

کتاب زبان و مغز: راهنمای مختصر عصب‌شناسی زبان، جاناتان آر. برن،
انتشارات دانشگاه آکسفورد، ۲۰۲۲، ۲۲۵ صفحه.^۱

جوادی، نیره^۲ | دانشجوی دکتری زبان‌شناسی دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

علاقه به بررسی بنیان‌های عصبی زبان در مغز به پیدایش علوم اعصاب نوین در قرن نوزدهم برمی‌گردد. امروزه ابزارهایی مانند تصویربرداری تشدید مغناطیسی کاربردی (اف. ام. آر. آی)^۳ و ثبت سیگنال‌های مغزی با تکنیک انسفالوگرافی (ای. ای. جی.)^۴ و دیگر تکنیک‌های مشابه به ما این امکان را می‌دهند که فعالیت مغز در هنگام انجام تکالیف شناختی پیچیده مانند صحبت کردن یا خواندن را به صورت غیرتهاجمی مطالعه کنیم. کتاب *زبان و مغز: راهنمای مختصر عصب‌شناسی زبان* را انتشارات دانشگاه آکسفورد در سال ۲۰۲۲ منتشر کرده است تا خوانندگان را با تازه‌ترین پیشرفت‌های علوم اعصاب مرتبط به درک ما از بنیان‌های عصبی زبان آشنا کند. نویسنده کتاب، جاناتان آر. برن^۵، چگونگی ارتباط سیگنال‌های مغزی با ساختار شناختی زیربنایی زبان انسان را با مرور پژوهش‌های انجام شده در زمینه عصب‌شناسی زبان بررسی می‌کند.

- Jonathan R. Brennan. 2022. *Language and the Brain: a slim guide to neurolinguistics*. Oxford: Oxford University Press, 225.
- nayerehjoodi@gmail.com
- functional magnetic resonance imaging (fMRI)
- electroencephalography (EEG)
- J. R. Brennan, Associate Professor of Linguistics & Psychology. University of Michigan

کتاب در ۱۰ فصل و ۲۲۵ صفحه به مسائل مرتبط با چگونگی پردازش زبان در مغز می‌پردازد. توالی فصل‌های این کتاب مسیری را دنبال می‌کند که درون‌داد صوت‌شناختی^۱ طی می‌کند تا به صورت جمله معنادار درک شود. عنوان فصل‌های کتاب به ترتیب زیر است: (۱) مقدمه، (۲) جعبه ابزار، (۳) آواها در مغز، (۴) کدی عصبی برای گفتار، (۵) فعال‌سازی واژه‌ها، (۶) بازنمایی معنی، (۷) ساختار و پیش‌بینی، (۸) ترکیب جمله‌ها، (۹) ساختن وابستگی‌ها (۱۰) جمع‌بندی.

در فصل ۱ تاریخچه‌ای از آن معرفی شده است. فصل ۲ ابزارها و روش‌های مربوط به علوم اعصاب را مروری سریع می‌کند که دانستن درباره آنها برای فهم ادامه مطالب کتاب مهم است. فصل ۳ و ۴ بر آوا تمرکز دارد: مغز چگونه معنی را بر اساس موج صوتی منتشرشده در هوا خلق می‌کند؟ دستیابی و بازنمایی آن معانی توسط مغز موضوع بحث فصل ۵ و ۶ است. انسان (معمولاً) با واژه‌های منفرد ارتباط برقرار نمی‌کند. زبان فوق‌العاده است و به صورت قابل توجهی در چگونگی ترکیب واژه‌ها باهم برای خلق گفته یا فکر کردن به چیزهایی که تاکنون کسی آن‌ها بیان نکرده، یکتا است. فصل‌های ۷-۹ به این موارد می‌پردازند. ایده‌هایی که در این فصل‌ها به آنها پرداخته شده است بر یکدیگر تأثیر متقابل دارند. هرچند نویسنده تلاش می‌کند آنها را با ترتیبی منطقی بنویسد ایده‌های مرتبط به هم را در فصل‌های مختلف به وسیله هاپرلینک به یکدیگر متصل و مرتبط کرده تا به این صورت خوانندگانی که می‌خواهند از برخی مسائل بگذرند به راحتی بتوانند مطالب مرتبط در فصل‌ها را دنبال کنند.

