راهنمای علوم‌اعصاب شناختی

فهرست

زمینه پژوهشی مترجمان ۹
مقدمهٔ مترجمان ۱۱
دربارهٔ نویسنده ۱۳
نظرات در مورد ویراست سوم کتاب ۱۵
مقدمه ویراست چهارم ۱۷

فصل ۱: آشنایی با علوم‌اعصاب شناختی ۱۹
علوم‌اعصاب شناختی از منظر تاریخ ۲۰
آیا روان‌شناسی شناختی به مطالعه مغز نیاز دارد؟ ۲۸
آیا علوم‌اعصاب به روان‌شناسی شناختی نیاز دارد؟ ۳۱
از پودمان‌ها تا شبکه‌ها (در مغز) ۳۲

فصل ۲: آشنایی با مغز ۳۷
ساختار و عملکرد سلول عصبی ۳۷
سازماندهی عظیم مغز ۴۲
قشر مغز ۴۶
مناطق زیر قشری ۴۹
مغز میانی و مغز پسین ۵۱

فصل ۳: مغز الکتروفیزیولوژیکی ۵۵
در جستجوی بازنمایی‌های عصبی: ثبت تک‌سلولی ۵۷
موج نگار الکتریکی مغز و پتانسیل‌های وابسته به رویداد ۶۱
زمان‌سنج مغزی در الکتروفیزیولوژی و روان‌شناسی شناختی ۶۶
دقت مکانی ERP ۷۱
موج نگار مغناطیسی مغز ۷۳

فصل ۴: مغز تصویربرداری‌شده ۷۷
تصویربرداری ساختاری ۷۸
تصویربرداری کارکردی ۸۱
از تصویر تا نظریه شناختی: طرح‌های آزمایشی ۸۳
تحلیل داده‌های به دست آمده از تصویربرداری کارکردی ۹۷
تفسیر داده‌های به دست آمده از تصویربرداری کارکردی ۱۰۱
چرا بعضی وقت‌ها داده‌های تصویربرداری مغزی با داده‌های مطالعات ضایعه مغزی ناسازگار است؟ ۱۰۴
مغز خوانی: آیا برادر بزرگ‌تر آن گوشه ایستاده است؟ ۱۰۶

فصل ۵: مغز تخریب‌شده ۱۱۳
پیوندها و گسستگی‌ها ۱۱۶
مطالعات تک‌موردی در نوروسایکولوژی شناختی ۱۲۰
مطالعات گروهی و تحلیل نقایص ناشی از ضایعه ۱۲۵

مدل‌های حیوانی در نوروسایکولوژی ۱۲۹
تحریک مغناطیسی مغز ۱۳۰
تحریک الکتریکی مغز (tES) ۱۳۹

فصل ۶: مغز تحوُّل‌پذیر ۱۴۵
تحول ساختاری مغز ۱۴۶
تحول عملکردی مغز؛ دوره‌های حساس و اطلاعات ذاتی؟ ۱۵۲
تفاوت‌های فردی در رابطه با طبیعت (ژنتیک) و تربیت (محیط) ۱۵۹

فصل ۷: مغز بیننده ۱۷۵
از چشم تا مغز ۱۷۶
نابینایی قشری (مغزی) و دیدکوری ۱۸۲
تخصیص‌یافتگی کارکردی قشر بینایی، فراتر از منطقه دیداری اولیه (V1) ۱۸۵
بازشناسی اشیاء ۱۹۰
بازشناسی چهره ۱۹۹
بینایی تصورشده (تصور دیداری) ۲۰۶

فصل ۸: مغز شنوا ۲۱۱
ماهیت صدا ۲۱۲
از گوش تا مغز ۲۱۴
پردازش اولیه اطلاعات شنیداری ۲۱۷
ادراک موسیقی ۲۲۳
ادراک صدا ۲۲۸
ادراک گفتار (سخن) ۲۳۰

فصل ۹: مغز توجه‌کننده ۲۳۹
فرآیندهای توجه فضایی و غیرفضایی ۲۴۰
نقش قطعه آهیانه‌ای در توجه ۲۴۵
نظریه‌های توجه ۲۵۴
نادیده‌انگاری و اختلالات مربوط به توجه فضایی و آگاهی ۲۶۴

فصل ۱۰: مغز کُنش‌گر ۲۷۳
یک چارچوب بنیادی شناختی برای حرکت و عمل ۲۷۴
نقش قطعه‌های پیشانی در حرکت و عمل ۲۷۶
مالکیت و آگاهی از اعمال ۲۸۴
درک عمل و تقلیدکردن ۲۸۸
عمل‌کردن بر روی اشیاء ۲۹۲
نقش شبکه‌های پیشانی–مخطط و مخچه‌ای در عمل ۳۰۳

فصل ۱۱: مغز به یادآورنده ۳۱۱
حافظهٔ کوتاه‌مدت و حافظهٔ‌فعال (کاری) ۳۱۲
انواع مختلف حافظهٔ بلندمدت ۳۱۹

یادزدودگی ۳۲۰
کارکرد و وظیفه هیپوکامپ و قطعه‌های گیجگاهی میانی در حافظه ۳۲۸
نظریه‌های به یادآوردن، دانستن و فراموشی ۳۳۶
نقش قشر پیش‌پیشانی در حافظه بلندمدت ۳۴۲

فصل ۱۲: مغز سخن‌گو ۳۴۹
بازشناسی کلمات در گفتار ۳۵۱
حافظه معنایی و معنای کلمات ۳۵۷
درک و ایجاد جملات ۳۶۹
بازیابی و ایجاد کلمات در گفتار ۳۷۶

فصل ۱۳: مغز فرهیخته ۳۸۵
بازشناسی واژه‌های دیداری ۳۸۶
خواندن با صدای بلند: مسیرها از هجی کردن تا صدا ۳۹۵
هجی (هجا کردن) و نوشتن ۴۰۴
آیا هجی کردن همان سازوکار خواندن را دارد؟ ۴۰۹

فصل ۱۴: مغز حساب‌گر ۴۱۳
مهارت جهان‌شمول ریاضی؟ ۴۱۴
معنی اعداد ۴۱۶
مدل‌های پردازش اعداد ۴۲۹

فصل ۱۵: مغز اجرایی ۴۴۱
بخش‌های آناتومیکی و کارکردی قشر پیش‌پیشانی ۴۴۳
کارکردهای اجرایی در عمل ۴۴۳
حافظهٔ‌فعال ۴۴۶
ساختار کارکردهای اجرایی ۴۵۴
نقش کمربند قدامی در کارکردهای اجرایی ۴۷۰

فصل ۱۶: مغز هیجانی و اجتماعی ۴۷۵
نظریه‌های هیجان ۴۷۶
زیرساخت‌های عصبی پردازش هیجان ۴۸۴
خواندن چهره‌ها ۴۹۴
فهمیدن ذهن دیگران ۴۹۹

نمایه ۵۱۱

مقدمهٔ مترجمان

علوم‌اعصاب یک حوزهٔ میان‌رشته‌ای است که به ویژه در سال‌های اخیر مورد توجه بسیار قرار گرفته است و این افزایش توجه صرفاً محدود به جوامع علمی نبوده بلکه شامل دولت‌ها و سیاست‌های آموزشی–پژوهشی آنها نیز می‌شود. در سال‌های نه چندان دور کشورهای آمریکای شمالی، اروپا و شرق آسیا به صورت رقابت گونه‌ای سرمایه‌گذاری خود را در این حوزه افزایش داده‌اند. علوم‌اعصاب شاخه‌های مختلفی دارد که قدمت زیادی دارند اما حوزهٔ شناختی علوم‌اعصاب، جزء گرایش‌های جدید محسوب می‌شود. به طور خلاصه این رشته به بررسی کارکردهای شناختی مغز می‌پردازد و در این راه از یافته‌ها و ابزارهای مطالعات انجام‌شده در حوزه‌های روان‌شناسی شناختی، علوم‌اعصاب پایه، علوم شناختی، تصویربرداری مغزی، علوم رایانه‌ای، زبان‌شناسی و برخی دیگر؛ بهره می‌گیرد.

هدف از ترجمهٔ این کتاب، کمک در فراهم آوردن منابع به‌روز در رشته علوم‌اعصاب شناختی برای دانشجویان و محققان کشور و همچنین ارائهٔ یک منبع جامع، دقیق، و در عین حال مختصر از مباحث اصلی علوم‌اعصاب شناختی برای دانشجویان درگیر با علوم اعصاب شناختی، علوم شناختی، علوم کامپیوتر و روان‌شناسی بوده است و در این راستا، کتاب حاضر می‌تواند به‌عنوان منبع درسی رشته علوم‌اعصاب شناختی در دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های مرتبط به کار رود. این کتاب یکی از جامع‌ترین و در عین حال ساده‌ترین مراجع موجود رشته علوم‌اعصاب شناختی است که توسط جیمی وارد استادتمام رشتهٔ علوم‌اعصاب شناختی دانشگاه ساسکس انگلستان و سردبیر سابق مجله علوم‌اعصاب شناختی تألیف شده است. همان‌طور که دیدگاه افراد سرشناس این حوزه در مورد کتاب نشان می‌دهد، این کتاب به صورت جامع و در عین حال ساده و قابل فهم، مباحث و موضوعات علوم‌اعصاب شناختی را با استناد به جدیدترین روش‌ها و یافته‌ها گردآوری نموده است. و همانطور که عنوان کتاب نشان می‌دهد، مخاطب این کتاب دانشجویان هستند. این کتاب ۱۶ فصل دارد که مهمترین مباحث علوم‌اعصاب شناختی را از سطح نوروآناتومی تا عالی‌ترین سطوح شناختی در بر می‌گیرد. لازم به ذکر است با توجه به چارچوب کتاب که آموزشی – پژوهشی است، در ترجمه محتوا سعی شده رویکرد وفادار به متن اتخاذ گردد تا جزئیات با بیشترین حد امکان بیان شوند که این مساله می‌تواند بعضاً با سلیس و روان بودن ترجمه در تضاد باشد. همچنین تلاش شده لغات اصلی تا حد امکان در قالب پاورقی در راستای شفاف‌سازی بیشتر بیان گردند. در پایان از خوانندگان و دانشجویان عزیز خواهشمندیم نظرات، انتقادات و اصلاحات پیشنهادی خود را با مترجمین در میان بگذارند [salehinejadmohammadali@gmail.com]. در انتها از خانم‌ها سحر کوهستانیان و مریم شریفی به دلیل سهم قابل توجه در ویرایش کتاب بسیار قدردانی می‌کنیم.

