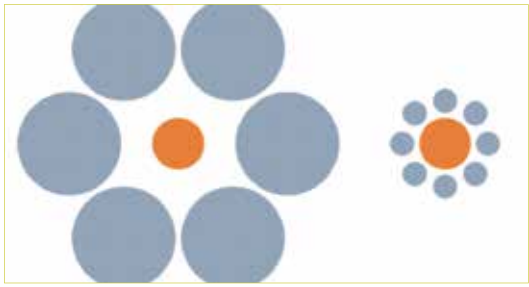
مغز ما

علوم شناختی دربارهٔ ساختار شبکه‌ای و پردازش اطلاعات چه می گویند؟

نویسنده: کلاری سرجنت
مترجم: دکتر هانیه عالی‌نژاد



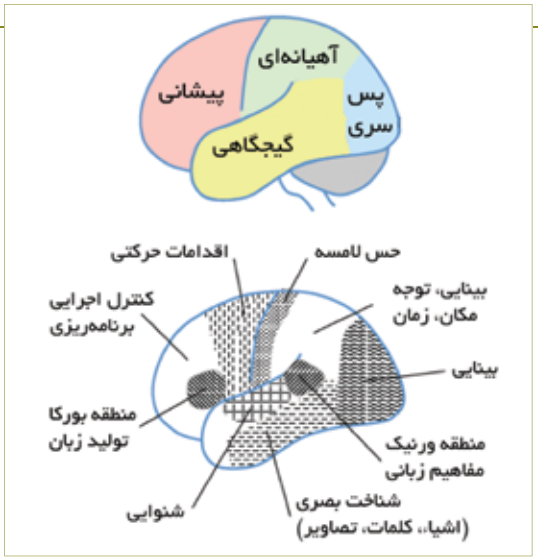
آیا دو دایره نارنجی رنگ بالا ابعاد یکسانی دارند؟ لابد دایره سمت راست به نظرتان بزرگ‌تر می‌آید، این طور نیست؟ ولی اگـــر اندازه‌گیری کنید، خواهید دید که هر دو یک اندازه‌اند و شما دچار خطای دید شـــده‌اید. نه‌تنها شما بلکه همه آدم‌ها تمایل دارند که دایره ســـمت راســـتی را بزرگ‌تر از دیگری ببینند. این توهم به دلیل مقاومت ساختارشـــناختی ماست که مطابق شـــناخت قبلی خود عمل می‌کند. توهم و خیال، که پدیده‌هایی شگفت‌انگیز هستند، برای دانشمندان به‌عنوان پنجره‌ای رو به مغز ما باز شـــده‌اند و آشکارســـاز عملکرد آن هستند. توهم و برخی دیگر از کارکردهای مغز به ما این امکان را می‌دهند که بفهمیم شبکه مغزی ما با اطلاعات چه می‌کند.

۱. ساختمان مغز

شـــاید خودمان نتوانیم تصور کنیم که چطور مغز، این عضو بیولوژیک بدن ما، می‌تواند منشأ این تعداد از ایده‌ها، استدلال‌ها، تعابیر، رؤیاها، احساسات و کل زندگی ذهنی ما باشد، اما واقعیت این است که:

اگر فقط بخش کوچکی از مغز آسیب ببیند، قسمت مشخصی از ذهن از دست می‌رود.

پاول بروکا (۱۸۸۰-۱۸۲۴)، در پژوهشی مربوط به ارتباط بین مغز و فعالیت‌های ذهنی، مشاهده دقیق و مشهوری دارد. این پزشک فرانسوی در ســـال ۱۸۶۱، بیماری به نام آقای لِبُقنی داشـــت که توانایی تلفظ برخی سیلاب‌ها را از دست داده بود. او همچنیـــن قادر نبود خودش را با نوشـــتن توصیف کند. اما می‌فهمید که به او چه می‌گویند. در پی مرگ این بیمار، پاول بروکا مغز او را کالبدشـــکافی کرد و یک زخم مهم در قسمت پایین و سمت چپ لُب پیشانی پیدا کرد. سپس مشاهداتش را با بیماران دیگر تکمیل کرد و ارتباط بین این منطقه از مغز را- که اکنون منطقه بروکا نامیده می‌شود- با توانایی تولید گفتار تأیید کرد. ده سال بعد، کارل ورنیک (۱۹۰۵-۱۸۴۸)، عصب‌شناس آلمانی، منطقهٔ مغزی دیگری را در سمت چپ لُب گیجگاهی کشف کرد و دریافت که در فهم و معنای زبان نقش دارد.



▲ شکل ۱. لب‌های مغزی اصلی (بالا) و کاربردهای اختصاصی هر ناحیه از مغز (پایین)

این پژوهش‌ها یکی از اصل‌های بنیادین دربارهٔ ارتباط بین مغز و ظرفیت ذهنی ما را آشکار کردند: «مغز سازمانی است متشکل از بخش‌های ویژه که هر کدام از آن‌ها را می‌توان یک ماژول نامید.»

