



مغزی که خود را تغییر می دهد

نورمن دویج

مغزی که خود را تغییر می دهد

دویچ، نورمن / Doidge, Norman

مغزی که خود را تغییر می دهد: داستان های واقعی از پیشگامان علوم اعصاب در رابطه با موفقیت های مغز بشر

نویسنده نورمن دویچ؛ مترجم نازگل عزیزی؛ ویراستار تحریریه انتشارات سایلاو.

نشر سایلاو / شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۱۲۴-۱۳-۲

عنوان اصلی: The brain that changes itself

فروست: مجموعه مطالعات میان رشته ای، کتابخانه جهان مغز.

موضوع: Neuroplasticity

موضوع: انعطاف پذیری عصبی

شش ناسه افزوده: عزیزی، نازگل، ۱۳۶۹-، مترجم

رده بندی کنگره: ۳ / ۳۶۳ QP رده بندی دیویی: ۶۱۲/۸

شماره کتابشناسی ملی: ۶۰۴۶۷۱۹

سایلاو

عنوان: مغزی که خود را تغییر می دهد: داستان های واقعی از پیشگامان علوم اعصاب در رابطه با موفقیت های مغز بشر
نویسنده: نورمن دویچ / مترجم: نازگل عزیزی
مجموعه مطالعات میان رشته ای - کتابخانه جهان مغز
نوبت چاپ: سوم / ۱۴۰۲ - تیراژ: ۱۵۰۰ نسخه
چاپ و صحافی: ترانه - شابک: ۹۷۸۶۲۲۷۱۲۴۱۳۲
همه حقوق چاپ و نشر برای نشر سایلاو محفوظ است.

نشانی: میدان انقلاب، خیابان کارگر جنوبی، لبافی نژاد غربی
پلاک ۲۱۱ / واحد ۳ تلفن: ۰۲۱-۶۶۱۲۸۶۴۱

نقل مطالب کتاب حاضر، صرفاً برای معرفی کتاب مجاز است. اسکن کتاب، تصویربرداری و انتشار تمام یا بخش هایی از کتاب (چه در قالب PDF چه جزوه و...) غیراخلاقی و غیرقانونی بوده و نشر سایلاو به موجب ماده ۲ قانون حمایت از حقوق مولفان و مصنفان، متخلفان را مورد پیگرد قانونی قرار خواهد داد.

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

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

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

اگر «مغزی که خود را تغییر می‌دهد» را دوست داشتید، دیگر کتاب‌های کتابخانه جهان مغز از مجموعه مطالعات میان‌رشته‌ای نشر سایلاو را هم بخوانید...

- مغز سرخوش / دین برنت
- مغز سبک مغز / دین برنت
- تو بودن: علم جدید خودآگاهی / آنیل ست
- گوریل نامرئی / کریستوفر چابریس و دانیل سایمونز
- انسان‌شناسی بر روی مریخ / الیور ساکس
- توهم‌ها / الیور ساکس
- مغز پویا: ماجرای مغزی که هر لحظه تغییر می‌کند / دیوید ایگلن
- ناشناخته: زندگی اسرارآمیز مغز / دیوید ایگلن
- گونه‌های شگفت‌انگیز: راهنمای خلاقیت بشر در بازآفرینی جهان / دیوید ایگلن
- مغز سخن‌چین: جست‌وجوی یک عصب‌شناس برای آنچه ما را انسان می‌سازد / رامانچاندرا
- اخلاق و مغز مشاور: علم اعصاب درباره اخلاق چه می‌گوید؟ / پاتریشیا چرچلند
- اثبات انتظار / دیوید رابسون
- ادعایی علیه واقعیت / دونالد هافمن
- ... و ...



فصل اول

زنی که پیوسته می افتاد...

۱۹ توسط مردی نجات می یابد که کاشف تغییرپذیری در حواس ماست

فصل دوم

او برای خودش مغز بهتری می سازد

۴۱ زنی که انگ «عقب مانده» به او زده شده بود، دریافت چطور خود را درمان کند

فصل سوم

طراحی مجدد مغز

۶۱ یک دانشمند مغزها را تغییر می دهد تا حافظه و قوه ادراک را تقویت کند، سرعت تفکر را افزایش دهد و مشکلات یادگیری را درمان کند.

فصل چهارم

جادو به جنسی و عاشق شدن

۱۱۵ آنچه انعطاف پذیری عصبی درباره جاذبه‌ی جنسی و عشق به ما می آموزد

فصل پنجم

رستاخیزهای نیمه شب

۱۴۱ قربانیان سگته‌ی مغزی یاد می گیرند دوباره حرکت و صحبت کنند

فصل ششم

باز شدن قفل مغز

۱۷۹ استفاده از انعطاف پذیری مغز برای متوقف کردن نگرانی‌ها، وسواس‌های فکری، وسواس عملی و عادات بد



فصل هفتم

درد

۱۹۵ نیمه‌ی تاریک انعطاف‌پذیری مغز

فصل هشتم

قوه‌ی تخیل

۲۱۷ تأثیر تفکر

فصل نهم

تبدیل ارواح به پیشینیان

۲۳۹ روانکاوی به مثابه‌ی درمان انعطاف‌پذیری عصبی

فصل دهم

جوان‌سازی

۲۷۳ کشف سلول‌های بنیادی عصبی و آهمزه‌هایی برای حفظ کردن مغز

فصل یازدهم

فرا تراز اعضای بدن

۲۸۹ زنی که به ما نشان می دهد، مغز تا چه اندازه می تواند تغییرپذیر باشد

پیوست ۱

مغز تحت تأثیر فرهنگ شکل می گیرد

۳۱۹ نه تنها مغز موجب شکل‌گیری فرهنگ و تمدن می شود، بلکه فرهنگ نیز مغز را شکل می دهد