محمدعلی صالحی‌نژاد
وحید نجاتی
محمدجواد حسینپورفرد
دانشگاه شهید بهشتی
تابستان ۱۴۰۰

دربارهٔ نویسنده

جیمی وارد[1]، استاد تمام (پروفسور) علوم‌اعصاب شناختی در دانشگاه ساسکس[2] انگلستان می‌باشد. او مدارک تحصیلات تکمیلی خود را از دانشگاه کیمبریج (۱۹۹۱–۱۹۹۴) و دانشگاه بیرمنگام (۱۹۹۷–۱۹۹۴) اخذ کرده است. سپس به عنوان پژوهشگر در دانشگاه ساسکس مشغول به فعالیت شد (۱۹۹۹–۱۹۹۷) و در ادامه به عنوان مدرس (استادیار) و مدرس ارشد (دانشیار) در دانشگاه کالج لندن فعالیت داشته است. علاقه پژوهشی اصلی او علوم‌اعصاب شناختی مرتبط با جابجایی حسی (سینستیزیا[3]) است اگرچه مقالات علمی متعددی در حوزه‌های پژوهشی دیگر مانند عملکرد قطعه پیشانی مغز، حافظه و اختلالات مربوط به خواندن و هجی کردن منتشر کرده است. او در پژوهش‌های خود از تعدادی ار روش‌های رایج علوم‌اعصاب شناختی از جمله نوروسایکولوژی (مربوط به انسان)، تصویربرداری کارکردی مغز، موج نگار الکتریکی مغز (EEG) و تحریک مغناطیسی مغز (TMS) استفاده می‌کند. کتاب‌های دیگر او شامل این موارد می‌شود: "قورباغه‌ای که آبی قور قور کرد: جابجایی حسی و مختلط شدن حواس[4]" و "راهنمای علوم‌اعصاب اجتماعی[5]". او همچنین سردبیر موسس مجله "علوم‌اعصاب شناختی" می‌باشد و در حال حاضر مدیریت انجمن علوم‌اعصاب شناختی بریتانیا (BACN) را بر عهده دارد.

1. Jamie Ward
2. University of Sussex
3. Synesthesia
4. The Frog Who Croaked Blue: Synesthesia and the Mixing of the Senses
5. The Student's Guide to Social Neuroscience

مقدمه ویراست چهارم

انگیزه نگارش این کتاب از تجربه تدریس من در درس علوم اعصاب شناختی ناشی می‌شود. زمانی که دانشجویان از من می‌پرسیدند کدام کتاب را برای این درس تهیه کنند، این احساس را داشتم که هیچ یک از کتاب‌های موجود به صورت رضایت‌بخشی نیازهای آنان را برطرف نمی‌سازد. دیگر کتاب‌های موجود یا سرشار از اصطلاحات تخصصی و بسیار پیشرفته بودند، یا این‌که به روز نبوده و یا این‌که روش‌های موجود در این حوزه را با جزییات کم توضیح داده بودند. هدف من این بود که کتابی فراهم کنم که یافته‌ها و ایده‌های کلیدی را در عین این‌که طویل نباشد بیان کند، به روز باشد، و هر دو بخش نظریه و روش‌شناسی را در برگیرد. امیدوارم این کتاب هم برای مدرسین و اساتید و هم دانشجویان مفید باشد.

در نوشتن کتابی با موضوع علوم اعصاب شناختی باید این تصمیم را می‌گرفتم که چقدر بر بخش "شناختی" و چقدر بر بخش "علوم اعصاب" تمرکز کنم. به نظر من، زیربناهای نظری علوم اعصاب شناختی در سنت روان‌شناسی شناختی قرار دارند. برخی از مطالعات برجسته صورت گرفته با روش‌های fMRI و TMS در علوم اعصاب شناختی، در واقع از پژوهش‌هایی که قبلاً در روان‌شناسی شناختی و نوروسایکولوژی صورت گرفته‌اند ناشی شده‌اند. هدف غایی در علوم اعصاب شناختی این است که توضیحات مبتنی بر مغز برای شناخت فراهم آورد و در نتیجه روش‌هایی که در این رشته استفاده می‌شوند ناچار باید بر جنبه‌هایی از مغز متمرکز باشند. با این حال، من معتقدم که علوم اعصاب شناختی هنوز جای فراگیری زیادی از روان‌شناسی شناختی دارد بخصوص در مورد این‌که کدامیک از سؤالات به لحاظ نظری برای پاسخ دادن جالب هستند.

در فصل ۱ این کتاب، جایگاه کنونی علوم اعصاب شناختی را آنگونه که من می‌بینم مورد بحث قرار می‌دهم. برخی از موضوعاتی که در این فصل مطرح می‌شوند، مستقیماً برای آن دسته از پژوهشگران حاضر در این حوزه هدف‌گذاری شده است که نسبت به مزایای روش‌های پژوهشی جدید شک و تردید دارند. احتمال می‌دهم دانشجویانی که در حوزه علوم اعصاب شناختی جدید محسوب می‌شوند، بیشتر با یک رویکرد روشنفکرانه به این موضوعات نزدیک شوند تا رویکردی انتقادی. اما به هرحال امیدوارم از این بحث و جدل‌ها نصیبی ببرند. فصل ۲ کتاب به عنوان یک فصل مرجع در نظر گرفته شده که بتوان به آن ارجاع کرد. این فصل مطالبی که نیاز به دانستن دارند (برای افراد حاضر در علوم اعصاب شناختی) را بیان کرده است.

فصول ۳ تا ۵ با جزییات روش‌های پژوهشی موجود در علوم اعصاب شناختی را توصیف می‌کنند. یکی از اهداف این فصول این است که دانشجویان را به درکی کامل از محدودیت‌های موجود در روش‌های علوم اعصاب شناختی برساند که برای ارزیابی منتقدانه این رشته (که هدف اصلی یک درس دانشگاهی است) ضروری است. اما امیدوارم این فصول برای پژوهشگرانی که قصد دارند به تازگی پای در رشته علوم اعصاب شناختی بگذارند نیز مفید باشند. ویراست چهارم این کتاب به‌روزرسانی شده تا آخرین ابزارهای پژوهشی حاضر در این حوزه (مانند تحریک الکتریکی مغز tES) و همچنین آخرین روش‌ها پژوهشی را (تحلیل الگوی چندوکسلی –MVPA– در مطالعات fMRI) در بر بگیرد.

فصول ۶ تا ۱۶ نیز مهم‌ترین نظریه‌ها و یافته در علوم اعصاب شناختی را بیان می‌کنند که امیدوارم همراه با هیجان و علاقه برای خوانندگان باشند. ویراست چهار کتاب دستخوش تغییرات زیادی شده است. ترتیب فصول تغییر کرده تا مباحث تحولی را زودتر بیان کند (با توجه به این‌که به مباحث کلی پیرامون ساختار و عملکرد مغز مربوط می‌شوند). این فصل نیز به صورت گسترده‌ای به‌روزرسانی شده تا تغییرات سریع در رشته را خصوصاً ارتباط بین روش‌های ژنتیکی و نقشه ارتباطات کارکردی مغز انسان (کانکتوم) را در برگیرد. فصول مربوط به دیدن و شنیدن

نیز در این نسخه پشت سر هم قرار گرفتند (فصول ۷ و ۸) که در ادامه به فصول مربوط به توجه و کنش مرتبط می‌شوند.

موضوعاتی که در ادامه می‌آیند یا برای نخستین بار در نسخه چهارم کتاب مطرح شده‌اند و یا به صورت گسترده‌ای روزرسانی شدند: رویکردهای شبکه محور در مقابل پودمان محور (فصل۱)، موج‌نگار مغناطیسی مغز (MEG) (فصل ۳)، طیف‌شناس کارکردی مادون قرمز (fNIRS) (فصل ۴)، تجسم دیداری (فصل ۷)، مکانیزم‌های آهیانه‌ای در تبدیل حسی–حرکتی (فصل ۱۰)، مدل‌های جدید عصب–زیست‌شناسی در رابطه با ادراک و تولید کلامی (فصل ۱۲)، نارساخوانی تحولی (فصل ۱۳) و علوم اعصاب سوگیری نژادی (فصل ۱۶).