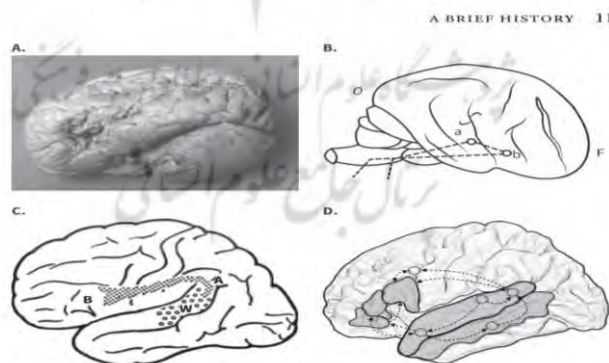
این کتاب که به زبانی ساده و با اهداف آموزشی برای پژوهشگران و دانشجویان تازه‌وارد به حوزه عصب‌شناسی زبان نوشته شده است توجه خواننده را به موضوع‌های گسترده‌تر و مهم‌تری جلب می‌کند. در واقع چگونگی ارتباط بین مفاهیم انتزاعی مانند «دانستن یک زبان» با سیگنال‌های مغزی مشخصی که در آزمایشگاه مشاهده و اندازه‌گیری می‌شوند از محورهای اصلی کتاب است. نویسنده با توجه به موضوع هر فصل و پژوهش‌های انجام شده در آن زمینه شرح می‌دهد که داده‌های به ظاهر متفاوت و حاصل از آزمایش‌های مختلف چگونه بر یکدیگر انطباق می‌یابند. در ادامه به مرور مختصر فصل‌های این کتاب پرداخته می‌شود.

1. acoustic input

فصل (۱) مقدمه

این فصل زمینه‌ای برای بیان ادامه مطالب کتاب فراهم می‌کند. در این فصل روش خاصی از تفکر درباره سیستم‌های مغزی، به صورت سه سطح توصیفی به ما معرفی و درباره پیوند بین این سطوح و اهمیت آن بحث می‌شود. در ادامه خواننده با تاریخچه چگونگی مطالعه «زبان در مغز» آشنا می‌گردد. نویسنده باور دارد برای رسیدن پرسش‌های مناسب درباره نظامی شناختی مانند زبان باید سطوح مختلف توصیفی تمایز داده شوند. یعنی اهداف محاسباتی یک نظام، گام‌های الگوریتمی ضروری برای رسیدن به آن اهداف و چگونگی اجرای این گام‌ها توسط نظام فیزیکی‌ای که انجام این گام‌ها را برعهده دارند، شناسایی شوند. بنابراین نویسنده با طرح مثال‌های ملموسی به شرح این سطوح و ارتباطات آنها می‌پردازد.

در ادامه مفهوم فرضیه پیوندی معرفی می‌شود و سپس به این مسئله پرداخته می‌شود که پرسش‌های احتمالی در هریک از این سطوح چگونه به یکدیگر مرتبط می‌شوند. تلاش برای مشخص کردن این پیوندها به ۱۵۰ سال پیش و پژوهش درباره زبان‌پریشی‌ها^۱ یا اختلالات زبانی ناشی از آسیب مغزی و کارهای پژوهشگرانی مانند بروکا و ورنیکه برمی‌گردد. طی مرور اجمالی این تاریخچه مراکز (تولید و درک) زبانی موجود در مغز با استفاده از دو نوع زبان‌پریشی کلاسیک معرفی می‌شود: (۱) زبان‌پریشی نا-روانی (بروکا)^۲ که دشواری در تولید گفتار به صورت روان و به دلیل آسیب در لوب پیشانی چپ مغز است. (۲) زبان‌پریشی روان (ورنیکه)^۳ دشواری در فهم با وجود تولید زبان به صورت روان و معنادار است و به دلیل آسیب در لوب گیجگاهی چپ مغز بروز می‌یابد. (تصویر ۳ در صفحه ۱۱ کتاب به فهم بهتر این مطالب کمک می‌کند).