همان‌طور که ناحیه‌های مشخصی در مغز به کارکردهای زبانی اختصاص دارند، مناطق دیگری نیز به پردازش اطلاعات بصری یا شنوایی و صدور فرمان‌های حرکتی و ... اختصاص دارند.

هر ناحیه ویژه، خود شامل نواحی زیادی با کارکردهای مخصوص دیگر است. مثلاً در میان ناحیه‌های بینایی، بخش‌هایی هستند که مختص شناخت چهره‌اند و بخش‌های دیگری که به شناخت کلمات و شناخت حرکت اختصاص دارند.

البته این بخش‌ها با هم مرتبط‌اند. ولی هر کدام اطلاعات خاص مربوط به خود را دریافت می‌کنند و روی آن پردازش خاصی انجام داده و نتیجه را به بخش‌های دیگر منتقل می‌کنند. پس می‌توانیم مغز را به‌صورت مجموعه‌ای شامل بخش‌های ویژه مختلف در نظر بگیریم که با هم ارتباط متقابل دارند.

اگر وارد جزئیات شویم، مشاهده می‌کنیم که در هر کدام از این بخش‌های ویژه، اطلاعات به‌صورت منظم و مطابق یک نقشه دقیق و قابل فهم قرار می‌گیرند. بخش‌های مختلف مناطق بصری، مانند نقشه‌های دنیای تصویری هستند. قشر مخی اولیه بینایی، مانند نقشه اصلی است که نقشه‌های دیگر بصری از آن جریان می‌یابند. وقتی جسمی جلوی دید ما قرار می‌گیرد، تصویرش توسط بخش عقبی قشر بینایی اولیه، یعنی لب پس‌سری نمایش داده می‌شود. اجسامی که در نزدیکی آن قرار دارند، توسط بخشی که کمی جلوتر است نمایش داده می‌شوند و هر چه جسمی از نقطه مرکزی دید ما دورتر باشد، در نقشهٔ قشر بینایی، توسط بخش دورتری به نمایش در می‌آید. ولی این نمایش بسیار تغییر شکل یافته است: مرکز دید بخش مهمی از نقشه را تشکیل می‌دهد و تعداد زیادی از نورون‌ها به اطلاعاتی اختصاص می‌یابند که از این بخش می‌آیند و باعث ایجاد تصویر دقیق همراه با جزئیات می‌شوند. به هر اندازه‌ای که از آن محوطه دورتر شویم، نمایش تصویر بخش کمتری را در نقشه بینایی اشغال می‌کند و دارای جزئیات کمتر و تارتر خواهد بود. به کمک روش‌های تصویربرداری مغزی می‌توان نقشه بینایی هر فرد را بازسازی و ثابت کرد که اصول سازماندهی فضایی این بخش مغزی در همه افراد یکی است ولی درجه تغییر شکل می‌تواند در هر فرد متفاوت باشد.

برای صداها، سازماندهی فضایی کمتر مشهود است و بیشتر سازماندهی «تونوتوپیک» است، که تابعی از شدت صدا از بلندترین به زیرترین است.

برای حس لامسه، در بخش‌های مختلف بدن، نقشه‌ای وجود دارد که در مقایسه با اندازه‌های واقعی تغییر شکل یافته است، مثلاً دهان و زبان به طریق بسیار دقیق و پیشرفته‌ای نسبت به پیشانی نمایش داده شده‌اند. نقشهٔ مشابهی، برای دستورات حرکتی وجود دارد (برخی قسمت‌های بدن، نسبت به بقیه به دستورات بیشتری نیاز دارند، مثل دست‌ها و دهان). این بازنمایی بدن در سطح مخ نوع دیگری بدشکلی دارد که آن را «هومونکلوس» می‌نامیم.

▲ شکل ۲. هومونکلوس

واحدهای تشکیل‌دهنده این نقشه‌ها نورون‌ها هستند. اگر اطلاعات به شیوهٔ تخصصی سازماندهی می‌شوند به این دلیل است که هر نورون، به نوبه خود، خاص است. اگر جسمی در جلوی دید ما در یک مکان مشخص در بخش بینایی قرار بگیرد، نورون مخصوصی در قشر اولیهٔ بینایی فعال می‌شود، حال اگر جهت‌گیری خاصی داشته باشد نورون خاصی دیگری آن را تشخیص می‌دهد (برخی نورون‌ها خطوط مورب را تشخیص می‌دهند و برخی دیگر خطوط افقی را و ...)