جیمی وارد

برایتون، انگلستان، مارچ ۲۰۱۹

نظرات در مورد ویراست سوم کتاب

دانیل شاختر[1]**، استاد تمام روان‌شناسی، دانشگاه هاروارد، آمریکا**

کتاب "راهنمای علوم‌اعصاب شناختی برای دانشجویان" جیمی وارد، معرفی واضح، غنی و درگیرکننده‌ای از موضوعات مهم علوم‌اعصاب شناختی ارائه می‌دهد. ویراست سوم کتاب بر اساس نقاط قوت ویراست‌های قبل که ادغام و ترکیب فوق‌العاده‌ای از نظریات و ایده‌های روان‌شناسی شناختی، نوروسایکولوژی، و تصویربرداری عصبی فراهم آورده بودند، بنا شده است. این کتاب پایه و مبانی محکمی از تمامی موضوعات کلیدی مطرح شده در علوم‌اعصاب شناختی با درنظر گرفتن مطالعات کلاسیک و همچنین پژوهش‌های دقیق و تأثیرگذار در این حوزه، ارائه می‌دهد. من به شدت این کتاب را توصیه می‌کنم.

مارتا فرح[2]**، استاد تمام علوم‌اعصاب شناختی و مدیر "مرکز علوم‌اعصاب و جامعه"، دانشگاه پنسیلوانیا، آمریکا.**

کتاب "راهنمای علوم‌اعصاب شناختی برای دانشجویان" یک مقدمه‌ی بی‌نقص از حوزه علوم‌اعصاب شناختی است. من شخصاً از آن در تدریس استفاده می‌کنم و آن را به دیگر همکارانم از رشته‌های دیگر که نسبت به علوم‌اعصاب شناختی کنجکاو هستند، پیشنهاد می‌دهم. مولف، به خوبی تشخیص می‌دهد کجا باید با جزئیات صحبت کند و در کجا باید خلاصه‌ای هنرمندانه از مفاهیم ارائه دهد و همیشه واقعیات و یافته‌ها را در قالب تصویر بزرگتری از آنچه می‌دانیم و این که چطور آنها را می‌دانیم ارائه می‌دهد. نتیجه این کار مقدمه‌ای هوشمندانه و سهل‌الوصول از مفاهیم و روش‌های علوم‌اعصاب شناختی است.

گلین هامفریز[3]**، استاد تمام روان شناسی تجربی و رییس دانشکده روان شناسی، دانشگاه آکسفورد، انگلستان.**

کتاب "راهنمای علوم‌اعصاب شناختی برای دانشجویان" جیمی وارد یک اثر برجسته در این حوزه است. پوشش موضوعات در این کتاب بسیار فوق‌العاده است؛ از روش‌های پایه‌ای علوم‌اعصاب شناختی گرفته تا فصولی که با جزئیات دقیق‌تر به موضوعاتی مانند هیجان و همچنین موضوعات شناختی معمول مانند زبان و حافظه می‌پردازند را در بر می‌گیرد. این ترکیب هیجان‌انگیز در واقع منعکس‌کننده پژوهش‌هایی است که در سال‌های اخیر (در این حوزه) صورت گرفته‌اند. این کتاب همچنین روش‌های مدرن در علوم‌اعصاب شناختی را ارائه می‌کند و آنها را به گونه‌ای با هم ادغام می‌کند که دانشجویان (و خوانندگان) روابط میان جنبه‌های مختلف رشته علوم‌اعصاب شناختی را درک می‌کنند. به راستی که یک اثر موفق بزرگ است.

1. Daniel L. Schacter
2. Martha J. Farah
3. Glyn Humphreys

فصل ۱

آشنایی با علوم‌اعصاب شناختی

علوم‌اعصاب شناختی از منظر تاریخ
آیا روانشناسی شناختی به مطالعهٔ مغز نیاز دارد؟
آیا علوم‌اعصاب به روان‌شناسی شناختی نیاز دارد؟
از پودمان‌ها تا شبکه‌ها (در مغز)

در بین سال‌های ۱۹۲۸ تا ۱۹۴۷، وایلدر پنفیلد و همکارانش مجموعه‌ای از آزمایش‌های جالبی را بر روی مغز ۴۰۰ نفر انسان زنده انجام دادند (پنفیلد و راسموسن، ۱۹۵۰). این آزمودنی‌ها، بیمارانی بودند که برای درمان صرع، تحت عمل جراحی قرار گرفته بودند. پنفیلد به منظور شناسایی و تعیین مناطق مغزی که در حرکات و حواس پنج‌گانه نقش داشتند، مناطقی از قشر مغز[1] بیماران را در حالی که هشیار بودند تحریک الکتریکی کرد. این اقدام اگرچه دردناک نبود (می‌دانیم که لایه بیرونی مغز، گیرنده‌های درد ندارد) اما بیماران تجربیات باورنکردنی را گزارش کردند. به طور مثال زمانی که قطعهٔ پس سری[2] یک بیمار تحریک شد، بیان داشت: "ستاره‌ای از بالا به سمت بینی من پایین آمد". در موردی دیگر به محض تحریک منطقه‌ای در نزدیکی *شیار مرکزی*[3]، بیماری بیان کرد: "آن انگشت‌ها و انگشت شستم پرش کرد". همچنین بعد از تحریک الکتریکی قطعه گیجگاهی[4]، بیمار دیگری گفت: "صدای موسیقی را دوباره شنیدم! که به نظرم آمد آن را از قبل در رادیو شنیده بودم". این بیمار قادر بود صوتی را که از قبل، شنیده بود به یاد آورد و به طور کامل متقاعد شده بود که باید رادیویی در اتاق عمل وجود داشته باشد. البته بیماران از این که جریان الکتریکی برای آنها چه زمانی به کار می‌رود، اطلاع نداشتند و همچنین نمی‌توانستند آن را به صورت جسمانی احساس کنند یا ببینند. تا جایی که آنها در جریان بودند، تحریک الکتریکی که روی مغز آنان اجرا می‌شد بسیار به یک رویداد ذهنی/شناختی شبیه بود.

این کتاب قصد دارد داستان نوظهور این که چگونه فرآیندهای ذهنی همچون تفکرات، خاطرات و ادراکات توسط مغز سازمان‌یافته و اجرا می‌شوند را تعریف کند. همچنین به این موضوع نیز ارتباط دارد که چگونه امکان مطالعه **ذهن**[5] و **مغز** وجود دارد و ما چگونه آنچه را که می‌دانیم، می‌دانیم؟ اصطلاح **شناخت**[6] به صورت کلی به فرآیندهای ذهنی سطح بالایی همچون تفکر، ادراک، خیال‌پردازی و تصویرسازی، صحبت‌کردن، اقدام و برنامه‌ریزی اشاره دارد. **علوم اعصاب شناختی**[7]، رشته پیونددهنده و واسط میان علوم شناختی[8] و

1. Cortex
2. Occipital Lobe
3. Central Sulcus
4. Temporal Lobe
5. Mind
6. Cognition
7. Cognitive Neuroscience
8. Cognitive Science

شکل ۱.۱ نمودار زمانی مربوط به تحول روش‌ها و یافته‌های موجود در علوم‌اعصاب شناختی، از زمان جمجمه‌شناسی تا امروز.

روان‌شناسی شناختی[1] از یک سو و زیست‌شناسی[2] و علوم‌اعصاب[3] از سوی دیگر است. این رشته به تازگی به‌عنوان یک رشته مجزا ظهور یافته است و با استفاده از پیشرفت‌های روش‌شناختی که امکان مطالعه مغز در محیطی امن و بدون خطر را فراهم آورده‌اند در حرکت است. بنابراین خیلی تعجب‌آور نیست که روش‌های ابتدایی پژوهش مانند تحریک الکتریکی مستقیم مغزی که در بالا ذکر شد، جزء روش‌های اصلی پژوهش در این رشته نیستند.

این فصل با اشاره به تعدادی از رویکردهای فلسفی و علمی به ذهن و مغز از منظری تاریخی شروع می‌شود. محتوای فصل، بیش از این که مطالب را به صورت کامل پوشش دهد به طور گزینشی ارائه‌شده است و دانشجویانی که علاقه خاصی به بعضی از موضوعات آن دارند می‌توانند مطالب عمیق‌تری را در سایر منابع دیگر مطالعه کنند (ویکنز، ۲۰۱۵). سپس در ادامه فصل، روش‌های موجود در علوم‌اعصاب شناختی که امروزه بیشتر رایج است به صورت اجمالی بررسی می‌شوند. مقایسه و تحلیل دقیق‌تر این روش‌ها در فصول ۳ تا ۵ کتاب ارائه خواهد شد. در نهایت در انتهای فصل به برخی از انتقادها که به رویکرد علوم‌اعصاب شناختی وارد آمده‌اند اشاره خواهیم کرد.

علوم‌اعصاب شناختی از منظر تاریخ

رویکردهای فلسفی به ذهن و مغز

فیلسوفان همانند روان‌شناسان مدت‌ها به این موضوع که مغز ما چگونه می‌تواند دنیای ذهن ما را بسازد علاقه‌مند بوده‌اند. چگونه است که یک ماده فیزیکی (مغز) می‌تواند منجر به حواس، افکار و هیجان‌ها گردد؟ این موضوع را **مسأله تن‌روان**[4] نام‌گذاری کرده‌اند اگرچه باید به صورت دقیق‌تر آن را مسأله مغزذهن نامید؛ زیرا

1. Cognitive Psychology
2. Biology
3. Neuroscience
4. Mind-Body Problem

COMPANION @ WEBSITE

ONLINE RESOURCES

To discover more about Wilder Penfield and his pioneering research, watch the videos found on the companion website (www.routledge.com/cw/ward).

اصطلاحات کلیدی

شناخت: انواعی از فرآیندهای ذهنی سطح بالا مانند تفکر، ادراک، تصویرسازی، صحبت‌کردن، اقدام و برنامه‌ریزی

علوم‌اعصاب شناختی: عملی که هدف آن توضیح دادن فرآیندهای شناختی در قالب مکانیزم‌های مبتنی بر مغز است.

مسأله تن‌روان: این مسأله که چگونه یک ماده فیزیکی (مغز) منجر به حواس، افکار و هیجان‌ها (ذهن) می‌شود.

