوانند جزئیات فعالیت عصبی آن‌ها را به انجام وظایف خاص مربوط کنند.

فیزیکی مغز عامل اساسی کارکرد مغز نباشد و این کنش مغز است که هویت ما را به وجود می‌آورد.

اگر این مطلب درست باشد پس حداقل از دیدگاه نظری می‌توان مغز را در هر سکویی به فعالیت واداشت. تا جایی که محاسبات مسیر درست را طی کنند، افکار و عواطف و کنش‌های پیچیده ذهنی به عنوان محصول ارتباط‌های پیچیده در ماده جدید ایجاد می‌شوند. از دیدگاه نظری می‌توان به جای سلول‌ها اجزای

مدار الکتریک و به جای اکسیژن، الکتریسیته را جایگزین کرد: واسطه (مدیوم) مهم نیست، البته به این شرط که همه اجزاء و قطعه‌ها به شکل صحیح با هم مربوط شوند و برهم‌کنش داشته باشند. به این ترتیب شاید بتوانیم فردی دارای کارکرد کامل را بدون داشتن مغز بیولوژیک شبیه‌سازی کنیم. طبق نظریه محاسباتی ذهن چنین مدل شبیه‌سازی شده‌ای می‌تواند دقیقا مانند شما باشد.

کامپیوتر آبی

کامپیوتر لگویی

دستگاه‌های محاسباتی لزومی ندارد که از سیلیکون ساخته شوند ــ می‌توان آن‌ها را از حرکت قطره‌های آب یا لگو ساخت. اینکه کامپیوتر از چه ساخته شده باشد اهمیتی ندارد، چگونگی برهم کنش اجزای آن است که نقش تعیین کننده دارد.

نظریه محاسباتی ذهن تنها یک نظریه است و به درستی آن اطمینان نداریم. ممکن است در نهایت ثابت شود که در خیس افزار زیستی مغز نکته خاص و کشف نشده‌ای وجود دارد و این امر نشان می‌دهد که ما به ساختار زیستی که با آن به دنیا آمده‌ایم وابسته هستیم. اما اگر نظریه محاسباتی ذهن درست باشد، ذهن

می‌تواند در یک کامپیوتر نیز زندگی کند و فعال باشد.

اگر بتوانیم شبیه‌سازی مغز را عملی کنیم سوآل دیگری نیز مطرح می‌شود: آیا باید شکل معمول بیولوژیک را برای این شبیه‌سازی دنبال کنیم؟ یا می‌توانیم نوع جدیدی از هوش را خلق کنیم؟ هوشی که بدون توجه به نمونه‌ای که در اختیار داریم ساخته شده و منحصراً ابداع و اختراع ما باشد؟

هوش مصنوعی

مدت‌هاست که عده‌ای از دانشمندان دنبال ساخت ماشینی هستند که بتواند فکر کند. این شاخه از تحقیق که در پی کشف هوش مصنوعی است در حدود دهه ۵۰ پایه‌ریزی شد و پیشگامان آن بسیار خوش‌بین بودند. اما معلوم شد که رسیدن به اهداف آن دشوار است تا کاربرد عمومی خودروهایی که می‌توانند بدون راننده حرکت کنند فاصله کمی داریم. [در حال حاضر عملی شده] تقریباً دو دهه از زمانی که کامپیوتر توانست یک استاد بزرگ شطرنج را شکست دهد می‌گذرد. اما هنوز نتوانسته‌ایم ماشینی بسازیم که صاحب شعور و خودآگاهی باشد. وقتی بچه بودم فکر می‌کردم چند دهه بعد روبات‌هایی که بتوانند با انسان تعامل داشته باشند ساخته می‌شوند: روبات‌هایی که بتوانند از ما مراقبت کنند و به شکلی معنی‌دار با ما حرف بزنند. اما واقعیت این است که هنوز تا رسیدن به این نتیجه بسیار دور هستیم و این خود دلیل بر عمیق بودن معمایی است که در برابر ما قرار دارد: معمای چگونگی کارکرد مغز. بنابراین برای رمزگشایی از بزرگترین راز طبیعت نیازمند تلاش بیش‌تری هستیم.

دانشگاه پلیموث انگلستان یکی از نقاطی است که جدیدترین تلاش برای تحقق هوش مصنوعی را انجام داده است. نام محصول این تلاش را آی کاب (I cub) گذاشته‌اند که نوعی روبات انسان‌نماست. هدف از طراحی و مهندسی آن ساخت موجودی بود که بتواند مانند یک کودک مطالب و کارهای جدید را بیاموزد. به طور معمول روبات‌ها را با اطلاعاتی که مربوط به انجام وظایف آن‌هاست تجهیز می‌کنند. اما فرض کنید روبات بتواند مانند یک کودک از راه برهم‌کنش با جهان و تقلید و یادگیری و با برخوردها و مثال‌هایی که بر سر راهش قرار می‌گیرند رشد کند. کودکان در بدو تولد حرف زدن و راه رفتن را بلد نیستند، اما دارای کنجکاوی هستند و به اطراف توجه می‌کنند و از چیزهایی که می‌بینند تقلید می‌کنند. کودکان دنیا را مثل یک کتاب درسی می‌خوانند و از مثال‌های آن چیز یاد می‌گیرند. آیا

روبات‌ها نیز می‌توانند این کار را انجام دهند؟

آی کاب به‌اندازه یک بچه دوساله است و چشم و گوش و حسگر لمسی دارد و می‌تواند با کمک آن‌ها با جهان تعامل داشته و از آن بیاموزد.

آلن تورینگ در سال ۱۹۵۰ گفت «آیا به جای طراحی برنامه‌ای برای شبیه‌سازی ذهن افراد بالغ بهتر نیست روباتی بسازیم که نوعی شبیه‌سازی از ذهن کودک باشد؟» ــ در سراسر جهان قریب ۲۹ آی کاب همانند در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی فعال هستند و هر یک بخشی از یک سکوی تحقیقی مشترک‌اند و می‌توانند مطالبی را که یاد گرفته‌اند با هم به اشتراک بگذارند.

اگر شیء را به آی کاب نشان دهید و مثلاً بگویید «این یک توپ قرمز است.»، برنامه کامپیوتر بین تصویر بصری شیء و برچسب کلامی آن رابطه‌ای برقرار می‌کند. بنابراین وقتی دفعه بعد توپ قرمزی را به روبات نشان دهید و بپرسید «این چیست؟» می‌گوید «این یک توپ قرمز است.» هدف آن است که با هر برهم‌کنش به تدریج بر اطلاعات پایه روبات افزوده شود و با انجام تغییراتی و ایجاد ارتباط‌هایی در کُدهای داخلی، روبات بتواند پاسخ‌های مناسبی بدهد.

بیشتر مواقع کارها درست از آب در نمی‌آید. اگر چند شیء را به طور همزمان به روبات عرضه کنید و از او نام‌شان را بپرسید دچار اشتباه می‌شود و بارها به گفتن «نمی دانم» متوسل می‌شود. اما این پدیده بخشی از روند انجام کار است و نشان می‌دهد که ساخت هوش مصنوعی کار آسانی نیست.

من زمانی طولانی با آی کاب بودم و این پروژه برایم جالب بود. هر اندازه بیشتر با او وقت می‌گذراندم بیشتر پی می‌بردم که در پس رفتار این روبات هیچ ذهن فعالی وجود ندارد. با وجودی که آی کاب چشم‌های درشت و صدای مهربان و حرکات و اداهای کودکانه داشت آشکار بود که دارای خودآگاهی نیست. دستگاهی بود که از یک رشته رمزها و دستورها پیروی می‌کرد و حامل اندیشه‌ای نبود. حتی با وجودی که ما در مراحل آغازین ساخت هوش مصنوعی هستیم نمی‌توانیم از فکر کردن به آن سوآل کهن و عمیق فلسفی خودداری کنیم که می‌گوید «آیا کامپیوترهایی که با کُد کار می‌کنند می‌توانند قادر به تفکر شوند؟» وقتی آی کاب می‌گوید «توپ قرمز» آیا مفهوم گرد بودن توپ را درک می‌کند؟ آیا کامپیوترها فقط می‌توانند کاری را که برای آن برنامه‌ریزی شده‌اند انجام دهند یا می‌توانند با تجربه درونی چیز بیاموزند؟

آیا کامپیوتر می‌تواند فکر کند؟

آیا می‌توان کامپیوتر را به گونه‌ای برنامه‌ریزی کرد که صاحب ذهن و شعور شود؟ در دهه ۱۹۸۰ فیلسوفی به نام جان سرل نوعی ازمایش فکری طراحی کرد تا بتواند به این سوآل جواب دهد. نام این آزمایش «اتاق فکر چینی» بود.

فرض کنید فردی در اتاقی زندانی است. سوآل‌هایی از دریچه کوچکی که در یکی از دیوارهای آن وجود دارد به دست‌اش می‌دهند که با خط چینی نوشته شده. او چینی بلد نیست و هیچ تصوری در این باره ندارد که چه مطالبی بر این صفحات کاغذ نوشته شده‌اند. اما داخل اتاق کتاب‌هایی وجود دارد که حاوی آموزش گام به گام و تفسیر نمادهای نوشته شده هستند. او به گروه نمادها نگاه کرده و از دستورهای کتاب پیروی می‌کند. دستورها به او می‌گویند که در پاسخ به این نوشته‌ها از کدام نمادها استفاده کند. او پاسخ را با کمک نمادها روی تکه کاغذی می‌نویسد و از همان دریچه روی دیوار به بیرون می‌اندازد.

اگر یک نفر که زبان چینی می‌داند پاسخ را ببیند می‌تواند مفهوم آن را درک کند. او ممکن است تصور کند فرد زندانی دارد به سوآل‌هایی که او روی کاغذ نوشته و داخل اتاق انداخته پاسخ درستی می‌دهد، پس به زبان چینی مسلط است. اما در اصل اشتباه می‌کند. فرد زندانی چینی بلد نیست و فقط دارد از دستورهای خاصی پیروی می‌کند که به او می‌گویند در برابر هر کلمه چه کلمه‌ای بگذارد و چیزی را هم که روی کاغذ می‌نویسد نمی‌فهمد. اگر فرد زندانی به منابع کافی

دسترسی داشته باشد و به او وقت لازم را نیز بدهند می‌تواند به همه سوآل‌هایی که به زبان چینی نوشته می‌شوند و به دست‌اش می‌دهند به درستی پاسخ دهد. اما در عین حال او زبان چینی نمی‌داند. فقط دارد در تمام روز با نمادهایی که در اختیار دارد بازی می‌کند و از اینکه این نمادها چه معنایی دارند تصوری ندارد.

آزمایش فکری اتاق چینی، مردی در اتاقی نشسته و برای بازی با نمادهایی که به او عرضه می کنند از دستورهای خاصی پیروی می کند. خانم چینی که بیرون اتاق نشسته به اشتباه فکر می کند فردی که در اتاق حضور دارد به زبان چینی مسلط است.

سرل می‌گفت این درست همان چیزی است که در کامپیوتر اتفاق می‌افتد. حتی اگر روباتی مانند آی کاب بسیار هوشمندانه جلوه کند، صرفاً دارد از دستورهایی برای ارائه پاسخ پیروی می‌کند و دارد بدون داشتن درکی از کارکرد و مفهومی که نمادها دارند با آن‌ها بازی می‌کند.

موتور جستجوی گوگل را در نظر بگیرید. وقتی به جستجوی مطلبی در آن می‌پردازید، گوگل منظور سوآل شما یا مفهوم پاسخ آن را درک نمی‌کند. فقط در میدان‌های منطقی میان صفرها و یک‌ها می‌گردد و صفرها و یک‌های دیگری را به شما برمی‌گرداند. حتی با برنامه‌های جالبی مانند دستیار ترجمه گوگل می‌توان پرسشی را به زبان سواهیلی بیان کرد و پاسخ آن را به زبان مجاری شنید. اما همه داستان فقط براساس الگوریتم‌ها و نوعی بازی با نمادهاست. مثل داستان همان شخصی که در اتاق چینی بود، نرم‌افزار ترجمه گوگل به مفهوم جملات نمی‌تواند

پی برد و هیچ چیز برایش معنایی ندارد.

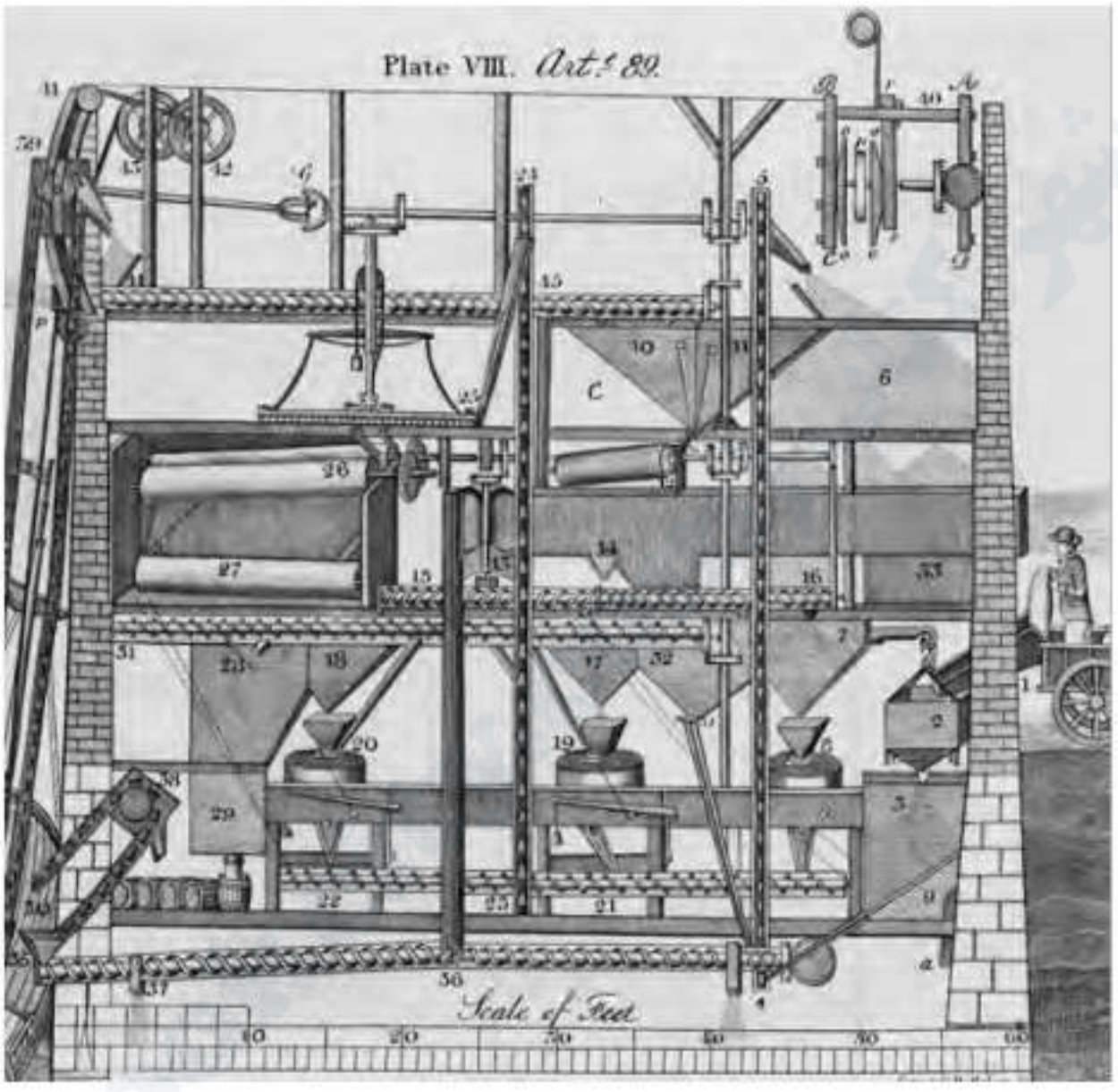
مثال اتاق چینی نشان می‌دهد که کامپیوترها مقلد هوش بشرند اما به راستی درک نمی‌کنند که درباره چه چیزی دارند حرف می‌زنند. یعنی کارهایی که دارند انجام می‌دهند برای‌شان هیچ معنایی ندارد. سرل از این آزمایش نتیجه گرفت مغزهای انسانی دارای نکته‌ای هستند که اگر صرفاً آن‌ها را در کامپیوترهای دیجیتال کپی کنیم مورد غفلت قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر بین نمادهای نامفهوم و تجربه خودآگاهانه انسان فاصله‌ای وجود دارد.

تاکنون درباره تفسیر آزمایش اتاق چینی بحث‌های زیادی مطرح شده است. اما استنباط ما هرچه باشد باید قبول کنیم که چگونگی حضور اشیاء و تکه‌هایی فیزیکی جهان در هستی ما مسئله‌ای دشوار و رازآلود است. در هر تلاشی که برای شبیه‌سازی یا ایجاد هوش انسانی انجام می‌دهیم با سوآلی بی‌پاسخ در قلمرو علوم اعصاب مواجه می‌شویم: چگونه چیزی چون درک ذهنی هستی توسط آدمی، حس عذابی توأم با درد، حس قرمزی نهفته در رنگ قرمز و حس طعم یک میوه از فعالیت میلیاردها نورون مغزی به وجود می‌آید؟ در نهایت سلول مغز چیزی غیر از یک سلول نیست و تابع قوانین محیط است و اعمال خاصی را انجام می‌دهد. اگر یک سلول عصبی به تنهایی نمی‌تواند کار زیادی انجام دهد، پس چگونه میلیاردها سلول عصبی می‌توانند تجربه ذهنی هستی را در ما به وجود آورند؟

بزرگ‌تر از جمع یکایک اجزاء

گوتفریت ویلهلم لایب‌نیتس در سال ۱۷۱۴ بیان کرد که ماده هیچ‌گاه به تنهایی قادر به تولید ذهن نیست. از لایب‌نیتس فیلسوف و ریاضیدان و دانشمند آلمانی با عنوان «آخرین کسی که همه چیز را می‌دانست» یاد می‌کنند. به نظر لایب‌نیتس مغز به تنهایی نمی‌تواند از حیات درونی برخوردار باشد. او آزمایشی فکری طرح کرد که امروز از آن با نام «آسیاب لایب‌نیتس» یاد می‌کنند. آسیاب بزرگی را در نظر بگیرید و فرض کنید دارید بیرون این آسیاب و دور آن قدم می‌زنید و چرخدنده‌ها و ستون‌ها و اهرم‌های آن را که در حال حرکت هستند می‌بینید. احمقانه است اگر بگویید آسیاب دارای فکر و درک و احساس است. آسیاب چطور می‌تواند عاشق شود یا از تماشای غروب آفتاب لذت ببرد؟ آسیاب فقط از اجزا و قطعه‌های مختلفی تشکیل شده و به نظر لایب‌نیتس مغز نیز همین‌طور است. اگر مغز را به آسیاب بزرگی تبدیل کنید و از بیرون به آن نگاه کنید تنها اجزا و قطعه‌هایی را

می‌بینید که هیچ یک از آن‌ها ربط آشکاری با درک و فهم ندارند. هر یک از این اجزا دارد نسبت به اجزای دیگر کاری را انجام می‌دهد. اگر همه این برهم‌کنش‌ها را یادداشت کنیم نمی‌توانیم به چگونگی پیدایش فکر پی ببریم.



آسیاب از قطعه‌ها و اجزایی که با هم ارتباط مکانیکی دارند تشکیل شده است. اما کسی به خود اجازه نمی‌دهد بگوید آسیاب فکر می‌کند. پس معجزه‌ای که در مغز (عضوی که مانند آسیاب از قطعه‌ها و اجزای مختلف ساخته شده) پدید می‌آید از کجا سرچشمه می‌گیرد؟

وقتی به درون مغز نگاه کنیم نورون‌ها، سیناپس‌ها نوروترنسمیترها و کنش‌های الکتریکی را می‌بینیم. میلیاردها سلول پرجنب و جوش را می‌بینیم که دارند باهم حرف می‌زنند و بازی می‌کنند. پس شما کجا هستید؟ افکارتان کجاست؟ عاطفه کجاست؟ احساس سعادت و درک رنگ آبی لاجوردی کجاست؟ چگونه ممکن است انسان فقط از ماده خلق شده باشد؟ به نظر لایب‌نیتس نمی‌شود با تکیه بر علل مکانیکی وجود پدیده‌ای مانند ذهن را توجیه کرد. اما شاید لایب‌نیتس در بحث خود نکته‌ای را جاانداخته باشد. وقتی او به قسمت‌ها و اجزای مغز نگاه می‌کرد

یک نکته را نادیده گرفته بود. شاید مثالی که او زد راه مناسبی برای پی بردن به مسئله خودآگاهی نباشد.

خودآگاهی به عنوان یک ویژگی پدیداری

برای درک خودآگاهی انسان شاید بهتر باشد به جای آنکه مغز را مجموعه‌ای از قطعه‌ها و بخش‌های مختلف بدانیم بیشتر به چگونگی برهم‌کنش این اجزا توجه کنیم. برای درک اینکه چگونه سرجمع بخش‌های ساده می‌تواند بزرگتر از مجموع آحاد آن‌ها باشد باید به مثال لانه مورچگان توجه کنیم.

میلیون‌ها مورچه برگ‌خوار که در یک کلونی زندگی می‌کنند غذای خود را گردآوری می‌کنند. رفتار آن‌ها شبیه انسان‌های کشاورز است. عده‌ای از این مورچه‌ها از لانه بیرون می‌روند که غذای تازه پیدا کنند. بعد از پیدا کردن غذا آن را به قطعه‌های کوچکی تقسیم می‌کنند و با خود به آشیانه می‌برند. در آنجا به جای خوردن این قطعات آن‌ها را با جویدن به قطعه‌های باز هم کوچک‌تر تبدیل می‌کنند و از آن‌ها برای پرورش قارچ در «باغچه‌های» زیرزمینی خود استفاده می‌کنند تا بعدا این قارچ‌ها را بخورند. رابطه آن‌ها با قارچ‌ها نوعی همزیستی است. قارچ‌ها بدون کمک مورچه‌ها قادر به زندگی نیستند و از این دیدگاه کاملاً به مورچه‌ها وابستگی دارند. مورچه‌ها با این راهبرد موفق آشیانه‌های زیرزمینی بزرگی می‌سازند که وسعت برخی از آن‌ها صدها متر مربع است. آن‌ها نیز مانند انسان‌ها به نوعی تمدن کشاورزی دست یافته‌اند.

