

اسرار مغز

فناوری‌های نوین از بزرگترین معمای حل‌نشده زیست‌شناسی پرده برمی‌دارند: مغز واقعاً چگونه کار می‌کند؟

نوشته کارل زیمر^۱

ترجمه‌ای از مقاله چاپ‌شده در مجله نشنال جئوگرافیک
فوریه ۲۰۱۴

ترجمه فاطمه راوندی

دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک
دانشگاه شهید چمران اهواز

ون ودین^۲ دستی به ریش خاکستریش کشید و در حالی که مقابل کامپیوتر نشسته بود شروع به بالا و پایین کردن انبوهی از فایل‌ها کرد. ما در یک کتابخانه بدون پنجره، حاوی جعبه‌هایی مملو از نامه‌های قدیمی و نشریه‌های علمی مجالده شده و همچنین یک پروژکتور قدیمی که کسی فرصت نیافته آن را دور بیندازد، نشستیم. او گفت: "یک لحظه بیشتر طول نمی‌کشد تا مغز تو را پیدا کنم." روی یک هارد درایو، ودین تصاویر سه‌بعدی دقیق، به همراه جزئیات صدها مغز شامل میمون‌ها، موش‌ها و انسان‌ها از جمله مرا ذخیره کرده است. او پیشنهاد داد مرا به سفری درون سر خودم ببرد و با لبخند قول داد: "از تمام نقاط دیدنی آن دیدن خواهیم کرد."



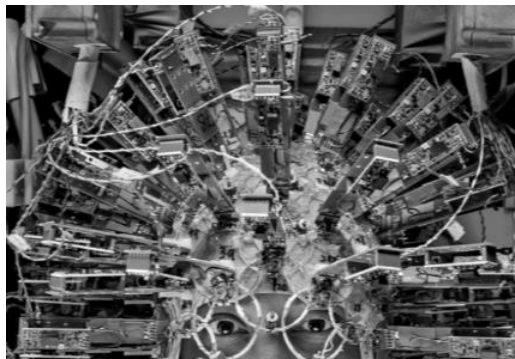
مغناطیس‌هایی که مرا احاطه کرده بودند، شروع به بوق زدن کردند. برای یک ساعت با چشمان بسته دراز کشیده بودم و سعی می‌کردم با افکارم خودم را آرام نگه دارم. کار آسانی نبود. ودین و همکارانش برای گرفتن بیشترین نتیجه از اسکنر، آن را طوری طراحی کرده بودند که فردی هم‌هیكل من به‌زحمت در آن جا می‌شد. برای سرکوب اضطرابم به آرامی نفس کشیدم و به خاطرات دوران گذشته پناه بردم و به یاد آوردم که چگونه یک بار دختر نه ساله‌ام را در برف و بوران شدید به مدرسه رساندم.

وقتی آنجا دراز کشیده بودم، با خود فکر می‌کردم که تمام این افکار و احساسات زائیده همان عضو ۱۵۰۰ گرمی (مغز) است که تحت بررسی و موشکافی قرار دارد: ترس من از تجمع تحریکات الکتریکی در یک بافت بادامی‌شکل در

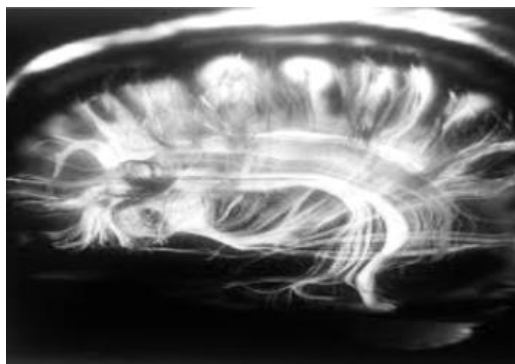
این دومین سفر من به مرکز تصویربرداری زیست‌پزشکی مارتینوس^۳، واقع در کارخانه قدیمی طناب‌سازی بندرگاه بوستون است. نخستین بار، چند هفته پیش، خودم را مانند یک خوکچه هندی در اختیار ودین و همکارانش قرار دادم. در اتاق اسکن، روی تخت دراز کشیدم؛ در حالی که ناحیه عقب سرم در یک جعبه پلاستیکی روباز قرار داشت. یک رادیولوژیست کلاه پلاستیکی سفیدی روی صورت من کشید. همچنان که کلاه را تنگ‌تر می‌کرد، ۹۶ آنتن بسیار ظریف تعبیه شده در کلاه تا حد کافی به مغز من نزدیک می‌شدند تا قادر به دریافت امواج رادیویی، که مغز منتشر می‌کرد، باشند. من از دو حفره روی کلاه به او نگاه می‌کردم. وقتی تخت به سمت محفظه استوانه‌ای اسکنر حرکت می‌کرد، به یاد فیلم مردی در تقاب^۴ افتادم.

مغز، که آمیگدال^۵ نام دارد ناشی می‌شود و پاسخ آرامش‌بخش به این ترس در ناحیه قشر پیشانی ایجاد می‌گردد. خاطره من از قدم‌زدن با دخترم توسط یک ساختار خمیده از لایه‌های نورون‌ها به نام هیپوکمپوس^۶ شکل گرفت و این ساختار همان شبکه گسترده ارتباطی را در مغز من مجدداً فعال کرد که اولین بار زمانی ایجاد شده بود و من در حال بالارفتن از توده‌های برف و شکل‌دهی این خاطره بودم. من در گزارشی که از سفر سراسری خود در کشور تهیه کردم، موفق شدم یکی از بزرگترین انقلاب‌های علمی عصر خود را ثبت کنم: پیشرفت‌های شگفت‌آور در درک چگونگی عملکرد مغز انسان. برخی از عصب‌شناسان توجه خود را به ریزساختار سلول‌های عصبی یا نورون‌ها

معطوف می‌کنند. برخی دیگر بیوشیمی مغز را مورد مطالعه قرار داده و چگونگی تولید و به‌کارگیری هزاران نوع مختلف از پروتئین‌ها را توسط میلیاردها نورون مورد بررسی قرار می‌دهند. دسته دیگر، که ودین در بین آنها قرار دارد، نمایشی بی‌سابقه و همراه با جزئیات از شبکه‌بندی (سیم‌کشی)^۷ مغز ارائه می‌دهند: شبکه‌ای شامل ۱۶۰۰۰۰ کیلومتر از رشته‌های عصبی به نام ماده سفید^۸ که بخش‌های گوناگون ذهن را به هم مرتبط می‌سازد و مسبب تمام افکار، احساسات و ادراکات ماست. دولت آمریکا از این پروژه که تحقیق پیرامون مغز از طریق فناوری‌های ابداعی و درحال توسعه عصب‌شناختی^۹ نام دارد، حمایت می‌کند.