اکنون بر سر این که مغز بخش کلیدی بدن برای شناخت است، توافق وجود دارد. یک رویکرد در رابطه با مسأله تن‌روان این است که، ذهن و مغز اگرچه با هم در تعامل هستند، اما از مواد جداگانه و مختلفی تشکیل شده‌اند. این رویکرد را **دوگانه‌نگری**[1] می‌نامند و سرشناس‌ترین طرف‌دار این رویکرد، رنه دکارت فیلسوف فرانسوی است. دکارت باور داشت که ذهن (روان) عنصری غیرجسمانی و فناناپذیر است در حالی که بدن عنصری جسمانی و فناپذیر است. او بیان کرد که تن و روان در غده صنوبری[2] که در مرکز مغز قرار دارد و امروزه به‌عنوان بخشی از سیستم غدد درون‌ریز محسوب می‌شود، با هم تعامل دارند. با توجه به نظر دکارت، تحریک اندام‌های حسی منجر به وقوع لرزش‌هایی در بدن یا مغز می‌شود که این لرزش‌ها توسط غده صنوبری دریافت‌شده و احساس آگاهی غیرجسمانی را در فرد ایجاد می‌کند. اگر رویکرد فلسفی دوگانه‌نگری درست باشد، امید کمی برای علوم‌اعصاب شناختی باقی می‌ماند زیرا روش‌ها و متدهای علوم زیستی و جسمانی قابلیت کاربرد در حوزه غیرجسمانی را ندارند (اگر چنین چیز غیرجسمانی وجود داشته باشد).

حتی در زمان دکارت نیز انتقاداتی بر دیدگاه او وارد گردید. می‌توان چندین رویکرد جامع به مسأله تن‌روان را شناسایی کرد که هنوز در روزگار معاصر سروصدایی دارند. اسپینوزا[3] (۱۶۷۷-۱۶۳۲) این ایده را مطرح کرد که ذهن و مغز دو توضیح متفاوت از یک چیز هستند، اما دو چیز متفاوت نیستند. این رویکرد، **نظریهٔ دوجنبه‌ای**[4] نامیده‌شده که هنوز در بین برخی از پژوهشگران در حوزه علوم‌اعصاب شناختی طرف‌دار دارد (ولمانز، ۲۰۰۰). در این رابطه می‌توان به استعاره‌ای که در علم فیزیک در مورد دوگانگی موج‌ذره وجود دارد اشاره کرد که در آن یک ماده واحد (به طور مثال الکترون) می‌تواند هم به‌عنوان یک طول موج و هم به‌عنوان یک ذره توصیف گردد.

رویکرد جایگزین دیگری به مسأله تن‌روان (مغزذهن) که توسط بسیاری از متفکران معاصر پذیرفته‌شده است، **کاهش‌گرایی**[5] نام دارد (چرچلند، ۱۹۹۵؛ کریک، ۱۹۹۴). این رویکرد بیان می‌کند که اگرچه مفاهیم شناختی و مبتنی بر ذهن مانند هیجانات، حافظه، و توجه؛ در حال حاضر برای توضیح دادن علمی موضوعات مفید هستند، اما این مفاهیم در نهایت با سازه‌ها و مفاهیم زیستی، مانند الگوی شلیک عصبی هم‌زمان، رها شدن ناقل‌های عصبی جایگزین می‌شوند. به همین شکل، هم‌زمان با این که بیشتر و بیشتر درباره مغز می‌دانیم، روان‌شناسی نیز در نهایت به زیست‌شناسی میل می‌کند. طرف‌داران این رویکرد اشاره می‌کنند که موارد تاریخی بسیار زیادی وجود دارند که در آنها سازه‌های علمی، پس از پیدایش یک توضیح جدیدتر، کنار گذاشته شده‌اند. برای مثال در قرن هفدهم، دانشمندان باور داشتند که مواد قابل اشتعال، حاوی ماده‌ای به نام *فلوژیستون*[6] هستند که رهاشده و می‌سوزد. این نظر به ایده‌های کلاسیکی شباهت داشت که اعتقاد داشتند آتش در کنار آب، هوا و زمین عناصر اصلی جهان را تشکیل می‌دهند. این ایده در نهایت با فهمیدن این که مواد شیمیایی مختلف چگونه با اکسیژن ترکیب می‌شوند جایگزین گردید. فرآیند سوختن (در کنار زنگ زدن آهن) فقط یک مثال از واکنش شیمیایی خاصی است که می‌تواند در ترکیب مواد شیمیایی با اکسیژن روی دهد. کاهش‌گرایان[7] معتقدند که مفاهیم مبتنی بر ذهن و به ویژه تجربیات هشیار، در نظریه‌های مغز در آینده، جایگاهی همچون جایگاه فلوژیستون را خواهند داشت و با پیدایش مفاهیم عینی جدیدتر کنار گذاشته می‌شوند. در مقابل کسانی که طرف‌دار نظریهٔ دوجنبه‌ای هستند، ادعا می‌کنند که *هیجان* مفهومی است که حتی اگر به طور کامل با توجه به مبانی عصبی فهمیده شود، همچنان مانند یک هیجان احساس می‌شود. به همین ترتیب، فایده و سودمندی مفاهیم شناختی و مبتنی بر ذهن هرگز به صورت کامل جایگزین نخواهند شد.

اصطلاحات کلیدی

دوگانه‌نگری: این باور که ذهن و مغز از مواد مختلفی تشکیل شده‌اند.

نظریهٔ دوجنبه‌ای: این باور که ذهن و مغز دو سطح توصیفی از یک چیز هستند.

کاهش‌گرایی: این باور که مفاهیم مبتنی بر ذهن در نهایت با مفاهیم مرتبط با علوم‌اعصاب جایگزین می‌شوند.

1. Dualism
2. Pineal gland
3. Spinoza
4. Dual-Aspect Theory
5. Reductionism
6. Phlogiston
7. Reductionists

رویکردهای علمی به ذهن و مغز

اصطلاحات کلیدی

جمجمه‌شناسی: این باور غلط که تفاوت‌های فردی در شناخت در تفاوت‌های موجود در جمجمه افراد منعکس می‌شود.

تخصیص‌یافتگی کارکردی: مناطق مختلف مغز برای کارکردهای شناختی مختلف تخصص دارند.

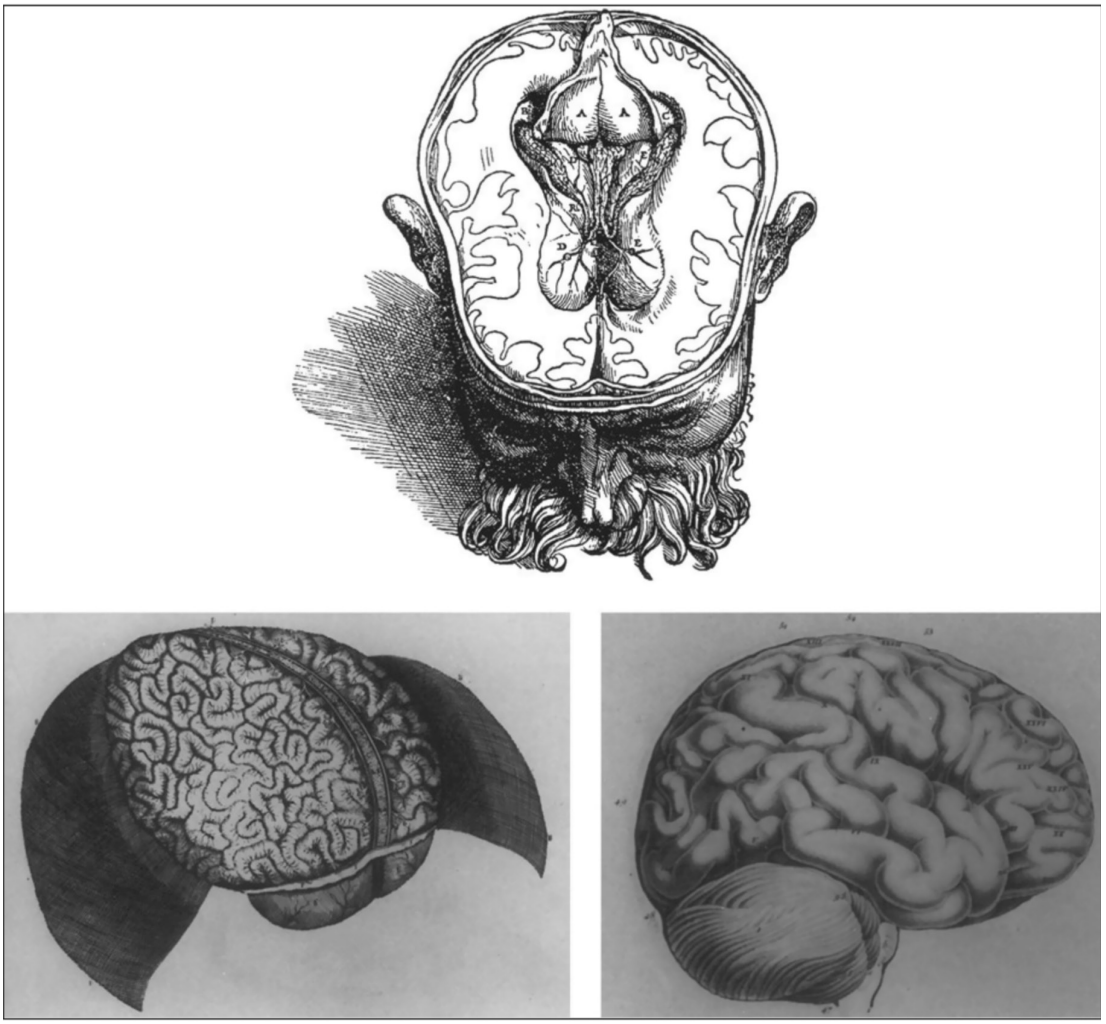
فهم علمی ما از مغز به لحاظ تاریخی دیر اتفاق افتاد. اگرچه بینش‌های مهمی در زمان‌های قدیم در مورد مغز به دست آمده بود اما بیشترین میزان فهم ما از مغز در قرن نوزدهم ایجاد شد. ارسطو (۳۴۸–۳۲۲ قبل از میلاد) به این موضوع اشاره کرده بود که نسبت اندازه مغز به بدن در گونه‌هایی که از نظر شناختی پیشرفته‌تر هستند، مانند انسان‌ها، از همه بیشتر است. اما متاسفانه او به اشتباه ادعا کرد که شناخت محصول قلب است و نه مغز. او باور داشت که مغز مانند یک سیستم خنک‌کننده عمل می‌کند و هرچقدر شناخت و عقل بزرگ‌تر باشد به سیستم خنک‌کننده (مغز) بزرگ‌تری نیاز دارد. در دوران روم باستان، گالن[1] (۱۹۹–۱۲۹ بعد از میلاد) ضربات مغزی را در گلادیاتورها مشاهده کرد و اشاره کرد که اعصاب از مغز و به مغز برونداد دارند. با این وجود او معتقد بود که تجربیات ذهنی و شناختی در بطن‌های مغز جای دارند. این ایده و نظر بیش از ۱۵۰۰ سال بدون چالش، پابرجا بود. به طور مثال زمانی که وسالیوس (۱۵۶۴–۱۵۱۴)، پدر علم تشریح مدرن، تشریح خود از مغزهای کالبدشکافی‌شده را منتشر کرد، بطن‌های مغز با جزئیات فراوان ترسیم‌شده بودند در حالی که قشر مغز فقط به صورت تصویر نمادین و بسیار ساده ترسیم‌شده بود. دیگران نیز از این سنت پیروی می‌کردند و سطح بیرونی مغز را مانند روده‌ها ترسیم می‌کردند. این وضعیت احتمالاً منعکس‌کننده بی‌علاقگی به مطالعه قشر مغز بود تا عدم طراحی مناسب. ویژگی‌های مغزی که از دوران قدیم وجود داشت، بدون نگاه کردن به ترسیم‌ها و نقاشی‌های گال و اسپرژیم (۱۸۱۰) قابل شناسایی نیست.