مسئله مهم این است که هرچند یک کلونی مثل یک ابرارگانیسم دارای ویژگی‌های برجسته و ارزشمندی است اما اگر هر یک از مورچه‌ها را به تنهایی در نظر بگیریم می‌بینیم رفتار بسیار ساده‌ای دارند و صرفاً پیرو قوانین معمول هستند. ملکه به مورچه‌ها فرمان نمی‌دهد، ملکه کسی نیست که بر مسند قدرت تکیه زده و در حال ترتیب و تنظیم دادن به امور باشد. بلکه هر موجودی به سیگنال‌های دریافتی از سایر مورچه‌ها، لاروها، مهاجمان، غذا، مواد دفعی یا زوائد پاسخ می‌دهد. هر مورچه واحد معمول و خودکاری است که واکنش‌هایش از محیط زندگی و قوانینی که مربوط به گونه اوست و در نهاد ژنتیکی او رمزبندی شده سرچشمه می‌گیرد.

کلونی مورچه‌های برگ‌خوار علیرغم نبود نوعی واحد تصمیم‌گیرنده مرکزی رفتار بسیار پیچیده‌ای دارد. آن‌ها غیر از کشت و زرع کارهای برجسته دیگری نیز

انجام می‌دهند، مانند پیدا کردن بیشترین میزان فاصله از ورودی‌های کلونی برای رهاسازی اجساد. امری که به محاسبات پیچیده هندسی نیاز دارد.

هر یک از مورچه‌های برگ خوار با سایر مورچه‌ها به طور انفرادی پیام‌هایی را رد و بدل می کند و تصوری از کل داستان کلونی ندارد. اما وقتی به کلونی نگاه می کنیم به وجود نوعی تمدن کشاورزی پیچیده و هدفدار در آن پی می‌بریم.

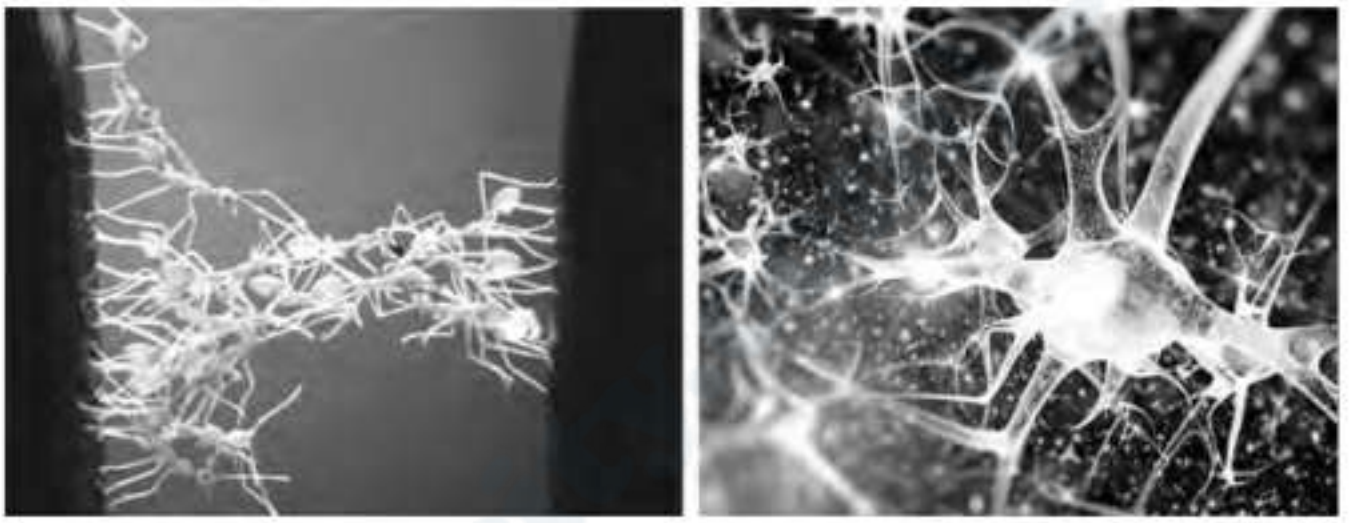
مهمترین درسی که از این موضوع می‌گیریم آن است که رفتار پیچیده کلونی از پیچیدگی تک تک اعضای آن پدید می‌آید. هر مورچه به تنهایی از اینکه بخشی از یک تمدن پیشرفته و موفق است خبری ندارد و فقط دارد وظایف کوچک و ساده‌ای را که به او محول کرده‌اند انجام می‌دهد.

وقتی تعداد زیادی از مورچه‌ها دور هم جمع شوند ابرارگانیسمی به وجود می‌آید که دارای ویژگی‌های به مراتب بغرنج‌تری از اجزای تشکیل‌دهنده آن است. این پدیده که آن را خصلت پدیداری «ظهور» (emergence) می‌نامند وقتی به وجود می‌آید که واحدهای سازنده یک مجموعه به نحوی برهم‌کنش داشته باشند که از سرجمع آن‌ها چیزی بزرگ‌تر از مجموع آحاد به وجود آید.

نکته کلیدی همان برهم‌کنش میان مورچه‌هاست و این نکته درباره مغز نیز صادق است. هر نورون نوعی سلول اختصاصی مثل سایر سلول‌های بدن است، اما تخصص نورون‌ها به آن‌ها امکان می‌دهد فرآیندهای خاصی را انجام دهند و نتیجه آن را به شکل سیگنال‌های الکتریکی ارسال کنند. هر یک از سلول‌های مغز مانند مورچه در سراسر عمرش وظیفه‌ای را که به او محول کرده‌اند انجام می‌دهد. سیگنال‌های الکتریکی را در طول غشاء خود منتقل می‌کند و در زمان مناسب نوروترنسمیترهایی را ترشح می‌کند و پیام‌هایی با واسطه آن‌ها از سایر سلول‌ها دریافت می‌کند. داستان این است؛ زندگی در پس پرده تاریکی. هر نورونی حیات

خود را در میان شبکه‌ای از سلول‌های دیگر و در حال پاسخ‌دهی به سیگنال‌ها ادامه می‌دهد. هر نورون به تنهایی نمی‌داند که دارد چه کار می‌کند، مثلاً دارد چشم‌های شما را حرکت می‌دهد که بتوانید اثری از شکسپیر را بخوانید یا دارد دست‌های‌تان را حرکت می‌دهد که بتوانید اثری از بتهوون را بنوازید. نورون چیزی راجع به شما نمی‌داند. اگرچه اهداف، نیات و توانایی‌های شما کاملاً وابسته به وجود این نورون‌های ناچیز هستند، آن‌ها در مقیاسی بس کوچک‌تر زندگی می‌کنند و نسبت به ماهیتی که در مجموع از آن‌ها پدید می‌آید آگاه نیستند.

لیکن اگر تعداد کافی از این سلول‌های اساسی مغز را گرد هم آوریم و آن‌ها به طریق صحیح برهم‌کنش داشته باشند ذهن پدیدار می‌شود.



مورچه‌ها و نورون‌ها تابع قوانین معمول طبیعت هستند. مورچه‌هایی که هر یک به تنهایی فاقد عقل و خردند کلونی‌هایی با رفتار پیچیده به وجود می‌آورند؛ به همین ترتیب نورون‌ها نیز وجود انسانی ما را می‌سازند.

به هر جا که نگاه کنیم سامانه‌هایی با ویژگی «پدیداری» می‌بینیم. مثلاً هر یک از قطعه‌های هواپیما به تنهایی فاقد ویژگی پرواز است اما اگر این قطعه‌ها را به طریق صحیحی به هم متصل کنیم ویژگی پرواز پدیدار می‌شود. قطعه‌ها و بخش‌های یک سامانه هر یک ممکن است بسیار ساده باشند. ویژگی پدیداری از برهم‌کنش آن‌ها سرچشمه می‌گیرد و در بسیاری از موارد این قطعات قابل تعویض هستند.

برای ایجاد خودآگاهی چه چیزی لازم است؟

اگرچه جزئیات تئوریک این مسئله به درستی روشن نشده اما به نظر می‌رسد ذهن از برهم‌کنش میلیاردها قطعه و بخش مغز به وجود می‌آید. این مسئله سوآل‌های اساسی را مطرح می‌کند. آیا اصولاً امکان دارد از برهم‌کنش تعدادی قطعات و اجزا

ذهن به وجود آید؟ مثلاً آیا یک شهر می‌تواند خودآگاه باشد؟ شهر نیز پدیده‌ای است که از برهم‌کنش اجزای آن شکل می‌گیرد. مثلاً به انبوه سیگنال‌هایی که در یک شهر جابجا می‌شوند فکر کنید: سیم‌های تلفن، خطوط فیبر نوری، شبکه فاضلاب، دست دادن آدم‌ها با یکدیگر، چراغ‌های راهنمایی و غیره. سطح گسترده برهم‌کنش‌هایی که در یک شهر انجام می‌شود قابل مقایسه با مغز انسان است. البته پی بردن به این نکته که شهر خودآگاهی دارد یا نه دشوار است. چگونه شهر می‌تواندبه این سوآل پاسخ دهد؟ چگونه می‌توانیم این سوآل را از او بپرسیم؟

برای پاسخ دادن به سوآلی مانند این نخست باید سوآل‌های عمیق‌تری بپرسیم: برای اینکه یک شبکه بتواند به خودآگاهی دست یابد تنها وجود تعدادی قطعه کافی نیست، بلکه باید ساختاری خاصی از برهم‌کنش‌ها وجود داشته باشد.

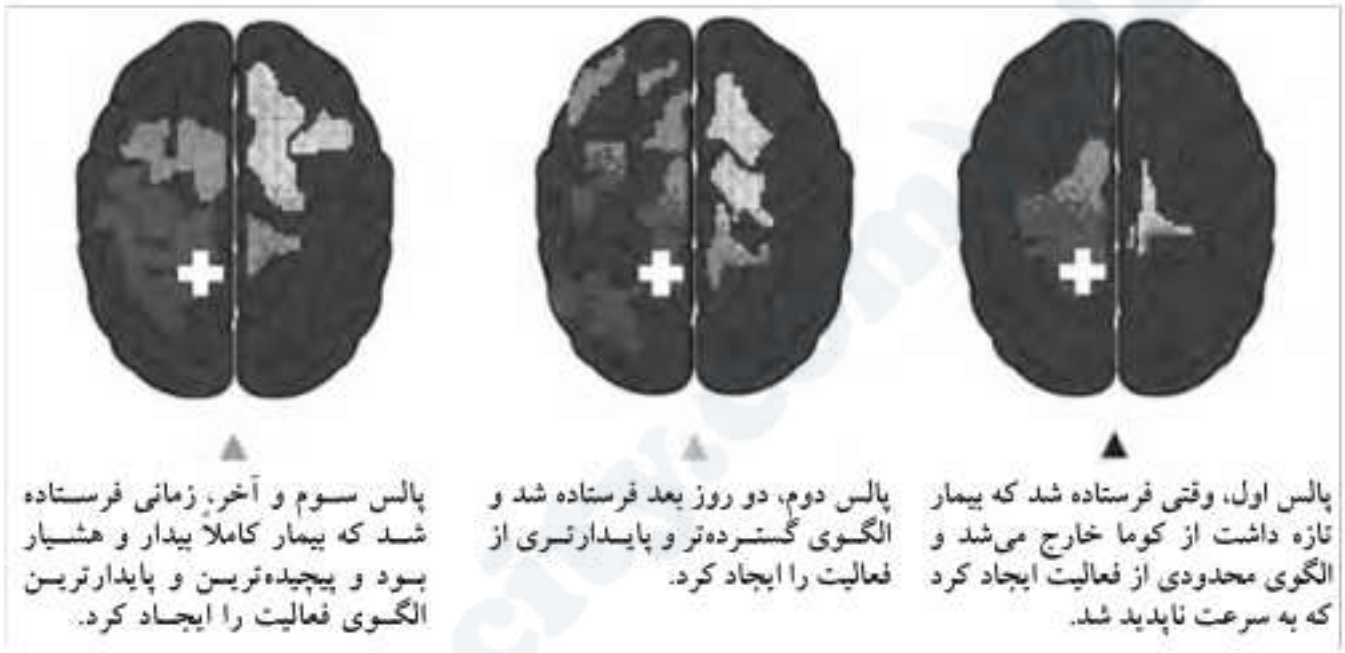
پروفسور گوئیلیو تونونی (Giulio Tononi) از دانشگاه ویسکانسین در حال انجام تحقیق برای پیدا کردن پاسخ دقیق این سوآل است. او نوعی تعریف کمیّ برای خودآگاهی ارائه داده است. به نظر او برای ایجاد خود آگاهی تنها وجود قطعه‌ها و اجزاء کافی نیستند، بلکه می‌بایست نوعی سازماندهی زیربنایی و برهم‌کنش‌های جاری وجود داشته باشد.

پروفسور تونونی برای تحقیق درباره خودآگاهی در شرایط آزمایشگاه از تحریک مغناطیسی فرای جمجمه و مقایسه مغز در حالت‌های بیداری و خواب عمیق (که طبق مطالب فصل یک در آن خودآگاهی از میان می‌رود) استفاده کرد. او و همکارانش انفجاری از امواج الکتریکی را به قشر مغز ارسال می‌کنند و سپس نحوه انتشار آن‌ها را ردیابی می‌کنند.

وقتی فرد بیدار و هوشیار و خودآگاه باشد الگوی پیچیده‌ای از فعالیت عصبی از کانون صدور پالس TMS انتشار می‌یابد. امواج پایدار و فعال که به نقاط گوناگون کرتکس انتشار می‌یابند ارتباط‌های وسیع شبکه‌های مغزی را آشکار می‌کند. برخلاف این حالت وقتی فرد در خواب عمیق باشد همان پالس فقط ناحیه کوچکی از مغز را تحریک می‌کند و فعالیت امواج به سرعت خاموش می‌شود. شبکه‌های مغزی در این حالت بخش عمده توان ارتباطی خود را از دست داده‌اند. همین نتیجه وقتی فرد در کما باشد دیده می‌شود: در حالت اغما فعالیت الکتریکی به میزان بسیار اندکی انتشار می‌یابد اما وقتی پس از گذشت چند هفته فرد از اغما خارج می‌شود فعالیت گسترده امواج دوباره به وجود می‌آید.

تونونی معتقد است که این پدیده به این دلیل به وجود می‌آید که وقتی ما بیدار

و خودآگاه هستیم ارتباط گسترده‌تری بین نواحی مختلف کرتکس وجود دارد. برعکس در حالت ناخودآگاهی و خواب با فقدان ارتباط بین نواحی گوناگون مغز روبرو هستیم. تونونی با توجه به این مطالعه می‌گوید در یک سامانه خودآگاه باید توازن دقیقی بین پیچیدگی مناسب که نماینده حالت‌های مختلف سامانه (موسوم به تمایز یا دیفرانسیاسیون) و ارتباط مناسب که نماینده مراوده بخش‌های دور شبکه (موسوم به یکپارچگی) است، وجود داشته باشد. در تحقیق او توازن بین تمایز و یکپارچگی قابل اندازه‌گیری بود و به نظر او فقط سامانه‌هایی که در دامنه مشخصی قرار می‌گیرند می‌توانند به خودآگاهی دست یابند.



پالس اول، وقتی فرستاده شد که بیمار تازه داشت از کوما خارج می‌شد و الگوی محدودی از فعالیت ایجاد کرد که به سرعت ناپدید شد.

پالس دوم، دو روز بعد فرستاده شد و الگوی گسترده‌تر و پایدارتری از فعالیت را ایجاد کرد.

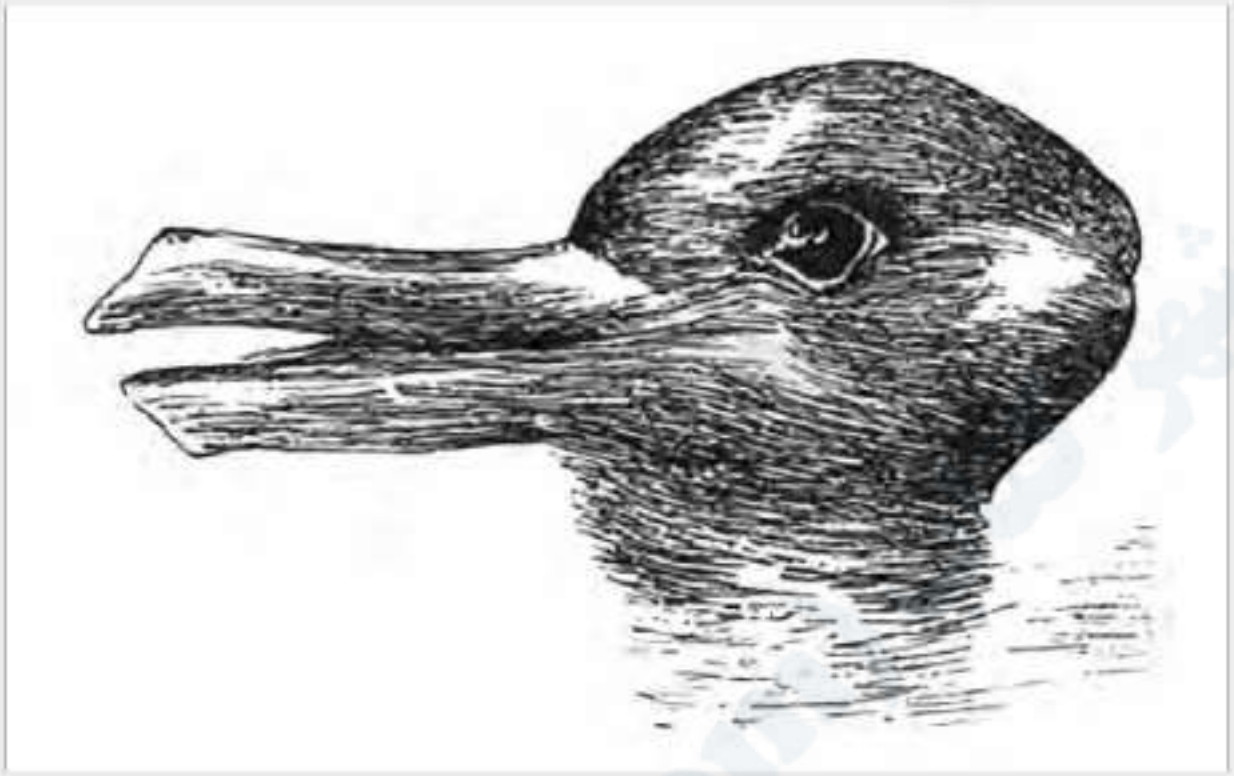
پالس سوم و آخر، زمانی فرستاده شد که بیمار کاملا بیدار و هشیار بود و پیچیده‌ترین و پایدارترین الگوی فعالیت را ایجاد کرد.

سطوح بالاتر خودآگاهی با انتشار گسترده‌تری از فعالیت الکتریکی همراه هستند.

اگر نظریه تونونی درست باشد می‌توان از آن برای ارزیابی سطح خودآگاهی بیماران دچار کوما استفاده کرد. همچنین این شیوه می‌تواند راهی باشد برای درک چگونگی دست‌یابی سامانه‌های بی‌جان به خودآگاهی. یعنی به کمک این نظریه می‌توان پاسخ داد آیا یک شهر دارای خودآگاهی است یا نه: خودآگاهی شهر وابسته به این است که آیا در آن گردش اطلاعات به شیوه درست (یعنی با رعایت دقیق توازن بین تمایز و یکپارچگی) برقرار است یا خیر.

نظریه تونونی با این تصور که خودآگاهی انسان می‌تواند از خاستگاه زیستی آن خارج شود و بر بستر دیگری جای گیرد موافق است. از این دیدگاه اگرچه خودآگاهی با عبور از مسیری خاص که منجر به پیدایش مغز شده به وجود آمده، اما برای تحقق خودآگاهی نیازی به ماده آلی نیست. اگر برهم‌کنش‌های اجزای سیستم شکل صحیح و سازمان‌یافته‌ای داشته باشند می‌توان با کاربرد سیلیکون نیز

خودآگاهی و علوم اعصاب



لحظه‌ای به ادراک درونی و خصوصی خود فکر کنید: نمایشی که در سر هر یک از ما درحال اجراست. مثلاً وقتی من در حال تماشای طلوع آفتاب به هلویی گاز می‌زنم شما نمی‌توانید به طور دقیق تجربه درونی مرا درک کنید. فقط می‌توانید بر پایه تجربه‌های قبلی خود درباره آن حدس بزنید. تجربه و درک شخصی من فقط به خودم تعلق دارد و تجربه شما مال شماست. پس چگونه می‌توان با روش علمی به بررسی این مسئله پرداخت؟

محققان در دهه‌های اخیر کوشیده‌اند به «تعریف نورونی» خودآگاهی دست یابند ــ منظور از تعریف نورونی همان الگوهای دقیقی از فعالیت مغزی هستند که به هنگام درک تجربه‌ای خاص (و فقط به هنگام درک همان تجربه معین) پدید می‌آیند.

مثلاً به تصویر ابهام برانگیز اردک/ خرگوش نگاه کنید. مثل تصویر زن پیر/ جوانی که در فصل ۴ دیدیم ویژگی جالب این تصاویر آن است که ما هر بار و در هر زمان فقط یکی از دو حالت را درک می‌کنیم اما نمی‌توانیم در آن واحد هر دو حالت را درک کنیم. وقتی با نگاه کردن به تصویر خرگوش را می‌بینیم چه الگوی خاصی از فعالیت در مغز ما ایجاد می‌شود؟ وقتی اردک را می‌بینیم چه تغییری در فعالیت مغز ما به وجود می‌آید؟ بر روی صفحه کاغذ در هردوی این حالات تصویر هیچ گونه تغییری نکرده پس احتمالاً فقط تغییر الگوی فعالیت مغز است که درک خودآگاهانه ما را از این تصویر تغییر داده است.

به آسانی به خودآگاهی رسید.

