

## پیشگفتار

علوم اعصاب با سرعت هر چه تمام‌تر آنچه را که ما در مورد مغز، سیستم عصبی و در نهایت خودمان می‌دانیم ارتقا می‌دهد. اغلب اوقات همراهی کردن و دانستن هر اکتشاف سخت است. جایزه مغز سال ۲۰۱۷ به دانشمندان علوم اعصابی داده شد که پژوهش‌های آن‌ها یادگیری و سیستم پاداش مغز را تشریح می‌کرد. این اکتشاف به ما کمک می‌کند تا رفتارهای مرتبط با تکانش برای قمار و مصرف مواد و اعتیاد به الکل را بهتر درک کنیم. جایزه نوبل سال ۲۰۱۷ برای پزشکی یا فیزیولوژی به محققانی داده شد که پرده از نحوه عملکرد ساعت‌های زیستی درونی ما (ریتم‌های شبانه‌روزی) برداشتند. و در نهایت جایزه مغز سال ۲۰۱۸ به پاس تحقیق روی مکانیسم‌های درگیر در بیماری‌های تحلیل برنده عصبی همچون آلزایمر و پارکینسون اعطا گردید.

اکتشاف یک شبه اتفاق نمی‌افتد اما این حوزه لحظات "اورکا"ی زیادی را از سال ۲۰۱۰ (چاپ قبلی کتاب حاضر) به ارمغان آورده است. در اینجا ما لحظه‌ای درنگ می‌کنیم و سرعت‌مان را کاهش می‌دهیم تا برخی از اصول پشت پرده تحقیقات و اکتشاف‌هایی را که دانش امروزی ما از علوم اعصاب را پایه‌گذاری کرده‌اند مورد بررسی قرار دهیم. ویرایش هشتم کتاب حقایق مغز (یعنی کتاب حاضر) شامل جدیدترین یافته‌های ما در مورد مغز می‌باشد و به مباحث تازه و نوپای این علم می‌پردازد.

در پس هر یافته جدید یک سری اصل و قانون وجود دارد. اصولی که دانشمندان علوم اعصاب در طی بیش از یکصد سال گذشته با مطالعه بر روی مغز گردآوری کرده‌اند. اعضای جامعه علوم اعصاب این اصول را بیشتر از یک دهه است که تحت عنوان مفاهیم کلیدی بیان کرده‌اند. هشت ایده اصلی که لازم است عموم مردم در مورد مغز و سیستم عصبی خودشان بدانند. این مفاهیم کلیدی سنگ بنایی برای عمق بخشیدن به فهم شما از آنچه که در این کتاب ارائه می‌شود خواهد بود. برای مثال در پس زمینه اطلاعات مرتبط با ریتم شبانه‌روزی مفهومی قرار می‌گیرد که مغز چگونه از این اطلاعات

دورن مدارهایی برای پردازش آن‌ها استفاده می‌کند. نقش یادگیری و سیستم پاداش در رفتارهایی همچون قمار تکانشی و اعتیاد این مفهوم را نشان می‌دهد که مغز از استنتاج، احساسات، حافظه و خیال‌پردازی برای پیش‌بینی کردن استفاده می‌کند.

در سراسر این کتاب آیکون‌های مرتبط با هر مفهوم کلیدی قرار داده شده است تا این فرصت را به شما بدهد که این اطلاعات در زمینه‌ی بزرگتری از علوم اعصاب (با یک دید کل‌نگر) قرار بدهید. این مفاهیم مانند زیربنایی برای شما عمل می‌کنند که به وسیله آن می‌توانید جزئیات بیشتر از دانش را بر روی آن سوار کنید. چنانچه در طول مطالعه به قسمتی از کتاب برای ارجاع نیاز داشتید می‌توانید از یک نشانه‌گذار کتاب (بهتر است بر روی آن چیزی هم بنویسید) استفاده کنید.

## مغز پیچیده‌ی شما



مغز انسان از حداقل ۸۶ میلیارد سلول عصبی تشکیل شده است. برخلاف تصور عامه مردم، ما نه فقط از درصد کمی از آن‌ها بلکه از همه‌ی این سلول‌های عصبی درون مغزمان استفاده می‌کنیم. هر یک از این نورون‌ها یا سلول‌های عصبی سیگنال‌هایی الکتریکی را با هزاران سلول دیگر تبادل می‌کنند تا مدارهای بی‌شماری را بسازند. مدارهایی که در کنار سایر سلول‌های عصبی بدن، سیستم عصبی ما را شکل می‌دهد.