گال (۱۸۲۸–۱۷۸۵) و اسپرژیم (۱۸۳۲–۱۷۷۶) به لحاظ تاریخی و به دلیل ایجاد "**جمجمه‌خوانی**[2]" و حمایت از آن، بازخوردهای منفی و بدی را دریافت کردند. جمجمه‌شناسی دارای دو پیش‌فرض کلیدی بود: اول این که مناطق مختلف مغز عملکردهای مختلفی را انجام می‌دهند و با رفتارهای مختلفی مرتبط هستند. دوم این که اندازه این مناطق مغزی باعث تولید انحرافات و کجی‌های جمجمه می‌شود و با تفاوت‌های فردی در شناخت و شخصیت افراد ارتباط دارد. نظریه **تخصیص‌یافتگی کارکردی**[3] در مغز تا زمان حال که علوم‌اعصاب شناختی مدرن شکل گرفته است، همچنان به صورت مؤثری دوام داشته است، اگرچه در خلال سال‌ها با چندین چالش مواجه بوده است (فلورنس، ۱۸۲۴؛ لشلی، ۱۹۲۹).

مشاهدات پنفیلد و همکارانش از مغز به صورت الکتریکی تحریک‌شده چندین مثال شگفت‌انگیز از اصل تخصیص‌یافتگی کارکردی را فراهم آورده است. با این حال تخصیص‌یافتگی کارکردی که در جمجمه‌شناسی مورد بحث قرار می‌گرفت، مبنا و پایه تجربی نداشت و نظریه‌های شناخت را در بر نمی‌گرفت. برای مثال ترسیمی که فاولر ـ جمجمه‌شناس معروف ـ از سر انسان داشت شامل مناطقی می‌شد که به "عشق پیش از تولد"، "تخریب‌گری"، "ثبات و استحکام" اختصاص داشتند. علاوه بر این، شکل ظاهری جمجمه بر خلاف آنچه جمجمه‌شناسی مدعی بود، هیچ ارتباطی با کارکرد شناختی ندارد.

اگرچه جمجمه‌شناسی دارای نقص بنیادین بود اما ایده اصلی این که بخش‌های گوناگون مغز، کارکردهای مختلفی دارند، راه را برای تحولات و پیشرفت‌های آینده در قرن ۱۹ هموار کرد که مهمترین آنها گزارش بروکا از دو بیمار آسیب مغزی بود. بروکا دو مورد را گزارش کرد که در آنها آسیب مغزی اکتسابی به توانایی صحبت‌کردن آسیب رسانده بود اما دیگر جنبه‌های شناخت، نسبتاً سالم بودند. او از مشاهده این موارد نتیجه گرفت که زبان می‌تواند در مناطق خاصی از مغز موضع‌یابی[4] (مکان‌یابی) شود. مطالعات بعدی به این موضوع پرداختند که زبان، خود به تنهایی یک ماهیت واحد نیست اما می‌تواند به زیرمجموعه‌هایی چون بازشناسی کلام، تولید کلام، و دانش مفهومی تقسیم شود (لیختایم، ۱۸۸۵؛ ورنیکه، ۱۸۷۴). این نظر و ایده از مشاهداتی ناشی شد که نشان می‌دادند آسیب مغزی می‌تواند یا به "درک

1. Galen
2. Phrenology
3. Functional Specialization
4. Localized



شکل ۱.۲ تصویر نمادین مغز: نقاشی‌ها و ترسیم‌های مغز از وسالیوس (۱۵۴۳) (تصویر بالا)، د ویه سنس (۱۶۸۵) (تصویر پایین سمت چپ) و گال و اسپرژیم (۱۸۱۰) (تصویر پایین سمت راست). دقت کنید که چطور دو ترسیم اول بر بطن‌های مغز تأکید کرده و سطح بیرونی قشر مغز را به صورت نادرست ترسیم کرده‌اند.

کلامی" ضعیف و "تولید کلامی" خوب و یا برعکس به "درک کلامی" خوب و "تولید کلامی" ضعیف منجر شود (برای جزئیات کامل به فصل ۱۱ مراجعه کنید). این یافته نشان می‌دهد که حداقل دو توانایی کلامی در مغز وجود دارد که در صورت آسیب مغزی، به صورت مستقل و جدا از هم صدمه می‌بینند. این مجموعه مطالعات یک گام بسیار بزرگ در مسیر تفکر پیرامون ذهن و مغز محسوب می‌شد که به صورت زیر خود را نشان دادند. نخست مشاهدات تجربی به منظور تعیین عوامل بنیادین سازنده "شناخت" مورد استفاده قرار گرفتند (به طور مثال این که آیا زبان یک توانایی واحد است؟). دوم این که مدل‌های درحال توسعه‌ای از شناخت ایجاد شدند که به طور مستقیم به مغز اشاره نمی‌کردند. به عبارت دیگر بر اساس این مدل‌ها یک نفر می‌توانست برداشت کند که بازشناسی کلامی و تولید کلامی از هم مجزا هستند،

شکل ۱.۳ مجسمه سر؛ جمجمه‌شناسان به منظور نشان دادن کارکردهای فرضی مناطق مختلف مغزی از آن استفاده می‌کردند.

بدون این که بداند این کارکردها در کجای مغز جای دارند و یا این که چگونه سلول‌های عصبی زیربنایی این فرآیندها، منجر به چنین کارکردهایی می‌شوند.

رویکرد استفاده از بیماران دارای آسیب مغزی اکتسابی به منظور اطلاع یافتن از نظریه‌های مربوط به فرایندهای شناختی نرمال، **نوروسایکولوژی شناختی**[1] نام دارد که امروزه نیز همچنان با نفوذ است (فصل ۵ منطق زیربنایی این روش را با جزئیات مورد بحث قرار می‌دهد). نوروسایکولوژی شناختی در حال حاضر به شکل مؤثری در درون علوم‌اعصاب شناختی که از لحاظ روش‌شناختی کمتر محدود است، ادغام‌شده است.