بارگذاری خودآگاهی

اگر مایه بنیادی ذهن همان نرم‌افزار مغز ــ نه جزئیات سخت‌افزاری آن ــ باشد، پس حداقل در مرتبه نظری باید بتوانیم خود را از بستر جسم خود رها کنیم. با در اختیار داشتن کامپیوترهای قدرتمند می‌توانیم برهم‌کنش‌های مغز خود را شبیه‌سازی کرده و بارگذاری کنیم و به این ترتیب نسخه دیجیتال خود را تولید کنیم و از محدودیت‌های خیس‌افزار زیستی که با آن به دنیا آمده‌ایم رها شویم و به موجودات غیر زیستی تبدیل شویم. اگر این امر تحقق یابد در واقع بزرگ‌ترین جهش و پیشرفتی است که در تاریخ گونه انسان به وقوع پیوسته و این جهش می‌تواند ما را وارد عصر فراانسانی کند.

حالتی را تصور کنید که قالب خاکی جسم خود را به کناری انداخته‌اید و در یک جهان شبیه‌سازی شده به هستی نوینی دست یافته‌اید. وجود دیجیتال شما می‌تواند از زندگی دلخواه برخوردار باشد. برنامه‌ریزها می‌توانند هر نوع دنیای مجازی را که بخواهید برای‌تان ایجاد کنند، دنیاهایی که می‌توانید در آن‌ها پرواز کنید یا زیر آب زندگی کنید یا بادهایی را که در سیاره‌ای دیگر می‌وزند احساس کنید. ما می‌توانیم مغزهای مجازی خود را با هر سرعتی که بخواهیم به کار بیندازیم. بنابراین ذهن ما در این حالت می‌تواند فواصل عظیم زمانی را در مدتی کوتاه طی کند یا چند ثانیه زمان محاسباتی را به میلیاردها سال تجربه تبدیل کند.

یکی از معضلات تکنیکی بارگذاری موفقیت‌آمیز ذهن آن است که مغز بایـد بتواند در این حالت خود را اصلاح و ترمیم کند. ما برای تولید ذهن علاوه بر قطعات و اجزا به شناخت فیزیک نهفته در پس برهم‌کنش‌های رایج این قطعات نیاز داریم: مثلاً به فعال بودن عوامل نسخه‌برداری که به هسته سلول سفر می‌کنند و سبب بیان ژن‌ها می‌شوند، به تغییرات پویایی که در موضع و قدرت سیناپس‌ها به وجود می‌آیند و غیره. اگر نتوانیم تجربه‌های شبیه‌سازی شده را متناسب ساختار مغز شبیه‌سازی شده تغییر دهیم نمی‌توانیم به حافظه‌های جدید دست یابیم و درکی از گذر زمان نخواهیم داشت. در این حالت آیا سخن گفتن از جاودانگی و فناناپذیری جایی دارد؟

اگر بارگذاری ذهن امکان‌پذیر شود می‌توان به سایر منظومه‌های خورشیدی سفر کرد. حداقل صد میلیارد کهکشان دیگر در عالم وجود دارند که هر یک دارای صد میلیارد ستاره‌اند. تاکنون هزاران سیاره خارجی را که دارند دور این ستارگان می‌گردند و بعضی از آن‌ها شرایطی همانند زمین دارند، شناسایی کرده‌ایم. مشکـل

بارگذاری ذهن: آیا حاصل این کار هنوز خود ما هستیم؟

اگر الگوریتم‌های زیستی بیش از ماده فیزیکی برای وجود ما جنبه بنیادی دارند پس این امکان وجود دارد که روزی بتوانیم مغزهای خود را نسخه‌برداری و بارگذاری کنیم و تا ابد در قالب سیلیکونی زنده بمانیم. اما در اینجا سوآل مهمی پیش می‌آید: آیا موجودی که به این گونه شکل می‌گیرد خود ما هستیم؟ دقیقاً خیر. کپی بارگذاری شده دارای خاطرات و اعتقادهای وجود ماست که در آنجا و بیرون از کامپیوتر حضور دارد. قسمت عجیب مسئله این است که اگر فرد بمیرد و یک ثانیه بعد نسخه شبیه‌سازی او فعال شود نوعی انتقال ایجاد می‌شود. مثل حالتی که در سریال پیشتازان فضا دیدیم و درآن اجزای وجود شخصی پراکنده می‌شد و یک لحظه بعد نسخه جدیدی از او ساخته می‌شد. بارگذاری شاید شبیه همان حالتی باشد که هر شب وقتی به بستر خواب می‌رویم اتفاق می‌افتد. در واقع هر بار که می‌خوابیم خودآگاهی ما به گونه‌ای مختصر دچار مرگ می‌شود و شخصی که صبح روز بعد از خواب برمی‌خیزد همه خاطرات ما را به میراث می‌برد و اعتقاد پیدا می‌کند که همان شخص قبلی است.

اینجاست که ما در تخته‌بند تن اسیریم و جسم ضعیف ما نمی‌تواند به آن سیارات برسد. حداقل در آینده‌ای نزدیک راهی برای عبور از این فواصل طولانی فضایی و زمانی نداریم. اما می‌توانیم با کمک شبیه‌سازی نمونه‌ای از خود تهیه کنیم و آن را به فضا بفرستیم و هزاران سال بعد که این نمونه به سیاره‌ای دیگر رسید آن را مجدداً فعال کنیم و آنگاه خودآگاهی ما در می‌یابد که زمانی برروی زمین زندگی

کرده‌ایم سپس سفر کرده و در یک چشم به هم زدن به سیاره‌ای دیگر رسیده‌ایم. بارگذاری ذهن معادل فیزیکی تحقق رؤیای عبور از کرمچاله است و می‌تواند برای ما امکان سفر از یک نقطه به نقطه دیگر را در یک آن فراهم کند.

آیا خود ما نسخه‌ای شبیه‌سازی شده هستیم؟

شاید دوست داشته باشید زندگی نسخه شبیه‌سازی شما بسیار مانند زندگی کنونی شما روی زمین باشد. این ایده ساده عده‌ای از فلاسفه را به این فکر انداخته که آیا خود ما نیز نوعی نسخه شبیه‌سازی شده نیستیم؟ ممکن است این ایده خیلی تخیلی جلوه کند اما می‌دانیم که ما چه‌اندازه ساده می‌توانیم واقعیت وجود خود را بپذیریم: هر شب که می‌خوابیم و رؤیاهای عجیب و غریب می‌بینیم در عالم خواب وجود دنیایی را که در آن هستیم باور می‌کنیم.

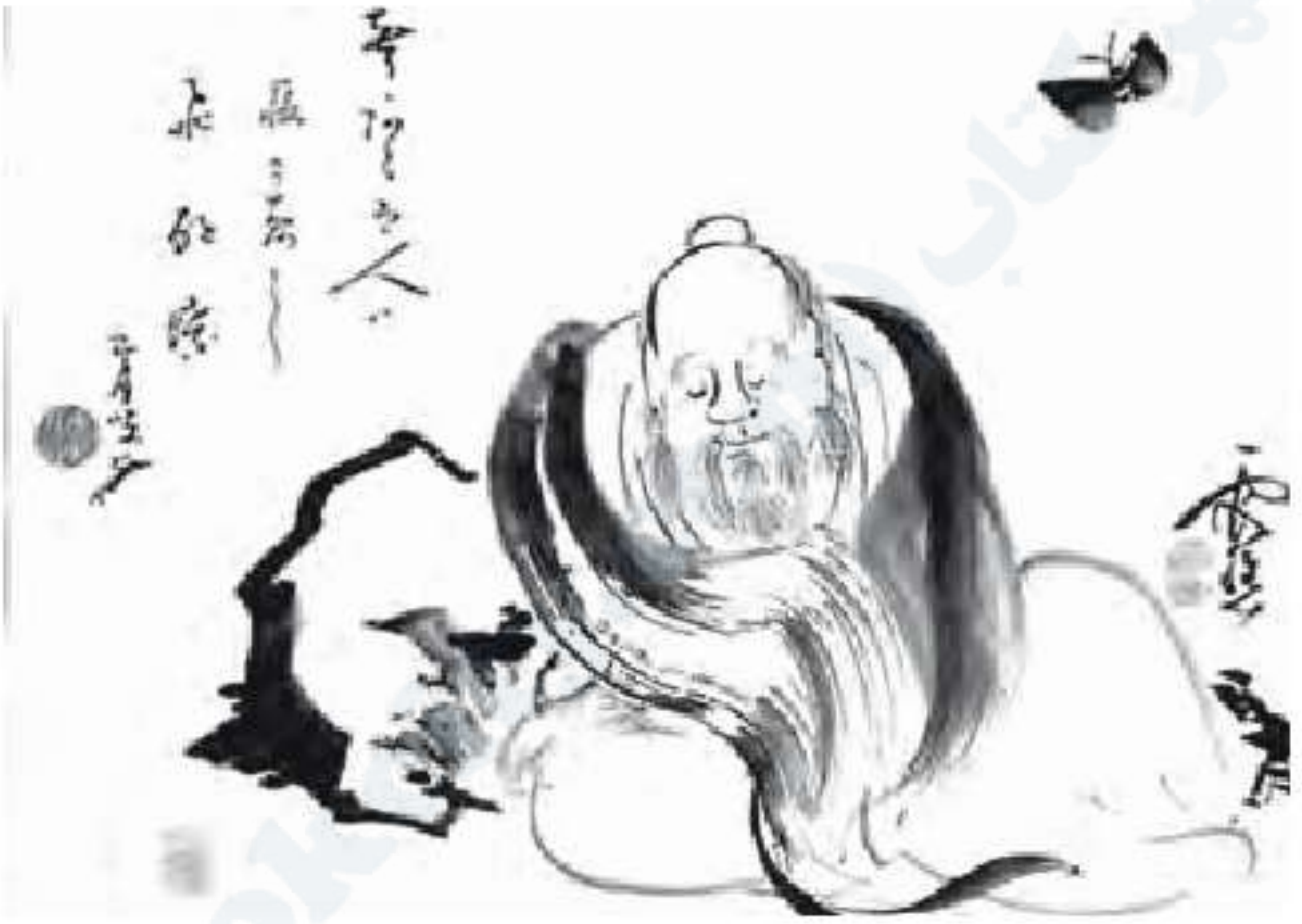
پرسش از واقعی بودن یا نبودن وجود ما چیز تازه‌ای نیست. ۲۳۰۰ سال قبل فیلسوفی چینی به نام چوآنگ تسو رؤیایی دید که در آن خود را به شکل پروانه‌ای دید. پس از بیداری این سوآل برایش مطرح شد: چگونه می‌توانم اطمینان یابم که من همان چوآنگ تسو هستم که در رؤیا دیده‌ام به پروانه‌ای بدل شده‌ام یا برعکس، پروانه‌ای هستم که در رؤیا خود را شکل آدمی به نام چوآنگ تسو می‌بینم؟

رنه دکارت فیلسوف فرانسوی با شکل دیگری از این معضل درگیر شد. او می‌پرسید ما از کجا می‌توانیم اطمینان یابیم که درک و تجربه ما معادل اصل واقعیت است. او برای روشن ساختن این معضل نوعی آزمایش فکری انجام داد و پرسید: چگونه می‌توانم مطمئن باشم که من مغزی نیستم که داخل یک خُمره قرار دارد؟ شاید کسی دارد مغزم را به گونه‌ای تحریک می‌کند که باور کنم در اینجا حضور دارم و دارم زمین را لمس می‌کنم و این آدم‌ها را می‌بینم و این صداها را می‌شنوم . دکارت نتیجه گرفت که برای حل این معضل هیچ راهی وجود ندارد. اما به نکته دیگری رسید: منی وجود دارد که در تلاش برای پی بردن به راه‌حل این معضل است. اعم از اینکه من مغزی در خمره هستم یا نه، منی وجود دارد که در حال اندیشیدن و غور ورزیدن در باب این معضل است. سپس گفت «من فکر می‌کنم، پس هستم.»

حرکت به سوی آینده

در سال‌های بعد ما مطالب بیشتری درباره مغز انسان کشف خواهیم کرد و از

قلمرو فرضیه و چارچوب نظری فراتر خواهیم رفت. اکنون در هاله‌ای از رمز و راز گرفتار هستیم. البته بسیاری از رازها را شناخته‌ایم و به وجود بسیاری دیگر هنوز پی نبرده‌ایم. همانطور که تاریخ علم نشان می‌دهد، راه‌های نرفته زیادی داریم. باید آزمایش‌هایی انجام دهیم و نتایج آن‌ها را بررسی کنیم. آنگاه طبیعت به ما خواهد گفت چه راه‌هایی بن بست هستند و چه راه‌هایی ما را قادر به فهم معماهای ذهن خواهند کرد.



روز گاری جوانگ تسو در رؤیا خود را به شکل پروانه‌ای دید که به این سو و آن سو پرواز می کرد و دارای مقاصد و نیات یک پروانه بود. او می‌نویسد «من فقط در پی خیال‌های خود به عنوان یک پروانه بودم وهویت انسانی خود را فراموش کرده بودم. وقتی بیدار شدم به این فکر افتادم که آیا من انسانی هستم که خواب دیده به پروانه تبدیل شده یا پروانه‌ای هستم که دارد خواب می‌بیند به یک انسان تبدیل شده است.»

تنها یک نکته را به یقین می‌دانیم: گونه انسان تازه در آغاز مسیری قرار گرفته که خود از ماهیت آن چندان باخبر نیست. ما در لحظه سرنوشت‌سازی از تاریخ و در برهه‌ای هستیم که دانش انسان از مغز و فناوری‌های موجود به یاری هم شتافته‌اند و برآیند این دو می‌توانند هویت ما را دگرگون سازند.

انسان‌ها طی هزاران نسل چرخه‌های تکرار زندگی را از سر گذرانده‌اند. به دنیا آمده، با بدنی آسیب‌پذیر و شکننده زندگی کرده، بخش محدودی از واقعیت را شناخته و از امکانات آن بهره‌مند شده و تن به مرگ سپرده‌اند. شاید علم

بتواند ابزارهایی برای ارتقاء این داستان تکاملی به دست دهد. ما اکنون می‌توانیم سخت‌افزار مغز خود را بکاویم و به اسرار آن پی ببریم. بنابراین لزومی ندارد مغزهای ما به همان شکلی که آن‌ها را به میراث برده‌ایم باقی بمانند. ما می‌توانیم به قلمروهای حسی جدیدی دست پیدا کنیم و سرانجام روزی می‌رسد که بتوانیم از پوسته و پیکر فیزیکی خود بیرون بیاییم.

گونه انسان اینک در حال کشف ابزارها و راه‌هایی برای شکل دادن به سرنوشت خود است.

(nbookcity.com)

فرهنگ اصطلاحات

(فارسی-انگلیسی)

آکسون (Axon): استطاله نورون که می‌تواند سیگنال‌های الکتریکی را از جسم سلولی آن به بیرون انتقال دهد.

انعطاف‌پذیری (Plasticity): توانایی مغز برای سازگاری از راه ایجاد ارتباط‌های نورونی جدید یا تعدیل ارتباط‌های موجود. انعطاف‌پذیری یکی از توانایی‌های مهم مغز برای جبران آسیب‌های به وجود آمده به دنبال ضربه مغزی است.

بیماری پارکینسون (Parkinson's Disease): اختلال پیشرونده‌ای که وجوه بارز آن عبارتند از دشواری در انجام دادن حرکات و بروز لرزش در اندام‌ها که علت آن تخریب سلول‌های ترشح‌کننده دوپامین در جسم سیاه از ساختارهای مغز میانی است.

پاسخ گالوانیک پوستی (Galvanic Skin Response): روشی برای‌اندازه‌گیری تغییرات خودکار سیستم عصبی به هنگام تجربه رویدادی جدید، پر استرس و شدید که معمولاً به طور ناخودآگاه اتفاق می‌افتد. در عمل دستگاه را به نوک انگشت وصل می‌کنند و خواص الکتریکی پوست را که مربوط به فعالیت غدد عرق پوست است بررسی می‌کنند.

پتانسیل عمل (Action Potential): رویدادی کوتاه در حد یک میلی ثانیه که طی آن ولتاژ نورون به حد آستانه می‌رسد و زنجیره‌ای از واکنش‌های تبادل یونی در طول غشای نورون به راه می‌افتد. این رویداد سرانجام منجر به رهاسازی نوروترنسمیتر در پایانه‌های آکسونی می‌شود.

پیمان اولیس (Ulysses Contract): پیمانی استوار که فرد خود را متعهد به انجام آن می‌کند تا در آینده به هدف خاصی که دارد برسد. زمانی که فرد حدس بزند نمی‌تواند در برابر وسوسه‌هایی که در آینده پیش پایش قرار می‌گیرند پایداری کند به پیمان اولیس متوسل می‌شود.

تبدیل حسی (Sensory Transduction): سیگنال‌های محیطی مانند فوتون‌های نور (مربوط به بینایی)، امواج تراکم هوا (شنیدن) یا ملکول‌های مربوط به طعم غذاها (چشایی) توسط سلول‌های اختصاصی به پتانسیل عمل تبدیل می‌شوند. این نخستین

گام دریافت اطلاعات دنیای خارج توسط مغز است.

تحریک مغناطیسی از راه جمجمه (Transcranial Magnetic Stimulation (TMS)): روشی غیرتهاجمی برای تحریک یا توقف فعالیت مغز که در آن یک پالس مغناطیسی را به منظور ایجاد جریان‌های الکتریکی کوچک در بافت عصبی واقع در زیر همان الکترود به کار می‌برند. این روش را عمدتاً برای درک تأثیر نواحی مختلف مغز در مدارهای مغزی به کار می‌گیرند.

جانشینی حسی (Sensory Substitution): رویکردی برای جبران فعالیت یک حس معیوب که در آن اطلاعات حسی از راه کانال‌های حسی نامعمول وارد مغز می‌شوند. مثلاً انتقال اطلاعات بینایی با واسطه ارتعاش سطح زبان یا انتقال اطلاعات شنوایی از طریق الگوهای ارتعاشی سطح بدن (تنه) که به ترتیب می‌توانند دیدن و شنیدن را برای فرد ممکن سازند.

جسم پینه‌ای (Corpus Callosum): نواری از فیبرهای عصبی که در شکاف طولی بین دو نیمکره مغز قرار دارد و بین این دو نیمکره ارتباط برقرار می‌کند.

دندریت (Dendrites): استطاله‌های نورون‌ها برای دریافت سیگنال‌های الکتریکی که به دلیل آزادسازی نوروترنسمیترها از جسم سلولی سایر نورون‌ها به وجود می‌آیند.

دوپامین (Dopamine): یکی از نوروترنسمیترهای مغز که در کنترل حرکات، اعتیاد و پاداش دخالت دارد.

سلول گلیال (Glial Cell): سلول‌های اختصاصی مغز که با تأمین مواد غذایی و اکسیژن برای سلول‌های و جابجاسازی مواد دفعی از آن‌ها پشتیبانی می‌کنند.

سندروم دست بیگانه (Alien Hand Syndrome): اختلالی که به دنبال عمل جراحی قطع جسم پینه‌ای برای درمان بیماران صرعی به وجود می‌آید. این عمل جراحی که درآن ارتباط بین دو نیمکره مغز قطع می‌شود به جراحی ایجاد شکاف در مغز نیز معروف است. این اختلال منجر به حرکات غیر ارادی یک‌طرفه و گاهی پیچیده و زمخت در دست بیمار می‌شود.

سیناپس (Synapse): فضای موجود بین آکسون یک نورون و دندریت نورون بعدی که امکان ارتباط بین نورون‌ها را با واسطه آزادسازی نوروترنسمیترها امکان‌پذیر می‌کند. سیناپس‌هایی بین آکسون‌ها و دندریت‌ها نیز وجود دارند.

عمل جراحی جداسازی دو نیمکره (Split-brain Surgery): یا عمل جراحی قطع جسم پینه‌ای. در این عمل جسم پینه‌ای را برای کنترل حمله‌های صرع بیمار که با سایر روش‌ها قابل درمان نبوده قطع می‌کنند و ارتباط بین نیمکره‌های مغز را از بین می‌برند.

کانکتوم (Connectome): نقشه سه بعدی همه ارتباط‌های نورونی درون مغز.

مخ (Cerebrum): نواحی گوناگون مغز انسان مشتمل بر کرتکس وسیع ودرهم‌پیچیده آن، هیپوکامپ، عقده‌های قاعده‌ای و پیاز بویایی. پدید آمدن این بخش در پستانداران رده‌های بالای تکاملی منجر به پیشرفت توانایی شناخت و رفتار انسان شده است.

مخچه (Cerebellum):ساختار آناتومیک کوچک‌تری که زیر مخ و در قسمت پشت سر قرار می‌گیرد. این ناحیه از مغز به منظور ایجاد حرکت روان و پیوسته، برقراری تعادل و حفظ وضعیت بدن و احتمالاً برخی از اعمال شناختی لازم است.

ناحیه تگمنتال قدامی (Ventral Tegmental Area): ساختاری که عمدتاً تشکیل می‌شود از نورون‌های ترشح‌کننده دوپامین کهٔ در مغز میانی قرار دارد. این ناحیه بخش مهمی از سیستم پاداش مغز است.

نظریه محاسباتی ذهن (Computational Hypothesis of Brain Function): نظریه‌ای که می‌گوید برهم‌کنش‌های مغز همان محاسبات ابزاری هستند و اگر همین محاسبه‌ها در بستر متفاوتی اجرا شوند می‌توانند منجر به پیدایش ذهن شوند.

نوار مغز (Electroencephalography (EEG)): روشی برای‌اندازه‌گیری فعالیت الکتریکی مغز با دقت یک هزارم ثانیه از راه متصل کردن الکترودهای رسانا به سطح پوست سر. هر الکترود مجموعه‌ای از فعالیت الکتریکی میلیون‌ها نورون را که در زیر الکترود قرار گرفته‌اند دریافت می‌کند. از این روش برای ثبت تغییرات کرتکس استفاده می‌شود.

نورال (Neural): وابسته به سیستم عصبی یا نورون‌ها

نوروترنسمیتر (Neurotransmitter): مواد شیمیایی که در محل سیناپس یا تلاقی سلول‌های عصبی از یک نورون آزاد شده و به نورون بعدی منتقل می‌شوند. این مواد در سیستم‌های عصبی محیطی و مرکزی مشتمل بر مغز، طناب نخاعی و نورون‌های حسی سراسر بدن یافت می‌شوند. هر نورون می‌تواند یک یا تعدادی نوروترنسمیتر ترشح کند.