در طول میلیون‌ها سال، سیستم عصبی ما از تکامل سیستم‌های بسیار ساده‌تر به وجود آمده است. کرم‌ها، مگس میوه، گورخرماهی، سمندر، موش و میمون‌ها، همه و همه اشتراکاتی بنیادی با سیستم عصبی انسان دارند.

سیستم عصبی به وسیله‌ی ایجاد ارتباط میان بخش‌های مختلف بدن مانند سیستم قلبی عروقی، دستگاه گوارش، سیستم ایمنی و ... در بدن ما هماهنگی ایجاد می‌کند.

اگرچه بسیاری از قسمت‌های سیستم عصبی ما با همدیگر ارتباط دارند و هماهنگی عجیبی نیز با هم دارند، اما مسیرهای بی‌شماری برای خطا رفتن وجود دارد که ما را دچار مشکل می‌کند: از بیماری آلزایمر گرفته تا افسردگی. از هر ۴ نفر در دنیا یک نفر با یک اختلال روانپزشکی دست و پنجه نرم می‌کند. اختلالاتی که در نهایت هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی هنگفتی را بر جوامع تحمیل می‌کند. برای حل این مشکلات راهی به جز رسوخ به دنیای پر رمز و راز مغز و سیستم عصبی نداریم.



## نورون‌ها چگونه با هم ارتباط برقرار می‌کنند؟

این که مغز شما می‌تواند مانند فرمانده‌ای در بدن شما تصمیم بگیرد مدیون ارتباط میان سلول‌های عصبی آن است. این سلول‌ها پیام‌ها را به سراسر بدن منتقل می‌کنند و به افکار، اندیشه‌ها و تصمیمات شما جامه‌ی عمل می‌پوشاند. نورون‌ها از طریق اتصالات الکتریکی و شیمیایی با هم ارتباط برقرار می‌کنند.

وقتی که انگشت خود را زیر چکش له می‌کنید نورون‌های حسی سیگنال‌هایی الکتریکی را تولید می‌کنند که پتانسیل عمل نامیده می‌شود. پتانسیل عمل به سرعت در طول نورون حرکت می‌کند تا به انتهای آن برسد. اما این سیگنال الکتریکی نمی‌تواند فاصله‌ی میان دو نورون را طی کند. برای برقراری ارتباط میان دو سلول عصبی پتانسیل عمل (پیام الکتریکی) باید تبدیل به یک پیام شیمیایی شود. پیامی که توانایی عبور از فضای میان دو سلول عصبی را طی کند. فضایی که سیناپس نامیده می‌شود.

آزاد شدن پیام‌رسان‌های شیمیایی می‌تواند یک پتانسیل عمل را در سلول بعدی یعنی در آن سوی سیناپس فعال کند. این پیام شیمیایی می‌تواند رو به جلو باشد و سلول بعدی را تحریک کند و یا این که بر روی خود سلول فرستنده‌ی پیام اثر بگذارد و انتقال سیگنال را متوقف کند. این اتفاق بارها و بارها رخ می‌دهد و با تکرار این فعالیت سیناپس قدرتمندتر می‌شود. بنابراین پیام‌های بعدی احتمال انتقالشان بیشتر می‌شود. بدین ترتیب نورون‌ها یاد می‌گیرند که چه پیام‌هایی را انتقال دهند و چه پیام‌هایی را نادیده بگیرند. به این شکل است که مغز در نهایت می‌تواند خود را با یک محیط دائمی در حال تغییر تطبیق دهد.



## چگونه مغز اطلاعات را پردازش می‌کند

سیستم عصبی شما، پر از مدارهای نورونی است که پیام‌ها را در سراسر مغز و بدن شما منتقل می‌کنند. این سیستم، مسئول هر آنچه که فکر می‌کنید، می‌گوئید، انجام می‌دهید و یا احساس می‌کنید است. مدارهای حرکتی فرمان‌ها را به عضلات شما هدایت می‌کنند. مدارهای ساده، رفلکس‌های خود مختار شما را تنظیم می‌کنند. مدارهای حسی، پیام‌ها را از گیرنده‌های حس به سمت مغز شما هدایت می‌کنند. فعالیت‌های شناختی پیچیده مانند حافظه، تصمیم‌گیری و ادراک جهان اطراف به مدارهای پیچیده‌تری احتیاج دارند.