پیوست ۲

۳۴۸ انعطاف‌پذیری و ایده‌ی پیشرفت

پیشگفتار

این کتاب در رابطه با کشفی انقلابی است که براساس آن، مغز انسان می‌تواند خود را تغییر دهد و داستان‌های دانشمندان، پزشکان و بیماران را روایت می‌کند که با کمک یکدیگر این تحولات شگفت‌انگیز را رقم زده‌اند. آن‌ها بدون استفاده از عمل جراحی یا تجویز دارو، از توانایی مغز که تا پیش از آن ناشناخته بود استفاده کردند تا آن را تغییر دهند. برخی از آن‌ها بیماری‌هایی بودند که تصور می‌شد از مشکلات مغزی لاعلاج رنج می‌برند؛ برخی دیگر افرادی بودند که مشکلات خاصی نداشتند و تنها تمایل داشتند تا با بالا رفتن سن، عملکرد مغز خود را بهبود ببخشند یا وضعیت آن را حفظ کنند. به مدت چهارصد سال، این اقدام مخاطره‌آمیز غیر قابل تصور بود، زیرا جریان متداول علم و طب بر این باور بود که آناتومی مغز ثابت و غیر قابل تغییر است.

دانش عمومی بر این اساس استوار بود که پس از دوران کودکی، تغییر مغز صرفاً زمانی رخ می‌دهد که روند طولانی زوال را آغاز می‌کند؛ شناختی مبنی بر این که وقتی سلول‌های مغزی به طور مناسب رشد نمی‌کنند، آسیب می‌بینند و یا می‌میرند، نمی‌توانند جایگزین شوند. همچنین براساس این تصویر، اگر بخشی از مغز آسیب می‌دید، مغز هرگز نمی‌توانست ساختار خود را تغییر دهد یا راه‌حل دیگری پیدا کند. بر اساس فرضیه تغییرناپذیری مغز، افرادی که با محدودیت‌های مغزی یا ذهنی به دنیا آمده‌اند، یا متحمل آسیب مغزی شده‌اند، تمام عمر از این آسیب‌ها و محدودیت‌ها رنج خواهند برد.

به دانشمندانی که در مورد بهبود یا حفظ کیفیت مغز سالم از طریق فعالیت یا تمرین ذهنی کنجکاو بودند، گفته می‌شد که وقت خودشان را تلف نکنند. در واقع، نوعی عقاید پوچ گرایانه^۱ در زمینه عصب‌شناختی حاکم شده بود- به این معنی که درمان بسیاری از مشکلات مغزی، بهبوده و یا حتی غیر قابل قبول بود. این عقاید در

۱. اشاره به مکتب فلسفی نیپیلیسم

فرهنگ ما گسترش یافت و حتی جلوی پیشرفت دید کلی ما به طبیعت انسان را نیز گرفت. از آن جا که مغز نمی تواند تغییر کند، طبیعت انسان که از آن نشئت می گرفت نیز لزوماً ثابت و تغییرناپذیر به نظر می رسید.

این باور که مغز نمی تواند تغییر کند سه منشأ اصلی داشت: نخست آن که بیماران متحمل آسیب مغزی به ندرت می توانستند به طور کامل بهبود یابند؛ عدم توانایی مادر مشاهده فعالیت های میکروسکوپی مغز زنده به عنوان دومین دلیل ارائه می شد و دلیل سوم نیز ایده ای بود که ریشه آن به آغاز علم مدرن بر می گشت؛ این که مغز همچون یک ماشین پرشکوه تلقی می شد و در حالی که کارهای فوق العاده ی بسیاری انجام می داد، تغییر یا رشد نمی کرد.

من به عنوان یک محقق روان شناس و روانکاو، جلب ایده تغییر مغز شدم. وقتی بیماران به اندازه ای که انتظار می رفت به لحاظ روان شناسی پیشرفت نمی کردند، اغلب، دانش پزشکی معمول بر این اساس استوار بود که مشکل آن ها عمیقاً در مغز غیر قابل تغییرشان «سیم پیچی» شده است. «سیم پیچی» دیگر استعاره ماشینی است که از ایده «مغز همچون سخت افزار کامپیوتر» گرفته شده است؛ با مدارهایی که به طور دائمی به هم متصل اند و هر یک برای انجام عملکردی خاص و غیر قابل تغییر طراحی شده اند.

وقتی برای اولین بار اخباری در این باره شنیدم که امکان دارد مغز انسان سیم پیچی شده نباشد، برای اثبات این موضوع به خودم، راهی نداشتم جز این که تحقیقات و شواهد را سبک سنگین کنم. این تحقیقات من را از اتاق مشاوره دور کرد.

من به مسافرت هایی رفتم و در جریان آن ها با گروهی از دانشمندان برجسته ملاقات داشتم، دانشمندانی پیشتاز در دانش مغز که در اواخر دهه ۱۹۶۰ و یا اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی به کشفیات غیرمنتظره ای دست یافته بودند. آن ها نشان داده بودند که مغز با هر فعالیت متفاوتی که انجام می دهد ساختار خود را تغییر می دهد و با تکمیل مدارهایش متناسب با وظایفی که در دست دارد عمل می کند. در صورت شکست «بخش های» به خصوص مغز در انجام وظایفشان، گاهی اوقات بخش های دیگر می توانند این وظایف را به عهده بگیرند. استعاره ماشین از مغز به عنوان عضوی

با بخش‌های اختصاص یافته، نمی‌توانست به طور کامل تغییراتی که دانشمندان شاهد آن‌ها بودند را توجیه کند. بنابراین آن‌ها به تدریج این خصیصه بنیادین مغز را «انعطاف‌پذیری عصبی» نام‌گذاری کردند.