نورون (Neuron): نوعی سلول اختصاصی که در سیستم‌های عصبی مرکزی و محیطی مشتمل بر مغز، طناب نخاعی و ارگان‌های حسی وجود دارد و از راه سیگنال‌های الکتروشیمیایی با سایر سلول‌های در ارتباط است.

MRI کارکردی (Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)): روشی برای تصویربرداری سیستم عصبی با اندازه‌گیری جریان خون مغز با دقت میلی‌متری که فعالیت مغز را با وضوحی معادل ثانیه نشان می‌دهد.

شهر کتاب (bookcity.com)

برای مطالعه بیشتر

1. The teenage brain and increased self-consciousness

Somerville, LH, Jones, RM, Ruberry, EJ, Dyke, JP, Glover, G & Casey, BJ (2013) "The medial prefrontal cortex and the emergence of self-conscious emotion in adolescence." Psychological Science, 24(8), 1554–62.

محققان همچنین به وجود ارتباط نیرومندی بین قسمت داخلی کرتکس جلوی پیشانی و قسمت دیگری از مغز به نام استریاتوم (جسم مخطط) پی برده‌اند. جسم مخطط و شبکه ارتباطی آن در تبدیل انگیزه به عمل دخالت دارد. به نظر محققان این ارتباط می‌تواند روشن کند که چرا ملاحظات اجتماعی تا این حد بر رفتار نوجوانان اثر دارد و لذا آنان در همراهی با دوستان خود از خطر اسقبال می‌کنند.

2. Number of cells in the brain

Also, note that there are an equal number of neurons and glial cells, about eighty-six billion of each in the whole human brain.

Azevedo, FAC, Carvalho, LRB, Grinberg, LT, Farfel, JM, Ferretti, REL, Leite, REP & Herculano-Houzel, S (2009) "Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain." The Journal of Comparative Neurology, 513(5), 532–41.

در مورد تعداد ارتباط‌های بین سلول‌های عصبی یا سیناپس تخمین‌های مختلفی زده‌اند، اما اگر فرض کنیم مغز یک میلیارد نورون با ده هزار سیناپس به ازای هر نورون دارد، یک کوادریلیون یا ده به توان پانزده می‌تواند رقم معقولی باشد. برخی از نورون‌ها سیناپس‌های کمتری دارند و برخی نیز مانند سلول‌های پورکنژ سیناپس‌های به مراتب بیشتری دارند (۲۰۰ هزار یا بیشتر).

3. Nun study

Wilson, RS et al "Participation in cognitively stimulating activities and risk of incident Alzheimer disease." Jama 287.6 (2002), 742–48.

Bennett, DA et al "Overview and findings from the religious orders study." Current Alzheimer Research 9.6 (2012): 628.

محققان در اتوپسی متوجه شدند که علائم آسیب‌شناختی در نیمی از افراد دارای

مشکلات شناختی دیده می‌شود و یک سوم این یافته‌های آسیب‌شناختی با ویژگی‌های آسیب‌شناختی شروع آلزایمر منطبق هستند. به عبارت دیگر، محققان علائم بیماری آلزایمر را در مغز افرادی که فوت کرده بودند دیدند، اما این یافته‌های آسیب‌شناختی فقط در نیمی از موارد با بروز بیماری مربوط بودند.

4. Hollow mask illusion

Gregory, Richard (1970) The Intelligent Eye. London: Weidenfeld & Nicolson.
Króliczak, G, Heard, P, Goodale, MA & Gregory, RL (2006) "Dissociation of perception and action unmasked by the hollow-face illusion." Brain Res. 1080 (1): 9–16.

به عنوان یک نکته فرعی باید گفت که افراد مبتلا به اسکیزوفرنی در برابر پندار نقاب توخالی کمتر فریب می‌خورند.

5. The power of the unconscious brain

Eagleman, DM (2011) Incognito: The Secret Lives of the Brain. Pantheon.

بسیاری از مطالب این کتاب با مطالبی که در کتاب «ناشناخته» آورده‌ام مشترک‌اند. مانند مورد مایک می، چارلز ویتمن و کن پارکس. همچنین آزمایش ردگیری مسیر حرکات چشم (یاربوس)، دوراهی تراموا، فروپاشی اقتصادی به دنبال وام‌گیری برای خرید خانه و پیمان اولیس. در عین حال بحث‌های مربوط در این کتاب به شیوه‌ای متفاوت و به دلایلی دیگر مطرح شده‌اند.

6. Trolley dilemma

Foot, P (1967) "The problem of abortion and the doctrine of the double effect." Reprinted in Virtues and Vices and Other Essays in Moral Philosophy (1978). Blackwell.
Greene, JD, Sommerville, RB, Nystrom, LE, Darley, JM & Cohen, JD (2001) "An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment." Science, 293(5537), 2105–8.

باید توجه داشت که عواطف پاسخ‌های قابل اندازه‌گیری ما در برابر وقایع هستند. از طرف دیگر احساس مانند شادی، حسد و غم تجربه درونی و ذهنی ما در همراهی با این تغییرات جسمی است.

7. The power of now

Dixon, ML (2010) "Uncovering the neural basis of resisting immediate gratification while pursuing long-term goals." The Journal of Neuroscience, 30(18), 6178–9.
Kable, JW & Glimcher, PW (2007) "The neural correlates of subjective value

during intertemporal choice." Nature Neuroscience, 10(12), 1625–33.
McClure, SM, Laibson, DI, Loewenstein, G & Cohen, JD (2004) "Separate neural systems value immediate and delayed monetary rewards." Science, 306(5695), 503–7.

قدرت تأثیر پدیده‌های فوری و آنی فقط مربوط به زمان اکنون نیست بلکه مکان نیز دارای چنین تأثیری است. فیلسوفی به نام پیتر سینگر سناریوی زیر را مطرح کرد:

«در حال خوردن ساندویچ هستید که از پنجره به بیرون نگاه می‌کنید و کودک گرسنه‌ای را در پیاده‌رو می‌بینید که اشک بر گونه‌هایش روان است. آیا ساندویچ خود را به او می‌دهید یا خوردن آن را دنبال می‌کنید؟ بیشتر افراد در این حالت ساندویچ خود را به کودک گرسنه می‌دهند. اما همین حالا چنین کودکان گرسنه‌ای در آفریقا هستند که می‌توانید با یکبار فشردن ماوس کامپیوتر خود ۵ دلار را که پول یک ساندویچ است به آن‌ها بدهید. اما به احتمال زیاد شما با وجودی که همان انسان خیرخواه بخش نخست داستان هستید، نه امروز و نه ظرف ماه‌های اخیر هیچ پولی به این کودک گرسنه آفریقایی نداده اید. چرا؟ چون در بخش اول داستان کودک گرسنه در برابر شما حضور دارد، اما در بخش دوم داستان فقط از راه تجسم می‌توانید او را دریابید.

8. Reading emotion by simulating others' faces

Goldman, AI & Sripada, CS (2005) "Simulationist models of face-based emotion recognition." Cognition, 94(3).
Niedenthal, PM, Mermillod, M, Maringer, M & Hess, U (2010) "The simulation of smiles (SIMS)
model: embodied simulation and the meaning of facial expression." The Behavioral and Brain Sciences, 33(6), 417–33; discussion 433–80.
Zajonc, RB, Adelmann, PK, Murphy, ST & Niedenthal, PM (1987) "Convergence in the physical appearance of spouses." Motivation and Emotion, 11(4), 335–46.

دکتر پاسکوئال لئونه درباره آزمایش تحریک مغناطیسی جمجمه جان رابیسون می‌گوید: «ما نمی دانیم که از نظر نوروبیولوژی دقیقاً چه اتفاقی می‌افتد، اما به نظرم این آزمایش فرصتی است تا درک کنیم چه نوع تعدیل‌های رفتاری و فعالیت‌های میانجی‌گرانه برای یاری رساندن و آموزش دادن به چنین کسانی مفید هستند.»

9. Botox diminishes the ability to read faces

Neal, DT & Chartrand, TL (2011) "Embodied emotion perception amplifying and dampening facial feedback modulates emotion perception accuracy." Social Psychological and Personality Science, 2(6), 673–8.

این تأثیر اندک لیکن بااهمیت است: دقت تشخیص کسانی که بوتاکس زده بودند در پی بردن به عواطف دیگران ۷۷٪ و دقت افراد گروه کنترل ۷۰٪ بود.

10. Psychopaths and the prefrontal cortex

Koenigs, M (2012) "The role of prefrontal cortex in psychopathy." Reviews in the Neurosciences, 23(3), 253–62.

فعالیت مغز افراد پسیکوپات (ضد اجتماعی) در مقایسه با افراد نرمال در دو ناحیه متفاوت است که هر دو در مجاورت خط وسط کرتکس جلوی پیشانی قرار دارند: یکی قسمت قدامی داخلی کرتکس جلوی پیشانی و دیگری کرتکس سینگولیت قدامی. این نواحی در تصمیم گیری‌های اجتماعی و عاطفی دخالت دارند، اما در افراد پسیکوپات فعالیت آن‌ها بسیار کمتر است.

11. Computation on other substrates

ساخت دستگاه‌های محاسبه‌گر با استفاده از مواد مختلف دارای تاریخچه‌ای بس طولانی است. در سال ۱۹۳۶ روس‌ها یک کامپیوتر آنالوگ ابتدایی با استفاده از آب ساختند. اخیراً کامپیوترهایی با استفاده از میکروفلوئید (سیال‌ها در ابعاد ریز) ساخته شده‌اند.

12. Chinese Room Argument

Searle, JR (1980) "Minds, brains, and programs." Behavioral and Brain Sciences, 3(03), 417–24.

همه با چنین تفسیری از اتاق چینی موافق نیستند. برخی می‌گویند اگرچه کاربر داخل اتاق چینی زبان چینی نمی‌داند، اما این سیستم (یعنی کاربر و کتاب‌ها روی هم) به عنوان یک کل، زبان چینی را می‌داند.

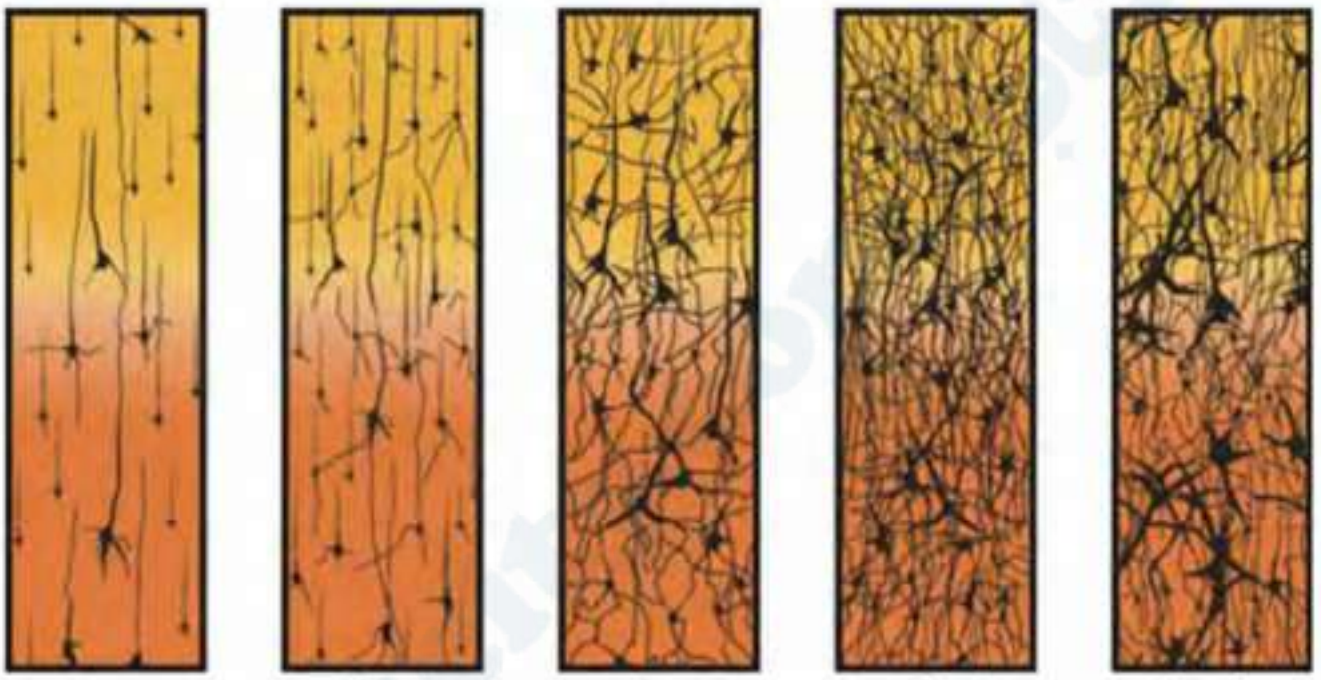
13. Leibniz' mill argument

Leibniz, GW (1989) The Monadology. Springer.

استدلال لایب نیتس به زبان خودش این است: «علاوه برا این باید قبول کنیم که توجیه ادراک و مسائل وابسته به آن با مکانیک یعنی با اعداد و حرکات ممکن نیست. فرض کنید ماشینی بسازیم که قادر به تفکر و احساس و ادراک باشد. چنین ماشینی باید مانند یک آسیاب به اندازه‌ای بزرگ باشد که بتوانیم وارد آن شویم. وقتی به بررسی داخل چنین ماشینی بپردازیم تنها قطعاتی را می‌بینیم که دارند با هم کار می‌کنند و به نکته‌ای که ادراک را توجیه کند پی نخواهیم برد. بنابراین به جای جستجوی ادراک در یک ماشین مرکب و پیچیده باید در یک عنصر بسیط

دنبال آن بگردیم. از طرفی غیر از ادراکات و تغییرات آن‌ها در این عنصر بسیط چیزی نخواهیم یافت و همین‌ها هستند که موضوع کلیه فعالیت‌های درونی عنصر بسیط را تشکیل می‌دهند.»

شهر کتاب (nbookcity.com)

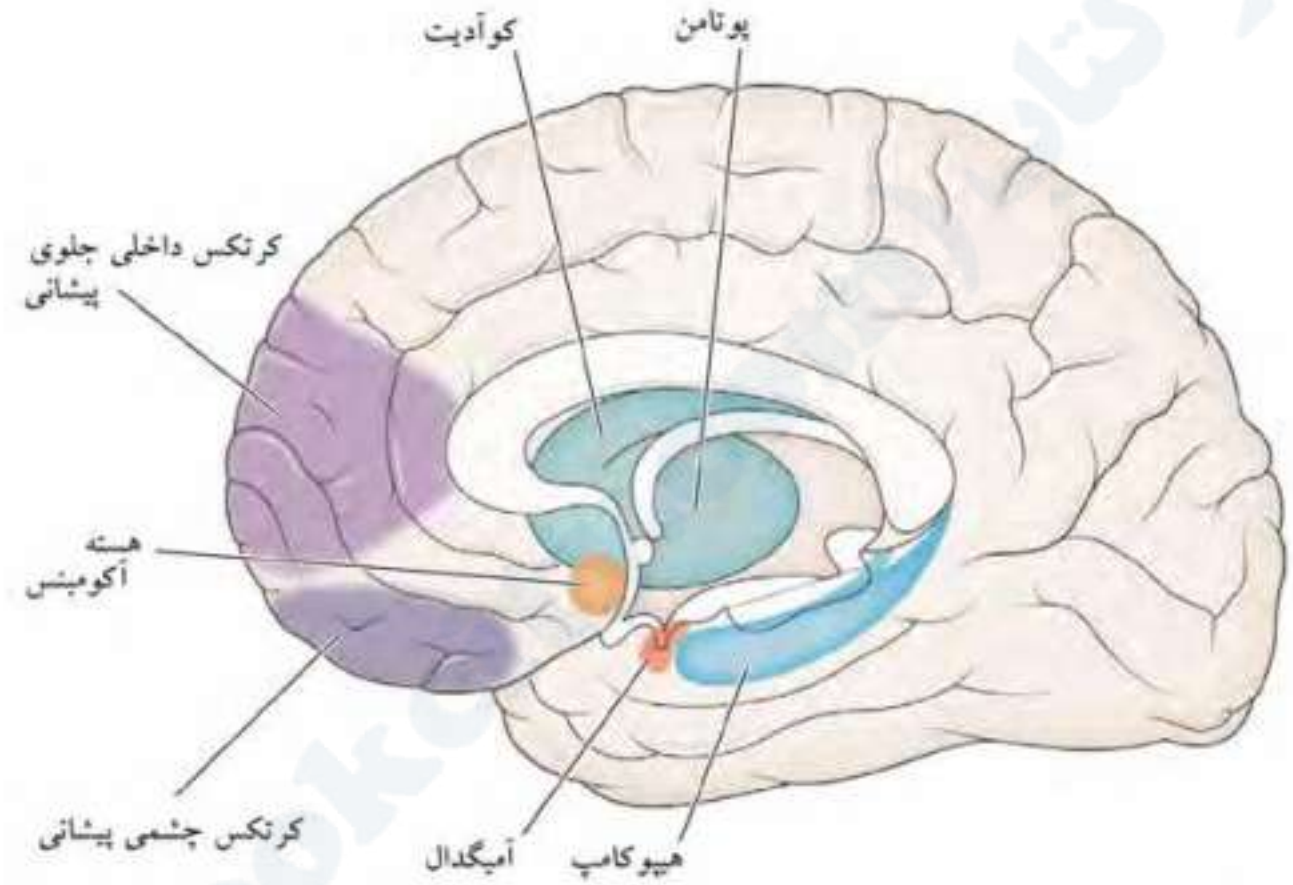


در مغز نوزاد نورون‌ها با هم ارتباط نسبتا کمی دارند. در دو سه سال اول زندگی نورون‌ها دارای شاخه‌های فراوانی می‌شوند و از طریق آن‌ها با هم ارتباط پیدا می کنند. سپس ارتباط‌های اضافی حذف می‌شوند و ارتباط‌های معدودتر اما قوی‌تر تا بزرگ‌سالی باقی می‌مانند.

شکل‌گیری مغز نوجوان

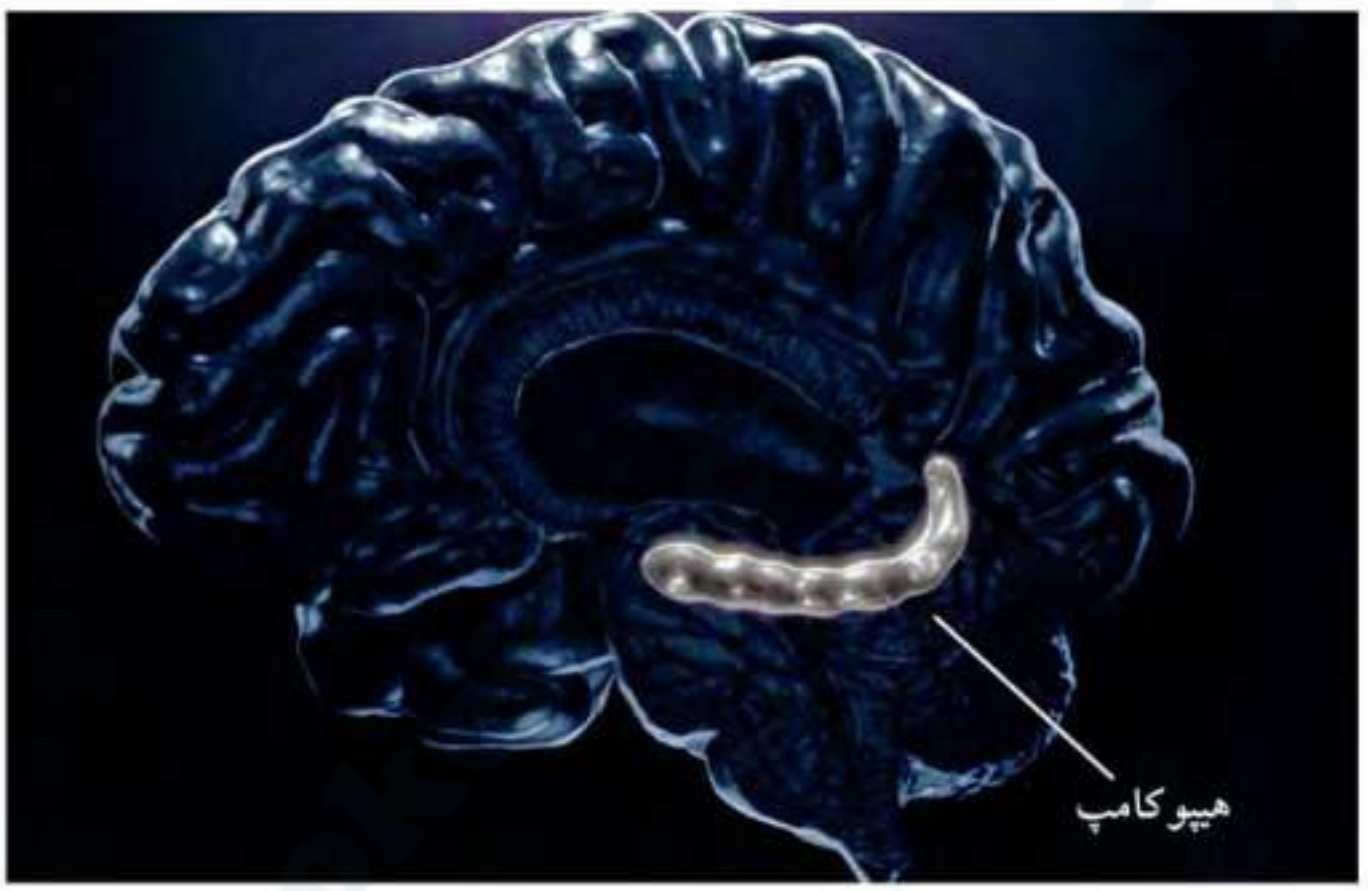
پس از پایان کودکی و درست پیش از آغاز بلوغ دوره دومی همراه با افزایش توان تکثیر سلول‌های مغزی وجود دارد. در این دوره در قشر جلوی پیشانی سلول‌های جدیدی رشد می‌کنند و سیناپس‌های جدیدی بین سلول‌های مغز به وجود می‌آیند و راه‌های ارتباطی تازه‌ای شکل می‌گیرند. در پی این مرحله‌ی افزایش رشد سلول‌های مغزی، به مدت یک دهه دوره «هرس» یا ترتیب و تنظم بخشیدن به سلول‌های مغز از راه می‌رسد: یعنی در سال‌های نوجوانی ارتباط‌های ضعیف‌تر از بین می‌روند، اما ارتباط‌های قوی‌تر استحکام می‌یابند و در نتیجه این تحولات در سال‌های نوجوانی از حجم قشر جلوی پیشانی به ازای گذشت هر سال تقریباً ۱٪ کم می‌شود. شکل‌گیری مدارهای نورونی در سال‌های نوجوانی زمینه آموختن مطالبی برای راه یافتن به دوره بزرگ‌سالی است.