تمام این مدارها قبل از زمانی که پا به این دنیا بگذارید، شکل می‌گیرند. یعنی درست زمانی که ژن‌های شما شکل‌گیری مدارها را در مغز در حال رشد شما مدیریت می‌کنند. اغلب تغییرات مغز در دوران کودکی ما شکل می‌گیرد. اگر چه باید بدانیم این تغییرات در سراسر طول عمر ما در حال انجام است. تمامی این اقدامات در راستای ایجاد مغزی بهتر و کارآمد تر صورت می‌گیرد.

### چگونه تجربه، مغز شما را شکل می‌دهد؟



مغز ما اکثر نورون‌هایش را از زمان تولد به همراه دارد. اکثر این نورون‌ها، برای بقیه عمر همراه ما هستند، با این حال مغز دائما تغییر می‌کند، فرایندی که عصب‌شناسان به آن انعطاف‌پذیری عصبی می‌گویند. وقتی یک مهارت یا زبان می‌آموزید، مغز با تغییر در قدرت ارتباطات عصبی یا حتی ساختن یک ارتباط جدید به آن پاسخ می‌دهد. هر تجربه جدید، مغز شما را طوری شکل می‌دهد که منحصر بفرد خود شما باشد.

قدرت تغییر برای مغز حیاتی است. مغزی که بر اثر ضربه یا بیماری، آسیب می‌بیند، می‌تواند توان از دست رفته خود را با بازسازی دوباره ارتباطات و حتی گاهی ساختن نورون‌های جدید دوباره به دست آورد. هر چند که ساخت نورون جدید اگر غیرممکن نباشد، بسیار آهسته است. در یک مغز سالم، علاوه بر رشد نورون‌ها، همواره تعدادی نیز می‌میرند. در طول رشد، تعداد اضافه‌ای از نورون‌ها تشکیل می‌شوند. مغز طی سال‌های اولیه زندگی، در طی فرایندی که هرس سیناپسی نامیده می‌شود، این سلول‌های اضافی را از بین می‌برد و فقط آن‌هایی می‌ماند که شما به آن نیاز دارید. بعد از آن هم نورون‌های بی‌استفاده، از میدان خارج می‌شوند. ورزش‌های ذهنی و بدنی می‌تواند باعث حفظ این نورون‌ها شود و مغز شما را سالم نگه دارد.

### استدلال، برنامه‌ریزی و حل مشکلات



تقریباً ۸۶ میلیارد سلول عصبی به هم پیوسته در مغز ما، این قابلیت را به آن می‌دهد که بتوانیم جهان پیرامون خود را درک کنیم. اقدامات خود را برنامه‌ریزی کرده و مشکلاتمان را حل نماییم. مغز برای انجام این کار باید تمام اطلاعات موجود را در هم بیامیزد. مغز با ترکیب اطلاعاتی که از همه‌ی حواس بدن ما دریافت می‌کند، جهان پیرامون ما را به تصویر می‌کشد. سپس مغز با استفاده از استنتاج و غریزه، تصویری را که خود برای ما ساخته، برایمان معنی‌دار می‌کند. مغز هم باعث ایجاد عواطف می‌شود و هم از این عواطف استفاده می‌کند. این عواطف به مغز

کمک می‌کنند تا ارزش‌ها را ارزیابی کرده و به طور موثر به وقایع پاسخ دهد. مغز تصاویری را که خود روی هم گذاشته با احساسات ترکیب می‌کند و به این ترتیب خاطرات شکل می‌گیرند. مغز ما این خاطرات را ذخیره می‌کند، از آن‌ها یاد می‌گیرد و در آینده از آن‌ها استفاده می‌کند. مغز ما با ترکیب همه‌ی این موارد با "تخیل" می‌تواند رویدادهای آینده را پیش بینی کند، حرکت بعدی را محاسبه و برنامه‌هایی را برای فرصت‌های آینده طراحی نماید. انجام تمام این فعالیت‌ها به طور معمول، مستلزم آگاهی است. به عبارت دیگر، این ارتباطات هماهنگ تریلیونی مغز ما سبب می‌شوند تا جهان را درک کنیم، به فکر آینده باشیم و در نهایت ما را "ما" می‌کند.

