

چگونه مغز با کمک شبکه های عصبی قادر به
ترسیم، طراحی و شناخت جهان بیرونی می شود

بر اساس یک نظریه جدید: مغز در زمان پا گزاردن به این جهان پیشاپیش دارای امکانات بی نظیری است و به هیچ وجه عضوی تهی از اطلاعات به شمار نرفته و مملو از داده ها و مدل های کاربردی-شناختی از پیش تعریف شده می باشد. همین امر ما را قادر به شناخت عوامل بیرونی و واکنش به آنها می نماید.

پروفسور Gyoergy Buszaki : دانشکده علوم پزشکی نیویورک - ۲۰۲۴

به خوبی به یاد دارم هنگامی که به عنوان یک پژوهشگر جوان شروع به اولین سختی های خود در سمینارهای علمی دانشگاه نمودم، برای دانشجویان شروع به شرح اطلاعاتی که در کتب فیزیولوژی عصبی خوانده بودم نموده و با اصرار به آنها گوشزد می کردم که مغز با استفاده از اطلاعاتی که با کمک حواس از محیط بیرون دریافت می کند، قادر به کنترل و تنظیم بدن و ذهن است: به نحوی که یاخته های عصبی خاص مستقر در چشم ها، گوش ها و سایر حواس دیگر، اطلاعات دریافتی از محیط را به علایم الکتریکی تبدیل کرده و آنها را به سوی شبکه های تحلیل کننده مربوطه که در قشر مغزی (Cerebral Cortex) مستقر هستند ارسال می نمایند. در امتداد این فرایند شبکه های عصبی نامبرده اطلاعات الکتریکی دریافتی را تحلیل و نتیجتاً آنها را برای فرد قابل درک می کنند. حال در این فاز جهت ایجاد حرکت ماهیچه ای مناسب، فرمان های الکتریکی متعارفی از جانب قشر مسئول حرکات در مغز از طریق نخاع به سوی ماهیچه های مربوطه گسیل و حرکت متعارف انقباضی انجام می شود.

به نظر می آمد که اکثر دانشجویان با استدالات یاد شده کنار آمده و آنها را تایید می نمودند، ولیکن گهگاهی چند تن از دانشجویان باهوش در مقابل مواردی که ذکر شده بود پرسش هایی را مطرح می کردند که پاسخ به آنها برای من کمی دشوار بود. به عنوان مثال: استاد لطفاً شرح دهید که فرایند درک موارد گوناگون دقیقاً در کجای مغز و در چه شبکه های عصبی اتفاق می افتد و چگونه؟ و یا: چگونه فرمان های مغزی از طریق قشر حرکتی (Motoric Cortex) منجر به مثلاً حرکت انگشت شست می شود؟ در چنین مواردی که ارائه پاسخ دقیق برای من میسر نبود به این جواب اکتفا می کردم که: بله همه این گونه فرایند ها از طریق نئو کورتکس (Neocortex)، مستقر در مغز انجام می شوند. به این ترتیب با زیرکی و عنوان چند کلمه تخصصی لاتین که علمی به نظر برسند خود را از مهلکه خلاص می کردم.

در ادامه تصمیم گرفتم که عمق تحقیقات و دانسته های خود در باره آنچه در واقع حین فرایند های ادراک و واکنش (Perception & Reaction) اتفاق می افتد را گسترش دهم. شروع به تحقیقات گسترده در مورد مغز انسان نموده و در آغاز پژوهش های خود، آن چنان به این موضوع توجه نمی کردم که آیا دانش موجود در خصوص فرایند ادراک و واکنش که در حین سال های ۱۹۶۰ (م) به دست آمده بودند، تا چه حد با واقعیت منطبق هستند؟ اعتراف می کنم که این شرمندگی که نتوانسته بودم پاسخ دقیقی به سئوالات دانشجویان خود بدهم، پرسش هایی که پاسخ آنها را حتی خود من نمی دانستم، هرگز مرا رها نکرد.

یکی از بزرگترین چالش های محققینی امثال من و دیگران، در این واقعیت نهفته است که هیچ کدام از ما نمی دانیم که آنچه تحت عنوان «روح یا (Mind) یا به زبان آلمانی (Geist)» شناخته می شود واقعاً چیست؟ در پاسخ به این پرسش به عنوان مثال، متفکرانی چون ارسطو و پس از او دانشمندانی چون ابن سینا و خوارزمی و بسیاری دیگر بر این عقیده بودند که روح چیزی شبیه به گونه ای نا شناخته از یک صفحه نقاشی است که تجربیات انسان روی آن نقش می بندد. این نگرش که به اصطلاح فرایند «بیرون به درون (Outside-in)» نامیده می شود تا حدودی در طول صد سال گذشته جای خود را در حیطه دانش «روان شناسی و در کنار آن علوم شناختی (Psychology & Cognitive science)» باز نموده است. طبق چنین تعبیری، مغز ابزاری است که می توان با کمک آن واقعیت طبیعت و محیط زیست را شناخته و توجیح نمود. بدیهی است که چنین نگرشی تنها توجیح علمی شناخته شده نبوده و در مقابل آن منش های نوظهور دیگری نیز مطرح شده اند: طبق آخرین تحقیقات علمی می توان گفت که شبکه های مغزی دارای پویایی یا دینامیک مخصوص به خود بوده به نحوی که آنها در حیطه فرایند های شناختی یاد شده به گونه ای مستمر در واکنش به علایم ورودی از محیط "بیرون به درون"، ابتدا به گونه ای کاملاً اتفاقی مجموعه ای از «تصاویر و وانمودهای نا متعارف را که خود خلق می کنند (Fire pattern)» مد نظر قرار داده و بر اساس تجربیات گذشته از میان انبوه وانمودهای موجود آنچه را که با واقعیت های شهودی تطابق بیشتری دارد انتخاب و مورد توجه قرار داده و به عینیت و مصداق تبدیل می کنند. به چنین فرایندی در مغز، به معنی درک