به دلیل بروز این تغییرات عمده در آن نواحی از مغز که استدلال‌های پیچیده و کنترل انگیزه‌های ما را برعهده دارند، در دوره نوجوانی با دگرگونی‌های شناختی بسیاری مواجهیم. قسمت خلفی جانبی قشر مغز در کنترل انگیزه‌ها اهمیت بسیار دارد و جزء آخرین نواحی مغز است که به کمال می‌رسد و این بخش در اوایل ۲۰ سالگی است که حالت بالغ پیدا می‌کند. مدت‌ها پیش از آنکه متخصصان علوم اعصاب به این نکات پی ببرند، شرکت‌های بیمه خودرو پیامدهای بلوغ ناکامل مغز نوجوانان را دریافته بودند و به همین دلیل برای آن‌ها حق بیمه بیشتری در نظر می‌گرفتند. حتی در امور جنایی، نظام قضایی نیز با نوجوانان نسبت به بزرگ‌سالان به طریق متفاوتی برخورد می‌کند.



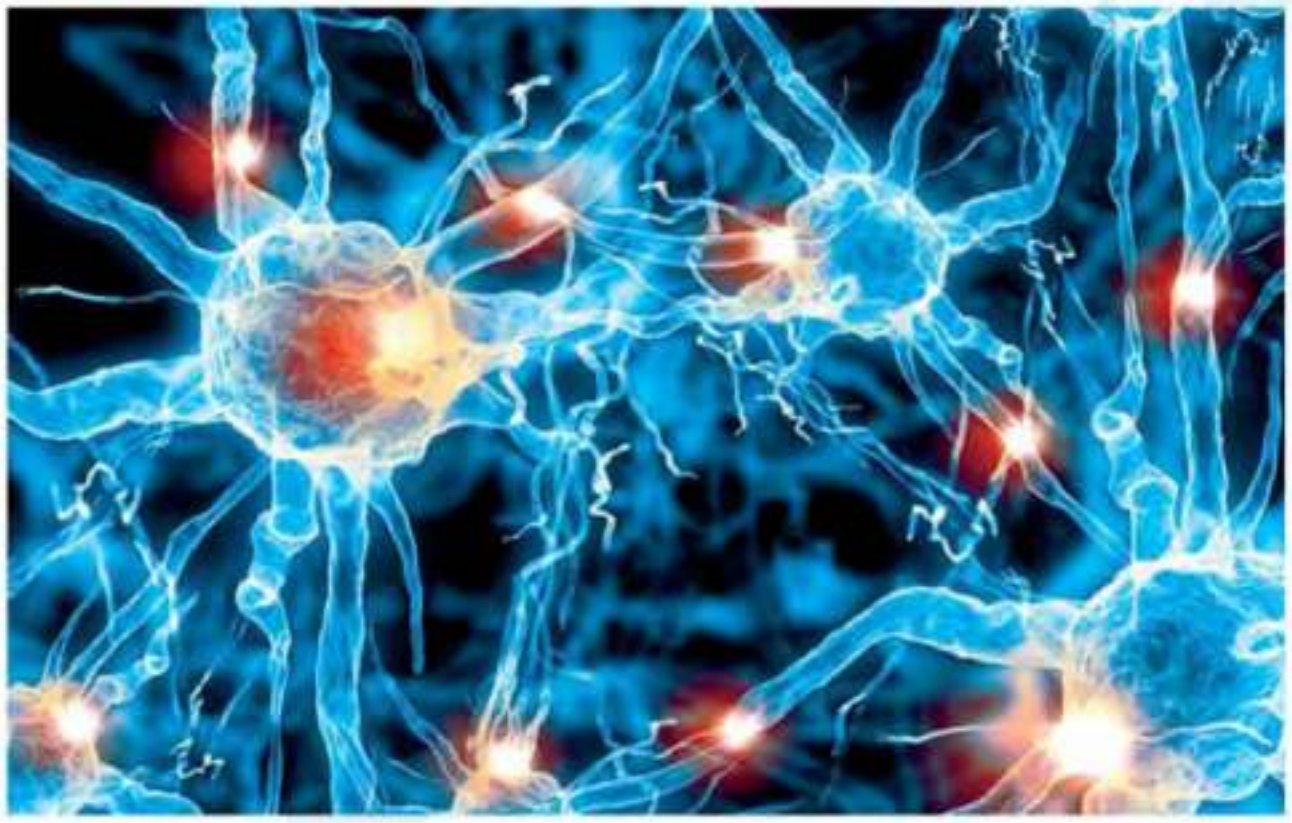
در نوجوانی بدلیل تغییرهای نواحی گوناگون مغز که در امور مربوط به پاداش، برنامه‌ریزی و انگیزه‌ها دخالت دارند، درک ما از خود، تغییرهای بسیاری می‌یابد.

رانندگان تاکسی لندن در تلاشی قهرمانانه از نمایش قدرت حافظه، نقشه شهر لندن را حفظ می کنند. آن‌ها پس از طی دوره آموزشی می‌توانند نزدیک‌ترین و قانونی‌ترین مسیر بین دو نقطه از این کلانشهر را بدون مراجعه به نقشه طی کنند. سرانجام از سر گذراندن چنین چالشی تغییرهای قابل مشاهده‌ای است که در مغز آن‌ها به وجود می آید.



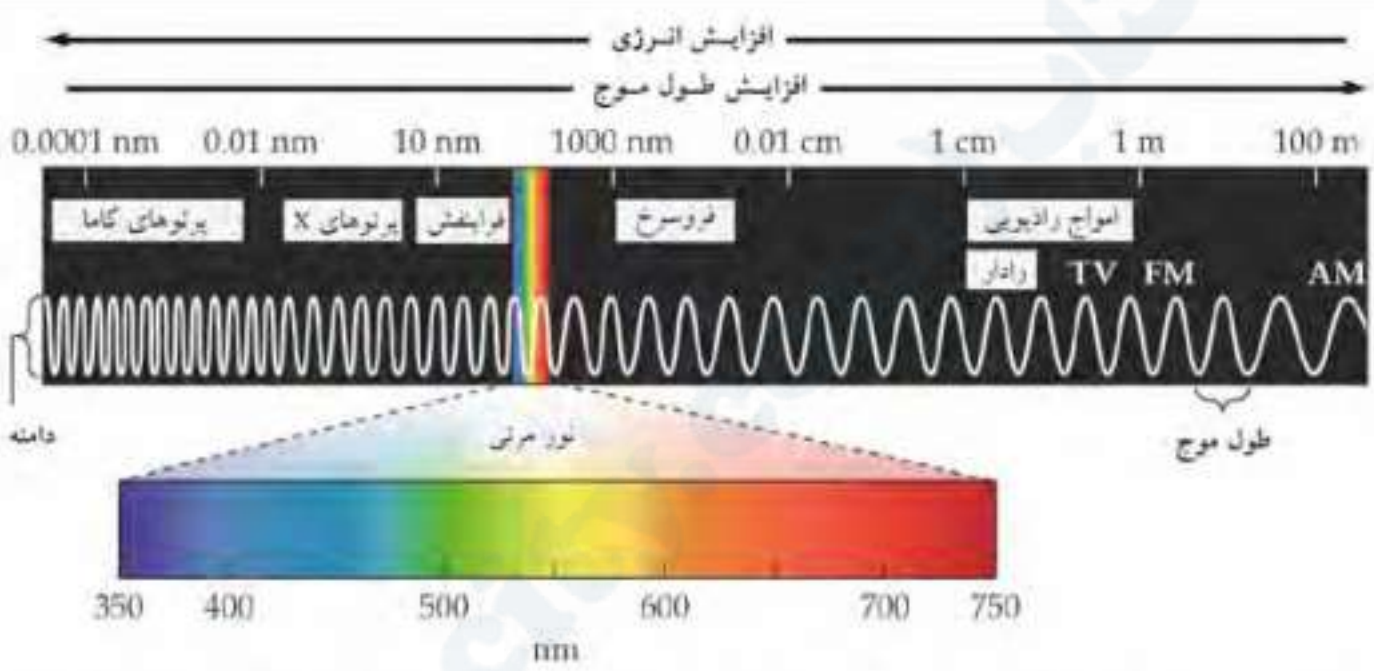
هیپو کامپ مغز رانندگان تاکسی پس از طی دوره آموزشی دچار تغییرهای قابل مشاهده شد. امری که افزایش مهارت آنان برای مسیریابی مکانی را توجیه می کند.

خاطره شما از یک رویداد الگوی تجمع منحصر به فرد سلول‌هایی است که در حفظ جزئیات تجربه مورد نظر دخالت دارند.

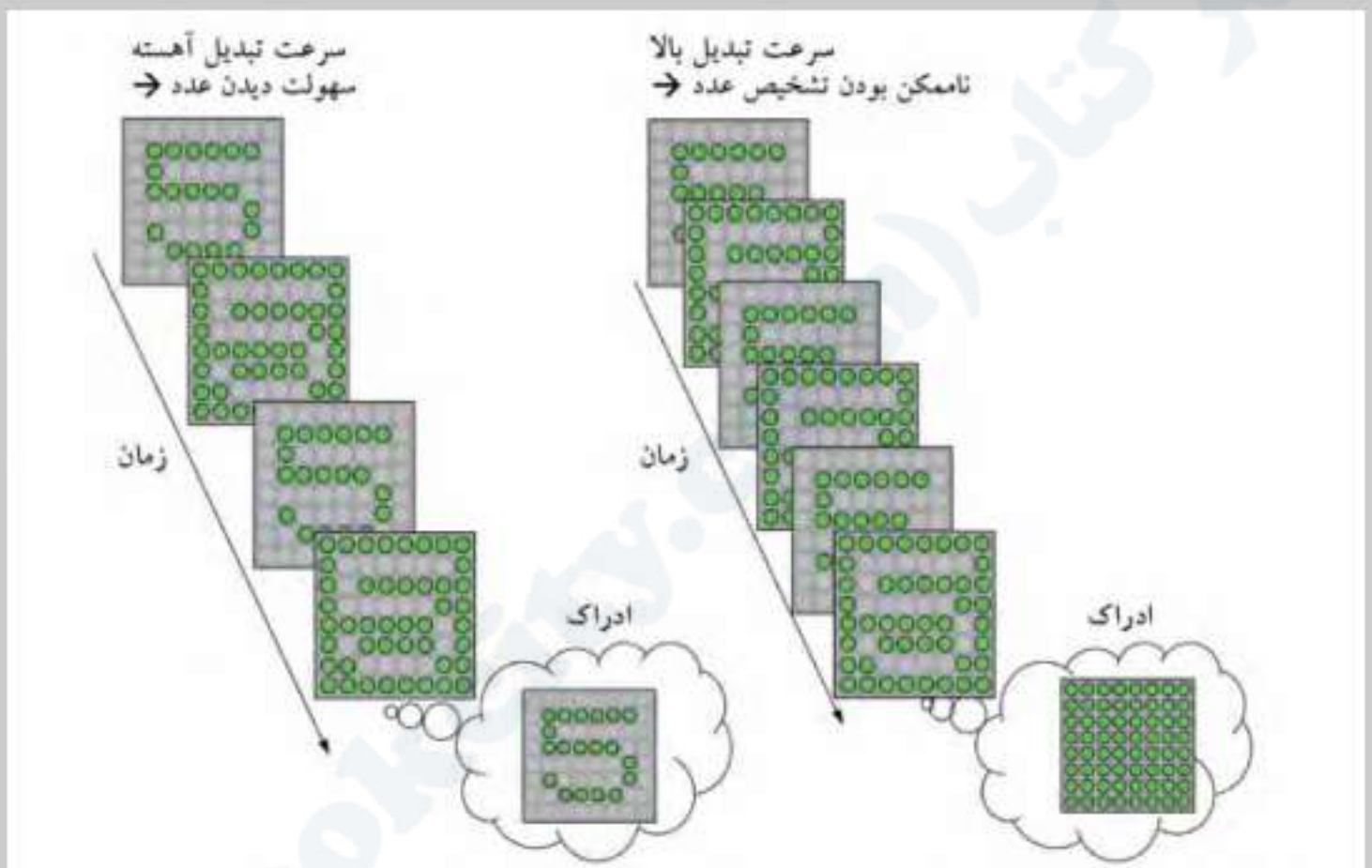


نورون‌ها از راه سیگنال‌های شیمیایی به نام میانجی‌های عصبی یا نوروترنسمیتر با یکدیگر ارتباط دارند. غشای نورون‌ها می‌تواند سیگنال‌های الکتریکی را در طول خود به سرعت انتقال دهد. در تصاویر هنری مانند تصویر فوق، فضای بین نورون‌ها خالی است. اما در واقع بین نورون‌های موجود در مغز هیچ گونه فضای خالی وجود ندارد و نورون‌ها کنار یکدیگر به حالتی فشرده قرار دارند.

اطلاعات بینایی از چشم‌ها به طرف هسته زانویی خارجی و از آنجا به سوی قشر بینایی می‌روند. در کمال شگفتی ده برابر همین تعداد مسیر به سوی عقب می‌روند.



انسان‌ها تنها بخش کوچکی از طیف الکترومغناطیسی را درک می کنند. نور مرئی که بخش رنگین کمانی این طیف را می‌سازد از حیث ماهیت مانند باقی قسمت‌های طیف است، اما تنها قسمتی از این طیف است که ما گیرنده‌های مناسب برای دریافت آن را داریم.



اگر در زمان سنج مفهومی اعداد به کندی تغییر کنند، داوطلب می تواند آن‌ها را بخواند. اما اگر اعداد سریع عوض شوند، خواندن آن‌ها ناممکن است.

توصیف محاسبات مغز برای بلند کردن یک فنجان و بردن آن به طرف دهان معادل چندین جلد کتاب خواهد شد. اما همه این‌ها بدون اطلاع آگاهانه ذهن انجام می‌شود. من فقط از این موضوع باخبرم که فنجان را به دهانم رسانده‌ام یا نه.

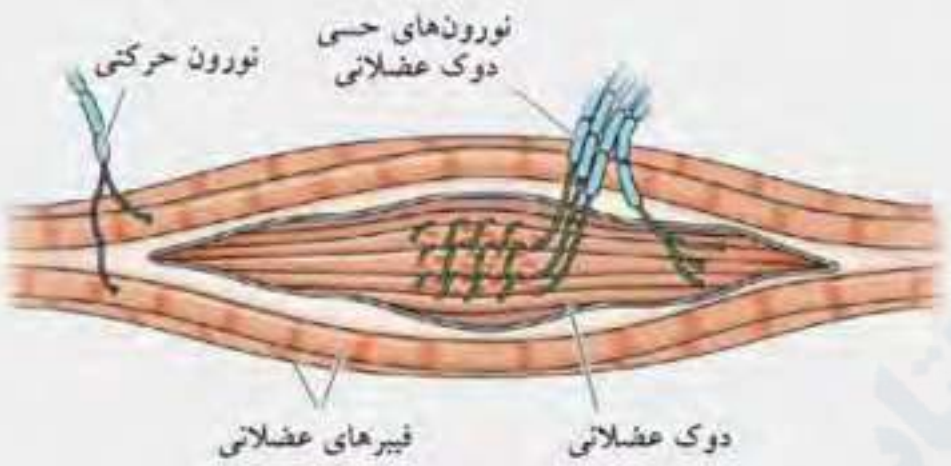
«چیزی را که می‌بینید با دست چپ بکشید.» (نیمکره راست دست چپ را کنترل می‌کند)

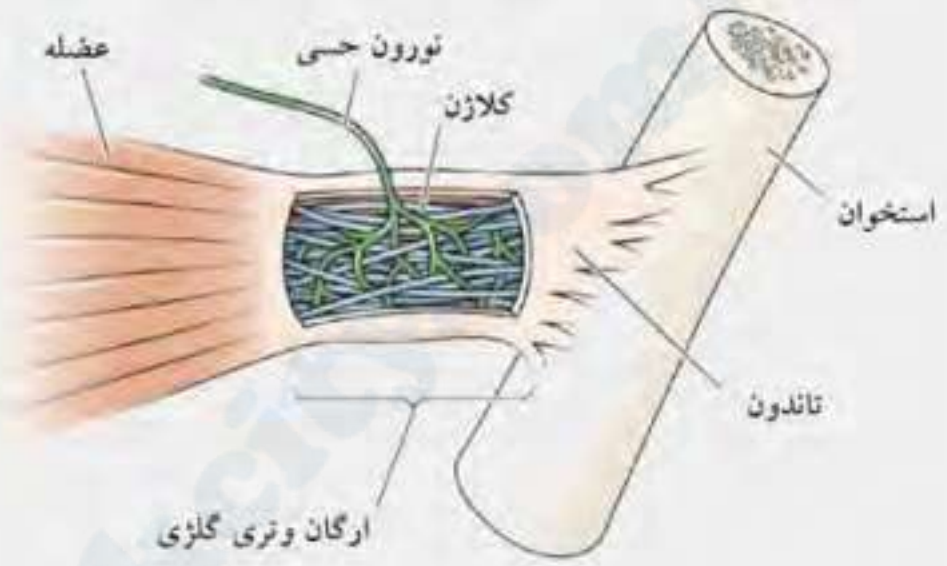
چه می‌بینید؟ نیمکره چپ که گفتار را کنترل می‌کند

هر نیمکره مغز فقط یکی از کلمات را می‌بیند

اطلاعات نیمه چپ میدان بینایی به نیمکره راست می‌رود و برعکس. بنابراین وقتی دو کلمه که بین آن‌ها حائلی وجود دارد به فردی که دو نیمکره مغزش از هم جدا شده عرضه می کنیم، او تنها نیمی از کلمه را می‌بیند.

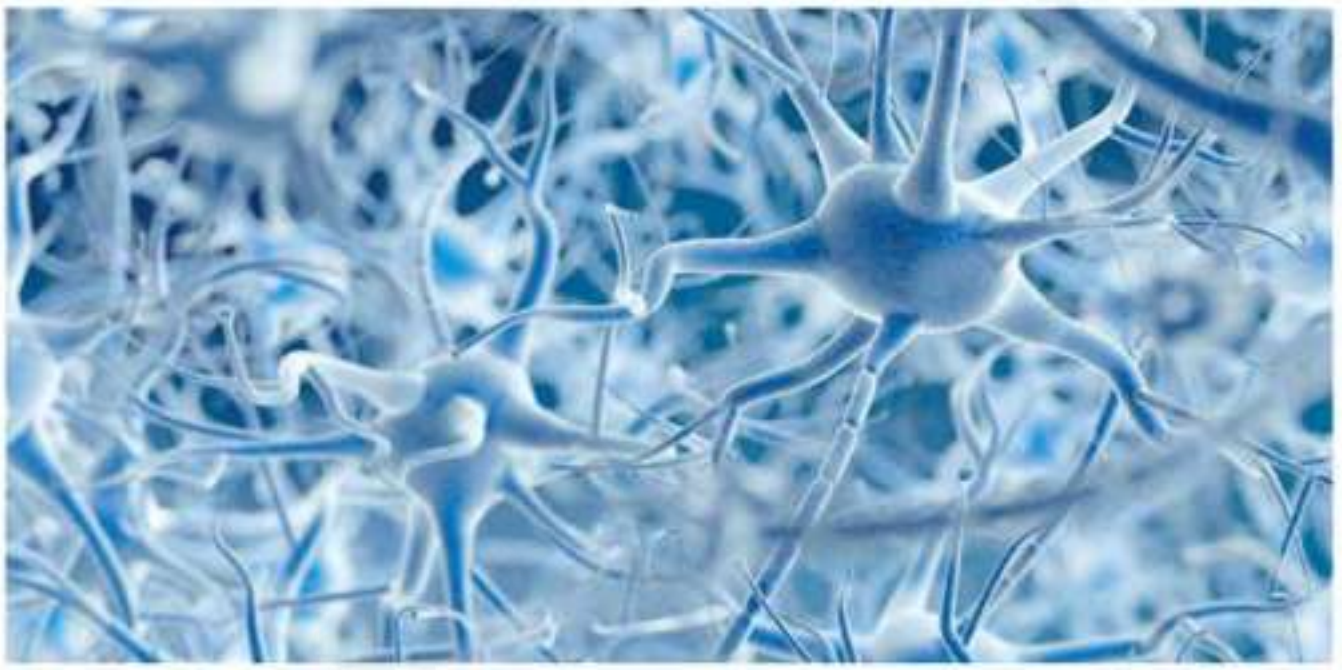
حس درک موقعیت بدن و اندام‌ها





حتی وقتی چشم‌های ما بسته باشند می‌دانیم که اندام‌های ما در چه موقعیتی قرار دارند. آیا دست چپ ما بالاست یا پایین؟ آیا پاهای ما صاف هستند یا خمیده؟ آیا پشت ما صاف است یا قوز کرده؟ توانایی درک موقعیت اندام‌ها پروپریوسپشن نام دارد. گیرنده‌های عضلات، تاندون‌ها و مفاصل، اطلاعاتی درباره زاویه مفاصل و نیز کشیدگی و طول عضلات به ما می‌دهند. در مجموع مغز با واسطه این اطلاعات می‌تواند تصویری از موقعیت بدن برای ایجاد هماهنگی سریع داشته باشد.