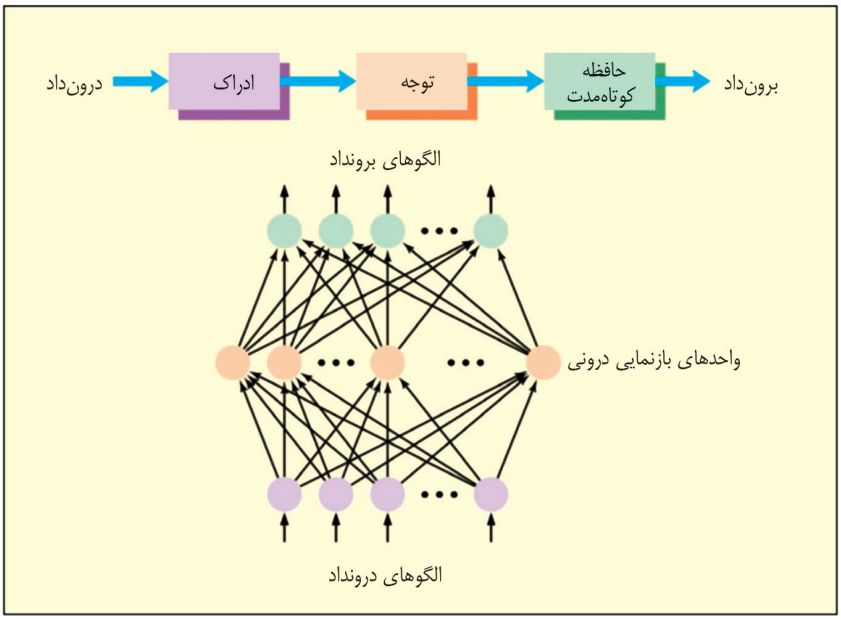
در حالی که اکتشافات در علوم‌اعصاب به سرعت در قرن‌های ۱۹ و ۲۰ ادامه داشت، شکل‌گیری روان‌شناسی به‌عنوان یک رشته تجربی مستقل در اواخر قرن ۱۹ باعث شد مطالعه ذهن از مبانی زیستی خود دور شود. این اتفاق به دلیل باور به دوگانه‌نگری که به جدایی ذهن از مغز معتقد است روی نداد، بلکه تا حدودی به دلیل وجود محدودیت‌های عملی روی داد. پیشگام‌های اولیه در روان‌شناسی مانند ویلیام جیمز و زیگموند فروید به موضوعاتی چون هشیاری، توجه و شخصیت؛ علاقه‌مند بودند. علوم‌اعصاب تقریباً در مورد این موضوعات تا چند سال اخیر هیچ چیزی بیان نکرده است و این یکی از دلایل جدایی روان‌شناسی از زیست‌شناسی بود. دلیل دیگر جدایی روان‌شناسی از زیست‌شناسی در این باور و ایده قرار دارد که می‌توان بدون اظهار نظر در مورد مغز، نظریه‌های منسجم و آزمون‌پذیری در مورد شناخت مطرح کرد. برخی معتقد هستند که واژه روان‌شناسی شناختی یک استعاره از واژگان و ترکیبی از دانش کامپیوتر، مغز و رویکرد **پردازش اطلاعات**[2] است که در دهه ۱۹۵۰ به بعد بر سر زبان‌ها افتاد. برای مثال برادبنت (۱۹۵۸) بیان کرد که دامنه بسیار وسیعی از شناخت، از زنجیره‌ای متشکل از مراحل گوناگون پردازش تشکیل‌شده است. در این مدل ساده، ابتدا فرآیندهای ادراکی روی می‌دهند (مرحله ۱) و به دنبال آن فرآیندهای توجه می‌آیند (مرحله ۲) که اطلاعات را به حافظهٔ کوتاه‌مدت (مرحله ۳) و پس از آن به حافظهٔ بلندمدت (مرحله ۴) منتقل می‌کنند (رجوع کنید به اتکینسون و شیفرین، ۱۹۶۸). این فرآیندها اغلب در قالب نمودارهای حاوی تعدادی جعبه و فلش که جهت مراحل را نشان می‌داد، ترسیم می‌شدند. معنای این تفاسیر و ترسیم‌ها این بود که می‌توان سیستم شناختی را درست مانند یک برنامهٔ رایانه‌ای که در قالب مراحل و گام‌های مشخص درک می‌شود، فهمید بدون آن که به مغز اشاره‌ای شود. ایده تشبیه ذهن به‌عنوان یک برنامهٔ رایانه‌ای در طول سال‌ها و در کنار پیشرفت‌های علوم رایانه‌ای، پیشرفت داشته است. برای مثال بسیاری از مدل‌های شناختی عناصری چون

اصطلاحات کلیدی

نوروسایکولوژی شناختی: مطالعه بیماران دچار آسیب مغزی به منظور اطلاع یافتن از نظریه‌های فرآیندهای هنجار شناختی.

پردازش اطلاعات: رویکردی که در آن رفتار در قالب زنجیره‌ای از مراحل شناختی توصیف می‌شود.

1. Cognitive Neuropsychology
2. Information Processing



شکل ۱.۴ فرآیندهای شناختی: مثال‌هایی از مدل‌های پیوندی (مدل پایین) و مدل‌های جعبه و فلش (مدل بالا) شناخت که هر دو نوع مدل بیانگر شیوه‌های توصیف فرآیندهای شناختی بدون اشاره مستقیم به مغز هستند.

"**تعامل‌پذیری**[1]" و "**پردازش موازی**[2]" را در خود دارند. تعامل‌پذیری یا تعامل، به این واقعیت اشاره دارد که مراحل پردازش ممکن است به طور کامل از هم مجزا نباشند و این که مراحل بعدی پردازش می‌توانند قبل از اتمام مراحل قبلی شروع شوند (این نوع تعامل در مدل‌های پیوندی از شناخت وجود دارد). علاوه بر این، مراحل بعدی پردازش، می‌توانند بر نتایج مراحل ابتدایی‌تر اثر بگذارند (**پردازش نزولی**[3])". پردازش موازی به این واقعیت در روان‌شناسی شناختی اشاره دارد که انواع مختلفی از اطلاعات می‌توانند به صورت هم‌زمان پردازش شوند که در مقابل "***پردازش متوالی***[4]" قرار دارد که در آن در هر زمان یک قطعه از اطلاعات پردازش می‌شود (رایانه‌ها هر قطعه اطلاعات را به صورت متوالی پردازش می‌کنند). اگرچه این مدل‌های واضح رایانه‌ای، پیچیده‌تر از تعدادی نمودار متشکل از جعبه و فلش هستند، اما مانند خاستگاه خود لزوماً با ادبیات و یافته‌های علوم‌اعصاب تعامل و ارتباطی ندارند (الیس و هامفریز، ۱۹۹۹).

تولد علوم اعصاب شناختی

پیشرفت‌های فن‌آوری تصویربرداری تا حدود زیادی موجب شکل‌گیری علوم‌اعصاب شناختی مدرن امروز شد. رایشل (۱۹۹۸) توصیف می‌کند که چگونه روش‌های تصویربرداری از مغز در جامعه علوم‌اعصاب در حالت بی‌تفاوتی و گمنامی به‌سر می‌برد و اگر روان‌شناسان شناختی در دهه ۱۹۸۰ در این حوزه ورود نمی‌کردند، ممکن بود این فن‌آوری هیچگاه معروف و فراگیر نشود. روان‌شناسان شناختی از قبل طرح‌های آزمایشی و مدل‌های پردازش اطلاعات مربوط به شناخت را ایجاد کرده بودند، که این طرح‌ها و مدل‌ها این ظرفیت را داشتند تا با روش‌های نوظهور تصویربرداری مغز همگام شود. لازم به ذکر است پیشرفت‌های ایجادشده در فن‌آوری تصویربرداری مغز نه تنها منجر به ایجاد "تصویربرداری کارکردی[7]" از مغز گردید، بلکه این امکان

اصطلاحات کلیدی

تعامل‌پذیری: مراحل بعدی پردازش (اطلاعات) می‌توانند زودتر از مراحل ابتدایی‌تر روی دهند.

پردازش نزولی: تأثیر و نفوذ مراحل بعدی پردازش بر مراحل ابتدایی‌تر (مانند تأثیر حافظه بر ادراک).

پردازش موازی: اطلاعات مختلف به صورت هم‌زمان (یا موازی) پردازش می‌شوند.

1. Interactivity
2. Parallel Processing
3. Top-Down Processing
4. Serial Processing
5. Computational
6. Parallel Distributed Processing (PDP)
7. Functional Imaging

خارج از بحث ۱

مدل‌های محاسباتی[1] و پیوندی شناخت

در دهه ۱۹۸۰، رایانه‌های قدرتمند به صورت ناباورانه‌ای بسیار در دسترس قرار گرفتند. این موضوع روان‌شناسان شناختی را قادر ساخت به جای ایجاد مدل‌های مبهم الهام گرفته از رایانه که از چندین جعبه و فلش تهیه می‌شد، مدل‌های واضح و آشکار رایانه‌ای (محاسباتی) از شناخت ایجاد کنند (که در اصل با توجه به مجموعه‌ای درونداد، مجموعه‌ای برونداد را محاسبه می‌کرد). یک شیوه خاص کاربرد مدل‌های رایانه‌ای که بسیار با نفوذ شده است، **شبکه عصبی** نام دارد که به آن رویکرد پیوندی یا پردازش موازی منتشر[2] نیز می‌گویند (مک کله لند و همکاران، ۱۹۸۶). این مدل‌ها در چندین جای این کتاب مورد ملاحظه قرار گرفته‌اند از جمله در فصول مرتبط با حافظه، تکلم و سواد.