نورو، از واژه «نورون» (یاخته عصبی) برگرفته شده که همان سلول‌های عصبی در مغز و سیستم عصبی ما به شمار می‌آیند. پلاستیک نیز به معنای «تغییرپذیر، نرم و انعطاف‌پذیر و قابل اصلاح و تعدیل» است. در ابتدا بسیاری از دانشمندان جرئت استفاده از کلمه «نوروپلاستیسیته»^۱ را در مقالات خود نداشتند و همکارانشان آن‌ها را برای ترویج چنین نظریه عجیب و غریبی تحقیر می‌کردند. با این وجود، آن‌ها ایستادگی کردند و رفته رفته، باور مغز غیر قابل تغییر را از بین بردند. آن‌ها نشان دادند که کودکان همیشه در سطح توانایی‌های مغزی که با آن‌ها به دنیا آمده‌اند باقی نمی‌مانند؛ و این‌که مغز آسیب‌دیده می‌تواند اغلب، آسیب‌دیدگی خود را دوباره سازمان دهد، بنابراین وقتی یک بخش از کار می‌افتد، بخشی دیگر جایگزین آن می‌شود؛ همچنین اگر سلول‌های مغزی بمیرند، می‌توانند در طول زمان جایگزین شوند؛ این‌که «مدارها» و حتی واکنش‌های بنیادین به تصور ما ثابت‌اند اما این گونه نیستند. یکی از این دانشمندان حتی نشان داد که فکر کردن، یادگرفتن و عمل کردن می‌توانند ژن‌های ما را فعال کنند و بدین ترتیب، آناتومی مغز و رفتار ما را شکل دهند- که بدون شک یکی از کشفیات خارق‌العاده قرن بیستم به شمار می‌آید.

در طی سفرهایم، با دانشمندی آشنا شدم که افراد نابینا از زمان تولد را قادر به دیدن کرده بود و نیز، دانشمندی دیگر که برای افراد ناشنوا این امکان را فراهم کرده بود تا بشنوند؛ من با افرادی صحبت کردم که دهه‌ها پیش دچار سکته‌هایی شده بودند و به آن‌ها اعلام شده بود که علاجی برایشان نیست اما به وسیله درمان‌های مبتنی بر انعطاف‌پذیری عصبی بهبود یافتند؛ من با افرادی آشنا شدم که با این روش، اختلالات یادگیری آن‌ها درمان و بهره‌هوشی آن‌ها افزایش یافته بود؛ شواهدی را دیدم که افراد هشتاد ساله می‌توانند حافظه خود را به گونه‌ای تقویت کنند که مثل زمان پنجاه و پنج سالگی‌شان عمل کنند. من افرادی را دیدم که مغز خود را با افکارشان اصلاح می‌کردند تا ضربه‌ها و عقده‌های روحی را درمان کنند. من با برندگان جایزه نوبل گفت‌وگو



کردم که با شور و هیجان بحث می‌کردند که حالا که می‌دانیم مغز، دائماً در حال تغییر است، باید در مورد مدل مغز تجدید نظر کنیم.

به اعتقاد من، از زمانی که کلیات آناتومی اصلی مغز و کارکرد اجزای اولیه آن نظیر نورون‌ها تشریح شد، این ایده که مغز می‌تواند ساختار و عملکرد خود را از طریق تفکر و فعالیت تغییر دهد، مهم‌ترین تحول در دیدگاه ما نسبت به مغز به شمار می‌آید. این ایده نیز همانند تمامی تحولات، تأثیرات عمیقی از خود به جای خواهد گذاشت و من امیدوارم این کتاب، برخی از آن‌ها را نشان دهد. علاوه بر این موارد، تحول مرتبط با انعطاف‌پذیری عصبی، در درک ما از این‌که چگونه عشق، رابطه جنسی، غم و اندوه، روابط، یادگیری، اعتیاد، فرهنگ، فناوری و روان‌درمانی مغز ما را تغییر می‌دهند تأثیرگذار است. همه شاخه‌های علوم اجتماعی، انسانی و فیزیکی، از آن‌جایی که با طبیعت انسان سروکار دارند، به اندازه تمام اشکال آموزش، تحت تأثیر انعطاف‌پذیری عصبی قرار دارند. همه این رشته‌ها باید با حقیقت مغزی که خودش را تغییر می‌دهد، کنار بیایند و درک کنند که ساختار مغز در هر فرد با دیگری فرق دارد و در جریان زندگی شخصی‌مان تغییر می‌کند.

در حالی که مغز انسان به ظاهر خود را دست‌کم گرفته است، انعطاف‌پذیری عصبی نیز تنها شامل خبرهای خوش نیست؛ انعطاف‌پذیری عصبی نه تنها مغز ما را زیرک و کاردان‌تر می‌کند، بلکه آن را در مقابل نفوذ خارجی آسیب‌پذیر و حساس‌تر می‌سازد. انعطاف‌پذیری عصبی این قدرت را دارد تا رفتارهای انعطاف‌پذیر بیشتر اما سختگیرانه‌تری ایجاد کند - پدیده‌ای که من نامش را «تضاد انعطاف» گذاشته‌ام. جالب این‌جاست که برخی از سرسخت‌ترین عادات و اختلالات مانع‌تغییرپذیری ما هستند. وقتی تغییر ماده شکل‌پذیر به خصوصی در مغز رخ می‌دهد و به خوبی تثبیت می‌شود، می‌تواند از وقوع تغییرات دیگر جلوگیری کند. با درک تأثیرات مثبت و منفی انعطاف‌پذیری است که می‌توانیم به راستی به گستره قابلیت‌های بشری ببریم.

از آن‌جا که همیشه واژه‌ای جدید برای افرادی که کاری جدید انجام می‌دهند استفاده می‌شود، من متخصصان علم جدید تغییر مغز را «متخصصان انعطاف‌پذیری عصبی» می‌نامم. آنچه در ادامه خواهید خواند داستان ملاقات‌های من با آن‌ها و بیمارانی است که توسط آن‌ها تغییر کردند.



فصل اول زنی که پیوسته می افتاد...

توسط مردی نجات می یابد که کاشف تغییرپذیری در حواس ماست

شریل شیلتز^۱ همواره احساس می کند مدام در حال افتادن است و چون احساس می کند در حال افتادن است، می افتد.