اگر یکی از پاهای ما خوابیده باشد و بخواهیم راه برویم دچار حالتی شبیه از بین رفتن حس موقعیت بدن می‌شویم. در این حالت فشاری که به اعصاب وارد آمده مانع از ارسال و پذیرش سیگنال‌ها می‌شود. اگر نتوانیم از حس تشخیص موقعیت اندام‌ها برخوردار باشیم انجام دادن اعمال ساده‌ای نظیر بریدن قطعات غذا، تایپ یا پیاده‌روی ناممکن می‌شود.

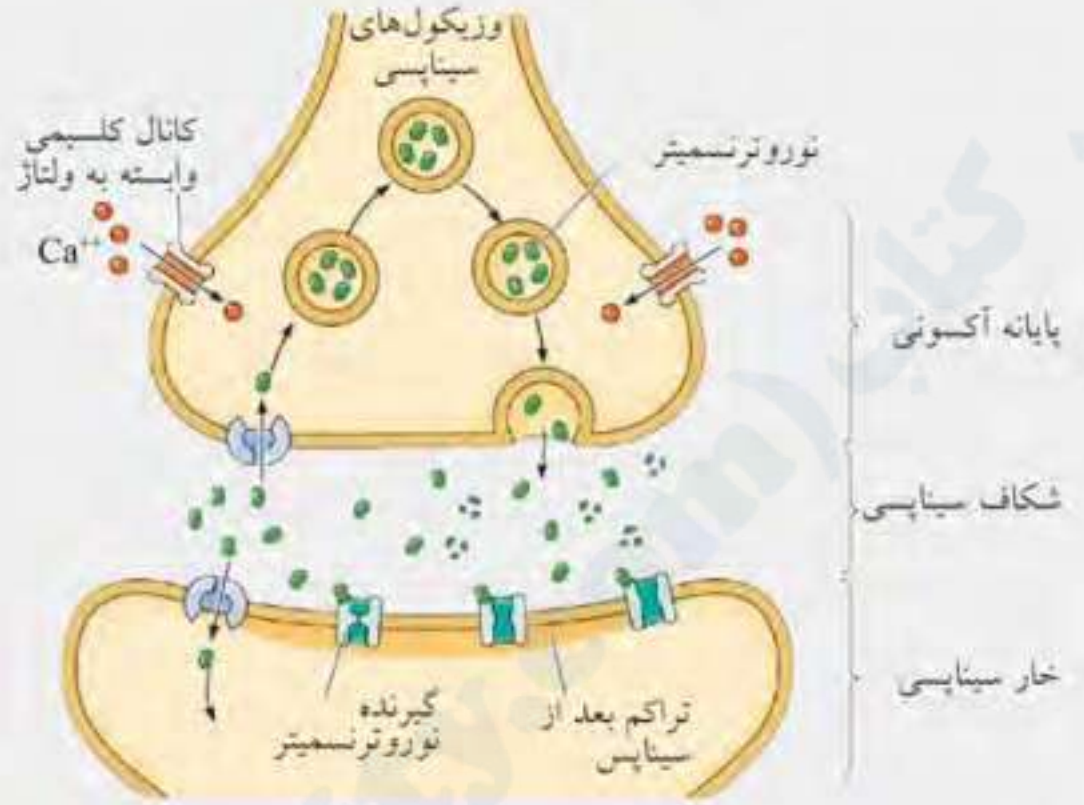


مهارت‌هایی که با تمرین یاد می گیریم در زیر ساختار مغز ما جای می گیرند.

برخی از بخش‌های مغز در حل مسائل منطقی بیشتر دخالت دارند.

وقتی قرار است کسی را هل بدهیم و موجب مرگ او شویم شبکه‌های عاطفی مغز ما فعال می‌شوند و این امر سبب تفاوت در تصمیم گیری ما نسبت به سناریوی اول می‌شود.

سیناپس و یادگیری



محل اتصال نورون‌ها با یکدیگر را سیناپس می‌نامند. در محل این اتصال‌ها موادی شیمیایی موسوم به میانجی یا نوروترنسمیتر، سیگنال‌ها را بین نورون‌ها انتقال می‌دهند. اما همه سیناپس‌ها دارای قدرت یکسانی نیستند، بلکه بسته به سابقه فعالیتی که دارند می‌توانند قوی‌تر یا ضعیف‌تر باشند. وقتی قدرت سیناپس‌ها تغییر کند، اطلاعات در شبکه عصبی به گونه‌ای متفاوت انتقال می‌یابد. اگر ارتباط ضعیف شود، می‌پژمرد و از میان می‌رود. اما اگر قوی شود می‌تواند منجر به پیدایش ارتباط‌های جدید شود. برخی از این تغییرات به دنبال دریافت تحریک از سامانه پاداش ایجاد می‌شوند. نوروترنسمیتر غالب در این سامانه دوپامین است که در مواقعی که کارها درست انجام گردد ترشح می‌شود. شبکه‌های عصبی مغز آستین بسیار کند اما ماهرانه به دنبال توفیق یا شکست در انجام حرکات و طی ساعت‌ها تمرین بازسازی شده‌اند.

گروه‌های نورونی مانند جناح‌های سیاسی رقیب برای کسب سلطه با یکدیگر مبارزه می کنند.

بیشتر وضعیت‌ها حاوی جزئیاتی هستند که رسیدن به تصمیمی مشخص را صرفاً با تکیه بر منطق ناممکن می‌سازند. برای هدایت روند تصمیم گیری باید خلاصه و فشرده‌ای از مسائل را در نظر بگیریم. مثلاً اینکه «اوضاع امن است.» یا «وضع خطرناک است.» حالت فیزیولوژیک بدن امکان برقراری نوعی گفتگوی دوجانبه با مغز را میسر می کند.

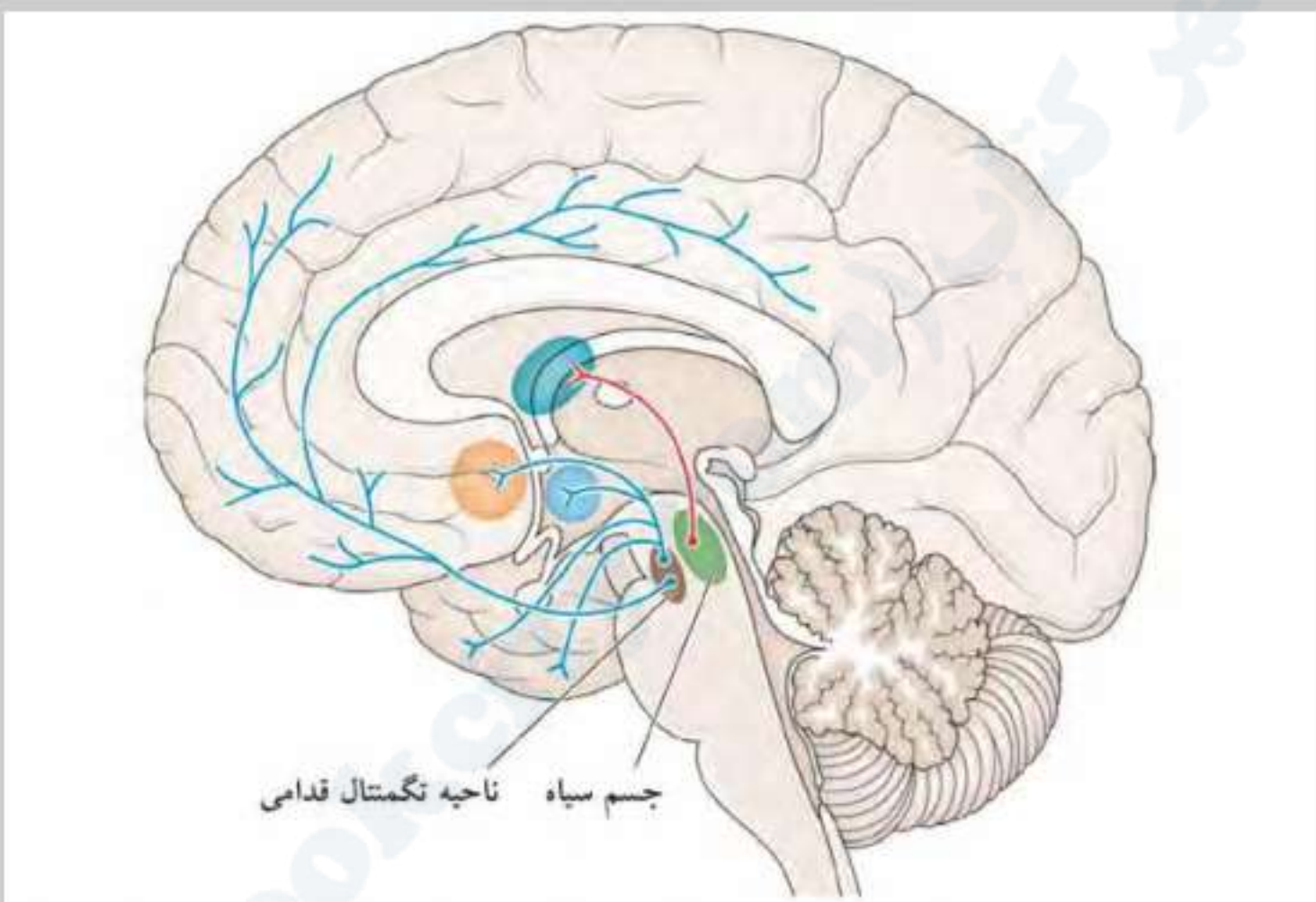
PURPLE YELLOW RED

BLACK RED GREEN

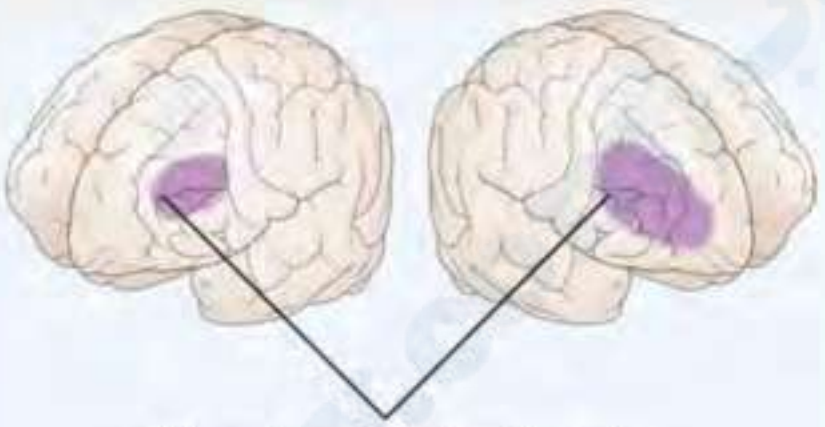
RED YELLOW ORANGE

BLUE PURPLE BLACK

RED GREEN ORANGE

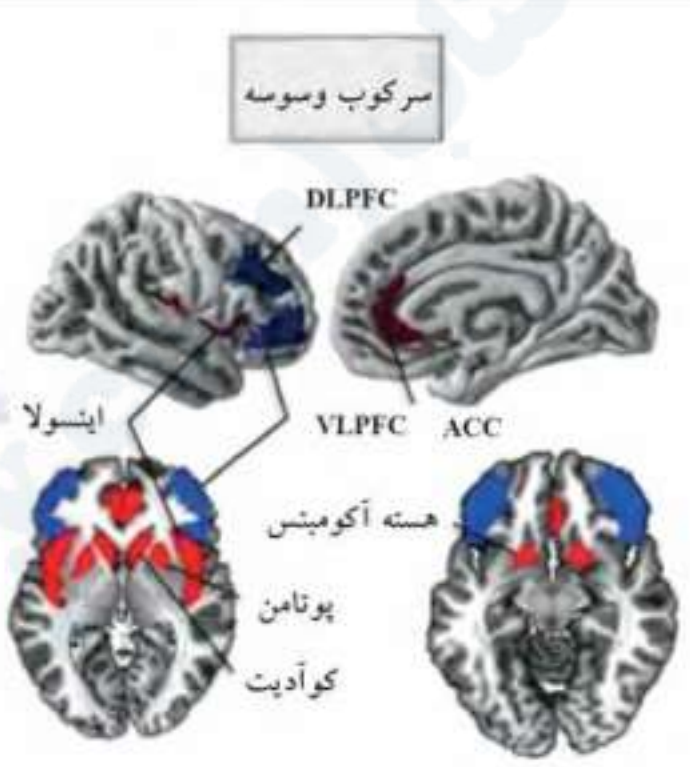


نورون‌های آزاد کننده دوپامین که در امر تصمیم گیری دخالت دارند در نواحی کوچکی از مغز به نام ناحیه تگمنتال قدامی و جسم سیاه تجمع یافته‌اند. این‌ها با وجود اندازه بسیار کوچک شعاع برد گسترده‌ای دارند و زمانی که ارزش پیش‌بینی یک انتخاب خیلی بالا یا پایین باشد با اطلاع‌رسانی مغز را به روز می کنند.



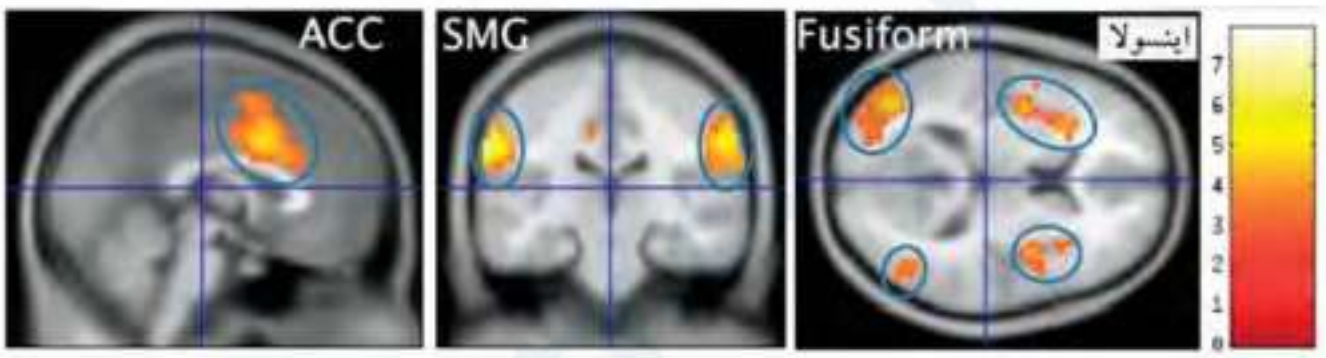
ناحیه خلفی جانبی کرتکس جلوی پیشانی

ناحیه خلفی جانبی کرتکس جلوی پیشانی وقتی فعال می‌شود که متخصصان تغذیه گزینه‌های سالم‌تر غذایی را پیش ما قرار می‌دهند یا وقتی که ترجیح می‌دهیم به امید دریافت سود بیشتر در آینده از پاداشی که سهل‌الوصول است چشم‌پوشی کنیم.



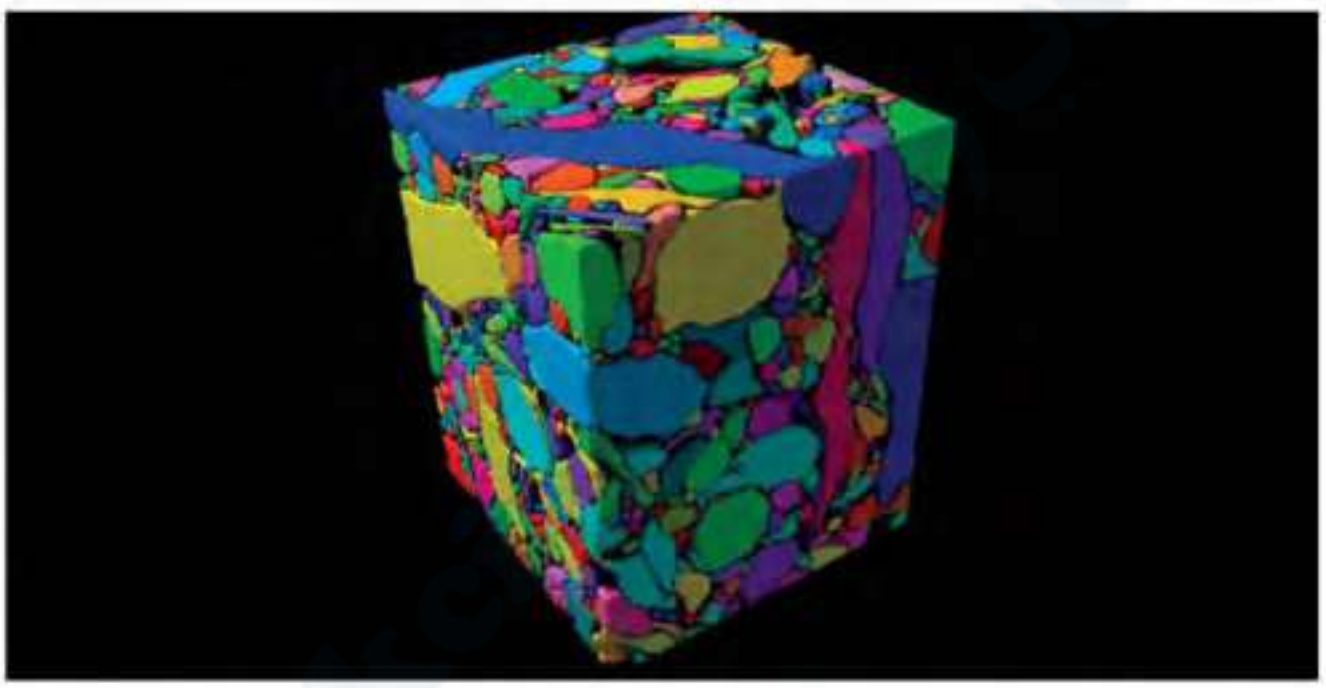
ACC: کرتکس سینگولیت قدامی **VLPFC:** قسمت قدامی جانبی کرتکس جلوی پیشانی

DLPFC: قسمت خلفی جانبی کرتکس جلوی پیشانی



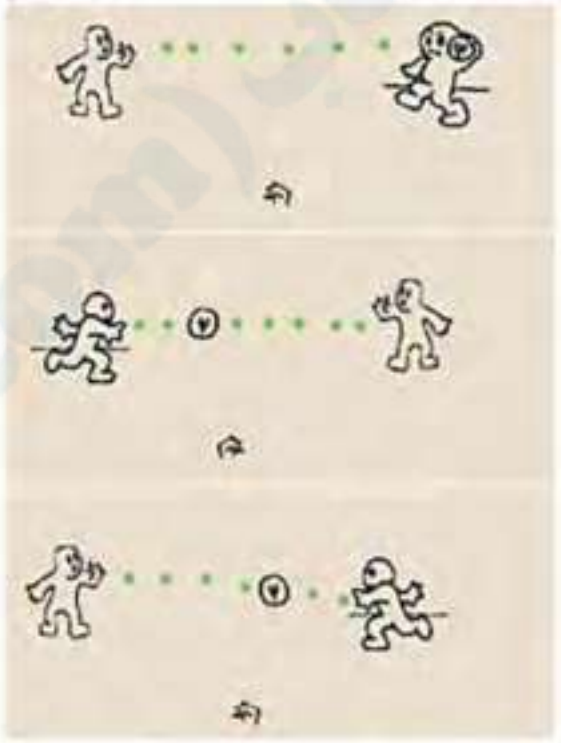
Fusiform: دوکی‌شکل **SMG**: شکنج سوپرا مارژینال **AAC**: کرتکس سینگولیت قدامی

ماتریکس درد به مجموعه نواحی مغز که حین درد فعال می‌شوند گفته می‌شود. بیشتر این نواحی وقتی ما درد و رنج شخص دیگری را می‌بینیم فعال می‌شوند.

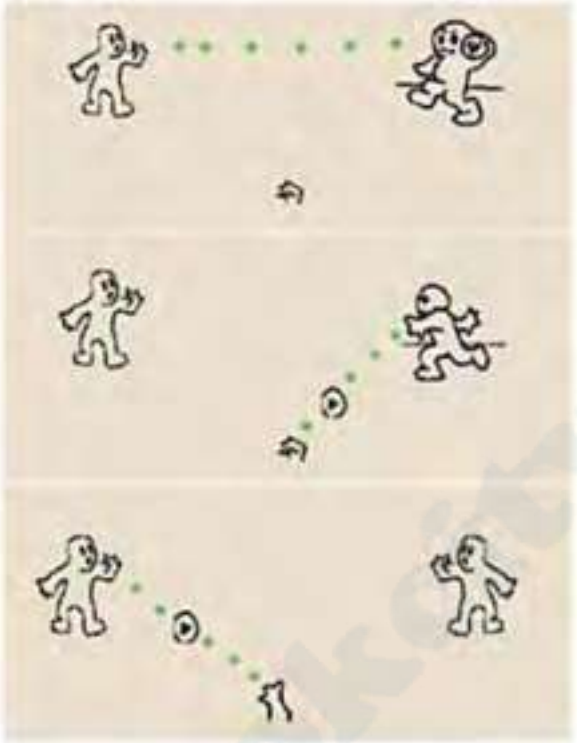


یک قطعه از نسج مغز موش را که محتوی ۳۰۰ ارتباط نورونی (سیناپس) است می‌بینیم. مغز موش دارای ۲۰۰۰ میلیون مانند این قطعه است، اما مغز انسان دارای ۵،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ یا پنج تریلیون قطعه مانند این است.