شاید خودمان نتوانیم تصور کنیم که چطور مغز، این عضو بیولوژیک بدن ما، می‌تواند منشأ این تعداد از ایده‌ها، استدلال‌ها، تعابیر، رویاها، احساسات و کل زندگی ذهنی ما باشد

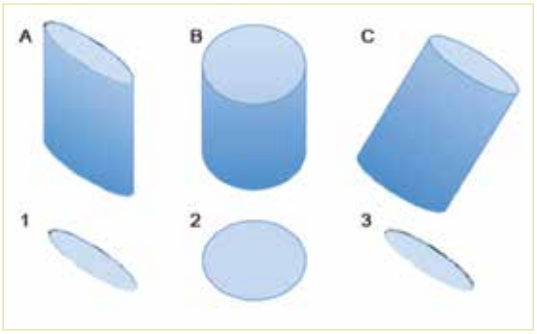
در مغز، اطلاعات در همان مقیاســی طبقه‌بندی می‌شوند که مشاهده شده‌اند. اصول این طبقه‌بندی نیز بین همه افراد مشترک است.

۲. بازنمایی جهان: مغز آماری

ممکن است این‌طور به نظر بیاید که پردازش کارکردهایی مثل دیدن، توجه کردن و احســاس کردن نیاز به پیچیدگی کمتــری از طرف مغز دارنــد؛ یعنی تا چشــم‌هایمان را باز می‌کنیم، تمام اطلاعات بصری در مغز حاضرند و کافی است ثبت شوند و عمل کنیم. ولی اگر بخواهیم ماشینی بسازیم که «ببیند»، متوجه میزان چالش «دیدن» خواهیم شــد که در واقع یک شاهکار محاسباتی است.

اگر برای یک کامپیوتر، شکســت دادن قهرمان شــطرنج جهان، گری کاســپاروف، ده ســال طول بکشد، فقط شروع کسب مهارت بازنمایی اجســام و تصاویر بسیار بیشتر طول خواهد کشید، در حالی که انسان به‌طور پیوسته و بدون تلاش اشیا و تصاویر را می‌بیند.

چه چیز پیچیده‌ای در این ادراک وجود دارد؟ در شــکل ۳، اجسام مشابه بین A، B، C کدام هستند؟

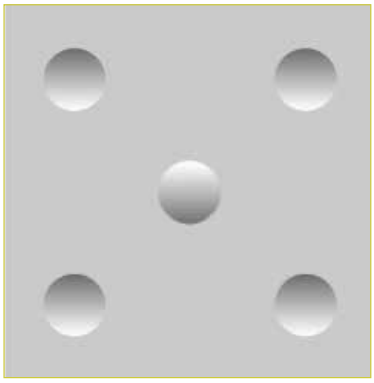


▲ شکل ۳. ابهامات بینایی

واضح است که تصویر B و C هر دو تصاویر یک استوانه‌اند ولی هر کدام استوانه را از دو زاویهٔ مختلف نشان می‌دهند در حالی که A اســتوانه نیست. اما این در خود تصویر مشخص نیست، بلکه در درک ما از دنیای سه بعدی وجود دارد. سطح مقطع اســتوانه بسته به اینکه از بالا به آن نگاه شود (B) یا از کنار (C)، در شــبکیه به شیوه متفاوتی منعکس می‌شود. اما برای مشاهده‌گر، آن‌ها هر دو به وضوح یک جسم هستند. از طرف دیگر، با اینکه ســطح مقطع A و C به شیوه مشابهی روی شبکیه منعکس می‌شوند، او بدون هیچ مشکلی می‌داند که A و C یک جسم نیستند.

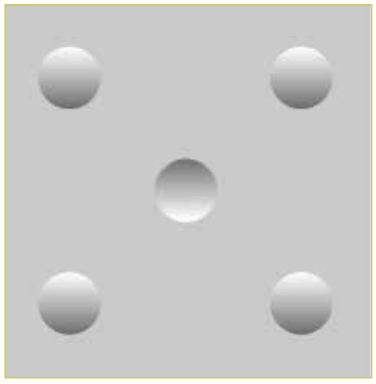
در مورد اشــکال مبهم مثل بیضی روی شــبکیه، سیستم بینایی شــیء خارجــی‌ای را، که به احتمال زیاد منشــأ این اطلاعات است، بازنمایی می‌کند. برای این کار نه‌تنها باید تمام جزئیات موجود در تصویر را جمــع‌آوری کند، بلکه باید این آنالیز را با شناختی که از دنیای بیرون دارد ترکیب کند. تمام تجربیات گذشته نیز به آن کمک می‌کند تا تعبیر درست‌تری از آن داشته باشد.

شــکل ۴ نحوهٔ این پیش‌بینی را بهتر نشان می‌دهد. در این شــکل ما به راحتی می‌بینیم که یکی از ۵ نقطه که در مرکز شــکل قرار دارد توپــر و چهار تای دیگر کــه در اطراف آن هستند، توخالی‌اند.