وقتی بدون کمک از جا بلند می شود، در چند لحظه، به نظر می رسد که انگار بر روی پرتگاهی ایستاده و در شرف سقوط است. اول سرش لقره می گیرد و به یک سمت می چرخد و بعد دست هایش را باز می کند تا تعادلش را حفظ کند. خیلی سریع کل بدنش پی در پی به سمت جلو و عقب تکان می خورد، قبل از این که تعادلش را از دست بدهد، در آن لحظه که با آشفته گی در نوسان است، شبیه به بندبازی بر روی طنابی باریک به نظر می رسد - تنها فرقی این است که جفت پاهایش با فاصله از هم و محکم بر روی زمین قرار دارند. به نظر نمی رسد تنها از افتادن بترسد، انگار ترسش بیشتر از هُل داده شدن است.

به او می گویم: «توشبیه به کسی هستی که داره روی پل تلوتلومی خوره.» او پاسخ می دهد: «آره، احساس می کنم که در حال پریدن هستم، حتی آگه نخوام بپریم.» وقتی از نزدیک او را تماشا می کنم، می توانم ببینم که درحالی که ثابت ایستاده، اندام بدنش بدون اراده تکان می خورد، انگار گروهی نامرئی از اراذل و اوباش، ابتدا از یک سو و سپس از سمتی دیگر او را می کشند و هل می دهند و با بی رحمی سعی دارند او را به زمین بیاندازند اما موضوع این است که این اراذل و اوباش در درون او هستند و پنج سال است که با او این کار را می کنند. وقتی سعی می کند راه برود، باید دستش را به

دیوار بگیرد و با این حال همچنان مثل یک فرد مست تلو تلو می خورد. شریل حتی پس از افتادن به زمین احساس آسودگی نمی کند. از او می پرسیم: «چه احساسی داری وقتی زمین می خوری؟ وقتی می افتی، احساس زمین خوردن از بین می ره؟»

شریل می گوید: «وقتی هست که واقعاً زمین رو زیر پام حس نمی کنم... به دریچه‌ی خیالی باز می شه و منو می بلعه.» حتی وقتی او به زمین می افتد، احساس می کند که هنوز، به طور مداوم و در پرتگاهی بی پایان در حال افتادن است.

مشکل شریل این است که سیستم دهلیزی^۱ او، یعنی عضو حسی برای سیستم تعادل در بدن کار نمی کند. او بسیار خسته است و حس سقوط آزاد او را دیوانه می کند زیرا نمی تواند به هیچ موضوع دیگری غیر از این فکر کند و از آینده می ترسد. خیلی زود پس از شروع این مشکل، کارش را به عنوان نماینده فروش بین الملل از دست می دهد و اکنون با دریافت ماهانه‌ی چک از کار افتادگی به مبلغ ۱۰۰۰ دلار زندگی اش را می گذراند. ترس جدیدش هم پیری است. همچنین از نوعی اضطراب و نگرانی نادر رنج می برد که نامی ندارد.

یکی از ویژگی های ناگفته اما اساسی بهرستی ما، داشتن حس تعادلی است که به صورت طبیعی عمل می کند. در دهه ۱۹۲۰، روان پزشکی به نام پائول شیلدر^۲ در این رابطه که چطور حس سالم بودن و داشتن تصور جسمانی «استوار» با حس تعادل در ارتباط است، تحقیق کرد. زمانی که ما از «احساس آرامش» یا «آشفته‌گی»، «تعادل» یا «عدم تعادل»، «پابرجایی» یا «تزلزل»، «ثبات» یا «عدم تعادل» صحبت می کنیم، در واقع به زبان دهلیزی سخن می گوئیم - حقیقتی که وجود آن در افرادی نظیر شریل کاملاً مشهود است. تعجبی ندارد که افراد مبتلا به چنین اختلالی اغلب به لحاظ روانی از هم می پاشند و بسیاری از آن ها دست به خودکشی می زنند.

ما حواسی داریم که از وجودشان بی خبریم، تا وقتی که از دستشان می دهیم. تعادل یکی از حس هایی است که معمولاً به خوبی عمل می کند و آن قدر پیوسته و

۱. Vestibular apparatus: سیستم تعادلی (وستیبولار)، ساختاری در گوش داخلی است که نقش اصلی را در حفظ تعادل بدن ایفا می کند. و

2. Paul Schilder

متداول است که در فهرست پنج حس اصلی که ارسطو بیان کرده بوده، قرار ندارد و قرن‌ها پس از آن نیز نادیده گرفته شد.

سیستم تعادل، مسئول حس جهت‌یابی ما در فضا است. عضو حسی آن، یعنی دستگاه دهلیزی شامل سه مجرای نیم‌دایره در گوش داخلی است که با تشخیص حرکت در فضای سه بعدی، به ما می‌گویند چه زمانی ایستاده‌ایم و چگونه جاذبه بر بدن ما تأثیر می‌گذارد. یکی از مجراها حرکت در سطح هم‌تراز و افقی، مجرای دیگر حرکت در سطح عمودی و مجرای سوم حرکت به سمت جلو و عقب را تشخیص می‌دهد. مجراهای نیم‌دایره دارای موهای ریز در بستری از مایع هستند. زمانی که سرمان را تکان می‌دهیم، این مایع موها را تکان می‌دهد و علامتی به مغزمان می‌فرستد که به ما می‌گوید سرعت ما در جهتی به خصوص افزایش یافته است. هر حرکت نیازمند تطابق با سایر بخش‌های بدن است. در صورتی که ما سرمان را به سمت جلو ببریم، مغزمان به بخش به خصوصی از بدن فرمان می‌دهد تا خود را به طور ناخودآگاه تطبیق دهد، تا ما بتوانیم آن تغییر را در مرکز ثقل بدن متوازن کنیم و تعادل مان را حفظ کنیم. سیگنال‌ها از سیستم دهلیزی در امتداد عصب حرکت کرده و به توده‌ای از نورون‌های اختصاص یافته درون مغز ما می‌رسند که «هسته‌های دهلیزی»^۱ نامیده می‌شوند. سپس در این قسمت پردازش می‌شوند و بعد دستوراتی را به ماهیچه‌های ما ارسال می‌کنند تا خودشان را تطبیق دهند. یک سیستم دهلیزی سالم همچنین ارتباط قدرتمندی با سیستم بینایی ما دارد. زمانی که به دنبال یک اتوبوس در حال دویدن هستید و همان‌طور که به سرعت به جلو می‌دوید، سرتان بالا و پایین می‌رود، شما قادر هستید تا آن اتوبوس در حال حرکت را در مرکز نگاه خود قرار دهید زیرا دستگاه دهلیزی شما پیام‌هایی را به مغزتان ارسال کرده است که سرعت و جهت دویدن شما را به آن اطلاع می‌دهد. این سیگنال‌ها به مغز شما این امکان را می‌دهند تا مردمک چشم‌های شما را بچرخاند و موقعیت آن‌ها را به گونه‌ای تنظیم کند که به سمت نشان مورد نظرتان، یعنی اتوبوس هدایت شوند.