تصویر ۳. بیش از ۱۵۰ سال از مطالعه زبان در مغز.

1. aphasias 2. non-fluent (“Broca’s”) Aphasia 3. fluent (“Wernicke’s”) Aphasia

(A) مورد پژوهشی منتشر شده پال بروکا^۱ در سال ۱۸۶۱ با شواهدی که نشان می‌دهد نواحی خاصی از مغز مانند لوب پیشانی چپ به توانایی‌های شناختی خاصی مانند گفتار مرتبط است.

(B) کارل ورنیکه^۲ و دانشجویانش در سال ۱۸۷۰ فرض کردند که زبان پیوندهایی حیاتی و مهم با لوب‌های پیشانی و گیجگاهی دارد.

(C) نورمن گشویند^۳ این «مدل کلاسیک^۴» از چگونگی همکاری مناطق مغزی پیشانی و گیجگاهی برای پشتیبانی از درک و تولید زبان را محبوبیت بخشید.

(D) این نمودار که از مقاله مروری ۲۰۱۲ a گرفته شده است نشان می‌دهد شرح‌های مدرن با شواهد نوین و مهم تا چه اندازه بر بنیان‌های مدل کلاسیک استوار است .

منابع: A: درانکرس^۵ و همکاران (تصویر ۳، ۲۰۰۷)

B: ورنیکه (تصویر ۳، ۱۸۷۴)

C: گشویند (ص. ۹۴۱، ۱۹۷۰)

D: برگرفته از فریدریچی^۶ (تصویر ۱، ۲۰۱۲)

فصل ۲) جعبه ابزار

برای پرداختن به چالش‌های مطرح در فصل ۱ به آشنایی با ابزارها و تکنیک‌های عصب‌زبان‌شناسی نیاز است که فصل ۲ کتاب به آنها می‌پردازد. در فصل ۲ ابزارهای در دسترس برای کاویدن بنیان‌های عصبی زبان به صورت ابتدایی معرفی می‌شود. همچنین اصطلاحات مورد نیاز برای نام‌گذاری نقاط مختلف مغزی به روشی بسیار کارآمد و با استفاده از تصاویر و گام به گام آموزش داده می‌شود. مطالعات فیزیکی پس از معرفی انواع تکنیک‌هایی آزمایشگاهی بررسی زبان در مغز مزایا و معایب هر تکنیک با توجه به پرسش و موضوع پژوهش‌های مرتبط به زبان دسته‌بندی می‌شوند که در جدول ۳ کتاب ارائه شده است. تکنیک‌های معرفی شده در این فصل و جدول ۳ را می‌توان با توجه به ماهیت سازوکار آنها به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

(۱) روش کلاسیک نقص / ضایعه^۷

1. P. Broca

4. classical model

7. deficit/lesion

2. C. Wernicke

5. N. F. Dronkers

3. N. Geschwind

6. A. D. Friederici

۲) تکنیک‌های همودینامیکی (مانند تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی (اف. ام. آر. آی.)^۱؛ طیف‌نگاری کارکردی فروسرخ نزدیک (اف. ان. آی. آر. اس.)^۲؛ برش‌نگاری با گسیل پوزیترون (پی. ای. تی.)^۳

۳) تکنیک‌های الکتروفیزیولوژیکی (مانند الکتروانسفالوگرافی (ای. ای. جی.)^۴ / پتانسیل وابسته به رویداد (ای. آر. پی.)^۵؛ مگتوانسفالوگرافی (ام. ای. جی.)^۶؛ الکتروکورتیکوگرافی / نگاشت قشر مغزی (ایکاگ)^۷

۴) روش‌های تحریک مغزی (تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای (تی. ام. اس.)^۸؛ تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای (دی. سی. اس.)^۹.