شکل ۱. ماشین ذهن. یک مهندس در مرکز تصویربرداری زیست‌پزشکی مارتینوس کلاهی شامل تعدادی حسگر می‌پوشد. تنها بخشی از دستگاه اسکنر مغز به توانی تقریباً معادل یک زیردریایی هسته‌ای نیاز دارد. آنتن‌های کلاه سیگنال‌هایی را که در هنگام تحریک مولکول‌های آب درون مغز توسط میدان مغناطیسی اسکنر تولید شده‌اند، دریافت می‌کند. کامپیوترها این داده‌ها را به نقشه‌های مغزی تبدیل می‌کنند.



شکل ۲. رنگ افکار. نواحی متعدد مغز با رشته‌های عصبی به نام ماده سفید که طولی بیش از ۱۶۰۰۰۰ کیلومتر (چهار برابر محیط کره زمین) دارد، به هم مرتبط شده‌اند. تصاویری مانند شکل ۲ که در مرکز مارتینوس گرفته شده‌اند، برای اولین بار مسیرهای ویژه‌ای را در زمینه شناخت کارکرد مغز آشکار می‌کنند.

موشکافی در سلول‌های عصبی ممکن است در نهایت به پاسخی برای پرسش‌های اساسی در رابطه با مغز بیانجامد

در اعلامیه‌ای در بهار سال گذشته، رییس‌جمهور ایالات متحده، باراک اوباما، اظهار کرد که یک پروژه گسترده با هدف تسریع بخشیدن به روند نقشه‌برداری از مدارهای عصبی مغز انسان ایجاد گردد و تجهیزات مورد نیاز برای دستیابی به یک تصویر پویا از مغز (در حال کار) برای دانشمندان مهیا شود. وقتی عصب‌شناسان بتوانند تصویر مغز را در حال فعالیت ببینند، می‌توانند نقایص آن را نیز مشاهده کنند. تشخیص وجه تمایز بین ساختار مغز افراد عادی و مغز افرادی که دارای اختلالاتی نظیر اسکیزوفرنی^۱، درخودماندگی یا اوتیسم^{۱۱} و آلزایمر هستند، شروع خواهد شد. وقتی از مغز با جزئیات بیشتری نقشه‌برداری کنند، ممکن است بتوانند اختلالات را با استفاده از تأثیر آنها بر آناتومی تشخیص داده و به منشأ و علت وقوع این بیماری‌ها دست یابند.

در بازگشت به آزمایشگاه ودین، بالاخره تصویر مغز مرا از جلسه‌ای که درون اسکنر بودم، پیدا کرد. مغز من روی صفحه نمایش ظاهر شد. تکنیک او که عکس‌برداری با طیف انتشار^{۱۲} نامیده می‌شود، سیگنال‌های رادیویی را که توسط ماده سفید مغز تولید شدند، به یک اطلس باکیفیت از آن شبکه عصبی تبدیل می‌کند. اسکنر او دسته‌ای از رشته‌های عصبی را ترسیم می‌کند که صدها مسیر انتقال اطلاعات از یک بخش مغز به بخش دیگر را تشکیل می‌دهند. ودین هر مسیر را همچون رنگین‌کمانی رنگ می‌کند و تصویر مغز من به صورت ترکیبی زیبا از رنگ‌های گوناگون مانند موی یک گربه ایرانی ظاهر می‌شود. ودین برای اینکه شبکه‌هایی را که در تکلم و دیگر افکار گوناگون مهم تلقی می‌شوند به من نشان دهد، روی مسیرهای ویژه‌ای متمرکز شد. سپس بیشتر مسیرهای مغز مرا که لازم نبود از روی نقشه محو کرد تا من با سهولت بیشتری چگونگی سازماندهی آنها را مشاهده کنم. وقتی بزرگنمایی

را افزایش داد، پدیده بسیار شگفت‌آوری مقابل دیدگانم ظاهر شد. باوجود پیچیدگی گیج‌کننده شبکه‌ها، تمامی آنها با زاویه ۹۰ درجه یکدیگر را قطع می‌کنند، مانند خطوط متقاطع در نقشه‌کشی. ودین می‌گوید: "تماماً مشبک‌اند."

وقتی ودین در سال ۲۰۱۲ م برای نخستین بار، پرده از ساختار مشبک مغز برداشت، برخی از دانشمندان نسبت به این مسئله که وی قادر به آشکار ساختن بخش بسیار کوچکی از آناتومی بسیار پیچیده مغز باشد، تردید داشتند. اما ودین نسبت به معنادار بودن این مدل مشبک مطمئن‌تر از همیشه است. به هر جا که می‌نگرد - در مغز انسان‌ها، میمون‌ها، موش‌ها - این ساختار مشبک را مشاهده می‌کند. او می‌داند که در ابتدایی‌ترین سیستم‌های عصبی متعلق به کرم‌های دوران کامبرین^{۱۳} که ساختارهای مشبک ساده‌ای داشتند، تنها یک جفت طناب عصبی از سر تا دم به‌همراه اتصالات پله‌مانند بین آنها کشیده می‌شد. در مورد انسان: ته خط نخاع در قسمت سر به میلیاردها ساختار شبکه‌ای متصل می‌شود. افکار ما به‌عنوان سیگنال‌هایی که از یک ناحیه مغز به ناحیه‌ای دیگر می‌روند، مانند قطار شهری در طول مسیرهای داخل ماده سفید حرکت می‌کنند. ودین در حالی که به دقت به تصویر مغز من نگاه می‌کرد، گفت: "شکی نیست که اصولی در آن نهفته است. فقط ما هنوز در موقعیتی نیستیم که بتوانیم سادگی آن را مشاهده کنیم."