▲ شکل ۴. استفاده از پیش‌فرض در تفسیر بصری

حال اگر تصویر را ۱۸۰ درجه بچرخانیم، دیگر به شکل قبل آن را نمی‌بینیم و توپر بودن یا نبودن نقاط را به‌صورت معکوس تفسیر می‌کنیم. این نشان می‌دهد که برای تفسیر توپر بودن یک تصویر دو بعدی، نیاز داریم بدانیم که نور از کجا می‌آید.



▲ شکل ۵. استفاده از پیش‌فرض در تفسیر بصری

اگر شواهد کافی از منبع نور وجود نداشته باشد، مغز به‌صورت خودبه‌خودی فرض می‌کند که نور از بالا می‌آید، به همین دلیل در شکل بالا تعبیر اینکه کدام نقطه توپر است به این بستگی دارد که چه چیز در بالاســت و چه چیز در پایین. پیش‌فرض اینکه نور از بالا می‌آید صحیح است زیرا از نظر آماری در محیط طبیعی اطراف ما این از همه محتمل‌تر است. این تجربه و موارد زیاد دیگری مشــابه آن، تأیید می‌کنند که سیستم بینایی ما به‌صورت ناخودآگاه از پیش‌فرض‌ها اســتفاده می‌کند، یعنی از

اگر بخواهیم ماشینی بسازیم که «ببیند»، متوجه میزان چالش «دیدن» خواهیم شد که در واقع یک شاهکار محاسباتی است

اطلاعاتی که در تصویر نیستند.

ما معمولاً از اشتباهات بینایی به‌عنوان «خطای دید» نام می‌بریم ولی اگر از منشأ این اشتباهات آگاه باشیم متوجه می‌شویم که خطا نیستند و بیشتر نشان‌دهنده عملکرد عالی و مبتنی بر آمار ادراکی مغز هستند. این تفسیرها از اطلاعات موجود در سیستم بینایی ما می‌آیند و به ادغام بهینه با پیش‌فرض‌هایی بستگی دارند که در طی سال‌ها تکامل حافظه، با استفاده از اطلاعات دریافتی از جهان بیرونی، شکل گرفته‌اند.

این استنتاج فقط محدود به حوزه ادراک نیست، بلکه مغز هر چیزی را که دریافت می‌کند با هر روشی تعبیر می‌کند. به نظر می‌رسد می‌توان پایه‌های اصول محاسباتی را که ذکر شد در تمام حوزه‌های شناختی مغز پیدا کرد: ما حتی قبل از اینکه بتوانیم در مورد آمار حرف بزنیم، متخصص آمار به دنیا آمده‌ایم! به نظر می‌رسد کودک از بدو تولد از این قابلیت استدلال آماری برخوردار است.

یک پژوهشگر، در مقابل چند کودک ۸ ماهه، ۵ توپ را به‌صورت تصادفی از یک کوزه، که درون آن پیدا نیست، بیرون می‌آورد. او هر بار پس از بیرون آوردن توپ، داخل کوزه را به کودکان نشان می‌دهد. اگر او توپ سفیدی را از کوزه بیرون کشیده باشد و چهار توپ قرمز رنگ و یک توپ سفید در کوزه موجود باشد، بچه‌ها متعجب خواهند شد و داخل کوزه را بیشتر نگاه خواهند کرد ولی در حال برعکس، این طور نبود.

اتفاقی که در سیستم عصبی نورون‌ها می‌افتد موضوع تحقیقات بسیار زیادی بوده است. فرضیه اصلی این است که این نورون‌ها به آمار محیطی بسیار حساس هستند، پیش‌بینی می‌کنند و آن‌ها را با داده‌های حسی ورودی مطابقت می‌دهند تا مدل داخلی خود را بسازند. در واقع در داخل مغز اطلاعات به‌صورت احتمالاتی بازنمایی می‌شوند. اگر خط موربی با زاویه ۴۵ درجه ببینیم، نورون‌های قشر بینایی که مخصوص این زاویه هستند به‌صورت قوی درگیر خواهند شد ولی نورون‌های مخصوص زاویه‌هایی مثل ۴۰ و ۵۰ درجه هم تا حدی پاسخ خواهند داد که نشان می‌دهند زاویه موردنظر کمی کمتر یا کمی بیشتر از ۴۵ درجه است. این شیوه بازنمایی احتمالاتی باعث می‌شود محاسبات استنباطی آماری به حالت طبیعی نزدیک‌تر باشند. بنابراین یکی از نقاط قوت پردازش مغزی این است که بر پایهٔ اطلاعاتی ناقص و مبهم، استنباطی واقعی به عمل می‌آورد.