جدول ۳. خلاصه تکنیک‌ها در صفحه ۴۱ و ۴۲ کتاب			
تکنیک	سازوکار	مزایا	معایب
نقص/ضایعه	بین آسیب مغزی و آسیب‌ها و کاستی‌های زبانی پیوند برقرار می‌کند.	اولین تکنیک برای نگاشت کارکرد مغزی تفکیک دوگانه سبب استنباط‌های علی می‌شود	متکی بر گروه خاصی از بیماران است دشواری در تعمیم؛ دو ضایعه یا دو بیمار با علائم مشابه یافت نمی‌شود انعطاف‌پذیری مغز و فرایند بهبود خیلی خوب شناخته نشده است
تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی (اف. ام. آر. آی.)	میزان تغییرات اکسیژن خون مرتبط با فعالیت عصبی را اندازه‌گیری می‌کند.	دقت مکانی زیاد غیرتهاجمی معمولاً در دسترس	دقت زمانی کم پرسروصدا
طیف‌نگاری کارکردی فروسرخ نزدیک (اف. ان. آی. آر. اس.)	میزان اکسیژن خون را با به‌کارگیری پاشیدگی نور اندازه‌گیری می‌کند.	دقت مکانی متوسط غیرتهاجمی ارزان‌تر از اف. ام. آر. آی.	دقت زمانی کم دقت مکانی کم‌تر از اف. ام. آر. آی.

1. functional magnetic resonance imaging (fMRI)
2. functional near-infrared spectroscopy (fNIRS)
3. Positron Emission Tomography (PET)
4. electroencephalography (EEG)
5. event-related potential (ERP)
6. magnetoencephalography (MEG)
7. electrocorticography (ECoG)
8. transcranial magnetic stimulation (TMS)
9. direct current stimulation (DCS)

	بی صدا مناسب برای پژوهش‌های مربوط به بیماری کودکان		
دقت زمانی بسیار کم شامل استفاده از تابش رادیواکتو است	دقت مکانی زیاد قبل از اف. ام. آر. آی. طراحی و اجرا شد تداخل‌های مغناطیسی که بر MRI اثر می‌گذارد تأثیری نمی‌پذیرد	تغییرات گلوکز خون را اندازه‌گیری می‌کند	برش‌نگاری با گسیل پوزیترون (پی. ای. تی.)
دقت مکانی خیلی کم	دقت زمانی زیاد نسبتاً ارزان غیرتهاجمی بی صدا مناسب برای بررسی گروه‌های گوناگون	الکترودهای روی پوست سر جریان‌های الکتریکی سلول‌های عصبی اندازه‌گیری می‌کنند	الکتروانسفالوگرافی (ای. ای. جی.)
گران نسبت به EEG یا اف. ام. آر. آی. کمتر رایج است	دقت زمانی زیاد دقت مکانی متوسط غیرتهاجمی بی صدا	میدان‌های مغناطیسی تولیدشده توسط سلول‌های عصبی غشری را اندازه‌گیری می‌کند	مگنتوانسفالوگرافی (ام. ای. جی.)
روشی به‌شدت تهاجمی فقط زمانی که از نظر پزشکی ضروری باشد انجام می‌شود مکان ثبت و قرارگیری الکترودها بر مبنای نیازهای پزشکی است بر گروهی خاصی از بیماران متکی است	دقت مکانی و زمانی عالی نسبت سیگنال به نویز بالا	فعالیت عصبی را با استفاده از الکترودهای قرارگرفته روی قشر اندازه‌گیری می‌کند	الکتروکورتیکوگرافی/نگاشتی قشر مغزی (ایکاگ)
انعطاف‌پذیری مغزی به‌خوبی شناخته/فهمیده نمی‌شود	دقت زمانی زیاد دقت مکانی متوسط سبب استنباط‌های علی می‌شود	با استفاده از میدان مغناطیسی فعالیت مغزی را تحریک یا بازداری می‌کند	تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای (تی. ام. اس.)
روشی به‌شدت تهاجمی	دقت زمانی و مکانی زیاد سبب استنباط‌های علی می‌شود	با استفاده از جریان الکتریکی فعالیت مغزی را مستقیماً تحریک می‌کند	تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای (دی. سی. اس.)