دانشمندان اکنون به‌صورت بسیار جدی در حال فراگیری دانش مغز می‌باشند و به آسانی فراموش می‌کنیم که ما در گستره عظیمی از تاریخ، هیچ‌گونه آگاهی از نحوه عملکرد مغز و حتی ماهیت آن نداشتیم. در عصر باستان، پزشکان معتقد بودند که مغز از ماده‌ای به نام مخاط تشکیل شده است. ارسطو از مغز به‌عنوان یک مبرد، که قلب آتشین انسان را سرد می‌سازد، یاد می‌کرد. از زمان وی تا دوران رنسانس، کالبدشناسان در کمال اطمینان ادعا کردند که ادراکات، احساسات، عقل و خرد، و فعالیت‌های ما همه ناشی از ارواح حیوانی^{۱۴} است؛ بخارات اسرارآمیز و ناشناخته‌ای که در حفره‌های سر به گردش درآمده و در



سرتاسر بدن حرکت می کنند. انقلاب علمی در قرن هفدهم آغاز به تغییر این نگرش‌ها نمود. پزشکی انگلیسی به نام توماس ویلیس^{۱۵} تشخیص داد که بافت نرم مغز جایی است که جهان ذهنی ما در آن شکل می‌گیرد. برای درک چگونگی عملکرد آن، او مغز تعدادی گوسفند، سگ و بیمار متوفی را کالبدشکافی نمود و اولین نقشه‌های دقیق

مغز را تهیه کرد. درک این نکته توسط محققان، که مغز اندامی الکتریکی است، یک قرن دیگر به طول انجامید. به جای ارواح حیوانی، پیک‌های ولتاژ^{۱۶} در مغز حرکت می‌کنند و به سمت سیستم عصبی بدن خارج می‌شوند. حتی در قرن نوزدهم، دانشمندان آگاهی اندکی درباره مسیری که این پیک‌ها طی می‌کنند داشتند.



شکل ۳. آناتومی یک راز. دانشمندان طی قرن‌ها مغز را مطالعه کرده‌اند، اما تا قرن نوزدهم تنها توانستند آن نواحی از مغز را که با چشم غیرمسلح قابل مشاهده بود (همان‌گونه که در شکل نشان داده شده است) مورد بررسی قرار دهند. فناوری‌های جدید به دانشمندان این اجازه را می‌دهد تا ساختار پنهان مغز را عمیقاً مورد موشکافی قرار دهند. تصاویر دقیق نشان داده شده در صفحات قبل، رشته‌های ماده سفید مغز را نشان می‌دهد که در یک ساختار مشبک اسرارآمیز (به صورت متضاد) به نظم درآمده‌اند؛ مانند طول و عرض جغرافیایی بر روی یک نقشه.

یک پزشک ایتالیایی به نام کامیلو گولجی^{۱۷} استدلال می‌کرد که مغز یک شبکه به هم پیوسته و یکپارچه است. براساس تحقیق گولجی، یک دانشمند اسپانیایی به نام سانتیاگو رامون کاخال^{۱۸} روش‌های نوینی برای رنگ‌آمیزی نورون‌های منفرد مورد آزمایش قرار داد تا انشعابات درهم پیچیده آنها را بررسی کند. وی نکته‌ای را تشخیص داد که گولجی از آن غافل مانده بود: هر نورون سلولی منحصر به فرد، جدا از تمام سلول‌های دیگر است. هر نورون سیگنال‌هایی را به بخش شاخه‌ای شکل به نام آکسون^{۱۹} می‌فرستد. یک شکاف کوچک، انتهای آکسون را از انتهای بخش دریافت‌کننده نورون‌ها به نام دندریت^{۲۰} جدا می‌سازد. دانشمندان بعدها کشف کردند که آکسون مخلوطی از محلول‌های شیمیایی را به درون شکاف می‌ریزد تا یک سیگنال در نورون مجاور را تحریک کند.

جف لیچمن^{۲۱}، عصب‌شناس و استاد رشته هنر و علوم دانشگاه هاروارد، که نسخه امروزی کاخال است، پروژه وی را به قرن ۲۱ منتقل کرده است. به جای تهیه نقشه‌ای از نورون‌ها که به صورت دستی رنگ‌آمیزی شده‌اند، او و همکارانش تصویرهای سه‌بعدی بسیار دقیقی از نورون‌ها تهیه می‌کنند که این تصاویر تمام برآمدگی‌ها و ساقه‌های منشعب‌شده از نورون‌ها را آشکار می‌سازند. با موشکافی ریزدانه هر سلول عصبی ممکن است عاقبت آنها پاسخی برای برخی از اساسی‌ترین پرسش‌ها درباره ماهیت مغز بیابند. هر نورون به طور متوسط ۱۰۰۰۰ شکاف، که سیناپس^{۲۲} نامیده می‌شود، دارد. آیا قاعده خاصی برای اتصال آنها به نورون‌های دیگر وجود دارد، یا به صورت تصادفی این عمل شکل می‌گیرد؟ آیا آنها برای برقراری اتصال گونه خاصی از نورون‌ها را مد نظر قرار می‌دهند؟