مدل‌های پیوندی دارای چندین ویژگی ساختاری هستند. اول این که آنها از مجموعه‌ای از واحدهای حمل‌کننده اطلاعات به نام "**گره‌ها**" تشکیل شده‌اند. گره‌ها حمل‌کننده اطلاعات به گونه‌ای هستند که به دسته‌ای مشخص از دروندادها پاسخ می‌دهند (به طور مثال حروف خاص، صداهای خاص) و همچنین دامنه‌ای محدود از برونداد نیز تولید می‌کنند. میزان پاسخ گویی یک گره به این بستگی دارد که تا چه اندازه با گره‌های دیگر در شبکه، پیوند محکم‌تری دارد (اصطلاحاً آن را "وزن پیوند" می‌نامند) و همچنین این که گره‌های دیگر تا چه اندازه فعال هستند. به لحاظ ریاضی این امکان وجود دارد تا برونداد هر گره را، با توجه به تعداد فعال‌سازی دروندادهای آن گره یا وزن آن محاسبه کرد. این مدل دارای چندین مزیت است. برای مثال به وسیله انطباق دادن وزن‌های هر گره در طول زمان که از طریق تجربه حاصل می‌شود، مدل می‌تواند گسترش یابد و یاد بگیرد. همچنین پردازش موازی امکان پردازش هم‌زمان میزان زیادی از داده‌ها را فراهم می‌کند. یک ادعای بحث برانگیز در این مورد این است که گره‌ها دارای "معقولیت عصب شناختی" هستند. گره‌ها، فعال‌سازی و وزن در مدل‌های پیوندی به ترتیب با مفاهیمی چون سلول‌های عصبی، میزان شلیک و پیوند عصبی از جهات بسیاری شباهت دارند. با این حال انتقادی که بر این مدل‌ها وارد می‌شوند این است که بسیار قوی هستند به گونه‌ای که قادرند چیزهای بسیاری یاد بگیرند که مغز انسان نمی‌تواند آنها را یاد بگیرد (پینکر و پرینس، ۱۹۸۸). نگاه متعادل‌تر این است که مدل‌های پیوندی مثال‌هایی از نحوه اجرای یک کارکرد شناختی توسط مغز را فراهم می‌آورد. اما این که مغز واقعاً به این شکل که مدل‌های پیوندی پیشنهاد می‌دهند، کارکردهای شناختی را اجرا می‌کند، سؤالی است که در نهایت موضوع پژوهش‌های تجربی در علوم‌اعصاب شناختی است.

را نیز فراهم آورد تا مطالعات "آسیب مغزی[3]" با دقتی مثال زدنی که قبلاً هرگز امکان‌پذیر نبود به جز در مورد مطالعات پس از مرگ[4]، توصیف شوند.

علوم‌اعصاب شناختی امروز از تنوع گسترده‌ای از روش‌ها تشکیل‌شده است. این روش‌ها با جزئیات در فصل‌های بعدی مورد بحث قرار خواهند گرفت. در این بخش از کتاب مقایسه برخی از روش‌ها و تکنیک‌های معروف در حوزه علوم‌اعصاب شناختی مفید خواهد بود. در علوم‌اعصاب شناختی تمایز میان ***روش‌های ثبت***[5] و ***روش‌های تحریک***[6] بسیار اهمیت دارد. در حال حاضر به ندرت از روش تحریک مستقیم الکتریکی مغز در انسان استفاده می‌شود. معادل‌های امروزی این روش‌ها، از تحریک الکتریکی در سطح جمجمه استفاده می‌کنند و نه تحریک مستقیم خود مغز که اصطلاحاً آنها را ***انتقال جمجمه‌ای***[7] می‌گویند. این روش‌های انتقال جمجمه‌ای شامل "تحریک مغناطیسی مغز[8]" و "تحریک الکتریکی مغز[9]" می‌شوند. این روش‌های تحریک مغزی در کنار تأثیر روش‌های آسیب مغزی در فصل ۵ مورد بحث قرار خواهند گرفت. علاوه بر روش‌های تحریک مغز، روش‌های ثبت فعالیت مغزی نیز وجود دارند که شامل روش‌های الکتروفیزیولوژیکی (موج‌نگار مغزی[10]، پتانسیل فراخوانده مغز[11] و ثبت تک‌سلولی[12]) و روش‌های مغناطیسی‌فیزیولوژیکی (تصویربرداری مغناطیسی مغز[13]) می‌شوند که به ترتیب ویژگی‌های الکتریکی و

1. Computational Models
2. Parallel Distributed Processing
3. Brain Lesions
4. Post Mortem Studies
5. Recording Methods
6. Stimulation Methods
7. Transcranial
8. Transcranial Magnetic Stimulation (TMS)
9. Transcranial electrical stimulation (tES)
10. Electroencephalography (EEG)
11. Event Related Potential (ERP)
12. Single Cell Recording (SCR)
13. Magnetoencephalography (MEG)

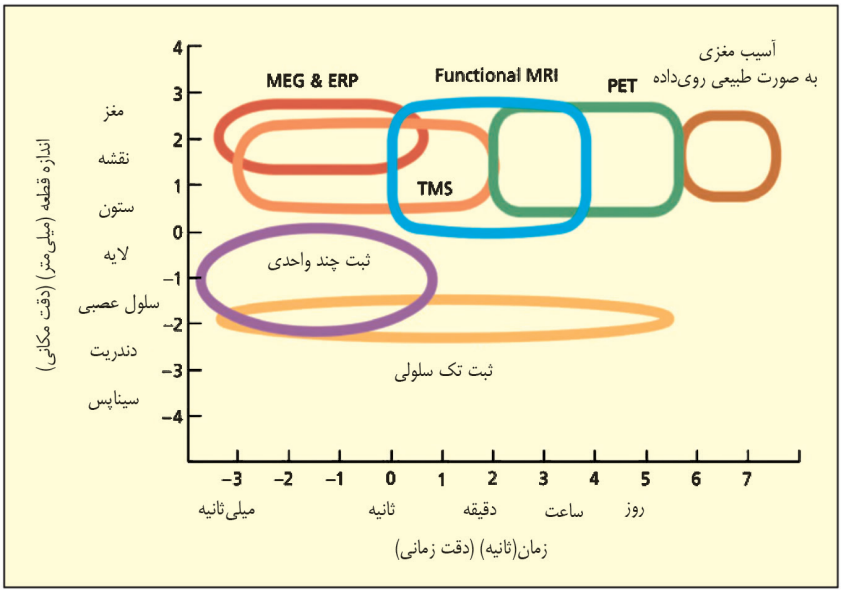
اصطلاحات کلیدی

مدل‌های شبکه عصبی: مدل‌های محاسباتی که در آنها پردازش اطلاعات با استفاده از گره‌های فراوان به هم مرتبط روی می‌دهد.

گره‌ها: واحدهای اساسی مدل‌های شبکه عصبی در پاسخ به فعالیت در بخش‌های دیگر شبکه فعال می‌شوند.

جدول ۱. ۱ مقایسه روش‌ها و تکنیک‌های به کار رفته در علوم‌اعصاب شناختی

روش	نوع روش	میزان تهاجمی بودن	ویژگی مغزی مورد استفاده
موج نگار مغزی، پتانسیل فراخوانده مغز	ثبت فعالیت	غیر تهاجمی	الکتریکی
ثبت تک‌سلولی و چند واحدی	ثبت فعالیت	تهاجمی	الکتریکی
تحریک مغناطیسی مغز	تحریک	غیر تهاجمی	الکترو مغناطیسی
تحریک الکتریکی مغز (tES)	تحریک	غیر تهاجمی	الکتریکی
تصویربرداری مغناطیسی مغز	ثبت فعالیت	غیر تهاجمی	مغناطیسی
توموگرافی با انتشار پوزیترون	ثبت فعالیت	تهاجمی	همو دینامیک
تصویربرداری تشدید مغناطیسی	ثبت فعالیت	غیر تهاجمی	همو دینامیک
طیف سنجی مادون قرمز کارکردی	ثبت فعالیت	غیر تهاجمی	همو دینامیک



شکل ۱.۵ روش‌های به کار رفته در علوم‌اعصاب شناختی را می‌توان با توجه به دقت زمانی و مکانی آنها طبقه‌بندی کرد. برگرفته از چرچلند و سجنوسکی، ۱۹۸۸.

مغناطیسی سلول‌های عصبی مغز را ***ثبت*** می‌کنند. این روش‌ها نیز در فصل ۳ مورد بحث قرار خواهند گرفت. بر خلاف این روش‌های ثبت فعالیت مغزی، روش‌های تصویربرداری مغزی شامل توموگرافی با انتشار پوزیترون[1]، تصویربرداری تشدید مغناطیسی[2] و طیف‌سنجی مادون قرمز کارکردی[3] تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با جریان خون در مغز را ثبت می‌کنند که با گذشت زمان به آرامی در حال تحول هستند. این روش‌ها را ***روش‌های همودینامیک***[4] می‌نامند که در فصل ۴ به آنها پرداخته خواهد شد (منظور از همودینامیک، واکنش‌های مربوط به جریان خون است). روش‌ها و تکنیک‌های به کار رفته در علوم‌اعصاب شناختی را می‌توان با توجه به تعداد ابعاد و جنبه‌های آن طبقه‌بندی کرد.

1. Positron Emission Tomography (PET)
2. Magnetic Resonance Imaging (MRI)
3. functional Near Infrared Spectroscopy (fNIRS)
4. Hemodynamic Methods

اصطلاحات کلیدی

دقت زمانی: میزان دقتی که یک روش می‌تواند زمانی که یک رویداد، مانند تغییر فیزیولوژیکی در مغز روی دهد را ثبت کند.

دقت مکانی: میزان دقتی که یک روش می‌تواند مکانی که یک رویداد مانند تغییر فیزیولوژیکی در مغز روی دهد را ثبت کند.

- **دقت زمانی**[1]: عبارت است از میزان دقت و صحت زمانی که یک روش می‌تواند رویدادی را اندازه‌گیری کند. اثرات آسیب مغزی دائمی هستند، بنابراین مطالعات آسیب مغزی هیچ‌گونه دقت زمانی ندارند. روش‌هایی چون TMS، MEG، EEG و روش ثبت تک‌سلولی دارای دقت زمانی در حد میلی‌ثانیه هستند. fMRI نیز دارای دقت زمانی چند ثانیه است که به علت پاسخ همودینامیکی است که چندین ثانیه آهسته‌تر است.
- **دقت مکانی**[2]: به دقت اندازه‌گیری مکان وقوع یک رویداد در مغز اشاره دارد. روش‌های تصویربرداری مغزی و آسیب مغزی، دارای دقت مکانی در حد میلی‌متر هستند در حالی که روش‌های ثبت سلولی دارای دقت مکانی در حد سلول عصبی هستند.
- **میزان تهاجمی بودن**[3]: تهاجمی بودن یک روش به این اشاره دارد که آیا روش مورد نظر در خارج از مغز کاربرد دارد یا در داخل مغز. روش PET یک روش تهاجمی محسوب می‌شود زیرا این روش مستلزم تزریق ایزوتوپ‌های آغشته به ماده رادیواکتیو به جریان خون است. روش‌های ثبت تک‌سلولی نیز در روی خود مغز انجام می‌شوند و به طور معمول فقط روی حیوانات صورت می‌گیرد.