عینیت از طریق داده های دریافتی و تحلیل مستقیم آنها درون مغز و وانمود آن به عنوان درک واقعیت، فرایند « درون به بیرون (Inside-out)» گفته می شود. به عنوان مثال هنگامی که نوزادی واژه « ته-ته (مختصر تدی به معنی عروسک)» را به زبان می آورد، مادر با محبت یک خرس عروسکی به او می دهد. این بدان معنی است که فرایند درون به بیرون در مغز مادر به جریان افتاده و مغز میان هزاران تفسیر از واژه ته-ته (آنچه به واقعیت نزدیک تر است) را انتخاب و تصمیم نهایی خود را گرفته و بر اساس تجربه، عروسکی در اختیار نوزاد قرار می دهد. طبق جدیدترین پژوهش ها به نظر می رسد که در مغز فرایند "درون به بیرون" دارای جایگاهی اساسی و عاملی تعیین کننده به شمار می رود.

فرایند درک واقعیت چگونه عمل می کند؟

در حال حاضر بسیاری از محققین کماکان به مدل صفحه نقاشی « فرایند بیرون به درون» که در بالا به آن اشاره شد باور داشته و سعی دارند تا بر اساس پژوهش های جدید نوعی مکانیزم عصبی برای مدل صفحه نقاشی که دارای توجیح علمی باشد، یافته و آن را اثبات کنند. بسیاری از آنها نظریات خود را بر پایه تحقیقات دو عصب شناس مشهور (داوید هوبل و تورستن ویزل David Hubel – Torsten Wiesel) که برای تحقیقات خود در امر سیستم های بصری در مغز، موفق به دریافت جایزه نوبل برای فیزیولوژی و پزشکی شدند، بنا نهاده اند. این دو محقق در جریان آزمایشات خود بر روی حیوانات، تصاویر و فرم های هندسی گوناگونی را به آنها نشان داده و کلیه فعالیت های عصبی آنها را ثبت نمودند. آنها متوجه شدند که به عنوان مثال خطوط متحرک، زوایا، تصاویر روشن و تاریک و سایر فرم های هندسی شبکه های عصبی کاملاً مختلفی را در مغز فعال می کنند. لذا دو محقق یاد شده چنین نتیجه گرفتند که مغز ابتدا در حله اول علایم دریافتی از بیرون را قدم به قدم تحلیل و از آنها تصویری ساده به وجود آورده و در مرحله بعدی چنین تصاویر اولیه را به نمود های کامل تری تبدیل می کند، به نحوی که در جایی در مغز مشخصات اولیه علایم دریافتی ترکیب و تحلیل شده و نتیجتاً در مغز نموداری از آنچه واقعاً مشاهده شده درک و ثبت می شود. این فرایند در مغز کاملاً به گونه ای اتوماتیک انجام شده و فرد در آن هیچ دخالتی ندارد.

بر اساس فرایند (بیرون به درون) عملکرد مغز چیزی جز این نیست که علایم بیرونی را دریافت، تحلیل و آنها را به واقعیت تبدیل و تثبیت کند. بدیهی است که جهت انجام چنین فرایندی به نوعی میانجی و پردازنده مرکزی جهت تجزیه و تحلیل سیگنال های ورودی و خروجی احتیاج است. وظیفه چنین پردازنده ای دریافت علایم بیرونی محیط زیست و تصمیم گیری صحیح و نهایتاً واکنش متعارف است. عملکرد اتوماتیک و هنوز ناشناخته چنین پردازنده ای میان محققین علوم عصب شناسی دارای نام های مختلفی است مانند: اراده آزاد مغز، مجری مستقل و یا به اختصار "جعبه سیاه". در حال حاضر محققین عنوان می کنند که قسمت قشر جلوی مغز (Prefrontal cortex) مسئول چنین فرایندی است. آنها می گویند که کلیه علایم ورودی و خروجی به این قشر مغزی منتقل شده و هم در آن قسمت است که فرمان اجرای واکنش های گوناگون صادر می شود. ولیکن با نگاهی دقیق تر می توان عنوان نمود که چنین توجیهی دارای اشکالات و تناقضاتی محوری است و طبق آخرین پژوهش ها واقعیت چیز دیگری است.