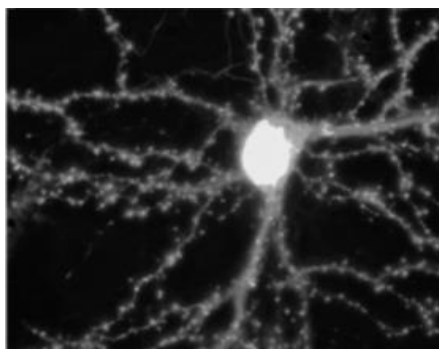


برای تهیه تصاویر، لیچمن و همکارانش، تکه‌هایی از مغز نگه‌داری‌شدهٔ موش را در یک نوع برش‌دهندهٔ گوشت - که برای تشریح سیستم عصبی به کار می‌رود - قرار می‌دهند و دستگاه لایه‌های بافت را به ضخامتی کمتر از یک‌هزارم تار موی انسان برش می‌دهد. دانشمندان از یک میکروسکوپ الکترونی برای عکس‌گرفتن از مقاطع عرضی استفاده می‌کنند. سپس از یک کامپیوتر برای مرتب‌کردن آنها در یک مجموعه کمک می‌گیرند. به تدریج یک تصویر سه‌بعدی شکل می‌گیرد؛ تصویری که دانشمندان می‌توانند آن را مورد اکتشاف قرار دهند، چنان‌که گویی در یک زیردریایی در حال حرکت در اعماق دریا هستند. لیچمن می‌گوید: "همه چیز آشکار شده است." تنها مشکلی که وجود دارد، حجم بسیار بالای داده‌هاست. تاکنون بیشترین حجم از مغز موش، که لیچمن و همکارانش موفق به بازتولید آن شده‌اند، به اندازهٔ یک دانه نمک بوده است. مجموع داده‌های آن به‌تنهایی برابر ۱۰۰ ترابایت می‌شود که تقریباً معادل داده‌های ۲۵۰۰۰ فیلم با کیفیت اچ. دی. ۳۳ است. وقتی دانشمندان این اطلاعات را گردآوری کنند، کار اصلی و دشوار آغاز خواهد شد: جستجو برای یافتن قوانینی که بی‌نظمی‌های ظاهری مغز را سازماندهی می‌کنند. اخیراً، پژوهشگر دورهٔ فراذکتری لیچمن به نام نارایانان کاستوری^{۲۴}، آغاز به تحلیل تمام جزئیات در یک بافت

استوانه‌ای‌شکل از مغز موش به اندازهٔ یک‌هزارم میکرون مکعب، حجمی به اندازهٔ ۱/۱۰۰۰۰۰ یک دانهٔ نمک، نموده است. او ناحیه‌ای را که پیرامون بخش کوچکی از یک آکسون است، انتخاب کرده و به دنبال شناسایی تمام نورون‌هایی است که از آن عبور کرده است. آن قطعه بسیار کوچک مغز همانند بشکه‌ای پر از مارهای پرجنب‌وجوش شد. کاستوری یک‌هزار آکسون و حدود ۸۰ دندریت یافت که هر کدام در حدود ۶۰۰ اتصال با سایر نورون‌های درون استوانه برقرار می‌کرد. لیچمن می‌گوید: "این یک زنگ بیدارباش برای ماست تا متوجه شویم که مغز بسیار بسیار پیچیده‌تر از آن حدی است که ما تصور می‌کنیم."

رازهای پنهان در مورد بسیاری از بیماری‌ها ممکن است در ژن‌های مغز، که زمانی به‌طور غیرعادی فعال یا غیرفعال می‌شوند، نهفته باشد

پیچیده اما نه به‌صورت تصادفی. لیچمن و کاستوری کشف کرده‌اند که هر نورون تمام اتصالات خود را به‌صورت "از یکی به دیگری" برقرار می‌کند، و با دقتی بسیار بالا از ایجاد ارتباط با نورون‌های دیگر، که به‌صورت فشرده پیرامون آن قرار گرفته‌اند، اجتناب می‌کند. لیچمن اظهار می‌دارد: "ظاهراً نورون‌ها متوجه‌اند که با چه کسی ارتباط برقرار می‌کنند."

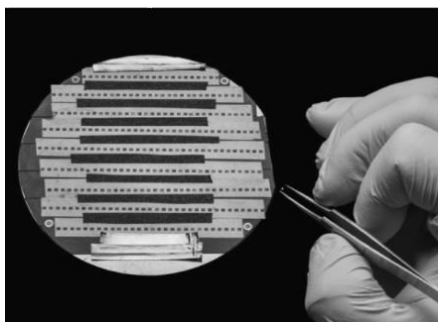


شکل ۴. درخشش حافظه. دان آرنولد^{۲۵} از دانشگاه کلیفوردنیای جنوبی می‌گوید: "وقتی ما خاطره‌ای را شکل می‌دهیم، یک تغییر فیزیکی در مغز پدید می‌آید." نقاط قرمز و سبز روی انشعابات گسترش‌یافتهٔ نورون مغز موش در جایی که این نورون با نورون‌های دیگر ارتباط برقرار می‌کند، در شکل ۴ نمایش داده شده است. زمانی که در مغز موش خاطرات تازه‌ای ایجاد می‌شود، نقاط جدیدی ظاهر شده و نقاط قدیمی ناپدید می‌شوند





شکل ۵. دانشمندان در انستیتو فناوری کلیفورنیا^{۲۶} و دانشگاه کلیفورنیا در لس آنجلس^{۲۷}، مطالعه‌ای دربارهٔ چگونگی عملکرد مغز، وقتی چشم تصاویر هنرمندان مورد علاقهٔ خود را می‌بیند، انجام دادند. در سال ۲۰۰۵ م آنها دریافتند که یک عصب خاص، وقتی فرد تصویر خاصی را می‌بیند، عکس‌العمل نشان می‌دهد و عصب دیگری وقتی وی تصویر دیگری را می‌بیند عکس‌العمل نشان می‌دهد. این مطالعه نشان می‌دهد تقریباً تعداد محدودی از اعصاب در گیر عکس‌العمل به دیدن شخص، محل و یا موضوع خاصی هستند. مغز در این مورد به‌نحوی پربازده به اطلاعات جالب دریافتی عکس‌العمل نشان می‌دهد



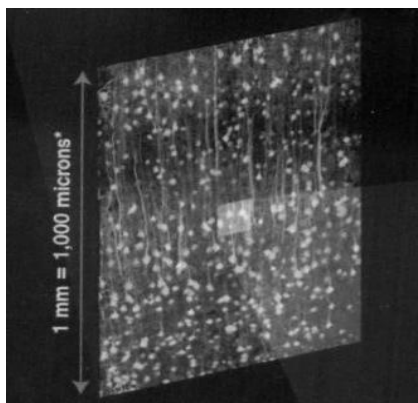
شکل ۶. دویست قسمت از یک بخش مغز موش، هر کدام نازک‌تر از یک‌هزارم ضخامت موی انسان، برای عکسبرداری توسط میکروسکوپ الکترونی آماده شده‌اند. ده هزار عدد از چنین تصاویر میکروسکوپی، درحالی‌که در کنار هم ردیف شده‌اند، یک مدل سه‌بعدی از مغز را به‌وجود می‌آورند که از یک دانهٔ نمک بزرگتر نیست (ذرهٔ نشان داده شده بین پنس). برای مجسم‌ساختن مغز یک انسان با همین حد جزئیات، به مقدار داده‌هایی درحد تمام اسناد مکتوب موجود در تمام کتابخانه‌های دنیا نیاز است