من به همراه شریل و پائول باخی ریتا^۲، یکی از پیشگامان بزرگ در درک تغییرپذیری

1. Vestibular nuclei

2. Paul Bach-y-Rita

مغزو و نیز تیم او در یکی از آزمایشگاه‌هایش هستم. شریل در مورد آزمایش‌های امروز امیدوار است و در عین بردباری در مورد وضعیتش روراست است. یوری دانیلوف، متخصص بیوفیزیک گروه، محاسبات داده‌هایی را انجام می‌دهد که تیم از دستگاه دهلیزی شریل جمع‌آوری می‌کنند. این متخصص روسی، بسیار باهوش و دارای لهجه‌ای غلیظ است. او می‌گوید: «شریل بیماریه که سیستم دهلیزیش رونود و پنج تا صد درصد از دست داده.»

با توجه به هراستادار متعارفی، مورد شریل مایوس‌کننده است. براساس دیدگاه سنتی، مغز از بخش‌های پردازش‌کننده‌ای تشکیل شده است که به صورت ژنتیکی برای انجام عملکردهایی خاص مداربندی شده‌اند و رشد و تکامل هر یک از آنها به تنهایی میلیون‌ها سال طول کشیده است. در صورتی که هر یک از این بخش‌ها آسیبی ببینند، جایگزینی ندارند. اکنون که سیستم دهلیزی آسیب دیده است، شریل به همان اندازه شانس دوباره به دست آوردن تعادل خود را دارد که شخصی که شبکیه چشمش آسیب دیده، امکان دیدن دوباره را دارد. اما امروز همه این نظریات به چالش کشیده شده‌اند.

شریل یک کلاه مخصوص بر سر گذاشته که دو طرفش سوراخ و دستگاهی داخلش وجود دارد که شتاب سنج نام دارد. همچنین یک نوار پلاستیکی باریک که بر روی آن الکترودهای کوچکی وجود دارد را بر روی زبانش قرار می‌دهد و می‌لیسد. شتاب سنج درون کلاه، سیگنال‌هایی را به نوار انتقال می‌دهد. همچنین هر دو به کامپیوتر مجاورشان متصل‌اند. شریل به قیافه خودش با آن کلاه می‌خندد و می‌گوید: «چون آگه نخندم گریه م می‌گیره.»

این دستگاه یکی از نمونه‌های اولیه باخی ریتا است که ظاهر عجیبی دارد. این دستگاه جانشین سیستم دهلیزی شریل می‌شود و سیگنال‌های تعادل را از زبان او به مغزش انتقال می‌دهد. این کلاه ممکن است بتواند کابوس فعلی شریل را کاملاً تغییر دهد. در سال ۱۹۷۷ پس از انجام یک عمل جراحی عادی برای بیرون آوردن رحم، شریل که در آن زمان سی و نه ساله بود، دچار عفونت پس از جراحی می‌شود و

به همین دلیل برایش آنتی بیوتیک جنتامایسین^۱ تجویز می شود. از عوارض شناخته شده مصرف بیش از اندازه جنتامایسین، عفونت ساختار گوش داخلی است و حتی می تواند منجر به از دست دادن شنوایی (که این مورد در شریل صدق نمی کند) و آسیب به ساختار گوش میانی و سیستم تعادل بدن (مورد شریل) شود. با این همه، از آن جا که جنتامایسین ارزان و مؤثر است همچنان تجویز می شود اما معمولاً تنها برای یک دوره کوتاه مدت. شریل می گوید این دارو بیش از حد به او داده شده است و به این ترتیب، او در خانواده کوچک آسیب دیدگان جنتامایسین قرار گرفت که خودشان را با عنوان «لرزشی ها» می شناسند.

شریل یک روز به صورت ناگهانی متوجه می شود که نمی تواند بدون این که به زمین بیفتد، بایستد. اگر سرش را بچرخاند، کل اتاق دور سرش می چرخد. او نمی توانست تشخیص دهد که خودش باعث این حرکت است یا دیوارها. بالاخره با تکیه بر دیوار بر روی پاهایش بلند می شود، خودش را به تلفن می رساند و به دکترش زنگ می زند. وقتی به بیمارستان می رسد، پزشکان از او آزمایش های مختلفی می گیرند تا ببینند که آیا سیستم دهلیزی او کار می کند یا نه. آن ها آب گرم و بسیار سردی را درون گوش های او ریختند و او را روی تخت شیب داری خواباندند. وقتی از او خواستند تا با چشمان بسته از جایش بلند شود و بایستد، به زمین افتاد. یکی از پزشکان به او گفت: «بدن شما عملکرد دهلیزی ندارد.» آزمایش ها نشان دادند که از کارکرد دستگاه دهلیزی شریل تنها دو درصد باقی مانده است.