«بیرون به درون» یا «درون به بیرون» ؟

این تفکر که مغز مانند صفحه ای نانوشته که بر روی آن کلیه ادراکات ثبت می گردند چیز جدیدی نبوده و از زمان قرون وسطی معمول بوده است. حتی امروزه نیز چنین تفکری با برخی تغییرات هنوز وجود دارد، ولیکن این ایده اکنون توسط متخصصان اعصاب و مغز شناسی شدیداً مورد تردید واقع شده است. دلایل مستدلی حاکی بر آنند که مغز آنطور عمل نمی کند که تا کنون برداشت شده است. اساس چنین فرضیاتی بر آن استوار است که چگونه یک بیننده مستقل جریان تبادل علایم (سیگنال های حسی) در مغز را تفسیر و معنی می کند.



مدل (بیرون به درون)

علامتی بصری مانند تصویر یک گل از طریق چشم ها وارد مغز شده و یاخته های مغز را تحریک می کند. چنین فرضیه ای زمانی دارای معنی است که بیننده ای مستقل توان آن را داشته باشد تا تبادل اطلاعات از بیرون به درون مغز را تلفیق کند. حال در صورت عدم وجود بیننده مستقل، فرد قادر به دیدن شاخه گل نخواهد بود. لذا فرضیه قابل اثبات نیست.

مدل (درون به بیرون)

بر خلاف مدل بیرون به درون، این فرضیه کاملاً بدون وجود بیننده مستقل عمل کرده و بر این منطق استوار است که مغز در تعامل با محیط یاد می گیرد که آن را بفهمد، به نحوی که با محیط تبادل اطلاعات می کند. هنگامی که فردی یک شاخه گل را به حرکت در می آورد، اطلاعات بیشتری در خصوص آن دریافت می کند. در این حالت نورون های حرکتی و شناختی با همکاری دیگری، اطلاعات گسترده تری مانند اندازه، شکل و سایر مشخصات را تداعی می کنند. لذا در این حالت تصویری کامل تشکیل و فرد گل را می بیند (درک می کند).

مدل (بیرون به درون) قادر به توجیح این مطلب نیست که آیا فقط نور دریافتی می تواند روزی زیبا و آفتابی کنار ساحل را به خاطره و یا واقعیت و فهمیدن و درک موقعیت تبدیل کند. آیا فرد یا چشم سومی « بیننده مستقل » و نامرئی وجود دارد که اطلاعات را به مغز منتقل نموده و آنها را قابل درک می کند؟ علایم بصری مانند نور که وارد چشم ها می شوند و از آن طریق توسط سلسله اعصاب بینایی به سوی شبکه های مسئول بینایی در مغز هدایت می شوند، دارای هیچ گونه اطلاعات محیطی قابل شناخت و درک برای مغز نیستند و فقط علایمی بصری از جانب محیط می باشند! نور دریافتی از جانب یک شاخه گل دارای هیچ گونه اطلاعاتی در خصوص ماهیت گل نبوده و شبکه های بینایی عملاً در وحله اول آن را ندیده و فقط در مقابل علایم دریافت شده الکتریکی از جانب شبکه چشم واکنش نشان می دهند. فقط با همکاری و تلفیق اطلاعات دیگر حوزه های مغز این امکان به وجود می آید تا فرد موفق به دیدن و شناخت جسم مربوطه و آن شاخه گل شود.

به عبارت دیگر: یاخته های عصبی (نورون) مستقر در حوضه بینایی و قشر مغزی به تنهایی قادر به دیدن آنچه در اطراف شخص و محیط زیست اتفاق می افتد نیستند و فراتر از آن، هیچ گونه مترجم و یا « بیننده مستقل » دیگری که واقعیت را تشخیص دهد و آن را به شما القا کند، وجود ندارد! به نحوی که می توان عنوان نمود، یاخته ها و شبکه های مغزی کوچکترین اطلاعاتی از آنچه در اطراف آنها به وقوع می پیوندد ندارند.

نتیجه ای که از گفته های بالا عائد می شود این است که برای شبکه های عصبی مسئول، جهت تشخیص و شناخت داده های دریافتی راه دیگری جز آنکه علایم دریافتی را با چیز دیگری مقایسه کرده تا موفق به درک واقعیت شوند، نمی ماند. آن چیز دیگر هنگامی در اختیار قرار می گیرد که ذهنیت فرد شروع به « مقایسه و شناخت » رخداد های محیط زیست خود نموده و در مغز او به اصطلاح فرایند « درک واقعیت » آغاز شده باشد! به عنوان مثال وقتی میله ای را درون سطلی از آب قرار می دهید، به نظر می آید که میله خم شده است. زمانی که میله را حرکت دهید متوجه می شوید که میله خم نشده و کاملاً راست و مستقیم است! و یا تشخیص فاصله دو درخت و

یا دو قله کوه از یک دیگر؛ وقتی از مسافتی دور به آنها نگاه می کنید فاصله آنها از دیگری تقریباً مساوی است. اما هنگامی که به آنها نزدیک و یا از آنها دور می شوید و یا به عبارتی دیگر حرکت می کنید، مغز شما قادر به تشخیص فاصله اجسام از یک دیگر خواهد بود.