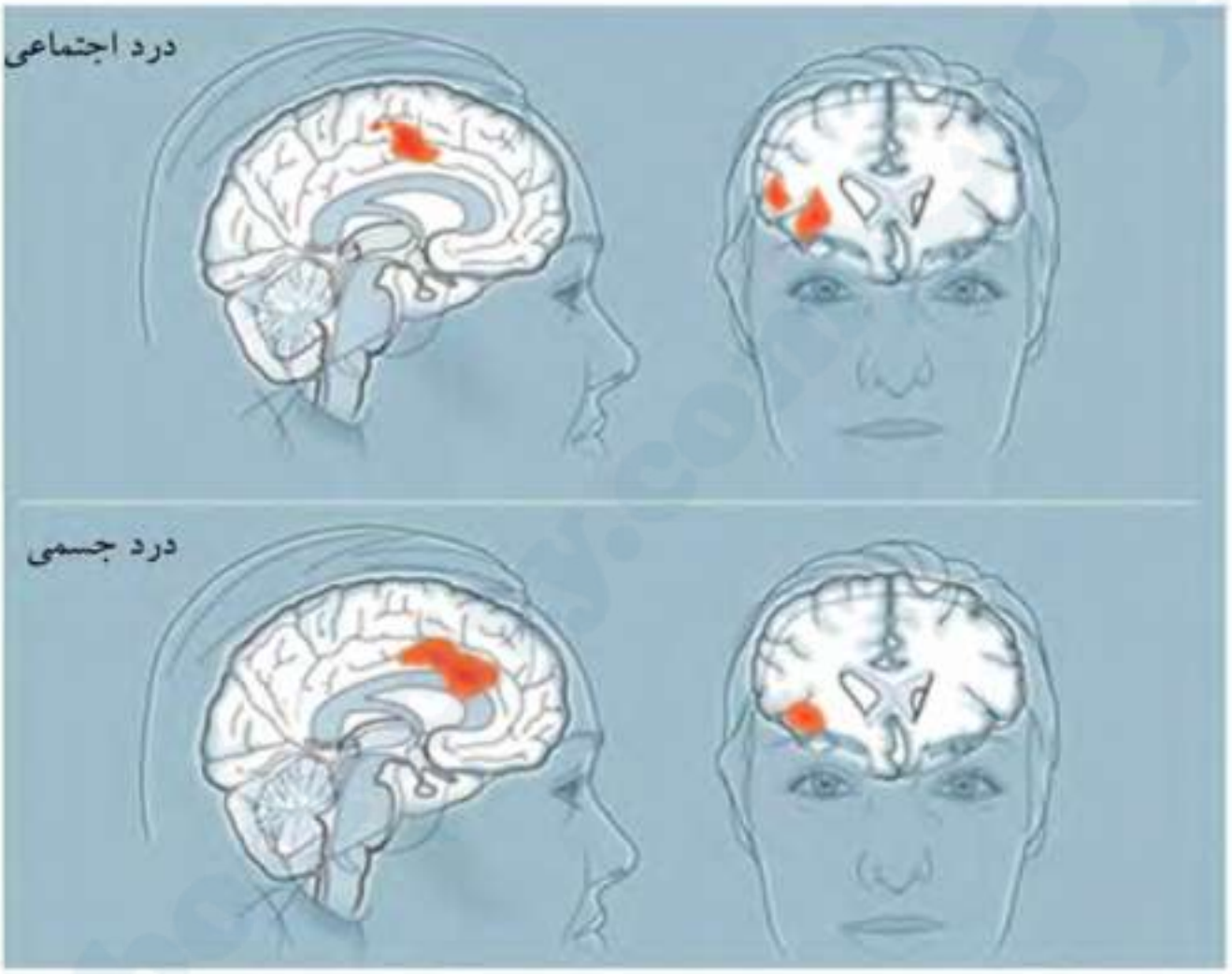
طرد اجتماعی



جذب اجتماعی

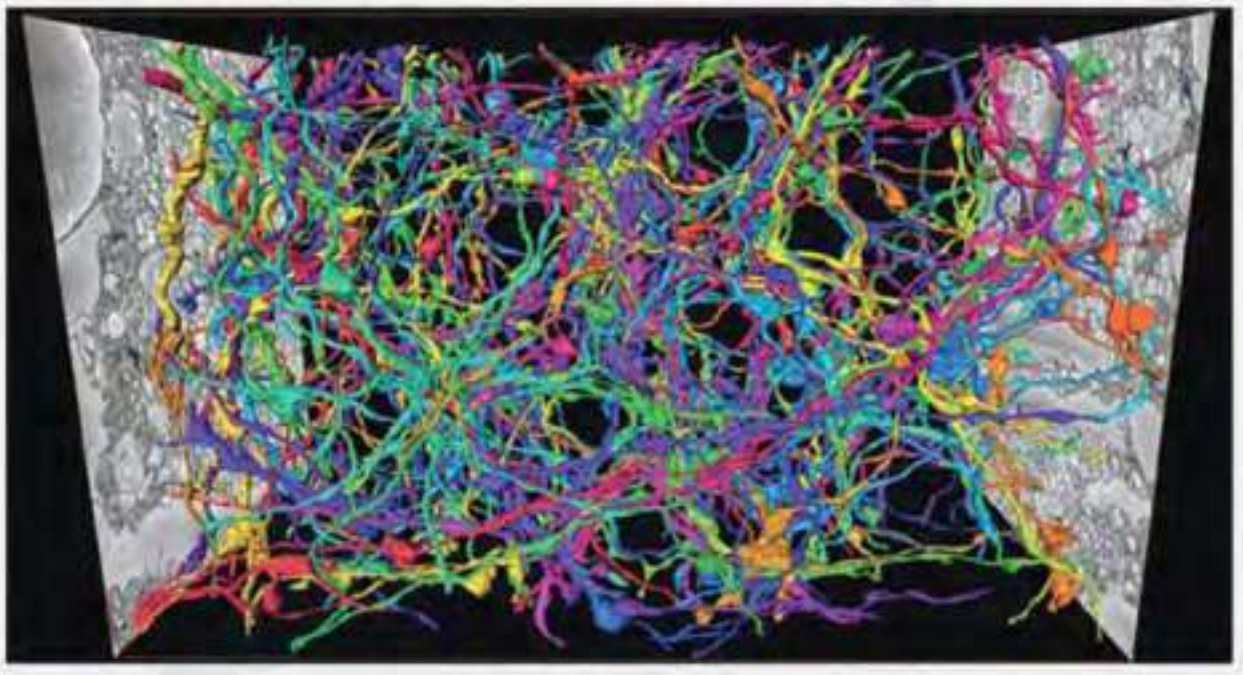


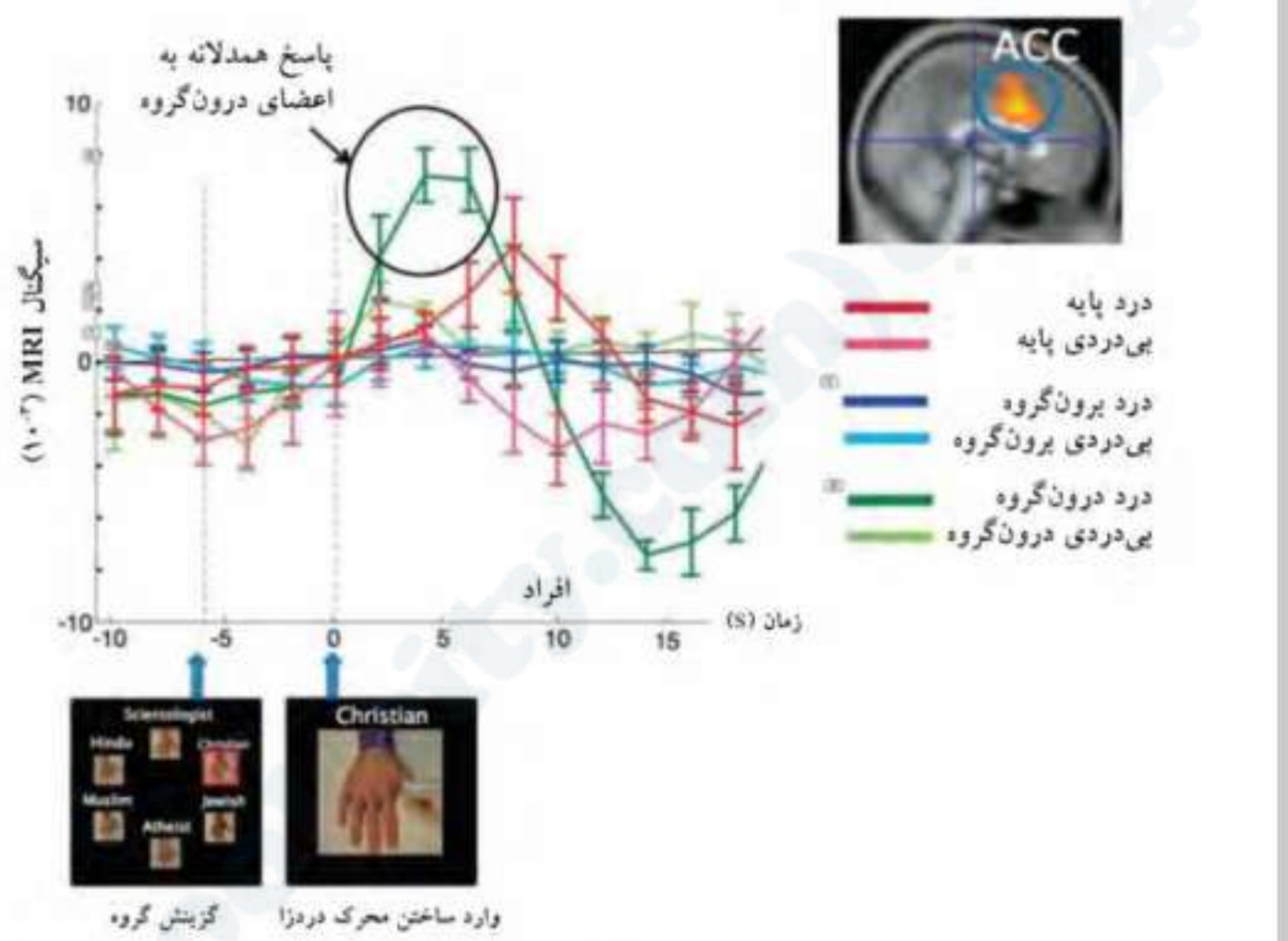
در سناریوی طرد اجتماعی داوطلب را از بازی کردن محروم می کنند.



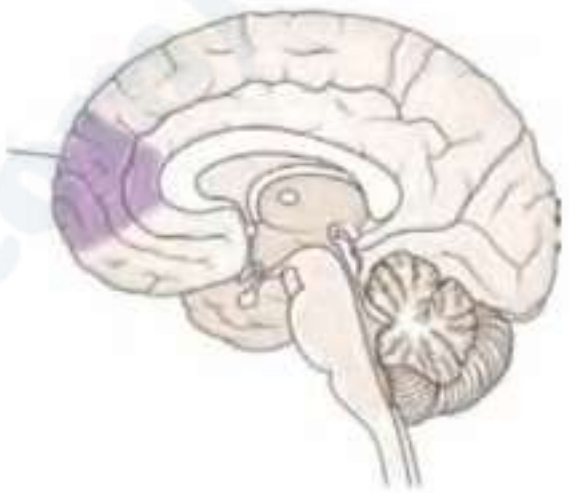
درد اجتماعی که به دنبال طرد ایجاد می‌شود همان نواحی مربوط به درد جسمی را در مغز فعال می کند.

تصاویر سریال میکروسکوپ الکترونی و کانکتوم





وقتی این داوطلب درد و رنج شخصی را که همگروه او بود می‌دید پاسخ عصبی بارزتری در قسمت سنگولیت قدامی کرتکس او ظاهر می‌شد. وقتی همین فرد شخصی را که متعلق به برون گروه بود گرفتار درد می‌دید، درهمین قسمت مغزش فعالیت کمتری آشکار می‌شد.



قسمت داخلی کرتکس جلوی پیشانی

قسمت داخلی کرتکس جلوی پیشانی به هنگام فکر کردن به سایر افراد (البته نه همه آن‌ها) فعال می‌شود.

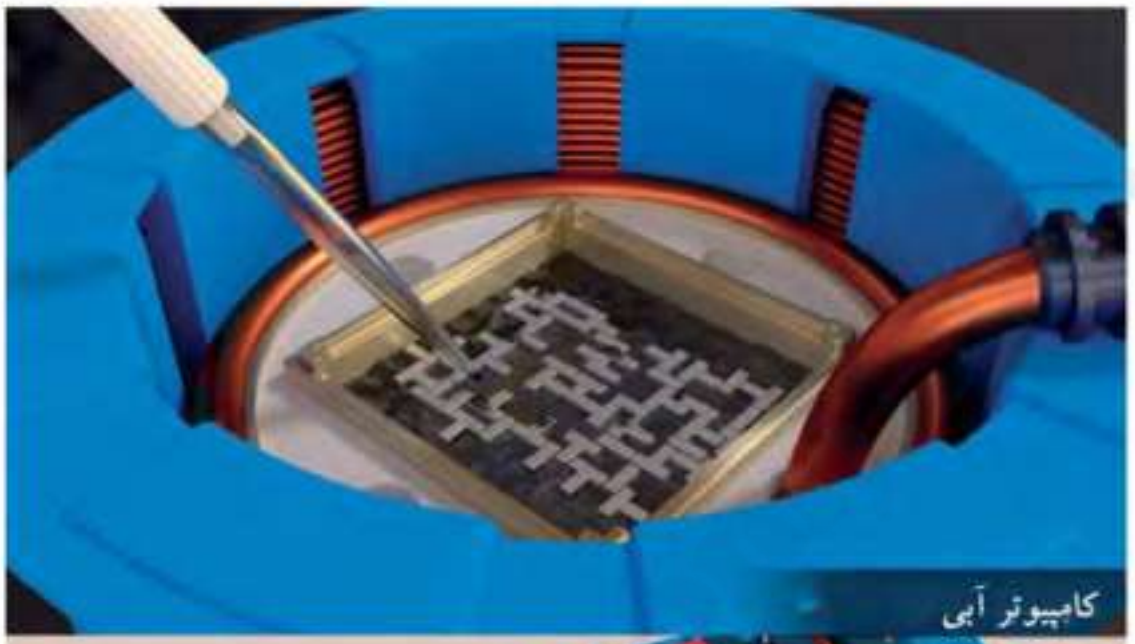
پروژه مغز انسان: هم اکنون گروه تحقیقاتی بزرگی در سویس در حال گردآوری داده از آزمایشگاه‌های سراسر جهان هستند تا بتوانند مدلی از مغز انسان را شبیه‌سازی کنند.

شنوایی و بینایی مصنوعی

مغز موش

مغز انسان: ۱۴۰۰ گرم

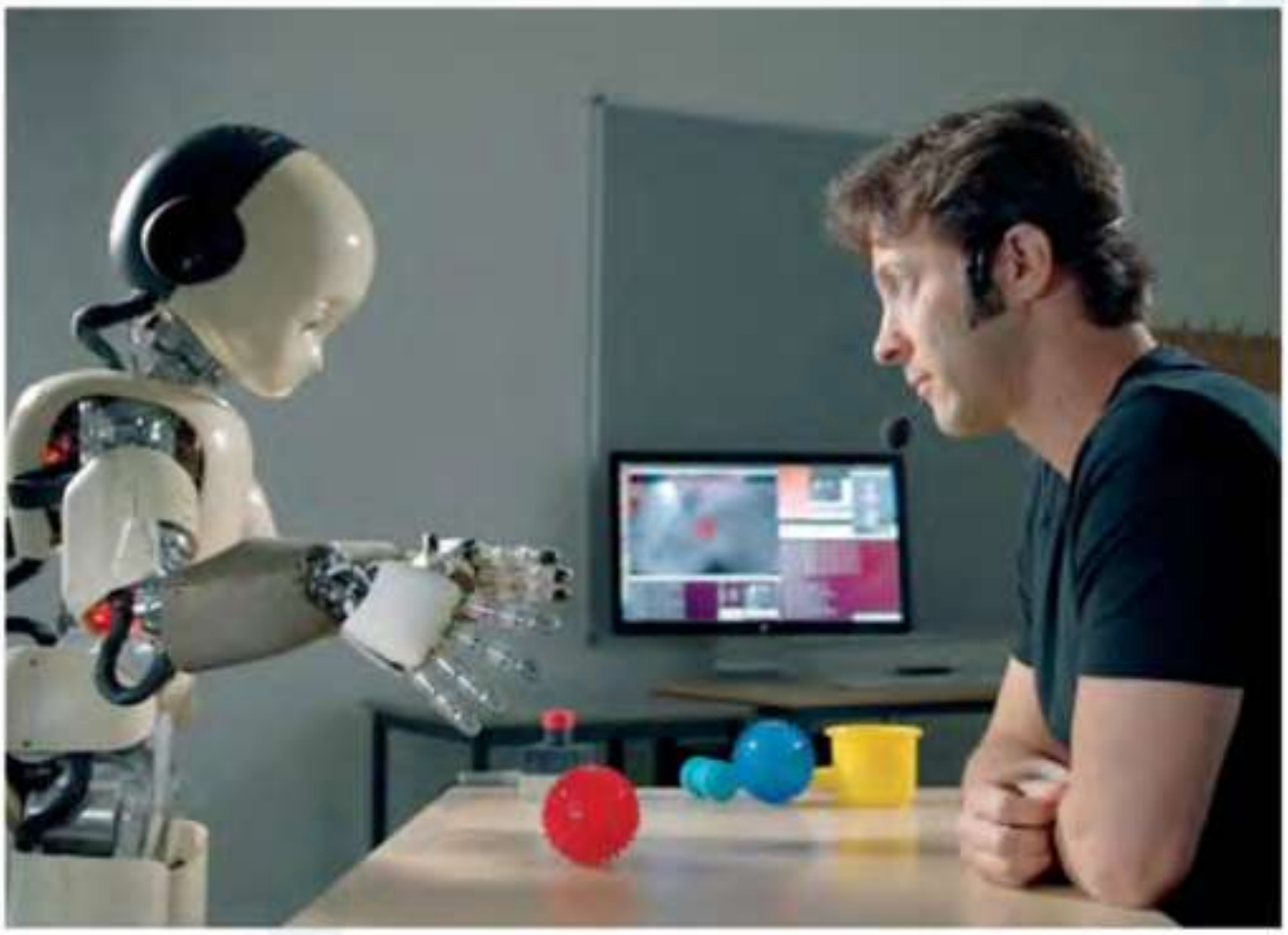
مغز موش: ۲ گرم



کامپیوتر آبی

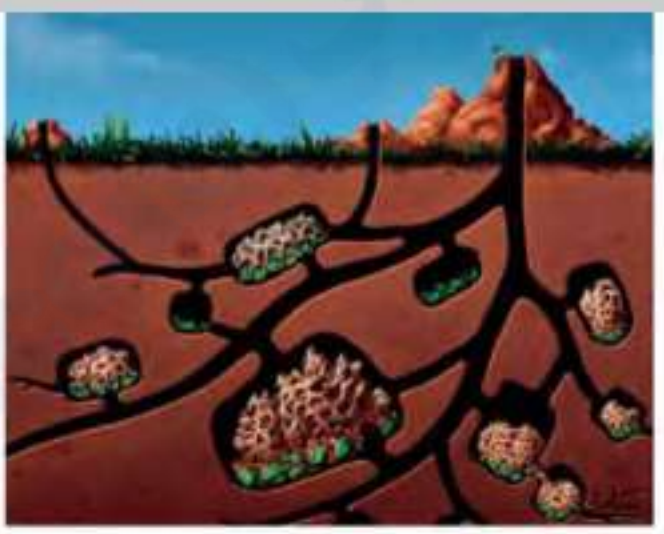
کامپیوتر لگویی

دستگاه‌های محاسباتی لزومی ندارد که از سیلیکون ساخته شوند ــ می‌توان آن‌ها را از حرکت قطره‌های آب یا لگو ساخت. اینکه کامپیوتر از چه ساخته شده باشد اهمیتی ندارد، چگونگی برهم کنش اجزای آن است که نقش تعیین کننده دارد.

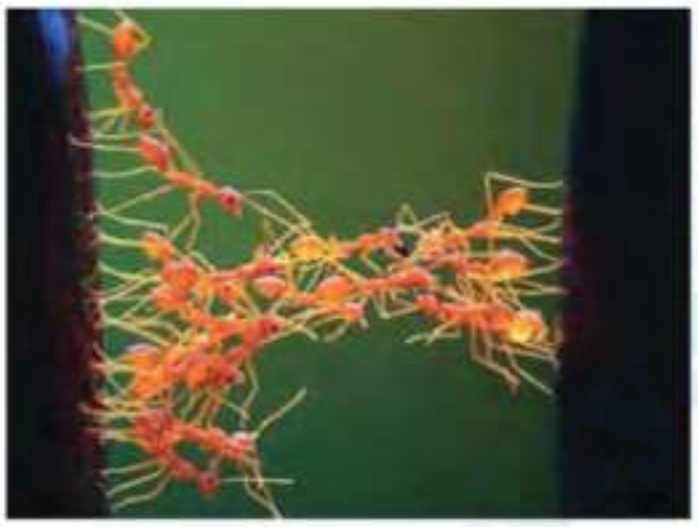


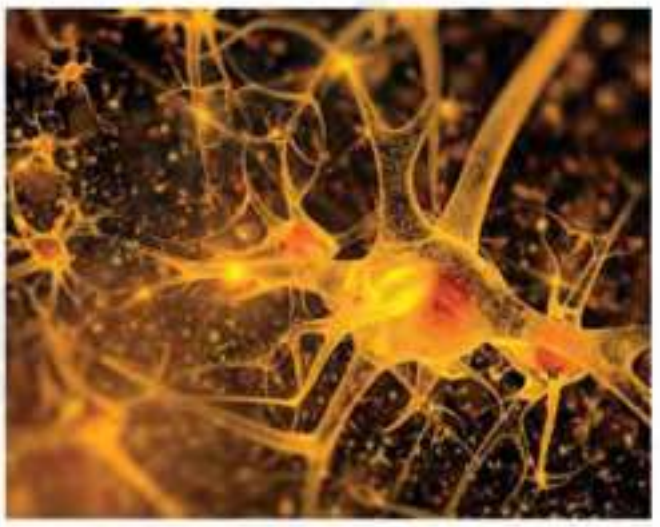
آلن تورینگ در سال ۱۹۵۰ گفت «آیا به جای طراحی برنامه‌ای برای شبیه‌سازی ذهن افراد بالغ بهتر نیست رویاتی بسازیم که نوعی شبیه‌سازی از ذهن کودک باشد؟» ــ در سراسر جهان قریب ۲۹ آی کاب همانند در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی فعال هستند و هر یک بخشی از یک سکوی تحقیقی مشترک‌اند و می‌توانند مطالبی را که یاد گرفته‌اند با هم به اشتراک بگذارند.

آزمایش فکری اتاق چینی، مردی در اتاقی نشسته و برای بازی با نمادهایی که به او عرضه می کنند از دستورهای خاصی پیروی می کند. خانم چینی که بیرون اتاق نشسته به اشتباه فکر می کند فردی که در اتاق حضور دارد به زبان چینی مسلط است.