آناتومی یک سلول عصبی

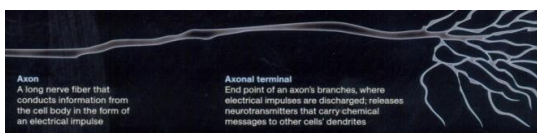
برای نخستین‌بار دانشمندان می‌توانند چگونگی ارتباط میان نورون‌ها را تجسم کنند. مکعب‌های نمایش داده شده در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ رنگ‌آمیزی شده‌اند، اما شاهکار یک هنرمند نمی‌باشند: آنها طی چند مرحله بزرگ‌نمایی نشان می‌دهند که نورون‌های واقعی در یک بخش از مغز موش سیگنال‌هایی از صورت دریافت می‌کنند. فناوری ممکن است به‌زودی این امکان را برای بازسازی مشابهی از مغز کامل موش، و سرانجام برای ساختمان بسیار بسیار پیچیده‌تر مغز انسان فراهم کند که موجب پیدایش راهی

لیچمن هنوز به‌طور قطع نمی‌تواند بیان کند که این نمونهٔ دقیق یک قانون کلی است یا صرفاً یک ویژگی از بخش کوچک مغز موشی است که مورد آزمایش قرار گرفته است. حتی اگر آنها فناوری را ارتقاء بخشند، او و همکارانش برای تکمیل اسکن از ۷۰ میلیون نورون درون مغز موش، به دو سال دیگر زمان نیاز دارند. من در مورد اسکن کامل مغز انسان، که تعداد نورون‌های آن هزار برابر بیشتر از نورون‌های مغز موش است، سؤال می‌کنم. لیچمن با لبخندی پاسخ می‌دهد: "من سر آن نمی‌جنگم. بیش از حد درآور است."

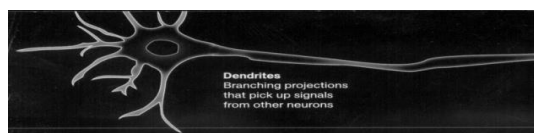
برای پیشرفت درک بیماری‌هایی نظیر اسکیزوفرنی، افسردگی و دیگر بیماری‌های روانی خواهد شد.



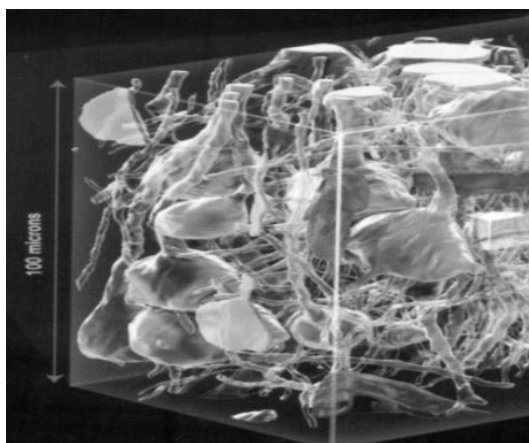
شکل ۷. این شکل به ارتفاع یک میلی‌متر، سلول‌های عصبی را نشان می‌دهد که به صورت لایه‌ها و ستون‌های منظم قرار گرفته‌اند



شکل ۹. آکسون یک رشته بلند عصبی است که اطلاعات را از جسم سلولی به شکل تحریکات الکتریکی هدایت می‌کند



شکل ۸. دندریت‌ها زائده‌هایی منشعبند که سیگنال‌ها را از نورون‌های دیگر دریافت می‌کنند



شکل ۱۰. این تصویر با بزرگنمایی صد برابر، رنگ‌هایی را در بین اجسام سلولی صورتی و کلافی از آکسون و دندریت‌های آنها نمایش می‌دهد

نیمی از هارد دیسک‌های جهان

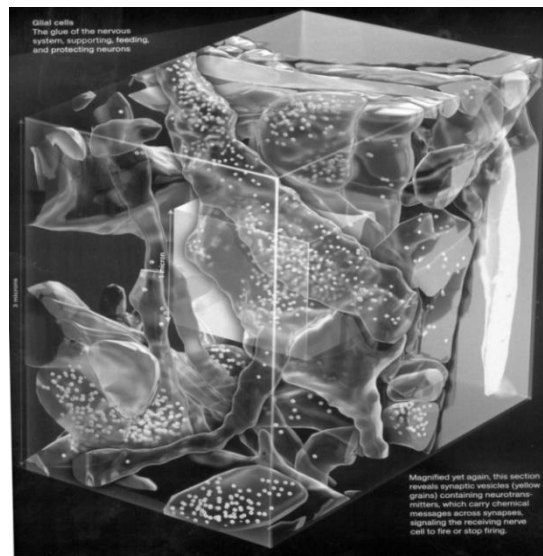
برای تجسم نورون‌ها با جزئیاتی که در این تصاویر نمایش داده شده است، به توان محاسباتی بی‌سابقه‌ای نیازمندیم. تهیه یک تصویر از مغز کامل انسان با همین کیفیت و دقت می‌تواند نزدیک به نیمی از ظرفیت ذخیره دیجیتال حال حاضر دنیا را مصرف کند. ظرفیت ذخیره مورد نیاز برای تهیه نقشه مغز موش ۴۵۰۰۰۰ ترابایت. ظرفیت ذخیره مورد نیاز

برای تهیه نقشه مغز انسان ۱/۳ میلیارد ترابایت و نهایتاً ظرفیت ذخیره دیجیتال جهان ۲/۷ میلیارد ترابایت. اگر لیچمن تصویر سه‌بعدی از مغز را کامل کند موارد بیشتری آشکار خواهد شد که هنوز هم در حکم یک مجسمه میان‌تهی خواهد بود. نورون‌هایی که لیچمن مدل کرده است، توخالی‌اند. در حالی که نورون‌های واقعی با رشته‌های دی. ای. ان، پروتئین‌ها و دیگر مولکول‌ها