استنباط Bayesienne هم به خوبی فرآیندهای ادراکی را نشان می‌دهد: با وجود ورودی‌های مبهم، مغز محتمل‌ترین تفسیر را بازنمایی می‌کند. قانون Bayes نشان می‌دهد که چطور می‌توان به‌صورت بهینه، پیش‌فرض‌های درون حافظه را با داده‌های دریافتی از محیط بیرون ترکیب کرد.

۳. منطقی یا احساسی؟

مغز، این ماشین شگفت‌انگیز، که استنباط‌هایی پیچیده در مورد جهان دارد، در طی یک فرآیند تکاملی و با ظرفیت ساخته شده است. این ظرفیت برای افرادی که دارای آن هستند ارزش زیادی دارد. این از تفاوت‌های بنیادین سیستم‌های شناختی طبیعی و سیستم‌های شناختی مصنوعی مثل روبات‌ها یا کامپیوترهاست. اگر مغز را به‌عنوان یک ماشین پردازش اطلاعات در نظر بگیریم، یکی از ویژگی‌های برجسته آن این است که میلیون‌ها سال تحول شناختی پشت آن نهفته است. این نتیجه برای مطالعاتی که ماهیت منطقی ساختار شناختی انسان را زیر سؤال می‌برند بسیار مهم است.

مغز انسان استنباط‌های آماری پیچیده را به‌صورت خودبه‌خودی انجام می‌دهد، اما زمانی که از افراد می‌خواهیم استدلالی بر پایه احتمالات داشته باشند، می‌بینیم که از انتخاب منطقی‌ای که یک کامپیوتر می‌تواند انجام دهد، منحرف خواهند شد و محتاط‌تر عمل خواهند کرد.

در یک آزمایش به تعدادی از داوطلبان، دو انتخاب داده شد و آن‌ها باید تعیین می‌کردند که کدام یک مورد ترجیح آن‌هاست:

۱. به دست آوردن مقدار دقیق ۲۴۰ دلار

۲. داشتن ۲۵ درصد شانس به دست آوردن ۱۰۰۰ دلار و ۷۵ درصد شانس به دست آوردن هیچ چیز.

اکثر داوطلبان گزینه ۱ را انتخاب کردند در حالی که مقدار متوسط جایزه در گزینه ۲ بیشتر بود. انتخاب اکثریت ممکن است به نظر غیرمنطقی بیاید ولی در عین حال دارای یک منطقی هم هست. این شاهدی بر این حقیقت است که تصمیمات انسان‌ها پارامترهای دیگری را در محاسبه احتمالات وارد می‌کند، مثل گریز از ریسک: بیشتر مردم سود کمتر را به سود بیشتر اما همراه با ریسک ترجیح می‌دهند. این نتیجه می‌تواند در اقتصاد بسیار مهم باشد، زیرا نشان می‌دهد که اشتباه است اگر تصور کنیم فکر اقتصادی خوبی داریم و تصمیم‌های منطقی می‌گیریم بدون اینکه پارامترهای دیگری را در نظر بگیریم. این تصمیم‌های فوق‌منطقی بدون شک بازتاب‌دهندهٔ این است که هر فرد محاسبات ذهنی را براساس دیدگاه شخصی خودش انجام می‌دهد.

مطالعات فعلی نشان می‌دهند که هر کس برای انتخاب یک گزینه، احساساتی را که در نتیجه هر انتخاب خواهد داشت پیش‌بینی می‌کند: اگر گزینهٔ اول را انتخاب کنم آیا برایم احساسات مثبت بیشتری نسبت به گزینه دوم به دنبال خواهد داشت؟ با اینکه گاهی اوقات احساسات می‌توانند به تصمیمات بسیار مضر بیانجامند ولی برای یک تصمیم‌گیری درست ضروری هستند. در واقع باید تفاوت ظریفی بین معانی تعابیر گذشته منطقی و احساساتی قائل شویم.

۴. یک مغز و یک بدن

در بررسی نحوه پردازش اطلاعات توسط مغز، باید در نظر

در بررسی نحوه پردازش اطلاعات توسط مغز، باید در نظر داشت که مغز عضوی از بدنی است که حرکت می‌کند و با جهان بیرون در ارتباط است

داشـــت که مغز عضوی از بدنی است که حرکت می‌کند و با جهان بیرون در ارتباط است. ما جهان اطراف خود را با تعامل درک می‌کنیم و در برابر اطلاعات منفعل نیستیم.

وقتی به یک تصویر نگاه می‌کنیم، چشـــمان مـــا دائماً در حال حرکت‌اند. به هر جایی می‌روند و نقاطی از تصویر را که می‌توانند اطلاعات مهمی داشـــته باشند را بررسی می‌کنند. اگر کســـی با ما حرف بزند، چشمان ما مدام چشم‌ها و دهان مخاطب را اسکن می‌کند. چشم‌ها همیشه بهترین بیان‌کنندهٔ احساسات هر فرد هستند.