فصل ۳) آواها در مغز

در این فصل نویسنده مسیر طولانی از رسیدن موج صوتی به گوش و حرکت سلول‌های مویی در بخش حلزونی شکل گوش تا رسیدن به تحلیل واجی در مغز را گام به گام شرح می‌دهد که به صورت خلاصه در ادامه بیان می‌شود.

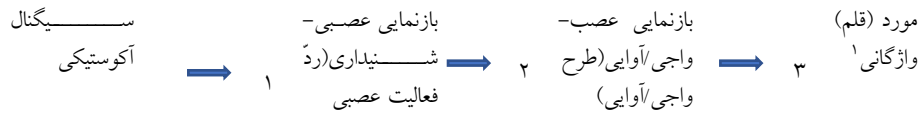
اطلاعات صوت‌شناختی در بخش حلزونی شکل گوش و هم در قشر شنیداری/ابتدایی^۱ با کد مکانی فضایی^۲ بازنمایی می‌شوند. به این معنا که سلول‌های عصبی متفاوت مشخصه‌های صوت‌شناختی متفاوتی از گفتار را کدگذاری^۳ می‌کنند. نواخت‌نگاری^۴ کدی مکانی برای اطلاعات بسامدی^۵ است و بر مبنای این سازوکار است که سلول‌های عصبی مجاور به صداهایی با فرکانس‌ها یا بسامدهای^۶ مشابه پاسخ می‌دهند. مغز همچنین ممکن است اطلاعات صوت‌شناختی زمانی را به صورت مشابهی بازنمایی کند که دوره‌نگاری^۷ نامیده می‌شود. مغز این بازنمایی‌های عصبی پیوسته از صدا که نوروگرام/عصب‌نگاشت^۸ نامیده می‌شوند را به واحدهای زبان‌شناختی مقوله‌ای مانند واج‌ها نگاشت می‌کند تا طرح واجی^۹ را در ۱۰۰-۱۵۰ هزارم ثانیه در شکنج گیجگاهی فوقانی^{۱۰} در پیرامون قشر شنیداری خلق کند. این نگاشت توسط تلفیق اطلاعات صوت‌شناختی در دست کم دو بازه زمانی روی می‌دهد: بازه‌ای کوتاه‌تر برای ساختار کامل گفتار که اطلاعات طیفی را ثبت می‌کند و بازه‌ای طولانی‌تر که تغییرات در طول زمان را ثبت می‌کند. طرح واجی توسط مجموعه‌ای از حلقه‌های بازخورد^{۱۱} بین درون‌داد صوت‌شناختی^{۱۲} و دانش زبان‌شناختی پالایش می‌شود که تحلیل با سترز^{۱۳} نامیده می‌شود. نتیجه چنین فرایندهای مرتبطی بازنمایی مناسبی برای شناسایی واژه‌ها است. در این فصل مراحل و فرایندهایی بررسی شدند که درون‌داد صوت‌شناختی را به بازنمایی‌های مغزی از صدا و سپس واج‌ها نگاشت می‌کنند. فصل بعد به بازنمایی‌های خود واج‌ها در مغز می‌پردازند.