انباشته شده‌اند. هر نوعی از نورون‌ها برای ساخت ماشین مولکولی مورد نیاز انجام وظایف خود، از یک مجموعه متفاوت از ژن‌ها استفاده می‌کند. برای مثال نورون‌های حساس به نور در چشم‌ها، فوتون‌های جذب پروتئین را تولید می‌کنند. نورون‌هایی که در ناحیه‌ای به نام توده سیاه^{۲۸} قرار دارند، پروتئینی را به نام دوپامین^{۲۹} تولید می‌کنند که این پروتئین نقش مهمی در احساس پاداش دارد. جغرافیای پروتئین‌ها برای درک اینکه چگونه مغز فعالیت می‌کند و یا چگونه عملکرد آن دچار اشکال می‌شود ضروری است. در بیماری پارکینسون، نورون‌های توده سیاه به‌دلایلی که هنوز مشخص نیست، دوپامین کمتری نسبت به حد نرمال تولید می‌کنند. در بیماری آلزایمر، کلاف‌های پروتئین در سراسر مغز درهم گره می‌خورند، اگرچه دانشمندان هنوز به این نکته دست نیافته‌اند که چگونه این

درهم بیچیدن‌ها منجر به ایجاد زوال عقل مخربی که ایجاد بیماری می‌کند می‌شود. یک نقشه از ماشین مولکولی مغز انسان به نام اطلس آلن^{۳۰} در مؤسسه علوم مغزی آلن^{۳۱} در سیاتل تهیه شده است. این مؤسسه ده سال پیش با سرمایه‌گذاری یکی از مؤسسان شرکت مایکروسافت به نام پل آلن بنیان‌گذاری شد. محققان با استفاده از مغز افراد متوفایی که اعضای بدن آنها توسط خانواده‌شان اهدا شده بود، توسط روش تصویربرداری تشدید مغناطیسی^{۳۲} اسکن‌های دقیقی به‌عنوان یک نقشه راه^{۳۳} سه‌بعدی تهیه می‌کنند و سپس هر مغز را به‌صورت لایه‌های بسیار نازکی درمی‌آورند و روی اسلایدهای شیشه‌ای قرار می‌دهند. سپس این لایه‌های بسیار نازک میکروسکوپی را به محلول‌های شیمیایی آغشته می‌سازند تا حضور ژن‌های فعال نهفته در نورون‌ها آشکار شود.



شکل ۱۱. این شکل با بزرگنمایی مجدد آکسون‌ها و دندریت‌ها را با وضوح بیشتری نشان می‌دهد. خارهای دندریتی اطلاعات را از آکسون‌های سلول‌های دیگر، در طول شکاف‌هایی به نام سیناپس دریافت می‌کنند. کیسه‌های سیناپسی شامل نوروترانسمیترها نیز نمایش داده شده‌اند که پیام‌های شیمیایی را در طول سیناپس‌ها حمل نموده و به سلول عصبی دریافت‌کننده علامتی برای شلیک و یا عدم شلیک ارسال می‌کنند.

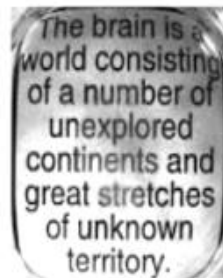
تخمین می‌زنند که ۸۴ درصد از کل ژن‌های موجود در دی. ان. ای. ما، در مغز بالغ و تکامل‌یافته فعال می‌شوند. در هر یک از ۷۰۰ مکانی که دانشمندان مورد مطالعه قرار داده‌اند، نورون‌ها مجموعه متفاوتی از ژن‌ها را فعال می‌کنند. در

تاکنون محققان از مغز شش انسان نقشه‌برداری کرده‌اند و فعالیت ۲۰۰۰۰ ژن با کد پروتئین را در ۷۰۰ محل درون هر مغز ترسیم نموده‌اند. این حجم بسیار بزرگی از داده‌هاست که محققان تازه شروع به درک آن کرده‌اند. دانشمندان

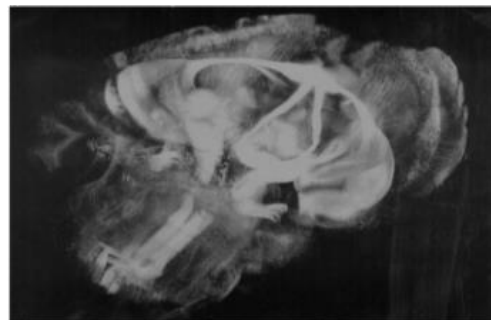
بررسی اولیه روی دو ناحیه از مغز، دانشمندان هزار ژن که در ارتباط با کارکرد نورون‌ها مهم تلقی می‌شوند را مقایسه نمودند. در افراد مورد آزمایش، مکان‌هایی از مغز که هر کدام از این ژن‌ها فعال بودند، عملاً یکی بودند. این‌طور به‌نظر می‌رسد که مغز یک الگوی ظریف ژنتیکی همراه با ترکیبات خاصی از ژن‌ها دارد که در مکان‌های متفاوتی انجام وظیفه می‌کند. اسراری که در رابطه با بسیاری از بیماری‌های مغزی وجود دارد ممکن است در آن الگوی خاص نهفته باشد، با توجه به اینکه ژن‌های خاصی به‌صورت غیرعادی فعال یا غیرفعال می‌شوند.

تمام اطلاعاتی که از اطلس آرن اخذ شده، به‌صورت آنلاین در دسترس همگان قرار دارد، جایی که دانشمندان دیگر نیز می‌توانند از طریق این داده‌ها و با استفاده از نرم‌افزارهای خاص آن تحقیقات خود را پیش ببرند. تاکنون آنها به اکتشافات جدیدی نیز دست یافته‌اند. مثلاً یک تیم از

دانشمندان برزیلی از این اطلس برای مطالعه یک اختلال مغزی مخرب به نام سندرم فار^{۳۴} استفاده کرده‌اند که این بیماری سبب رسوب کلسیم در نواحی عمیق مغز می‌گردد و نهایتاً منجر به زوال عقل خواهد شد. پیش از این در برخی موارد سندرم فار به جهش در ژن SLC20A2 مرتبط شده بود. در اطلس آرن دانشمندان دریافتند که بیشترین فعالیت ژن SLC20A2 در ناحیه‌ای است که دقیقاً مورد هدف این بیماری قرار گرفته‌اند. همچنین آنها شبکه‌ای از ژن‌های دیگر را که در همان نواحی بسیار فعال بودند یافتند و اکنون در تلاشند تا دریابند که آیا این ژن‌ها هم در ایجاد بیماری سندرم فار دخیل هستند. در بین تمام روش‌های جدید برای تجسم مغز، احتمالاً برجسته‌ترین آنها روشی است که توسط کارل دیسروت^{۳۵}، عصب‌شناس و روان‌پزشک دانشگاه استنفورد و همکارانش ابداع شده است. آنها برای مشاهده مغز شروع به محوساختن آن نموده‌اند.