تحقیقات نشان می‌دهد که شناخت به حرکت بستگی دارد، بســـیار بیشـــتر از آنچه بتوان تصور کرد. وقتی به یک جسم ساکن نگاه می‌کنیم چشـــمان ما کاملاً ثابت نیستند و مدام حرکت‌های کوچکی دارند (میکروپرش‌ها) که بخشی از دیدن هســـتند و بدون آن‌ها دیدن ممکن نیســـت. در حقیقت اگر می‌شد با وسیله‌ای خاص، کاری کرد که یک تصویر علی‌رغم حرکات چشـــم به‌طور کامل روی شبکیه ثابت بماند، تصویر مقابل چشـــمان ما ناپدید می‌شـــد و دیگر آن را نمی‌دیدیم. بررسی دقیق این پدیده نشان می‌دهد که کل سیستم بینایی که اطلاعات خود را از شبکیه دریافت می‌کند نه به اطلاعات دریافتی در یک لحظه، بلکه به تغییرات کم اطلاعات دریافتی در میکروپرش‌ها حساس اســـت. به بیان دیگر، نحوه حرکت تصویر روی شـــبکیه و حرکت چشـــمان ماست که بهترین و دقیق‌ترین اطلاعات لازم برای سیستم بینایی را فراهم می‌کند.

این نتایج در ســـایر بخش‌های سیستم شناختی هم صادق است و ســـاخت مفاهیم انتزاعی مثل اعداد و مکان‌ها هم به همین صورت اســـت. محققان معتقدند اگـــر بدن ما و نحوه تعامل آن با جهان جور دیگری بود، شناخت ما، حتی شناخت انتزاعی ما به‌گونه دیگری می‌شد.

۵. خودآگاه یا ناخودآگاه: روش‌های مختلف پردازش اطلاعات در مغز ما

تا اینجا به ویژگی‌های اصلی پردازش اطلاعات در مغز توجه کردیم بدون اینکه درگیر این موضوع شویم که این پردازش خودآگاه اســـت یا نه. ولی یکی از جنبه‌های جالب شـــناخت این اســـت که نه‌تنها ما اطلاعات را پـــردازش می‌کنیم، بلکه اطلاعات هم روی ما کاری انجام می‌دهند! زمانی که می‌بینیم، لمس می‌کنیم، حس می‌کنیم، می‌شـــنویم، فکر می‌کنیم، به یاد می‌آوریم، اطلاعات در حال انجام دادن کاری روی ماست. آیا مکانیزم‌هایی وجود دارند که این پدیده را توضیح دهند؟

ابتدا مهم اســـت بدانیم که این یک پردازش خودبه‌خودی و ناخودآگاه است و بخش مهمی از فعالیت‌های مغزی ما را در هنگام بیداری تشکیل می‌دهد. حجم اطلاعات بسیار زیادی به‌طور مداوم در مغز ما وجود دارد ولی در هر لحظه فقط شاید از بخش کوچکی از آن آگاه باشیم. اگر مجدداً به «بینایی» باز گردیم، سیستم آن تمام اطلاعاتی را که به شبکیه می‌رسند پردازش می‌کند ولی در هر لحظـــه قادریم فقط دیدن چند عنصـــر را گزارش کنیم. اطلاعات بصری می‌توانند در مقیاس گسترده و بدون آگاهی ما پردازش شوند.

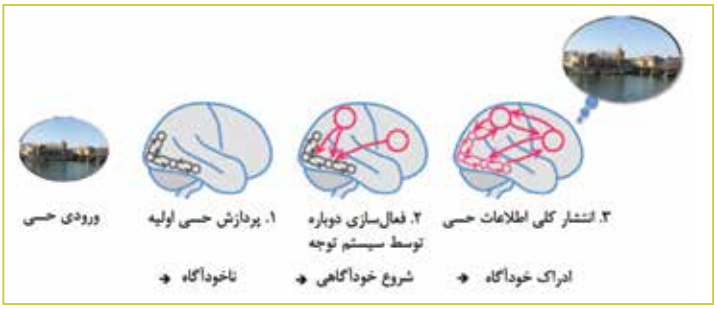
یک مثال در این مورد، تصاویر ناخودآگاه هستند. اگر به‌طور سریع به ما تصویری را نشان دهند و پس از آن تصاویر مختلف دیگری که روی آن را پوشانده‌اند نمایش داده شوند، تصویر اول پنهان می‌شود، یعنی احساس نمی‌کنیم آن را دیده‌ایم و تأیید خواهیم کرد که هیچ‌چیـــز ندیده‌ایم. در حالی که ثبت کردن فعالیت سیستم بینایی نشـــان خواهد داد که وجود آن تصویر ثبت و حتی شاید شناسایی شده است. این فعالیت ناخودآگاه ممکن اســـت روی قضاوت ما در مورد تصویر بعد از آن اثرگذار باشـــد: اگر چهره‌ای بعد از یک تصویر پنهـــان و ناخودآگاه به نمایش دربیاید، آن را خیلی سریع‌تر خواهیم شناخت.