فصل ۴) کدی عصبی برای گفتار

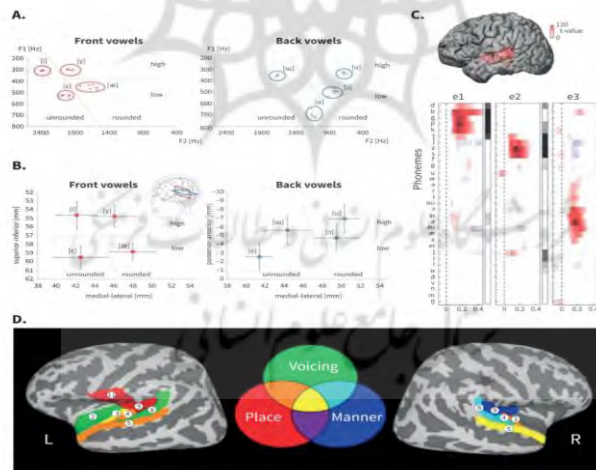
نویسنده در فصل ۴ با مرور بیان شده در فصل پیشین به چگونگی بازنمایی واحدهای زبانی

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1. primary auditory cortex | 2. spatial code | 3. encode |
| 4. tonotopy | 5. frequency information | 6. frequency |
| 7. periodotopy | 8 neurograms | 9. phonological sketch |
| 10. superior temporal gyrus | 11. feedback loops | 12. acoustic input |
| 13. analysis by synthesis | | |

در مغز می‌پردازد. نمودار زیر (در صفحه ۸۰ کتاب) برگرفته از مطالب فصل ۳ و ۴ است و سه مرحله‌ای را خلاصه می‌کند که مغز برای تبدیل درون‌داد صوت‌شناختی به بازنمایی‌های زبان‌شناختی از آنها استفاده می‌کند.



مرحله ۱: در قشر شنیداری ابتدایی در ۱۰۰ میلی ثانیه/هزارم ثانیه اطلاعات صوت‌شناختی به یک بازنمایی عصبی از صدا به نام نوروگرام تبدیل می‌شود. این بازنمایی‌ها هم اطلاعات طیفی ساخت را دربردارد که واج‌های مختلف را از هم متمایز می‌کند و هم اطلاعات زمانی که اطلاعات هجایی را کدگذاری می‌کنند. این جزئیات با کد مکانی فضایی بازنمایی شده است: سلول‌های عصبی مختلف به اطلاعات طیفی و زمانی مجزا پاسخ می‌دهند. نویسنده با مرور پژوهش‌های بر پایه تکنیک‌های بررسی مغز این مراحل را بررسی کرده است (تصویر ۱۵ در صفحه ۶۵ را ببینید).



تصویر ۱۵. بازنمایی عصبی واج‌ها در صفحه ۶۵ کتاب.

1. lexical item

(A) گستره واکه‌ها فضایی صوت‌شناختی است که با توجه به اولین و دومین سازه آنها تعریف می‌شود.

(B) گستره واکه‌ها فضایی عصبی در دو صفحه عمودبرهم در حدود شکنج گیجگاهی فوقانی قرار دارد.

(C) الکترودهای قشری که در لوب گیجگاهی نصب شده‌اند به مشخصه‌های واجی خاصی حساسیت نشان می‌دهند.

(D) کد/رمز مکانی برای محدوده‌های مشخصه‌های واجی در لوب گیجگاهی و البته نه با درجه‌بندی تعریف‌شده آشکار گسترش دارد؛ به نظر می‌رسد مناطق غیر-مجاور اطلاعات مشابهی را کدگذاری/رمزگذاری می‌کنند.

منبع: A و B: شریز^۱ و همکاران، (۲۰۱۱)؛ C: مسگرانی و همکاران، (۲۰۱۴)؛ ارسنالد^۲ و بوکسبام^۳ (۲۰۱۵).

مرحله ۲: نوروگرام‌ها برای فعال‌سازی بازنمایی‌های عصبی مشخصه‌های واجی به کار می‌روند. جمعیت‌هایی از سلول‌های عصبی مجاور به قشر شنیداری در ۱۰۰-۲۰۰ هزارم ثانیه پس از شنیدن گفتار پاسخ‌های مقوله‌ای به مشخصه‌ها می‌دهند.