## قدرت زبان



یکی از چیزهایی که انسان را منحصر به فرد می‌کند، استعداد ما برای صحبت کردن است. انسان‌ها به روش‌های بسیار پیچیده‌تری از حیوانات دیگر با هم و با تمامی پدیده‌های دیگر ارتباط برقرار می‌کنند؛ چون مغز ما به اندازه‌ی کافی برای آن سیم‌کشی شده است. در مقایسه با سایر حیوانات، مغز انسان دارای قشر مغزی خارق‌العاده‌ای است که با مدارهای عصبی اختصاص داده شده برای "زبان" پر شده است. نورون‌ها در بخش‌های گیجگاهی، جداری و پیشانی قشر مغز، مدارهایی شکل می‌دهند که صداها و نمادهای زبان را تفسیر می‌کنند.

ما از سویی از این مدارها برای تولید کلمات استفاده می‌کنیم و آن‌ها را به صداها تبدیل کرده و صحبت می‌کنیم و از سوی دیگر، معنی صداها را که می‌شنویم، درک می‌کنیم. از بدو تولد، مغز ما برای یادگیری زبان آماده شده است. زبان به ما قابلیت تفکر و خلاقیت می‌بخشد. ما با زبان می‌توانیم ایده‌ها و اطلاعات را با یکدیگر مبادله کرده و اکتشافات مان را به اشتراک بگذاریم. با گذشت زمان، این امر منجر به ظهور فرهنگ و تمدن انسانی و تمامی اختراعات جامعه‌ی مدرن کنونی شده است.

## خاستگاه کنجکاوی



آیا می‌دانستید که مغز شما حدوداً ۲۵ وات الکتریسیته مصرف می‌کند که برای روشن کردن یک لامپ برق LED کافی است؟ و آیا می‌دانستید که نزدیک به ۱۰,۰۰۰ نوع سلول عصبی مختلف در مغز شما وجود دارد؟ واقعیت این است که اگر ما این چیزها را می‌دانیم، یا به دنبال دانستن آنها هستیم؛ به دلیل قابلیت خاصی است که فقط از مغز پیچیده‌ی ما برمی‌آید: "کنجکاوی".

کنجکاوی، از همان اوایل کودکی، ما را به درک محیط پیرامونمان، جامعه‌ای که در آن زندگی می‌کنیم، اعضای بدنمان و حتی مغزهایمان هدایت می‌کند. در دویست سال گذشته مطالعه‌ی علوم اعصاب به ما در درک این دانش‌ها کمک زیادی کرده است. ما یاد گرفته‌ایم که چگونه نورون‌ها در سطح مولکولی کار می‌کنند و چگونه این میلیاردها سلول عصبی با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند تا ما بتوانیم صحبت کنیم، یاد بگیریم و تصاویر را به خاطر بسپاریم. ما در حال فهمیدن این هستیم که چرا پرهیز از خوردن قند چنین دشوار است، چگونه ورزش فعالیت مغز ما را بهبود می‌بخشد و چرا تمایل به خاراندن زمانی که جایی از بدنمان می‌خارد، بسیار مقاومت‌ناپذیر است. در طول راه، این اکتشافات منجر به بینش‌های بی‌شماری شده‌اند که به ما در حل مشکلات انسانی کمک کرده‌اند. ما برای درد و بیماری پارکینسون درمان داریم و درمان‌های بیشتری هم در راه هستند. افسردگی و بیماری آلزایمر، کم‌کم اسرار خود را فاش می‌کنند. با این حال، هنوز چیزهای زیادی باقی مانده‌اند که باید در مورد مغز یاد گرفته شوند و اکتشافات زیادی هستند که باید به انجام برسند.