با نگاهی ژرف تر به فرایند « بیرون به درون » متوجه می شویم که اساس این فرضیه فقط در ارتباط با زنجیره ای از رویدادها قابل توجیه است، به نحوی که باید پیش از آن مراحل مانده درک اولیه، تصمیم گیری و انجام حرکت متعارف، تحقق یافته باشند. واقعیت اما چنین است که مغز مراحل یاد شده را تک به تک انجام نداده بلکه در طول انجام حرکات متعارف ماهیچه ای، حوضه های حرکتی مغز لحظه به لحظه با حوضه قشای مغزی در ارتباط بوده و اطلاعات مربوط به تراکم ماهیچه ها را به تناوب به آن منتقل می کنند. شبکه های « عصبی- حرکتی » مغز نتایج را از طریق ارسال مستمر علایمی جداگانه به قشای مغزی، تحت نام « کپی برداری از نتایج و یا تخلیه نتایج به دست آمده و یا به اختصار تبادل اطلاعات با مرجع (Corollary discharge) » انجام می دهند. فراتر از آن، سیگنال های « تبادل اطلاعات با مرجع » از طریق قشای مغزی با شبکه های « حسی- حرکتی » نیز در ارتباط هستند. چه بسا بدون چنین تبادل اطلاعات با شبکه های « حسی- حرکتی »، ذهنیت قادر به شناخت خصوصیات اجسام مانند اندازه، شکل و سایر مشخصات آن نیست. لذا طبق آنچه گفته شد فرایند « درک واقعیت » در مغز زنجیره ای از عملکرد متناوب حوضه های مغزی است که فهم واقعیت را ممکن می سازند. به تفسیری دیگر « درک واقعیت و یا فرایند ادراک و فهمیدن » همان عکس العمل نهایی بدن ما در مقابل جهان خارج است و نه مجموع علایمی غیر ارادی که از جانب حواس پنج گانه خود دریافت می کنیم.

شبکه های عصبی که موجب به وجود آمدن واکنش نهایی بدن ما می شوند دارای دو وظیفه محوری هستند. وظیفه اول ارسال فرمان های متعارف به ماهیچه ها است - که فرمان های ارسالی به چشم ها و زبان و امثال آن را نیز در بر می گیرند. بدیهی است که در حیطه چنین تبادل اطلاعاتی سیگنال های ارسالی و یا دریافتی از حواس پنج گانه کار خود را دقیقتر از قبل انجام داده که آن خود منجر به دریافت اطلاعات باز هم گویا تر توسط مغز در خصوص آنچه رخ داده می گردد. وظیفه دوم شبکه های عصبی نامبرده ارسال و ارجاع مستمر اطلاعات حرکتی انجام شده توسط بدن و ماهیچه ها به سایر حوضه های مغزی که مسئول پردازش آن هستند می باشد. به عنوان نمونه، یاخته های عصبی « نورون ها » که در حال ارسال اطلاعات دریافتی از چشم ها هستند، به موازات همان اطلاعات را به شبکه های عصبی مسئول بینایی واقع در حوضه قشای مغزی منتقل می کنند. این عمل باعث درک آن می شود که به عنوان مثال ورزش باد گلی را به حرکت در آورده و یا ما با دستان خود آن را تکان داده ایم.

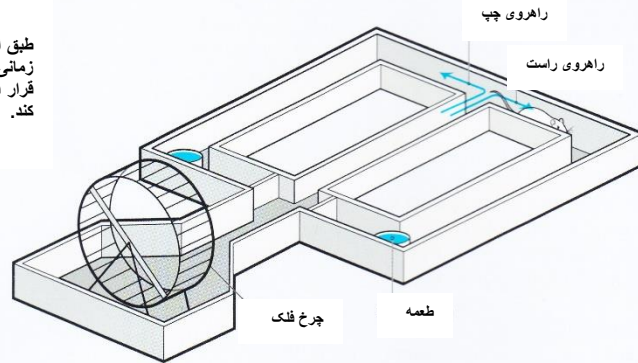
یک آزمایش ساده نشان می دهد که فرایند ارجاع به دیگر حوضه های مغزی « Efference Copy » چه نتایجی را در بر دارد: دست خود را جلوی یکی از چشمان قرار دهید و به موازات در حالی که مشغول مطالعه این جملات هستید از بغل ضربات کوچکی به چشم باز خود وارد کنید که در نتیجه آن کلمات جلوی چشم باز شما به حرکت در آمده و انگار در حال رقص هستند. اما هنگامی که به طور معمول با دو چشم جملات را می خوانید، کلمات ثابت و در جای خود باقی می مانند. به راستی دلیل این اتفاق چیست؟: نورون هایی که حرکات چشم ها را کنترل می کنند در آن واحد یک کپی از سیگنال های دریافتی را به مراکز بینایی در مغز ارجاع می نمایند که در نتیجه مغز تفکیک می کند که آیا آنچه دیده شده به دلیل حرکت کره چشم « Eyeball » و یا توسط عامل دیگری ایجاد شده است.