آیا روان‌شناسی شناختی به مطالعه مغز نیاز دارد؟

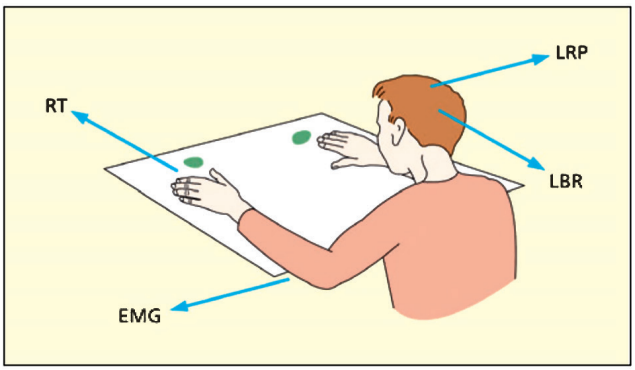
همان‌طور که قبلاً اشاره شد، روان‌شناسی شناختی به صورت جدی از دهه ۱۹۵۰ و با اتخاذ مدل‌های پردازش اطلاعات که به طور مستقیم به مغز اشاره‌ای ندارند، ایجاد شد و گسترش یافت. اگر این رویکرد و روش، موفق بوده است پس چرا باید تغییر کند؟ البته هیچ دلیلی برای این که چرا روان‌شناسی شناختی تغییر کند، وجود ندارد. ادعای تغییر به این معنی نیست که علوم اعصاب شناختی جایگزین روان‌شناسی شناختی شود (اگرچه برخی ممکن است طرف‌دار این دیدگاه باشند)، بلکه صرفاً به این معنی است که نظریه‌های روان‌شناسی شناختی می‌توانند در گسترش نظریه‌ها و آزمایش‌های علوم‌اعصاب به کار روند و برعکس. با این حال، عده‌ای معتقدند که با توجه به این که مدل‌های پردازش اطلاعات هیچ‌گونه ادعا و ارجاع مستقیمی به مغز نمی‌کنند، این امر شدنی نیست (کولترت، ۲۰۰۴؛ هارلی، ۲۰۰۴).

کولترت (۲۰۰۴) این سؤال را مطرح می‌کند:

> "آیا علوم اعصاب شناختی تا به حال داده‌های به دست آمده از تصویربرداری شناختی را به منظور تصمیم‌گیری‌های نظری در سطح شناختی (روان‌شناسی شناختی) مورد استفاده قرار داده است یا خیر؟" (به‌عنوان مثال در راستای ایجاد توازن میان مدل‌های پردازش اطلاعاتی موجود برای کارکردهای شناختی)

هنسن (۲۰۰۵) در پاسخ بیان می‌کند که علوم‌اعصاب شناختی این کار را هم در سطح اصولی (نظری) و هم در عمل انجام داده است. او بیان می‌کند که داده‌های به دست آمده از تصویربرداری کارکردی مغز صرفاً یک متغیر وابسته دیگر محسوب می‌شود که قابل اندازه‌گیری است. برای مثال در تکلیف "زمان واکنش انتخابی اجباری[4]" استاندارد، چندین شاخص وجود دارد که می‌توان آنها را اندازه‌گیری کرد. این شاخص‌ها شامل زمان واکنش، میزان خطاها، عرق کردن (واکنش رسانایی پوست)، انقباض ماهیچه‌ای (الکترومیوگرافی[5])، ثبت جمجمه‌ای فعالیت مغز و یا واکنش‌های همودینامیکی در مغز می‌شوند. هر یک از این اندازه‌گیری‌ها اطلاعاتی را درباره تکلیف مورد نظر به ما می‌دهند و می‌توانند در نظریه‌های مرتبط با آن تکلیف نیز کاربرد داشته باشند.

1. Temporal Resolution
2. Spatial Resolution
3. Invasiveness
4. Forced-Choice Reaction-Time Task
5. electromyography (EMG)



شکل ۱.۶ در تکلیف زمان واکنش انتخاب اجباری، می‌توان از روش‌های اندازه‌گیری مختلفی استفاده کرد این شامل روش‌های رفتاری (زمان واکنش (RT)، میزان خطا) و یا روش‌های اندازه‌گیری زیستی (EMG)، پتانسیل آمادگی جانبی‌شده (LRP)[2]، پاسخ BOLD جانبی‌شده (LBR)[1] است که همه این روش‌ها می‌توانند در جهت افزایش اطلاعات یک نظریه شناختی به کار روند. برگرفته از مطالعه هنسن، ۲۰۰۵.

برای روشن‌ترشدن این موضوع به یک مثال توجه کنید. شخصی می‌تواند سؤالی را بدین شکل مطرح کند: آیا بازشناسی دیداری کلمات و حروف، شامل محاسبه یک بازنمایی مستقل از کلمات و حروف است؟ برای مثال آیا سامانه خواندن، درمرحله اولیه پردازش، با حرف بزرگ (E) و حرف کوچک (e) به صورت یکسان برخورد می‌کند یا این که حروف (E) و (e) در ابتدا و تا زمان رسیدن به مراحل بعدی پردازش (به طور مثال هنگام بلند تلفظ کردن آنها) به صورت متفاوت پردازش می‌شوند؟ یک روش بررسی این است که کلمه یکسانی را دوبار در موقعیت‌های یکسان (RADIO–RADIO) و متفاوت (radio–RADIO) ارائه کنیم و سپس زمان واکنش در آنها را اندازه‌گیری کنیم و سپس زمان واکنش در این موقعیت‌ها را با موقعیتی که به جای یک کلمه یکسان دو کلمه متفاوت ارائه می‌شود (به‌عنوان مثال mouse–RADIO, MOUSE–RA-DIO)، با هم مقایسه کنیم. یک یافته پذیرفته‌شده در "مطالعات زمان واکنش[3]" این است که اگر محرکی اخیراً ارائه شده باشد، زمانی که مجدداً ارائه شود سریع‌تر می‌توان آن را پردازش کرد. به طور مثال اگر در یک تکلیف تصمیم‌گیری سریع، از آزمودنی خواسته شود درباره RADIO تصمیم بگیرد (به طور مثال این که آیا جاندار است یا بی‌جان؟)، در صورتی که قبلاً با آن مواجه‌شده باشد عملکرد سریع‌تری در تصمیم‌گیری خواهد داشت. دی هین و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای این مکانیزم را با مقایسه اندازه‌گیری‌های به دست آمده از شاخص زمان واکنش و اندازه‌گیری‌های حاصل از تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی[4] با هم مقایسه کرد. در این مطالعه یک جفت‌کلمه به آزمودنی‌ها ارائه می‌شود به گونه‌ای که کلمه اول به مدت بسیار کوتاهی ظاهر می‌شود و سپس یک پوشش دیداری (پارازیت)[5] ارائه می‌شود. ارائه این پارازیت تصویری باعث می‌شود که آزمودنی‌ها نتوانند به صورت آگاهانه کلمه را ادراک کنند و بنابراین می‌توان اطمینان حاصل کرد که آنها کلمه را بیان نخواهند کرد. سپس کلمه دوم به صورت آگاهانه ارائه و دیده می‌شود و باید به آن پاسخ داده شود. دی هین (۲۰۰۱) مشاهده کرد که زمانی که کلمه دوم ارائه‌شده همان کلمه اول باشد، زمان واکنش به کلمه دوم در مقایسه با زمانی که دو کلمه یکسان نباشند سریع‌تر است. مهم‌تر و جالب‌تر اینکه، قشر دوکی‌شکل[6] در قشر نیمکره چپ مغز وجود دارد که همین اثر را در قالب میزان فعال‌سازی مغزی و نه زمان واکنش، نشان می‌دهد. در این مثال بسیار عینی، در پاسخ به سؤالی که کولتزت مطرح کرد، بی‌معنا است که بگوییم یک روش اندازه‌گیری، (زمان واکنش در مقابل فعال‌سازی مغزی) بهتر از دیگری است و برای نظریه‌های شناختی مفیدتر است زیرا هر یک از این روش‌ها در واقع جنبه‌های متفاوت یک چیز را اندازه‌گیری می‌کنند. می‌توان ماهیت و چگونگی این اثر و پدیده را به شیوه‌های دیگری نیز بررسی کرد. به طور مثال ارائه کلمات یکسان در دو زبان متفاوت (آزمودنی‌های دو زبانه) و یا ارائه کلمات در مکان‌های مختلف تصویر (بالا، پایین، وسط) و غیره. این مثال‌ها می‌توانند در مورد جنبه‌های دیگر این پدیده و در نتیجه ماهیت آن بینش لازم را فراهم کنند. برای مثال، این اثر مستلزم چه جنبه‌هایی از دیدن است؟ (مثال ارائه در مکان‌های مختلف) آیا این اثر به معنای کلمات نیز وابسته است؟ (مثال ارائه در دو زبان). با این توصیف باید گفت که هم روش‌های اندازه‌گیری

1. Lateralized Bold Response (LBR)
2. Lateralized Readiness Potential (LRP)
3. Reaction-Time Studies
4. fMRI
5. Visual Noise (Mask)
6. Fusiform Cortex