شکل ۱۲. دانشمندان در دانشگاه استنفورد مغز یک موش را (شکل سمت چپ) در محلول‌های شیمیایی شستو دادند تا چربی‌ها و سایر مولکول‌ها از آن جدا شده و آن را به‌صورت شفاف درآوردند (شکل سمت راست). سپس پروتئین‌هایی را می‌توان اضافه کرد که تنها به نورون‌های خاصی متصل شوند



شکل ۱۳. در این شکل یک پروتئین درخشان حضور مستمر یک نوع نورون را آشکار می‌کند که تنها یک درصد از مغز موش را شکل می‌دهد



1. Carl Zimmer
2. Van Wedeen
3. Martinos Center for Biomedical Imaging,
<https://www.nmr.mgh.harvard.edu> (accessed
November 20, 2014)
۴. مردی در نقاب آهنی (*The Man in the Iron Mask*) فیلمی محصول سال ۱۹۹۸ م به کارگردانی رندال والس است. این فیلم براساس یکی از داستان‌های سه تفنگدار نوشته الکساندر دوما ساخته شده است. در این فیلم لئوناردو دی‌کاپریو، جرمی آیرونز، جان مالکوویچ، گابریل بیرن و ژرار دوپاریو بازی نقش‌آفرینی کرده‌اند [ویراستار].
۵. آمیگدال یا هسته آمیگدال (*nucleus amygdalae*) و یا در فارسی بادامه که از واژه یونانی amygdalē به معنای بادام مشتق شده است، قسمتی از دستگاه کناره‌ای (سیستم لیمبیک) در مغز است. هسته قاعده‌ای - جانبی بادامه (آمیگدال) نقش مهمی در یادگیری و حافظه ایفا می‌کند. بادامه علاوه بر نقش اصلی در درک احساسات و ایجاد پاسخ به آنها، در تعدیل درد نیز دخالت دارد. هسته مرکزی بادامه به‌عنوان بادامه کنترل درد معرفی شده است. آمیگدال همچنین مسئول تظاهرات هیجانی چهره همچون خوشحالی و ترس است و نقش مهمی در اکتساب یادگیری‌های هیجانی دارد [ویراستار].
۶. اسبک یا هیپوکمپوس (*hippocampus*) بخشی از دستگاه کناره‌ای (سیستم لیمبیک) مغز است که مرکز یادگیری است. اسبک ساختمان عصبی خمیده‌ای است در مغز که در کف شاخ میانی بطن طرفی مغز قرار دارد. اسبک از سازواره‌های دستگاه کناره‌ای است که شکلی همانند اسب دریایی دارد و در اعماق لوب گیجگاهی جای گرفته است. هیپوکمپوس از دو شاخ منحنی‌وار تشکیل شده‌است که به بادامه مغز ختم می‌شوند. اسبک از بخش‌های مهم مغز پستانداران است. اسبک مسئول حافظه دور است و پیش‌مغز را از آزموده‌های گذشته ما آگاه می‌کند. این مجموعه خاطرات گذشته را به شکل کوتاه و یا درازمدت حفظ می‌کند. این ناحیه از مغز جزء نخستین نواحی مغز است که در بیماری آلزایمر آسیب می‌بیند [ویراستار].
7. wiring
۸. ماده سفید از جمله بخش‌های سیستم عصبی مرکزی است. سیستم عصبی مرکزی از دو ناحیه ماده سفید و ماده خاکستری تشکیل شده است. این ماده بخش اصلی مغز و بخش سطحی نخاع را تشکیل می‌دهد و به‌طور عمده از سلول‌های گلیال و آکسون‌های میلینه تشکیل شده است. این آکسون‌ها پیام‌ها را از مخ به سایر بخش‌های سیستم عصبی منتقل

می‌کنند. در ماده سفید به‌جز بافت چربی، مویزها و عروق مشاهده می‌شوند [ویراستار].

9. Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies

۱۰. روان‌گسیختگی یا اسکیزوفرنی یا شیذوفرن یک اختلال روانی است که مشخصه آن از کار افتادگی فرایندهای فکری و پاسخگویی عاطفی ضعیف می‌باشد. این بیماری معمولاً خود را به‌صورت توهم شنیداری، توهم‌های جنون‌آمیز یا عجیب و غریب و یا تکلم و تفکر آشفته نشان می‌دهد و با اختلال در عملکرد اجتماعی یا شغلی قابل توجهی همراه است [ویراستار].

۱۱. درخودماندگی یا اوتیسم (*Autism*) نوعی اختلال رشدی (از جنس روابط اجتماعی) است که با رفتارهای ارتباطی - کلامی غیرطبیعی مشخص می‌شود. علائم این اختلال تا پیش از سه‌سالگی بروز می‌کند و علت اصلی بروز آن ناشناخته است. این اختلال در پسران شایع‌تر از دختران است. وضعیت اقتصادی، اجتماعی، سبک زندگی و سطح تحصیلات والدین در بروز این اختلال نقشی ندارد. درخودماندگی بر رشد طبیعی مغز در حیطه تعاملات اجتماعی و مهارت‌های ارتباطی اثر می‌گذارد. کودکان و بزرگسالان مبتلا به اوتیسم، در ارتباطات کلامی و غیرکلامی، تعاملات اجتماعی و فعالیت‌های مربوط به بازی مشکل دارند؛ به‌طوری‌که این اختلال، ارتباط با دیگران و دنیای خارج را برای آنها دشوار می‌کند. در پاره‌ای از موارد رفتارهای خودآزارانه و پرخاشگری نیز دیده می‌شود. در این افراد حرکات تکراری (دست‌زدن، پریدن) پاسخ‌های غیرمعمول به افراد، دلبستگی به اشیاء یا مقاومت در برابر تغییر نیز دیده می‌شود و ممکن است در حواس پنج‌گانه نیز حساسیت‌های غیرمعمول دیده شود. هسته مرکزی اختلال در اوتیسم، اختلال در ارتباط است [ویراستار].