### چگونه تحقیقات به سلامت انسان کمک می‌کنند

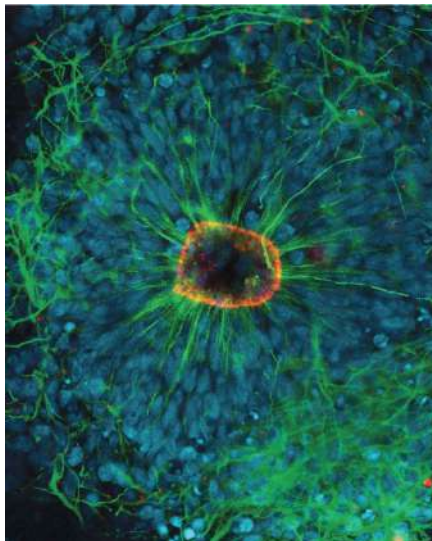


طبق برآورد سازمان ملل متحد، شرایط عصبی و روانی مانند بیماری آلزایمر، بیماری پارکینسون و افسردگی، از هر چهار نفر یک نفر را در سراسر جهان تحت تاثیر قرار می‌دهد. سالانه این بیماری‌ها، نسبت به حملات قلبی، سرطان یا HIV / ایدز، معلولیت‌های بیشتری ایجاد می‌کنند و سبب درد و رنج فراوان مبتلایان شده و سلامت و استقلال فردی را از آنان سلب می‌کنند. از این گذشته، آن‌ها همچنین برآورد کرده‌اند که این شرایط سالانه ۱٫۵ تریلیون دلار هزینه بر اقتصاد ایالات متحده تحمیل می‌کند. این اعداد و ارقام و تراژدی‌های انسانی پشت آن‌ها، یکی از نیروهای محرکه‌ی علوم اعصاب است.

دانشمندان علوم اعصاب، بیولوژی اعصاب و مغز را هم در حیوان و هم انسان مطالعه می‌کنند تا این شرایط مهلک را درک کنند - و در نهایت آن‌ها را درمان یا از پیشروی‌شان جلوگیری نمایند. هنگامی که یک درمان امیدوارکننده ظاهر می‌شود، دانشمندان علوم اعصاب با دیگر متخصصین پزشکی دست به کار می‌شوند تا به دقت آن را در حیوانات، و در نهایت در انسان بیازمایند. اگر دارو در این آزمون‌ها امن و موثر تشخیص داده شود، برای تجویز به بیماران در سراسر کشور تأیید می‌شود. از چندین دهه پیش محققان از این روند برای مبارزه با اختلالات عصبی و بیماری‌های روانی مهلک استفاده کرده‌اند.

در دهه های ۵۰ و ۶۰، این تلاش‌ها منجر به کشف داروی L-dopa شد که تاکنون به میلیون‌ها نفر از بیماران برای کاهش علائم بیماری پارکینسون کمک کرده است. در دهه‌ی ۱۹۹۰، دسته‌ای از داروها به نام بازدارنده‌های انتخابی بازجذب سروتونین مانند Prozac ظاهر شدند که برای درمان افسردگی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

امروزه تحقیقات علوم اعصاب منجر به پیشرفت‌های امیدوارکننده‌ای برای بسیاری از شرایط از بیماری آلزایمر گرفته تا صرع و اسکیزوفرنی شده است. در حوزه‌ای که در آن هر پیشرفتی فرصتی برای کمک به کاهش رنج انسان‌هاست، "پژوهش" بسیار فراتر از یک شغل بوده و حتی به یک ضرورت انسانی بدل می‌شود.



گاهی برای مطالعه مغز انسان یک پتری دیش (ظرف آزمایشگاهی) بهتر از خود واقعی آن است. این شکل مجموعه‌ای از سلول‌های عصبی (روزت عصبی<sup>۱</sup>) می‌باشد: مدلی از مغز در حال رشد انسان که دانشمندان از بررسی و مشاهده آن برای فهم بهتر رشد و تکامل سیستم عصبی استفاده می‌کنند. در مرکز این روزت سلول‌های پیش‌ساز قرار دارند، سلول‌هایی تخصصی شده که به وسیله‌ی تقسیم‌شدنشان انواعی از سلول‌های عصبی و سلول‌های پشتیبان (گلیا) را می‌سازند. حلقه‌ی قرمز رنگ

---

1- neural rosette

ارتباط میان این سلول‌های پیش‌ساز را به تصویر می‌کشد. همزمان با تشکیل نورون‌ها و سلول‌های گلیال جدید، این سلول‌های تازه متولد شده از سلول‌های پیش‌ساز به عنوان یک داربست (سبز) استفاده می‌کنند و به صورت شعاعی از مرکز این روزت به لبه‌های بیرونی آن در مغز حرکت می‌کنند. به وسیله‌ی این مدل دانشمندان قادر هستند تا تکامل مغز انسان را از همان مراحل اولیه به طور مستقیم مشاهده کنند.