شریل می گوید: «دکترم خیلی بی تفاوت بود. ظاهراً این باید از عوارض جانبی جنتامایسین باشه.» در همین حال احساساتی می شود و می گوید: «چرا هیچ کس از این عوارض به من چیزی نگفت؟ دکترم بهم گفت که این مشکل همیشگیه. من تنها بودم. مادرم منو برد دکتر اما بعد رفت تا ماشینو بیاره و بیرون بیمارستان منتظر بود. مادرم ازم پرسید حالم بهتر می شه؟ و من بهش نگاه کردم و گفتم همیشگیه... هیچ وقت خوب نمی شم.»

از آنجا که ارتباط بین سیستم دهلیزی شریل و سیستم بینایی او آسیب دیده است، چشمان او نمی توانستند یک هدف در حال حرکت را به راحتی دنبال کنند. او

1. gentamicin

می گوید: «هر چیزی که می بینم، مثل یه ویدیوی بد و غیر حرفه ای بالا و پایین می پره. انگار هر چیزی که می بینم از ژله ساخته شده و هر قدمی که بر می دارم، همه چیز می لرزه.»

هرچند او نمی توانست اشیاء در حال حرکت را با چشمانش دنبال کند، بینایی او تمام آن چیزی است که به او می گوید ایستاده است. چشمان ما با ثابت شدن بر روی خطوط افقی به ما کمک می کنند تا بدانیم در کجای محیط قرار گرفته ایم. یک بار وقتی چراغ ها خاموش شدند، شریل بلافاصله به زمین افتاد اما بینایی تکیه گاه نامطمئنی برای اوست زیرا هرگونه حرکتی در مقابلش - حتی فردی که به سمت او می آید - احساس افتادن را تشدید می کند. حتی پیچ و خم های فرش نیز با راه اندازی پی در پی پیام های کاذب که موجب می شود او به اشتباه فکر کند کج ایستاده، منجر به واژگونی اش می شوند.

او همچنین از خستگی روحی رنج می برد، به این خاطر که مدام در حالت آماده باش است. حفظ حالت قائم و راست ایستادن، نیروی زیادی از مغز می گیرد و نیروی مغزی که به منظور این عملکرد ذهنی مصرف می شود موجب کاهش عملکردهای ذهنی دیگر نظیر حافظه و توانایی، محاسبه و استدلال می شود.

وقتی یوری در حال آماده کردن کامپیوتر برای شریل است، من درخواست می کنم تا دستگاه را امتحان کنم. کلاه مخصوص را بر روی سرم می گذارم و دستگاه پلاستیکی که بر روی آن الکتروود وجود دارد و به آن نمایشگر زبان می گویند را درون دهانم سُر می دهم. سطح آن صاف است و ضخامتش بیشتر از یک آدامس نیست. شتاب سنج یا حس گر درون کلاه، حرکات در دو سطح را تشخیص می دهد. همان طور که من سرم را به سمت بالا و پایین تکان می دهم، این حرکت به صورت نقشه بر روی صفحه کامپیوتر نقش می بندد که به تیم اجازه می دهد تا آن را بررسی کنند.

همین نقشه بر روی مجموعه کوچک ۱۴۴ الکتروودی نشان داده می شود که درون نوار پلاستیکی بر روی زبانم کار گذاشته شده اند. وقتی سرم را به سمت جلو خم می کنم، شوک های الکتریکی به جلوی زبانم وارد می شوند که احساسی مانند حباب های گاز دار دارد و به من می گوید که سرم به سمت جلو خم شده است. بر

روی صفحه کامپیوتر می توانم ببینم که سرم کجا قرار گرفته است. وقتی سرم را به عقب بر می گردانم، احساس می کنم آن حباب های گازدار با موجی آرام می چرخند و به انتهای زبانم می روند. وقتی سرم را به طرفین خم می کنم نیز همین اتفاق می افتد. سپس چشمانم را می بندم و امتحان می کنم که چطور می توانم با زبانم راهم را در فضا پیدا کنم. خیلی سریع فراموش می کنم که اطلاعات حسی از زبانم به دست می آید و می توانم پی ببرم که من در کجای فضا قرار دارم.

شریل کلاه را پس می گیرد؛ با تکیه دادن به میز تعادلش را حفظ می کند.

یوری در حال تنظیم کنترل ها می گوید: «بیاین شروع کنیم.»

شریل کلاه را بر سرش می گذارد و چشمانش را می بندد. تکیه اش را از میز بر می دارد اما برای داشتن احساس رضایت بخش حاصل از تماس، دو انگشتش را بر روی آن نگه می دارد. او به زمین نمی افتد، هر چند به جز چرخش حباب ها بر روی زبانش، هیچ درکی از بالا و پایین ندارد. او انگشتانش را از میز بر می دارد. دیگر تلو تلو نمی خورد. او شروع می کند به گریه کردن - سیلی از اشک که ناشی از یک ضربه روحی است؛ اکنون که این کلاه را بر سر دارد و احساس امنیت می کند می تواند چشم هایش را باز کند. اولین باری که این کلاه را بر سرش گذاشت، برای اولین بار پس از پنج سال، دیگر احساس دائمی افتادن را نداشت. هدف امروز او این است که وقتی این کلاه را به سر دارد، متمرکز شود و به مدت بیست دقیقه بدون تکیه گاه و کمک بایستد. بیست دقیقه ایستادن برای هر کسی، صرف نظر از «لرزشی ها»، نیازمند مهارت و تعلیماتی در حد نگهبانان کاخ باکینگهام دارد.

شریل راحت و آسوده به نظر می رسد. لغزش های جزئی دارد. تکان های شدید و سخت متوقف شده اند و آن نیروی شیطانی مبهم که به نظرات درون او را هل می داد و به زمین می انداخت ناپدید شده است. مغزش در حال رمزگشایی سیگنال هایی از سیستم دهلیزی مصنوعی اش است. برای او، این لحظات همراه با آرامش، یک معجزه است - یک معجزه انعطاف پذیری عصبی، زیرا این احساسات مور مور شدن بر روی زبانش، که به طور معمول راهشان را به بخشی از مغز به نام قشر حسی^۱ پیدا

می‌کنند - یعنی همان لایه نازک بر روی سطح مغز که حس لامسه را پردازش می‌کند - به گونه‌ای راهشان را از طریق مسیری تازه به مغز پیدا می‌کنند و به ناحیه‌ای از مغز می‌رسند که تعادل را پردازش می‌کند.