بنابراین پردازش اطلاعات حتی در مقیاس وسیع در مغز، به معنی خودآگاه بودن آن نیست. پس در مغز چه اتفاقی می‌افتد که از برخی اطلاعات آگاه می‌شویم؟ مکانیزم یک تجربه آگاهانه چیســـت؟ ممکن است این پرسش در نگاه اول به نظر دشوار و حتی خارج از توان بررسی‌های علمی بیاید. اما محققان نشان داده‌اند که آگاه شدن از یک محرک، با یک سری اتفاقات که به سادگی با تکنولوژی‌های امروز قابل مشاهده‌اند همراه است و در برخی شرایط آزمایشی قابل بازسازی است.

مراحل آن بسیار ساده است: موقعیتی آزمایشی طراحی می‌کنیم که در آن محرک اولیه‌ای گاه به‌صورت خودآگاه و گاه ناخودآگاه به فردی ارائه شود. مثلاً تصویر چهره‌ای کمی طولانی‌تر از یک تصویر پنهان نشان داده شـــود به گونه‌ای که فرد بتواند آن را تشخیص دهد ولی نه لزوماً همیشه. بنابراین محرک ثابت است ولی تجربه ذهنی فرد تغییر می‌کند. آزمایشـــگر اتفاقات داخل مغز را در هر دو حالتـــی که فرد بیان می‌کند تصویر را دیده یا هیچ‌چیز ندیده رصد می‌کند. وقتی چیزی دیده نشده در قشر بینایی فعالیت‌هایی مبتنی بر ناخودآگاه بودن دیدن تصویر مشاهده می‌شود اما آن‌ها با فعالیت‌های دیگری در سایر شبکه‌های مغزی مثل سیستم توجه و برنامه‌ریزی همراه هستند. نه‌تنها این اطلاعات توسط شبکه‌ای وسیع پردازش می‌شوند بلکه بخش‌های مختلف این شبکه به‌طور فعال با هـــم ارتباط برقرار می‌کنند و ایـــن اطلاعات را به مدت طولانی‌تری نسبت به زمانی که ناخودآگاه هستند نگه می‌دارند.

به لطف پیشرفت تحقیقات در این زمینه، می‌توان سناریوی محتملی برای مکانیزم شناختی مغز ارائه داد (شکل۵): زمانی که اطلاعات حســـی دریافت می‌کنیم، این اطلاعات ابتدا به شیوهٔ خودبه‌خود و بسیار سریع توسط بخش‌هایی از مغز که به این ورودی‌های حسی حساس هستند پردازش می‌شوند. اگر این اطلاعات در داخل شـــبکهٔ گستردهٔ مغزی نگه داشته

اگر چهره‌ای بعد از یک تصویر پنهان و ناخودآگاه به نمایش دربیاید، آن را خیلی سریع‌تر خواهیم شناخت



▲ شکل ۵. جریان احتمالی شکل‌گیری آگاهی در مغز

نشوند. ناخودآگاه می‌مانند، ولی اگر توسط سیستم توجه در دسترس قرار بگیرند، تقویت شده و از بخش‌های غیرحسی منتقل می‌شوند و در تمام مغز پخش می‌گردند.

این انتشار کلی سبب شکل‌گیری تجربهٔ آگاهانه ما می‌شود. در واقع این یک پردازش منعطف‌تر و غیراتوماتیک است. ما می‌توانیم اطلاعات دریافتی را گزارش کنیم یا نکنیم زیرا به بخش‌های زبانی منتقل شده‌اند، یا می‌توانیم در مورد آن‌ها تصمیمی بگیریم زیرا به بخش برنامه‌ریزی منتقل شده‌اند و ...

بنابراین دو گونه اصلی پردازش اطلاعات در مغز داریم: حالت ناخودآگاه که خودبه‌خودی، سریع و بسیار مؤثر است و به‌صورت موازی در مورد همهٔ اطلاعات دریافتی انجام می‌شود؛ و حالت خودآگاه که کندتر است و نمی‌تواند چند المان را همزمان با هم در نظر بگیرد؛ البته ما می‌توانیم روی آن‌ها عملیات دلخواه را پیاده کنیم و رفتار مناسب در پی آن داشته باشیم.