تفاوت بارز فرایند های « درون به بیرون » و « بیرون به درون » را به خصوص در بسط آنها در امر پروسه یادگیری « Learning Process » متوجه می شویم. طبق آنچه گفته شد تئوری موجودیت « صفحه نانوشته نقاشی » در مغز بر این اساس استوار است که به مرور تجربیات جدید موجب به وجود آمدن شبکه های عصبی نو در مغز شده، به نحوی که فرایند آموزش و یادگیری می تواند حتی به توالی دقت عملکرد آن را افزایش دهد. ولیکن متضاد آن فرایند « درون به بیرون » بر اساس کسب تجربیات جدید به عنوان منشاء عملکرد واقعی مغز به حساب نیامده، بلکه این خود ساختار مغزی است که برای خود برنامه ای را تنظیم نموده و به تعداد کثیری از مدل های گوناگون استناد ورزیده و بر اساس آن تصمیم گیری کرده و مسیر خود را انتخاب می کند. می توان این مسیر را به لغت نامه ای

تشبیه کرد که در ابتدا مملو از لغات بی معنی است و کسب تجربیات جدید کوچکترین اثری روی کارکرد شبکه های مغزی ندارد. این بدان معنی است که پروسه یادگیری کاری جز مرتبط نمودن انبوه مسیرهای مختلف با آنچه در گذشته آموخته ایم انجام نمی دهد.

مسیریابی در مغز

طبق این آزمایش اثبات می شود که پاخته های مغزی به ترتیب به توالی زمانی که یک موش آزمایشگاهی درون یک «هزار تو Labyrinth» قرار دارد، چگونه فعال شده و راه خود به سوی طعمه را جستجو می کند.



ساختار آزمایش

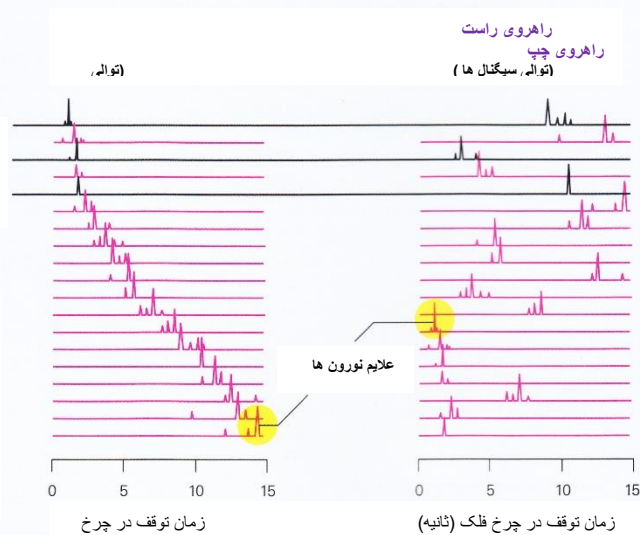
در ورودی یک هزارتو چرخ فلکی قرار دارد و موش باید پس از گذشت ۱۵ ثانیه راه خود به سوی طعمه را جستجو کند. موش اما هنگامی به طعمه می رسد که به توالی راهروی چپ و پس از آن راست را انتخاب کند. در حین آزمایش کلیه علائم عصبی در درون چرخ فلک و هنگام عبور از راهرو ها به سوی طعمه از طریق کابل های متصل به موش ثبت و پس از آن تحلیل می شوند.



نتایج به دست آمده

فعالیت نورون های موش هنگام توقف در چرخ فلک مصداق آن است که حیوان پس از ۱۵ ثانیه توقف، کدام راهرو را انتخاب می کند. درست مثل این که موش هنگام توقف در چرخ فلک در حال انتخاب راهروی چپ یا راست است. فعالیت مغزی در سمت چپ نشان دهنده انتخاب راهروی چپ هنگام توقف در چرخ فلک است و با نمودار سمت راست که موش راهروی راست را انتخاب کرده کاملاً متفاوت است و تجربیات پیشین در آن دخالتی ندارند و این فرایند هر بار با وجود تجربیات قبلی از نو اتفاق می افتد.

نورون (۱)
نورون (۳)
نورون (۵)



BROWN BIRD DESIGN / SCIENTIFIC AMERICAN JUNI 2022, BEARBEITUNG SPECTRUM DER WISSENSCHAFT

شبکه های عصبی هوشمند،

بر اساس جدیدترین تحقیقات انجام شده اکنون می دانیم که حتی یک مغز تازه به دنیا آمده دارای انبوهی از انواع مدل های ادراکی است که این امکان را فراهم می آورد تا مغز قادر به تطبیق تجربیات جدید با مدل های اکتسابی و از پیش آماده شده باشد، چه بسا مغزی که دائماً در حال عملکرد عصبی است بدون وجود مدل های اکتسابی و از پیش تعریف شده قادر به شناخت و درک وقایع متناوب و تغییرات سریع آنها در محیط زیست نخواهد بود. بدیهی است که عملکرد جذب تجربیات جدید در کنار آنچه با موجود زاده شده همچنان در طول زندگی ادامه داشته و به تجربیات قبلی اضافه شده و به اصطلاح مغز مستمرا در حال یاد گیری است. پژوهش های نو به ما می آموزند که مغز این تعادل را درون خود را با در هم آمیختن و اتصال شبکه های عصبی گوناگون با شدت های مختلف برقرار می کند. شدت این گونه درهم آمیختگی و اتصالات درون شبکه ای می تواند در مراحل گوناگون بسیار شدید و یا ضعیف باشد، تصمیم گیری نهایی در این مورد با سلسله مرکزی اعصاب است، به نحوی که حوضه های دارای اتصالات قوی تر دائماً در حال آماده باش به سر برده و بسیار سریع از خود واکنش متعارف بروز داده و به موازات آن از هر گونه تغییر در شبکه های عصبی خود جلوگیری می کنند. بلی اکنون محرز شده است که این گونه شبکه های هوشمند دائماً از آنچه در کل مغز در حال اتفاق افتادن است آگاهی کامل دارند.