باخی ریتا می‌گوید: «ما الان داریم روی این وسیله کار می‌کنیم تا اونقدر کوچک بشه که توی دهن مخفی بشه. مثل ردیف ساز دندان‌تواورتودنسی. این هدف ماست. بعد شریل و هرکسی که این مشکل رو داره، به زندگی عادی برمی‌گرده. هرکسی مثل شریل باید بتونه وقتی این دستگاه رو توی دهنش داره حرف بزنه و غذا بخوره، بدون این‌که کسی بفهمه چیزی توی دهنش هست.»

بعد ادامه می‌دهد: «اما این فقط برای افرادی نیست که دچار عوارض جنتامایسین شدن. دیروز توی روزنامه نیویورک تایمز به مقاله چاپ شده بود راجع به زمین خوردن در سالخوردگی. افراد مسن بیشتر از زمین خوردن می‌ترسن تا زورگیری. یک سوم افراد مسن زمین می‌خورن و چون از افتادن می‌ترسن، خونه می‌مونن و از دست و پاشون استفاده نمی‌کنن و از نظر جسمانی زودتر آسیب می‌بینن اما من فکر می‌کنم، به بخشی از مشکل اینه که حس تعادل، مثل شنوایی، چشایی، بینایی و بقیه حواس - با بالا رفتن سن ما کم کم ضعیف می‌شن. این وسیله به اونا هم کمک می‌کنه.»

یوری دستگاه را خاموش می‌کند و می‌گوید: «وقتشه.»

اکنون نوبت به دومین معجزه انعطاف‌پذیری عصبی می‌رسد. شریل دستگاه روی زبان را از دهانش بیرون می‌آورد و کلاه را از سر برمی‌دارد. اولبخت عمیقی می‌زند زیرا در حالی که چشمانش بسته‌اند، بدون تکیه‌گاه ایستاده و به زمین نمی‌افتد. بعد چشمانش را باز می‌کند، هنوز می‌ز را لمس نکرده است، یک پایش را بلند می‌کند و در حالی که وزنش را روی پای دیگرش می‌اندازد، تعادلش را حفظ می‌کند.

شریل به سمت دکتر باخی ریتا می‌رود و او را در آغوش می‌گیرد و می‌گوید: «من عاشق این آدم هستم.» بعد به سمت من می‌آید. او لبریز از احساس است و از این‌که دنیا را دوباره زیر پایهایش احساس می‌کند شدیداً تحت تأثیر قرار گرفته است و من را نیز در آغوش می‌گیرد.

«احساس می‌کنم ثابت و استوارم. نباید فکر کنم ماهیچه‌هام کجان. الان می‌تونم

به چیزای دیگه فکر کنم.» او به سمت یوری برمی‌گردد و او را نیز می‌بوسد.

یوری که در مورد داده‌ها شکاک است، می‌گوید: «باید تأکید کنم که چرا معتقدم این به معجزه‌س. شریل تقریباً هیچ عضو حسی طبیعی ندارد. ما تو این بیست دقیقه که گذشت برایش حس‌گر مصنوعی ایجاد کردیم اما معجزه واقعی چیزیه که الان بعد از برداشتن دستگاه داره اتفاق می‌افته و اون نه سیستم دهلیزی طبیعی داره نه مصنوعی. ما داریم به نوع نیرو درون اون بیدار می‌کنیم.»

اولین باری که آن‌ها این کلاه را امتحان کردند، شریل تنها یک دقیقه آن را بر سر گذاشت. پس از این‌که شریل کلاه را از سر برداشت، آن‌ها متوجه شدند که «تأثیری پس ماند» به مدت بیست ثانیه در او باقی مانده است، یعنی یک سوم مدت زمانی که کلاه را بر سر داشت. سپس شریل به مدت دو دقیقه کلاه را بر سر می‌گذارد و تأثیر پس ماند به مدت چهل ثانیه باقی می‌ماند. سپس آن‌ها این مدت زمان را به بیست دقیقه افزایش دادند و انتظار داشتند تأثیر پس ماند کمتر از هفت دقیقه باشد اما به جای این‌که این تأثیر پس ماند به مدت یک سوم زمان باقی بماند، سه برابر این زمان یعنی یک ساعت ادامه یافت. امروز، باخی ریتا می‌گوید، آن‌ها در حال انجام آزمایش‌هایی هستند تا بررسی کنند که آیا بیست دقیقه بیشتر استفاده کردن از این دستگاه، موجب نوعی اثر یادگیری خواهد شد تا بدین ترتیب مدت زمان تأثیر پس ماند حتی بیشتر ادامه یابد.

شریل شروع می‌کند به ادا و اطوار در آوردن و پزدادن: «من می‌تونم دوباره مثل به خانم راه برم. شاید برای بیشتر آدم‌ها خیلی کار مهمی نباشه اما برای من که مجبور نیستم دیگه برای راه رفتن پاهامو با فاصله از هم بذارم، خیلی مهمه.»

شریل روی صندلی می‌رود و از آن پایین می‌پرد. او خم می‌شود تا چیزهایی را از روی زمین بردارد، تا نشان دهد می‌تواند دوباره راست بایستد و می‌گوید: «دفعه پیش که کلاه رو سرم گذاشتم تو مدت زمان تأثیر پس ماند، می‌تونستم طناب بازی کنم.»

یوری می‌گوید: «جالب اینجاس که شریل فقط طرز قرارگیری بدنش درست نشده. بعد از به مدت استفاده از دستگاه، اون تقریباً عادی رفتار می‌کنه. تعادلش رو حفظ می‌کنه و رانندگی می‌کنه که دلیلش بهبود عملکرد دهلیزیه. وقتی اون سرش رو تکون می‌ده، می‌تونه روی هدفش تمرکز کنه، یعنی ارتباط بین بینایی و سیستم دهلیزی هم بهبود پیدا کرده.»