هر یک از مورچه‌های برگ خوار با سایر مورچه‌ها به طور انفرادی پیام‌هایی را رد و بدل می کند و تصوری از کل داستان کلونی ندارد. اما وقتی به کلونی نگاه می کنیم به وجود نوعی تمدن کشاورزی پیچیده و هدفدار در آن پی می‌بریم.





مورچه‌ها و نورون‌ها تابع قوانین معمول طبیعت هستند. مورچه‌هایی که هر یک به تنهایی فاقد عقل و خردند کلونی‌هایی با رفتار پیچیده به وجود می‌آورند؛ به همین ترتیب نورون‌ها نیز وجود انسانی ما را می‌سازند.

▲ پالس اول، وقتی فرستاده شد که بیمار تازه داشت از کوما خارج می‌شد و الگوی محدودی از فعالیت ایجاد کرد که به سرعت ناپدید شد.

▲ پالس دوم، دو روز بعد فرستاده شد و الگـوی گسترده‌تر و پایـدارتـری از فعالیت را ایجاد کرد.

▲ پالس سـوم و آخرِ زمانی فرسـتاده شـد که بیمار کاملاً بیدار و هشـیار بـود و پیچیده‌تریـن و پایدارتریـن الگـوی فعالیت را ایجـاد کرد.

سطوح بالاتر خودآگاهی با انتشار گسترده‌تری از فعالیت الکتریکی همراه هستند.

CHAPTER 1 – WHO AM I?

The teenage brain and increased self-consciousness

Somerville, LH, Jones, RM, Ruberry, EJ, Dyke, JP, Glover, G & Casey, BJ (2013) "The medial prefrontal cortex and the emergence of self-conscious emotion in adolescence." *Psychological Science*, 24(8), 1554–62.

Note the authors also found increased connection strength between the medial prefrontal cortex and another brain region called the striatum. The striatum, and its network of connections, is involved in turning motivations into actions. The authors suggest this connectivity may explain why social considerations strongly drive behavior in teens and why they're more likely to take risks in the presence of peers.

Bjork, JM, Knutson, B, Fong, GW, Caggiano, DM, Bennett, SM & Hommer, DW (2004) "Incentive-elicited brain activation in adolescents: similarities and differences from young adults." *The Journal of Neuroscience*, 24(8), 1793–1802.

Spear, LP (2000) "The adolescent brain and age-related behavioral manifestations." *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 24(4), 417–63.

Heatherton, TF (2011) "Neuroscience of self and self-regulation." *Annual Review of Psychology*, 62, 363–90.

Cab drivers and The Knowledge

Maguire, EA, Gadian, DG, Johnsrude, IS, Good, CD, Ashburner, J, Frackowiak, RS & Frith, CD (2000) "Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(8), 4398–4403.

Number of cells in the brain

Also, note that there are an equal number of neurons and glial cells, about eighty-six billion of each in the whole human brain.

Azevedo, FAC, Carvalho, LRB, Grinberg, LT, Farfel, JM, Ferretti, REL, Leite, REP & Herculano-Houzel, S (2009) "Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain." *The Journal of Comparative Neurology*, 513(5), 532–41

Estimates of the numbers of connections (synapses vary widely), but a quadrillion (that is, one thousand billion) is a reasonable ballpark estimate, if one assumes almost one hundred billion neurons with about ten thousand connections each. Some neuronal types have fewer synapses; others (such as Purkinje cells) have many more – about 200,000 synapses each.

Also see the encyclopedic collection of numbers on Eric Chudler's "Brain Facts and Figures": faculty.washington.edu/chudler/facts.xhtmll.

Musicians have better memory

Chan, AS, Ho, Y C & Cheung, MC (1998) "Music training improves verbal memory." *Nature*,

396(6707).

Jakobson, LS, Lewycky, ST, Kilgour, AR & Stoesz, BM (2008) "Memory for verbal and visual material in highly trained musicians." *Music Perception, 26*(1), 41–55.

Einstein's brain and the Omega sign

Falk, D (2009) "New information about Albert Einstein's Brain." *Frontiers in Evolutionary Neuroscience, 1*.

See also Bangert, M & Schlaug, G (2006) "Specialization of the specialized in features of external human brain morphology." *The European Journal of Neuroscience, 24*(6), 1832–4.

Memory of the future

Schacter, DL, Addis, DR & Buckner, RL (2007) "Remembering the past to imagine the future: the prospective brain." *Nature Reviews Neuroscience, 8*(9), 657–61.

Corkin, S (2013) *Permanent Present Tense: The Unforgettable Life Of The Amnesic Patient*. Basic Books.

Nun study

Wilson, RS et al "Participation in cognitively stimulating activities and risk of incident Alzheimer disease." *Jama* 287.6 (2002), 742–48.

Bennett, DA et al "Overview and findings from the religious orders study." *Current Alzheimer Research* 9.6 (2012): 628.

In their autopsy samples, the researchers found that half of the people with no cognitive troubles had signs of brain pathology, and one third met the pathologic threshold for Alzheimer's disease. In other words, they found widespread signs of disease in the brains of the deceased – but these pathologies only accounted for about half of an individual's likelihood of cognitive decline. For more on the Religious Orders Study, see www.rush.edu/services-treatments/alzheimers-disease-center/religious-orders-study

Mind–Body problem

Descartes, R (2008) *Meditations on First Philosophy* (Michael Moriarty translation of 1641 ed.). Oxford University Press.

CHAPTER 2 – WHAT IS REALITY?

Visual illusions

Eagleman, DM (2001) "Visual illusions and neurobiology." *Nature Reviews Neuroscience*. 2(12), 920–6.

Prism goggles

Brewer, AA, Barton, B & Lin, L (2012) "Functional plasticity in human parietal visual field map clusters: adapting to reversed visual input." *Journal of Vision*, 12(9), 1398.

Note that after the experiment has concluded and volunteers remove their goggles, it takes a day or two for them to return to normal proficiency as the brain refigures everything out.

Wiring the brain by interacting with the world

Held, R & Hein, A (1963) "Movement-produced stimulation in the development of visually guided behavior." *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 56 (5), 872–6.

Synchronizing the timing of signals

Eagleman, DM (2008) "Human time perception and its illusions." *Current Opinion in Neurobiology*. 18(2), 131–36.

Stetson C, Cui, X, Montague, PR & Eagleman, DM (2006) "Motor-sensory recalibration leads to an illusory reversal of action and sensation." *Neuron*. 51(5), 651–9.

Parsons, B, Novich SD & Eagleman DM (2013) "Motor-sensory recalibration modulates perceived simultaneity of cross-modal events." *Frontiers in Psychology*. 4:46.

Hollow mask illusion

Gregory, Richard (1970) *The Intelligent Eye*. London: Weidenfeld & Nicolson.

Króliczak, G, Heard, P, Goodale, MA & Gregory, RL (2006) "Dissociation of perception and action unmasked by the hollow-face illusion." *Brain Res*. 1080 (1): 9–16.

As an interesting side note, people with schizophrenia are less susceptible to seeing the hollow mask illusion:

Keane, BP, Silverstein, SM, Wang, Y & Papathomas, TV (2013) "Reduced depth inversion illusions in schizophrenia are state-specific and occur for multiple object types and viewing conditions." *J Abnorm Psychol* 122 (2): 506–12.

Synesthesia

Cytowic, R & Eagleman, DM (2009) *Wednesday is Indigo Blue: Discovering the Brain of Synesthesia*. Cambridge, MA: MIT Press.

Witthoft N, Winawer J, Eagleman DM (2015) "Prevalence of learned grapheme-color pairings in

a large online sample of synesthetes." *PLoS ONE*. 10(3), e0118996.

Tomson, SN, Narayan, M, Allen, GI & Eagleman DM (2013) "Neural networks of colored sequence synesthesia." *Journal of Neuroscience*. 33(35), 14098–106.

Eagleman, DM, Kagan, AD, Nelson, SN, Sagaram, D & Sarma, AK (2007) "A standardized test battery for the study of Synesthesia." *Journal of Neuroscience Methods*. 159, 139–45.

Timewarp

Stetson, C, Fiesta, M & Eagleman, DM (2007) "Does time really slow down during a frightening event?" *PloS One*, 2(12), e1295.

(nbookcity.com)

CHAPTER 3 – WHO'S IN CONTROL?

The power of the unconscious brain

Eagleman, DM (2011) *Incognito: The Secret Lives of the Brain*. Pantheon.

A handful of concepts I chose to include in The Brain *overlap with material in* Incognito. *This includes the cases of Mike May, Charles Whitman, and Ken Parks, as well as Yarbus' eye tracking experiment, the trolley dilemma, the mortgage meltdown, and the Ulysses contract. In constructing the scaffolding for the present project, these contact points were deemed to be tolerable in part because the topics are discussed in a different manner and often for distinct purposes.*

Dilated eyes and attractiveness

Hess, EH (1975) "The role of pupil size in communication," *Scientific American*, 233(5), 110–12.

Flow state

Kotler, S (2014) *The Rise of Superman: Decoding the Science of Ultimate Human Performance*. Houghton Mifflin Harcourt.

Subconscious influences on decision making

Lobel, T (2014) *Sensation: The New Science of Physical Intelligence*. Simon & Schuster.

Williams, LE & Bargh, JA (2008) "Experiencing physical warmth promotes interpersonal warmth." *Science*, 322(5901), 606–7.

Pelham, BW, Mirenberg, MC & Jones, JT (2002) "Why Susie sells seashells by the seashore: implicit egotism and major life decisions," *Journal of Personality and Social Psychology* 82, 469– 87.

CHAPTER 4 – HOW DO I DECIDE?

Decision making

Montague, R (2007) *Your Brain is (Almost) Perfect: How We Make Decisions*. Plume.

Coalitions of neurons

Crick, F & Koch, C (2003) "A framework for consciousness." *Nature Neuroscience*, 6(2), 119–26.

Trolley dilemma

Foot, P (1967) "The problem of abortion and the doctrine of the double effect." Reprinted in *Virtues and Vices and Other Essays in Moral Philosophy (1978)*. Blackwell.

Greene, JD, Sommerville, RB, Nystrom, LE, Darley, JM & Cohen, JD (2001) "An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment." *Science*, 293(5537), 2105–8.

Note that emotions are measurable physical responses caused by things happening. Feelings, on the other hand, are the subjective experiences that sometimes accompany these bodily markers – what people commonly think of as the sensations of happiness, envy, sadness, and so on.

Dopamine and unexpected reward

Zaghloul, KA, Blanco, JA, Weidemann, CT, McGill, K, Jaggi, JL, Baltuch, GH & Kahana, MJ (2009) "Human substantia nigra neurons encode unexpected financial rewards." *Science*, 323(5920), 1496–9.

Schultz, W, Dayan, P & Montague, PR (1997) "A neural substrate of prediction and reward." *Science*, 275(5306), 1593–9.

Eagleman, DM, Person, C & Montague, PR (1998) "A computational role for dopamine delivery in human decision-making." *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(5), 623–30.

Rangel, A, Camerer, C & Montague, PR (2008) "A framework for studying the neurobiology of value-based decision making." *Nature Reviews Neuroscience*, 9(7), 545–56.

Judges and parole decisions

Danziger, S, Levav, J & Avnaim-Pesso, L (2011) "Extraneous factors in judicial decisions." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(17), 6889– 92.

Emotions in decision making

Damasio, A (2008) *Descartes' Error: Emotion, Reason and the Human Brain*. Random House.

The power of now

Dixon, ML (2010) "Uncovering the neural basis of resisting immediate gratification while pursuing long-term goals." *The Journal of Neuroscience*, 30(18), 6178–9.

Kable, JW & Glimcher, PW (2007) "The neural correlates of subjective value during intertemporal choice." *Nature Neuroscience*, 10(12), 1625–33.

McClure, SM, Laibson, DI, Loewenstein, G & Cohen, JD (2004) "Separate neural systems value immediate and delayed monetary rewards." *Science*, 306(5695), 503–7.

The power of the immediate applies not just to things right now, but also right here. Consider this scenario proposed by philosopher Peter Singer: as you're about to tuck into a sandwich, you look out the window and see a child on the sidewalk, starving, a tear running down his gaunt cheek. Might you give up your sandwich to the child, or would you simply eat it yourself? Most people feel happy to offer the sandwich. But right now, in Africa, there is that same child, starving, just like the boy on the corner. All it would take is a click of your mouse to send $5, the equivalent cost of that sandwich. Yet it's likely that you haven't sent over any sandwich money to him today, or even recently, despite your charitableness in the first scenario. Why haven't you acted to help him? It's because the first scenario puts the child right in front of you. The second requires you to imagine the child.

Willpower

Muraven, M, Tice, DM & Baumeister, RF (1998) "Self-control as a limited resource: regulatory depletion patterns." *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(3), 774.

Baumeister, RF & Tierney, J (2011) *Willpower: Rediscovering the Greatest Human Strength*. Penguin.

Politics and disgust

Ahn, W-Y , Kishida, KT, Gu, X, Lohrenz, T, Harvey, A, Alford, JR & Dayan, P (2014) evoke "Nonpolitical images neural predictors of political ideology." *Current Biology*, 24(22), 2693–9.

Oxytocin

Scheele, D, Wille, A, Kendrick, KM, Stoffel-Wagner, B, Becker, B, Güntürkün, O & Hurlemann, R (2013) "Oxytocin enhances brain reward system responses in men viewing the face of their female partner." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(50), 20308–313.

Zak, PJ (2012) *The Moral Molecule: The Source of Love and Prosperity*. Random House.

Decisions and society

Levitt, SD (2004) "Understanding why crime fell in the 1990s: four factors that explain the decline and six that do not." *Journal of Economic Perspectives*, 163–90.

Eagleman, DM & Isgur, S (2012). "Defining a neurocompatibility index for systems of law". In *Law of the Future*, Hague Institute for the Internationalisation of Law. 1(2012), 161–172.

Real-time feedback in neuroimaging

Eagleman, DM (2011) *Incognito: The Secret Lives of the Brain*. Pantheon.

CHAPTER 5 – DO I NEED YOU?

Reading intention into others

Heider, F & Simmel, M (1944) "An experimental study of apparent behavior." *The American Journal of Psychology*, 243–59.

Empathy

Singer, T, Seymour, B, O'Doherty, J, Stephan, K, Dolan, R & Frith, C (2006) "Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others." *Nature*, 439(7075), 466–9.

Singer, T, Seymour, B, O'Doherty, J, Kaube, H, Dolan, R & Frith, C (2004) "Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain." *Science*, 303(5661), 1157–62.

Empathy and outgroups

Vaughn, DA, Eagleman, DM (2010) "Religious labels modulate empathetic response to another's pain." Society for Neuroscience abstract.

Harris, LT & Fiske, ST (2011). "Perceiving humanity." In A. Todorov, S. Fiske, & D. Prentice (eds.). *Social Neuroscience: Towards Understanding the Underpinnings of the Social Mind*, Oxford Press.

Harris, LT & Fiske, ST (2007) "Social groups that elicit disgust are differentially processed in the mPFC." *Social Cognitive Affective Neuroscience*, 2, 45–51.

Circuitry of the brain devoted to other brains

Plitt, M, Savjani, RR & Eagleman, DM (2015) "Are corporations people too? The neural correlates of moral judgments about companies and individuals." *Social Neuroscience*, 10(2), 113–25.

Babies and trust

Hamlin, JK, Wynn, K & Bloom, P (2007) "Social evaluation by preverbal infants." *Nature*, 450(7169), 557–59.

Hamlin, JK, Wynn, K, Bloom, P & Mahajan, N (2011) "How infants and toddlers react to antisocial others." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 19931–36.

Hamlin, JK & Wynn, K (2011) "Y oung infants prefer prosocial to antisocial others." *Cognitive Development*. 2011, 26(1):30-39. doi:10.1016/j.cogdev.2010.09.001.

Bloom, P (2013) *Just Babies: The Origins of Good and Evil*. Crown.

Reading emotion by simulating others' faces

Goldman, AI & Sripada, CS (2005) "Simulationist models of face-based emotion recognition." *Cognition*, 94(3).

Niedenthal, PM, Mermillod, M, Maringer, M & Hess, U (2010) "The simulation of smiles (SIMS)

model: embodied simulation and the meaning of facial expression." *The Behavioral and Brain Sciences*, 33(6), 417–33; discussion 433–80.

Zajonc, RB, Adelmann, PK, Murphy, ST & Niedenthal, PM (1987) "Convergence in the physical appearance of spouses." *Motivation and Emotion*, 11(4), 335–46.

Regarding the TMS experiment with John Robison, Professor Pascual-Leone reports: "We don't know exactly what happened neurobiologically, but I think it now offers the opportunity for us to understand what behavioral modifications, what interventions might be possible to learn from [John's case] that we can then teach others."

Botox diminishes the ability to read faces

Neal, DT & Chartrand, TL (2011) "Embodied emotion perception amplifying and dampening facial feedback modulates emotion perception accuracy." *Social Psychological and Personality Science*, 2(6), 673–8.

The effect is a small one, but significant: the Botox users showed 70% accuracy in identifying the emotions, while the control group averaged 77%.

BaronCohen, S, Wheelwright, S, Hill, J, Raste, Y & Plumb, I (2001) "The 'Reading the Mind in the Eyes' test revised version: A study with normal adults, and adults with Asperger syndrome or highfunctioning autism." *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(2), 241–51.

Romanian orphans

Nelson, CA (2007) "A neurobiological perspective on early human deprivation." *Child Development Perspectives*, 1(1), 13–18.

The pain of social exclusion

Eisenberger, NI, Lieberman, MD & Williams, KD (2003) "Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion." *Science*, 302(5643), 290–92.

Eisenberger, NI & Lieberman, MD (2004) "Why rejection hurts: a common neural alarm system for physical and social pain." *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 294–300.

Solitary confinement

Beyond our interviews with Sarah Shourd for the television series, see also:

Pesta, A (2014) 'Like an Animal': Freed U.S. Hiker Recalls 410 Days in Iran Prison. NBC News.

Psychopaths and the prefrontal cortex

Koenigs, M (2012) "The role of prefrontal cortex in psychopathy." *Reviews in the Neurosciences*, 23(3), 253–62.

The areas that activate differently in psychopaths are two neighboring regions of the midline part of the prefrontal cortex: the ventromedial PFC and anterior cingulate cortex. These areas are both commonly seen in studies of social and emotional decision making, and they're down-regulated in psychopathy.

Blue eyes brown eyes experiment

Transcript quoted from *A Class Divided*, original broadcast: March 26th 1985. Produced and

directed by William Peters. Written by William Peters and Charlie Cobb.

(nbookcity.com)

CHAPTER 6 – WHO WILL WE BE?

Number of cells in the human body

Bianconi, E, Piovesan, A, Facchin, F, Beraudi, A, Casadei, R, Frabetti, F & Canaider, S (2013) "An estimation of the number of cells in the human body." *Annals of Human Biology,* 40(6), 463–71.

Brain plasticity

Eagleman, DM (in press). *LiveWired: How the Brain Rewires Itself on the Fly*. Canongate.

Eagleman, DM (March 17th 2015). David Eagleman: "Can we create new senses for humans?" TED conference. [Video file].
http://www.ted.com/talks/david_eagleman_can_we_create_new_senses_for_humans?

Novich, SD & Eagleman, DM (2015) "Using space and time to encode vibrotactile information: toward an estimate of the skin's achievable throughput." *Experimental Brain Research*, 1–12.

Cochlear implants

Chorost, M (2005) *Rebuilt: How Becoming Part Computer Made Me More Human*. Houghton Mifflin Harcourt.

Sensory substitution

Bach-y-Rita, P, Collins, C, Saunders, F, White, B & Scadden, L (1969) "Vision substitution by tactile image projection." *Nature*, 221(5184), 963–4.

Danilov, Y & Tyler, M (2005) "Brainport: an alternative input to the brain." *Journal of Integrative Neuroscience*, 4(04), 537–50.

The connectome: making a map of all the connections in a brain

Seung, S (2012) *Connectome: How the Brain's Wiring Makes Us Who We Are*. Houghton Mifflin Harcourt.

Kasthuri, N et al (2015) "Saturated reconstruction of a volume of neocortex." Cell: in press.

Image credit for volume of mouse brain: Daniel R Berger, H Sebastian Seung & Jeff W. Lichtman.

The Human Brain Project

The Blue Brain Project: http://bluebrain.epfl.ch. The Blue Brain team has joined with approximately eighty-seven international partners to drive the Human Brain Project (HBP).

Computation on other substrates

Building computational devices on strange substrates has a long history: an early analog computer called the Water Integrator was built in the Soviet Union in 1936.

More recent examples of water computers use microfluidics – see:

Katsikis, G, Cybulski, JS & Prakash, M (2015) "Synchronous universal droplet logic and control." *Nature Physics*.

Chinese Room Argument

Searle, JR (1980) "Minds, brains, and programs." *Behavioral and Brain Sciences*, 3(03), 417–24.

Not everyone agrees with this interpretation of the Chinese Room. Some people suggest that although the operator doesn't understand Chinese, the system as a whole (the operator plus the books) does understand Chinese.

Leibniz' mill argument

Leibniz, GW (1989) *The Monadology*. Springer.

Here's the argument in Leibniz' own words:

> *Moreover, it must be confessed that perception and that which depends upon it are inexplicable on mechanical grounds, that is to say, by means of figures and motions. And supposing there were a machine, so constructed as to think, feel, and have perception, it might be conceived as increased in size, while keeping the same proportions, so that one might go into it as into a mill. That being so, we should, on examining its interior, find only parts which work one upon another, and never anything by which to explain a perception. Thus it is in a simple substance, and not in a compound or in a machine, that perception must be sought for. Further, nothing but this (namely, perceptions and their changes) can be found in a simple substance. It is also in this alone that all the internal activities of simple substances can consist.*

Ants

Hölldobler, B & Wilson, EO (2010) *The Leafcutter Ants: Civilization by Instinct*. WW Norton & Company.

Consciousness

Tononi, G (2012) *Phi: A Voyage from the Brain to the Soul*. Pantheon Books.

Koch, C (2004) *The Quest for Consciousness*. New York.

Crick, F & Koch, C (2003) "A framework for consciousness." *Nature Neuroscience*, 6(2), 119–26.