چنین شبکه های هوشمند مغزی در اصطلاح علم مغز شناسی تحت نام نه چندان صحیح «باشگاه ثروتمندان - Rich club» معروف هستند. حجم کلی مجموع نورون های چنین شبکه های هوشمند مغزی حدود $\frac{1}{5}$ یاخته های عصبی رادر بر گرفته، در حالی که مسئولیت کارکرد حدود نیمی از فعالیت مغزی را به عهده دارند. سایر یاخته های عصبی تحت نام «باشگاه فقرا Poor club» نامگذاری شده اند و به صورت معمول دارای کارکرد بطیع تری بوده و اتصالات آنها با سایر حوضه ها بسیار محدود تر است. مشخصه بارز آنها اما در حیطه انعطاف پذیری و تغییر فیزیکی ارتباطات نورونی خود «Synapses» با دیگر نورون ها می باشد.

یاخته های عصبی متعلق به هردو گروه جهت سرعت عمل کارکرد کلی مغز در همکاری مستمر با دیگری قرار دارند. نورون های گروه اول مسئولیت تشخیص داده های ناشناخته را به عهده دارند، به نحوی که یک تصویر کلی نه بر اساس تجربیات بلکه بر پایه انبوهی از فرضیات در مغز به وجود آمده و نهایتا داده های دریافتی احساسات انسان را که به گونه ای ناشناخته و غیر ارادی دریافت می گردند را بسیار هوشمندانه تا حد ممکن با واقعیت تطبیق می دهند.

نورون های گروه دوم که آهسته تر عمل می کنند، زمانی فعال می شوند که یک تصویر و واقعیت جدید توسط مغز ثبت شده، به نحوی که مشخصات بارز آنها ذخیره خصوصیات ادراکات جدید برای تخمین آتی هر چه نزدیکتر به واقعیت می باشد. نورون های یاد شده قابلیت تشخیص تفاوت های بسیار ظریف شدت سیگنال های دریافتی را دارا بوده و قادرند تا جهت انتقال آنها به نورون های دیگر به سرعت شدت سیگنال های مربوطه را تقویت و آنها را منتقل کنند. به عنوان مثال کودکی حیوانی را به عنوان سگ که در گذشته تجربه آن را داشته شناسایی می کند. حال این امکان وجود دارد زمانی که گوسفندی در مقابل او قرار دارد، کودک به دلیل شباهت ظاهری فوق العاده آنها گوسفند را اشتباها به عنوان یک سگ شناسایی کند. اما در این لحظه یاخته های گروه دوم، مغز کودک را به سوی این واقعیت سوق می دهند که "خیر این حیوان سگ نیست بلکه یک گوسفند است"، به نحوی که مغز کودک در این فاز یاد می گیرد که در آینده میان سگ و گوسفند تفاوت قائل شود. خوانندگان توجه داشته باشند که کلیه فرایندهای نامبرده جهت "درک واقعیت" همگی درون مغز محقق می شوند.

به خوبی به یاد دارم که در آغاز تحقیقات خود هرگز به دنبال این نبودم که فرایند «بیرون به درون» را تحت سؤال قرار دهم، بلکه توجه من زمانی به این مورد جلب شد که در خصوص مجموعه یاخته های عصبی موجود در حوضه هیپوکامپ «Hippocampus» تحقیق می کردم، به این نتیجه رسیدم که فعالیت مغز بر خلاف آنچه تا آن زمان تصور می شد نه بر اساس داده های دریافتی از بیرون و محیط زیست، بلکه به مراتب با ساختار و فرایند های عصبی درون خود در ارتباط است. لذا تصمیم گرفتم که اهداف پژوهشی آزمایشگاه خود را کاملا تغییر داده، به نحوی که نتایج به دست آمده توسط افراد تیم تحقیقاتی من و دیگران ثابت کرد که اعم فعالیت و مشغولیت محوری یاخته های مغزی روی تحلیل علایم حوضه های عصبی درون خود مغز استوار است و نه تحلیل داده های احساسات دریافتی و غیر ارادی از محیط زیست!

با توجه به مطالب یاد شده می توان چنین نتیجه گرفت که: هنگامی که چشمان خود را می بندید کماکان می دانید که کجا هستید. این بدان معنی است که آنچه به عنوان فرایند دیدن تفسیر می شود به طور تمام و کمال بازده فعالیت یاخته های مغزی است، به نحوی که چنین فعالیت شبکه های مترادف مغزی این امکان را به فرد می دهد تا قادر به تجسم و ترسیم حالات خود باشد و فراتر از آن اساس به وقوع پیوستن سایر فرایندهای دیگر شناختی و ادراکی مغزی به شمار می رود.