آزمایش نشان می‌دهد که هر دوی این حالت‌ها به‌طور همزمان با هم وجود دارند. در شکل ۶ فهرستی از کلمات نشان داده شده است. آزمایش‌گر از ما می‌خواهد کلمات را نخوانیم ولی رنگ آن‌ها را با صدای بلند و با حداکثر سرعت ممکن بیان کنیم. به احتمال زیاد یا اشتباه خواهیم کرد یا روی کلمه آخر مکث خواهیم کرد زیرا تمایل داریم بگوییم سبز، در حالی که کلمه به رنگ قرمز نوشته شده است.

▲ شکل ۶. تداخل پردازش خودآگاه و ناخودآگاه: اثر استروپ

این به دلیل اثر استروپ (نام روان‌پزشک جان استرون ۱۹۷۳- ۱۸۹۷) است. در حقیقت خودبه‌خودی‌ترین راه بین سیستم بینایی و زبان، خوانده می‌شود. زمانی که خواندن را بلدیم نمی‌توانیم جلوی خود را بگیریم و نخوانیم. با این حال چون به سرعت به کلمه آگاه می‌شویم، انعطاف ذهنی‌مان به ما اجازه می‌دهد که از خواندن آن گذر کنیم و اطلاعات را از بخش زبانی مغز به بخش رنگ‌ها منتقل کنیم. در واقع دو بار اطلاعات را پردازش می‌کنیم: ابتدا به‌صورت اتوماتیک ناخودآگاه و سپس به‌صورت خودآگاه، کندتر ولی منعطف.

۶. یک مغز، مغزها

روش پردازش اطلاعات در مغز ما، به‌طور همزمان توسط ارتباط با اطرافیانمان شکل می‌گیرد. تعامل مداوم ما و دیگران، پردازش اطلاعات را به یک امر گروهی تبدیل کرده است. این پردازش در انسان‌ها، به دلیل وجود زبان، اجازه انتقال اطلاعات با دقت و تنوع زیاد نسبت به سایر روش‌های ارتباطی را می‌دهد. هنر، فرهنگ، تکنولوژی و شناخت، بدون این تبادل اطلاعات که باعث انتقال باورها و دانش در طی زمان بین نسل‌ها می‌شود، وجود نداشتند. این انتقال اطلاعات چطور اتفاق می‌افتد؟ به‌عنوان مثال، زمانی که دو نفر می‌خواهند یک تصمیم مشترک بگیرند، چه اتفاقی در تبادل اطلاعات بین آن‌ها می‌افتد؟

یک پژوهشگر، از دو نفر که یکدیگر را نمی‌شناختند خواست تا هدفی معین را که دیدن آن دشوار بود مشاهده کنند. هدف به هر دوی آن‌ها ولی روی دو صفحه نمایش متفاوت نشان داده شد. بعد از هر نمایش، از هر کدام از آن‌ها به‌طور جداگانه سؤال می‌کرد که هدف نمایش داده شده است یا خیر. سپس باید با یکدیگر گفت‌وگو می‌کردند تا تصمیم بگیرند که هدف نشان داده شده یا نه. نتایج واضح بود: زمانی که دو شرکت‌کننده پاسخ یکسانی داشتند، نتیجه عملکردشان بهتر از سایر حالت‌ها بود و در واقع نحوه تبادل اطلاعاتشان بهینه‌ترین حالت ممکن بود.

نشان دادیم که زبان ضروری است و اگر ارتباط مستقیم را حذف کنیم، افراد نمی‌توانند پاسخ‌هایشان را به درستی با هم ادغام کنند زیرا نمی‌توانند در مورد تردیدهایشان در هر آزمایش تبادل‌نظر کنند. اما با کمک زبان، دو شخصی که یکدیگر را نمی‌شناسند می‌توانند اطلاعاتشان را به بهترین نحو ممکن با هم ترکیب کرده و پاسخ دهند. این آزمایش می‌تواند محدودیت‌های این تعامل را نیز نشان دهد. اگر به یکی از شرکت‌کنندگان اطلاعات کمتری نسبت به دیگری بدهیم و قابلیت یکی از آن‌ها برای دیدن هدف با دیگری متفاوت باشد، عملکرد مشترکشان به خوبی عملکرد فردی‌شان نخواهد بود. در نتیجه اگر قابلیت‌های دو شرکت‌کننده مشابه باشد، به لطف عملکرد زبان، دو مغز بهتر از یک مغز خواهد بود!

روش پردازش اطلاعات در مغز ما، به‌طور همزمان توسط ارتباط با اطرافیانمان شکل می‌گیرد. تعامل مداوم ما و دیگران، پردازش اطلاعات را به یک امر گروهی تبدیل کرده است

پی‌نوشت

۱. این متن ترجمه‌ای است از مقالهٔ:
Notre cerveau: ce que nous disent les sciences cognitives sur son organisation en reseau et le traitement de L,information
نوشتهٔ claire sergent
به تاریخ ۱۵ اکتبر ۲۰۱۹