12. diffusion spectrum imaging

۱۳. کامبرین یکی از دوره‌های زمین‌شناسی از دوران دیرینه‌زیستی است. دوره کامبرین حدود ۵۴۲ میلیون سال پیش آغاز شده و حدوداً تا ۴۸۸/۳ میلیون سال پیش ادامه داشته است. نام کامبرین از نام کامبریا یعنی نام باستانی منطقه ویلز بریتانیا گرفته شده؛ زیرا در آنجا بود که برای نخستین‌بار صخره‌هایی از دوره کامبرین بررسی شد. بر این پایه، در فارسی برای این دوره نام کامبریایی درست‌تر می‌بود ولی امروزه کامبرین در این معنا جا افتاده است [ویراستار].

14. animal spirit

15. Thomas Willis (1621 – 1675)

16. voltage spike

۱۷. کامیلو گولجی (Camillo Golgi) زیست‌شناس شهیر ایتالیایی و برنده جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی در سال ۱۹۰۶ م به‌خاطر مطالعه سیستم عصبی بود [ویراستار].

۱۸. سانتیاگو رامون کاخال (Santiago Ramón y Cajal) زیست‌شناس اسپانیایی و برنده جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی در سال ۱۹۰۶ م به‌خاطر مطالعه سیستم عصبی بود [ویراستار].

۱۹. آکسون یا آسه رشته بلند و باریکی است که از یاخته عصبی یا نورون برآمده است و پیام‌های الکتریکی را از جسم سلولی نورون به بیرون هدایت می‌کند. هر نورون تنها یک آکسون و چندین دندریت دارد [ویراستار].

۲۰. دندریتها یا دارینه‌ها زائده‌های رشته‌مانندی هستند که به جسم سلولی یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) متصل هستند. دارینه‌ها نقش آورنده پیام‌های صادرشده از یاخته حسی مجاور یا یاخته‌های عصبی رده بالاتر به درون یاخته را برعهده دارند. این پیام‌های عصبی به‌صورت سیگنال‌های الکتریکی در درازای دارینه‌ها حرکت می‌کنند [ویراستار].

21. Jeff Lichtman
22. synaps
23. HD

24. Narayanan Kasthuri

25. Don Arnold

26. Caltech

27. UCLA

۲۸. توده سیاه (Substantia nigra) بخشی از میان‌مغز و دارای نورون‌هایی است که در ارتباط با عقده‌های پایه‌ای در تنظیم حرکات نقش دارند. زوال نورون‌های دوپامینرژیک این عقده عامل اصلی بیماری پارکینسون است [ویراستار].

29. dopamine

30. Allen Brain Atlas


31. Allen Institute for Brain Science

32. magnetic resonance imaging

33. road map

۳۴. سندرم فار پدیده‌ای نادر از کلسیفیکاسیون ایدئوپاتی‌های هسته‌های قاعده ای مغز است که عمدتاً با علائم روانپزشکی مانند هذیان، توهم و افسردگی با علائم نورولوژیک حرکتی و شناختی تظاهر پیدا می‌کند و معمولاً به‌طور تصادفی در برش‌نگاری کامپیوتری مغز بیماران دچار اختلالات روانی تشخیص داده می‌شود [ویراستار].

35. Karl Deisseroth





انجمن سازندگان تجهیزات صنعت نفت
SIPIEM

شرکت بهران مبدل (سهامی خاص)


BEHRAN MOBADDEL Co.(pjs)

طراحی و ساخت تجهیزات مکانیکی ثابت پالایشگاهی، نیروگاهی، پتروشیمی، شیمیایی و تاسیسات







کواهینامه مدیریت کیفیت
ISO9001:2000




انجمن مهندسان مکانیک ایران
ISME



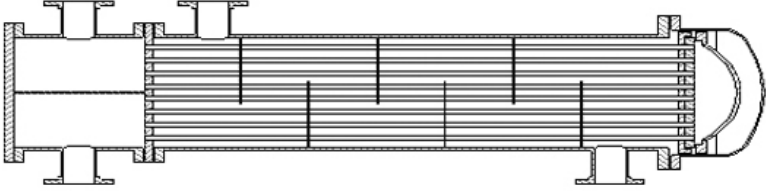
انجمن صنعت تاسیسات
ISHRAE



جامعه کیفیت ایران
ISQ



انجمن تخصصی تحقیق و توسعه صنایع و معادن



- ✓ Heat exchanger
- ✓ مبدل‌های حرارتی و ورودی
- ✓ Reactor&Mixers
- ✓ انواع راکتور میکسر
- ✓ Pressure Vessels& Storage Tank
- ✓ مخازن تحت فشار و ذخیره
- ✓ Tank Heater
- ✓ مخازن آبگرمکن کویلدار
- ✓ Deaerator & Air Separator
- ✓ دی اریاتور و جداکننده هوا از آب
- ✓ Flash Tank&Blow down&Condensate Tank
- ✓ مخازن چینی تاسیسات بخار
- ✓ Water Softener& Sand Filter
- ✓ سختی گیر و فیلترشنی

www.bهرانmobadde.com

بهران مبدل سفارش مشتریان را با کیفیت و گارانتی عرضه مینماید.

دفتر مرکزی: تهران - بزرگراه رسالت - مابین رشید و زرین - روبروی پمپ بنزین رشید - ساختمان شماره 243 - طبقه سوم - واحد 16
کارخانه: کیلومتر 30 جاده سمنان - شهرک صنعتی عباس آباد - بلوار خیام - خیابان جامی - خیابان تاک

Tel : (0098 21) 77715391,2 & 77706926,7
(0098 292) 3424575,6 & 3424991-4

Fax : (0098 21) 77873951
(0098 292) 3424577

Email: info@bهرانmobadde.com