جهت روشن تر شدن مطلب توجه شما را به نتایج تحقیقات تیم خود در رابطه با عدم ارتباط فعالیت شبکه های مغزی با علایم حسی و غیر ارادی دریافتی از بیرون

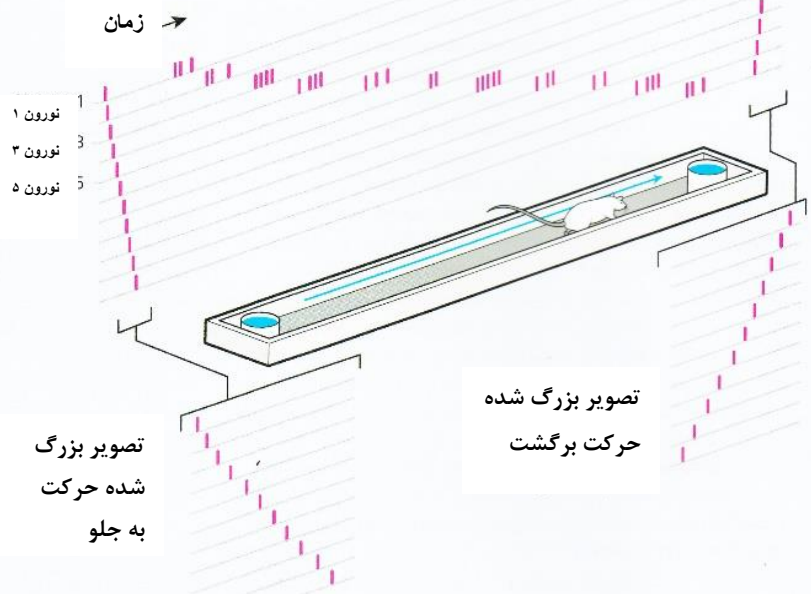
و محیط زیست، که هنگام پژوهش حوضه گیجگاهی مغز انجام شد جلب می کنم. حوضه گیجگاهی (کمی بالاتر از گوش ها) دارای ساختاری است که امکان درک موقعیت فیزیکی انسان و جهت گیری را فراهم می آورد، مانند به یاد آوری راه برگشت به خانه و امثال آن. حوضه گیجگاهی این وظیفه را با همکاری سایر شبکه های مغزی مانند "هیپو کامپ" و غشاء های اطراف آن «Entorhinal Regions» انجام می دهد. تحقیقات ما بر اساس پژوهش های برنده جایزه نوبل سال ۲۰۱۴ آقای «جان اوکیفی John O'Keefe» از دانشگاه کالج لندن به انجام رسید. او به این نتیجه رسیده بود که در آزمایش بر روی موش های آزمایشگاهی برخی از یاخته های عصبی حوضه هیپوکامپ موقعیت فیزیکی حیوان را کدگذاری می کنند و به همین دلیل آنها با نام "یاخته های مکانی" شناخته می شوند.

هنگامی که موشی درون یک "هزار تو" حرکت می کند به ترتیب و به توالی گروهی از یاخته هاب مکانی در مغز فعال می شوند. کدام گروه از چنین یاخته هایی عمل می کنند کاملاً بستگی به موقعیت مکانی و فیزیکی موش دارد. این فرایند این شبهه را به وجود می آورد که علایم "بیرون به درون" هستند که موجب فعالیت نورون های مکانی گردیده اند. اما واقعیت چیز دیگری است.

آمادگی و تکرار

گروهی از نورون ها فعالیت خود را قبل و هنگام عبور و پس از عبور موش از راهرو آغاز می کنند. نورون های نامبرده پیش از حرکت موش به توالی سیگنال های از پیش ذخیره شده در مغز را تکرار و این فعالیت در حال حرکت تا رسیدن به هدف همچنان ادامه یافته و در راه برگشت درست بالعکس آن عمل می کنند

توالی نورون های فعال پیش، هنگام و پس از حرکت موش



با توجه به مطالب یاد شده گروه پژوهشی ما اقدام به انجام آزمایشات دیگری، حتی بر روی انسان نمود که نتایج دیگری را در بر داشت. یکی از این آزمایشات توسط من و همکارم خانم «Eva Pastalkova» در سال ۲۰۰۸ در دانشگاه "روتکرز" در آمریکا به انجام رسید. در طول آزمایشات گروه ما موش هایی را تمرین داده که به توالی یک بار از راه روی چپ و بار دیگر جهت رسیدن به ظرف آب از راه روی راست عبور کنند. قبل از حرکت به سوی ظرف آب، طبق شرایط تمرین، موش باید مدت ۱۵ ثانیه درون چرخ فلکی رفته و پس از آن حرکت کند (تصویر صفحه ۶). این عمل باعث آن می شد که موش فقط و فقط طبق حافظه و تجربیات قبلی خود عمل و به توالی راهروی چپ و سپس راه روی راست را انتخاب و حرکت کند. حال طبق تئوری آقای «جان اوکیفی John O'Keefe» هنگامی که نورون های خاص حوضه هیپوکامپ فعال شوند و انتخاب یکی از راه رو ها را زمانی که موش در درون چرخ و فلک قرار دارد به صورت اتفاقی برای او تداعی می کنند. این بدان معنی است که در این فاز باید یک گروه دیگر از نورون های مکانی در مغز موش این وظیفه را به عهده گیرند که چنین نشد! به عبارت دیگر نورون های فعال طبق برنامه از پیش تعریف شده به توالی و به صورت ردیفی از نورون اول الی آخر پشت سر هم فعال شدند. این آزمایش و نتایج و مقایسه داده ها با مدل های پیشین، به ما هنگام ثبت و بررسی سیگنال های مغزی این امکان را می داد که از قبل پیش گویی کنیم که موش به مجرد ورود به چرخ فلک، راه چپ یا راست را انتخاب خواهد کرد.