سرم را بالا می‌آورم و می‌بینم شریل در حال رقص با باخی ریتا است. چگونه شریل می‌تواند بدون استفاده از دستگاه برقصد و وظایف طبیعی‌اش را انجام دهد؟ به عقیده باخی ریتا دلایل متعددی وجود دارد. به طور مثال، سیستم دهلیزی شریل که آسیب دیده درهم و برهم و دارای «اختلال» است و سیگنال‌های جورواجور می‌فرستد. بدین ترتیب، اختلال در بافت آسیب‌دیده جلوی هرگونه سیگنالی که از بافت سالم ارسال می‌شود را می‌گیرد. این دستگاه به تقویت سیگنال‌هایی که از بافت‌های سالم شریل ارسال می‌شوند کمک می‌کند. باخی ریتا همچنین گمان می‌کند این دستگاه در به خدمت گرفتن سایر مسیرهای مغز نیز کمک می‌کند؛ در اصل، انعطاف‌پذیری نیز از همین جا نشئت می‌گیرد. سیستم مغزی هر فرد از مسیرهای عصبی بسیار و یا نورون‌هایی ساخته شده است که به یکدیگر متصل‌اند و با هم فعالیت می‌کنند. در صورتی که مسیرهای اصلی خاص مسدود باشند، مغز از مسیرهای قدیمی برای دور زدن آن‌ها استفاده می‌کند. باخی ریتا می‌گوید: «من این طوری بهش نگاه می‌کنم. آگه دارین از این جا تا میلواکی رانندگی می‌کنین و پل اصلی مسدود شده باشه، اول بی حرکت می‌مونید، بعد از جاده‌های فرعی قدیمی وسط زمین‌های زراعی رد می‌شین. بعد وقتی بیشتر از این جاده‌ها تردد می‌کنین، راه‌های کوتاه‌تری برای رسیدن به مقصدتون پیدا می‌کنین و زودتر به اونجا می‌رسین.» این مسیرهای عصبی «فرعی»، «آشکار» یا پدیدار هستند و با استفاده هر چه بیشتر، تقویت می‌شوند. به طور کلی تصور می‌شود که «آشکارسازی» مسیرها یکی از روش‌های اصلی است که مغز تغییرپذیر خودش را دوباره سازماندهی می‌کند. این حقیقت که مدت زمان تأثیرپس ماند در بدن شریل به تدریج افزایش می‌یابد، نشان می‌دهد که مسیرهای آشکار در حال قوی‌تر شدن هستند. باخی ریتا امیدوار است که شریل، با تمرین و آموزش، بتواند به طولانی کردن مدت تأثیرپس ماند ادامه دهد.

چند روز بعد ایمیلی از شریل به دست باخی ریتا می‌رسد که گزارش او از مدت زمان باقی ماندن تأثیرپس ماند است هنگامی که در خانه خودش به سر می‌برد. «کل زمان پس ماند: ۳ ساعت و بیست دقیقه بود... لرزش توی سرم شروع می‌شه - طبق معمول... نمی‌تونم درست حرف بزنم... احساس گیجی می‌کنم. خسته،

بی حوصله... افسرده.»

یک داستان دردناک شبیه به داستان سیندرلا. خارج شدن از حالت عادی بسیار سخت است. وقتی شریل این حالت را تجربه می کند، احساس می کند مُرده، زنده شده و سپس دوباره مُرده است. از طرفی، سه ساعت و بیست دقیقه پس از تنها بیست دقیقه استفاده از دستگاه، زمان پس ماندی ده برابر بیشتر از زمان استفاده از دستگاه است. او اولین نفر از «لرزشی ها» است که تحت درمان قرار گرفته و حتی اگر مدت زمان تأثیر پس ماند به هیچ وجه افزایش نیابد، او اکنون می تواند چهار بار در روز به مدت کوتاه از دستگاه استفاده کند و زندگی عادی داشته باشد. اما از آنجا که به نظر می رسد با هر جلسه استفاده از دستگاه، مغز او تعلیم می بیند تا مدت زمان پس ماند را افزایش دهد، دلیل خوبی است برای این که انتظار داشته باشیم این زمان طولانی تر شود. در صورتی که این حالت ادامه پیدا کند...

این حالت ادامه یافت. شریل تا یک سال بعد مرتباً از این دستگاه استفاده کرد تا آسوده باشد و تأثیر پس ماند را افزایش دهد. تأثیر پس ماند او از چندین ساعت به چند روز و سپس به چهار ماه افزایش یافت. اکنون او دیگر به هیچ وجه از دستگاه استفاده نمی کند و خودش را جزو گروه «لرزشی ها» نمی داند.

در سال ۱۹۶۹، نیچر^۱، برجسته ترین نشریه علمی در اروپا، مقاله کوتاهی را به چاپ رسانده بود که به طور واضح احساس داستان های علمی-تخیلی را القای کرد. پائول باخی ریتا، نویسنده ارشد آن، هم دانشمند و هم پزشک توان بخشی بود- یک ترکیب نادر. این مقاله، شرح دستگاهی بود که به افرادی که از زمان تولد نابینا بودند کمک می کرد تا ببینند- تمام افرادی که شبکیه چشم آن ها آسیب دیده بود و کاملاً غیرقابل درمان تشخیص داده شده بودند.

مقاله ی نشریه نیچر، در بخش «هفته نامه و زندگی» روزنامه نیویورک تایمز چاپ شد اما شاید به این خاطر که این ادعا به ظاهر بسیار نامعقول می رسید، این دستگاه و مخترع آن خیلی زود تا حدی به فراموشی سپرده شدند.

همراه با این مقاله، تصویری از یک دستگاه عجیب و غریب نیز بود - چیزی

۱. Nature: مجله نیچر که از سال ۱۸۶۹ میلادی تاکنون منتشر می شود یک نشریه هفتگی جامع است که در میان پرازش ترین مجله های علمی جهان قرار دارد. م