سفر های ذهنی درون زمان و مکان

نتایج آزمایش ما را به سوی این ایده سوق داد که: عملکرد یاخته های عصبی مغزی مسئول جهت یابی و درک موقعیت، قادرند تا انواع سفر های فکری را توسط عملکرد درونی مغز، بر اساس تجربیات قبلی برای خود تداعی نموده و آنها را فقط از طریق ذهنیت مجسم کنند. بلی هنگامی که شما تصمیم می گیرید برای خرید به سوپر مارکتی بروید، قادر هستید که از پیش چگونگی حرکت در قسمت های فروشگاه را در ذهن خود مجسم و برنامه ریزی و به آن عمل کنید. مثلاً اول سری به قسمت سبزی فروشی می زنم و پس از آن به قسمت لبنیات رفته و بعد قسمت نانوائی را جهت خرید انتخاب می کنم و الی آخر.

خوانندگان توجه داشته باشند که سفرهای ذهنی می توانند انواع دیگری مانند تجسمات مطلق و به اصطلاح « چکیده یا Abstract » داشته باشند. به عنوان مثال تجسماتی که بر اساس اتفاقات گذشته و تجربیات در ذهن وجود دارند. این عملکرد منحصرأ توسط حافظه گذرا یا اپیزودیک اتفاق می افتد، به نحوی که یک تفکر کوتاه به گذشته و تجربیات قبلی، انواع تصورات را در مغز ترسیم کرده و کمک می کنند تا انسان توان محک زدن یا پیشگویی وقایع و برنامه ریزی را داشته باشد. نوع دیگر چنین تجسماتی می توانند ما را قادر به شناخت موقعیت، جهت یابی و به خاطر سپردن محل وقایع و آدرس دوستان خود کنند. حال چگونه و کجا و در چه رابطه ای از چنین قابلیت استفاده می کنیم کاملاً به طرز تفکر و ذهنیت ما بستگی دارد.

فعال شدن حوضه های عصبی که مغز بر اساس علائم حسی و غیر ارادی دریافت می کند، مانند هنگامی که در حال آرامش قرار داریم و یا خواب هستیم از اهمیت فوق العاده ای برخوردارند. در چنین حالتی مغز همچنان مشغول فعالیت است و حوضه های گوناگون مغزی کماکان در حال تبادل اطلاعات هستند. به عنوان مثال زمانی که موش از حرکت در هزار تو فارق شده و در لانه خود در حال استراحت است، حوضه هیپو کامپوس مغز حیوان همچنان به توالی، سیگنال های کوتاهی که دال بر فعالیت مغزی است ارسال می کند. این گونه سیگنال ها زمانی حدود ۱۰۰ میلی ثانیه طول می کشند و به نوبه خود همان نورو ن هایی را که هنگام حرکت در هزار تو فعال شده بودند را دگر بار فعال می کنند (تصویر صفحه ۸). بلی چنین فعالیت دوباره یاخته های مغزی چیزی جز این نیست که مغز در چنین فازی مشغول تثبیت داده ها در حافظه بلند مدت خود است، چیزی که بدون آن تفکر درست و ذهنیت سالم بر خلاف زمان بیماری و یا دست کاری مصنوعی و مختل شدن ذهنیت به هر دلیلی، برای ما امکان پذیر نخواهد بود.

جدید ترین تحقیقات مغزی نشان می دهند که در ورای سیستم فعالیت یاخته های مکانی فرایندی وجود دارد که باعث ترسیم انواع تجسمات مختلف در مغز می شوند، چیزی که نه فقط یک راه حل در مواجهه با چالش ها را برای ما فراهم می آورد، بلکه چندین راه حل در اختیار ما قرار داده تا با مقایسه با واقعیت عینی راهی را انتخاب کنیم که به واقعیت نزدیک تر است. این فرایند موجب می شود تا ذهنیت بدون انجام هیچگونه عمل حسی-حرکتی موفق شود تا آینده را تا حدودی پیشگویی نموده و قادر باشد خود را آماده تقابل با آنچه در انتظار است نموده و منطق-محور عمل نماید. وقتی به خلق تئوری های علمی و خارج از تصور مغزی خود می اندیشیم، مانند تئوری نسبیت آقای آلبرت اینشتین، تعجب می کنیم که چه طور چنین چیزهایی می توانند اصلاً وجود داشته باشند. بلی همه این ها کار فعالیت درون مغزی انسان است.

بلی آرزو می کردم هنگامی که به گونه ای سرسری سئوالات دانشجویان خود را پاسخ می دادم، از همه این واقعیات آگاه بودم. اگر امروز آن روز بود به آنها می گفتم که خانم ها و آقایان بدانید که مغز همه انسان ها و در سطحی پائین تر دیگر موجودات طبق یک قانون و فرایند واحد عمل می کند. پروسه های عصبی که بر اساس احساسات بیرونی و یا بدون آنها کاملاً مستقل درون مغز عمل می کنند، همگی دست در دست یک دیگر و با تعامل با دیگری کار می کنند. این عملکرد درونی مغز است که با استفاده از احساسات غیر ارادی بیرونی، بنیان شناخت وقایع را آن چنان که هستند فراهم می آورد.