مرحله ۳: بازنمایی عصبی گفتار به بازنمایی ذهنی از اطلاعات واجی/آوایی در فرهنگ لغت ذهنی^۴ سرخ‌هایی می‌دهد. سیگنال‌های عصبی نشان می‌دهند که درک گفتار بر اساس سیستم‌های پردازش شنیداری عمومی ساخته شده‌اند که به شدت با ویژگی‌های خاص گفتاری تنظیم و هماهنگ می‌شوند. پژوهش‌های جاری ثابت می‌کند که جنبه‌های مختلف این تنظیم کردن در اختلالات رشدی مانند اختلال طیف اوتیسم نقش دارند. فصل بعد کتاب به این مسئله می‌پردازد که مغز چگونه از این اطلاعات برای فهم واژه‌ها استفاده می‌کند.

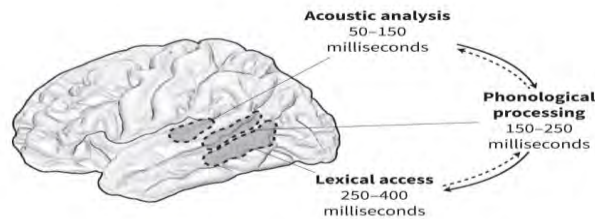
فصل ۵) فعال‌سازی واژه‌ها

در فصل ۵ به این مسئله پرداخته می‌شود که مغز چگونه واژه‌ها را بازشناسی می‌کند. واژه‌ها یا دقیق‌تر اقلام واژگانی از مشخصه‌های واجی، معنایی و ساختی ساخته شده‌اند. بازشناسی واژه‌ها به نگاشت شدن بازنمایی واجی بر بازنمایی ذهنی از معنی نیاز دارد. این نگاشت به

1. M. Scharinger
2. B. R. Buchsbaum

3. J. S. Arsenault
4. lexicon

سرعت در لوب گیجگاهی چپ مغز روی می‌دهد همانطور که بازنمایی‌های واجی در شکنج گیجگاهی فوقانی^۱ و برای فعال‌سازی اقلام واژگانی در شکنج گیجگاهی میانی خلفی^۲ به کار گرفته می‌شود.



تصویر ۱۸. مراحل بازشناسی واژه گفتاری در صفحه ۹۳ کتاب.

بازشناسی واژه گفتاری در سه مرحله و در کمتر از نیمی از یک ثانیه روی می‌دهد. تحلیل صوت‌شناختی در قشر شنیداری ابتدایی و در ادامه پردازش واجی در بخش‌های مجاور شکنج گیجگاهی فوقانی و در نهایت دستیابی واژگانی در شکنج گیجگاهی خلفی. (منبع: برگرفته از لوئیس^۳ و پوپل^۴ (۲۰۱۴))

اگر اقلام واژگانی از صورت به معنی نگاشت می‌یابند پس پرسشی که در فصل بعد به آن پرداخته می‌شود این است که مغز چگونه معنی را بازنمایی می‌کند؟

فصل ۶) بازنمایی معنی

نویسنده مراحل بازنمایی معنی در مغز را با بررسی پژوهش‌های مرتبط شرح می‌دهد: شبکه‌ای با توزیع گسترده از مناطق قشری در لوب‌های گیجگاهی، پیشانی و آهیانه‌ای در هنگامی فعال می‌شود که فرد تکلیف پیچیده پردازش معنایی^۵ را انجام می‌دهد. اطلاعات معنایی توزیع یافته به نظر می‌رسند برای ساختن مفاهیم منسجمی در منطقه مغزی کانون معنایی^۶ (یعنی لوب‌های گیجگاهی قدامی) به یکدیگر مرتبط و مقید باشند. شاهد کلیدی

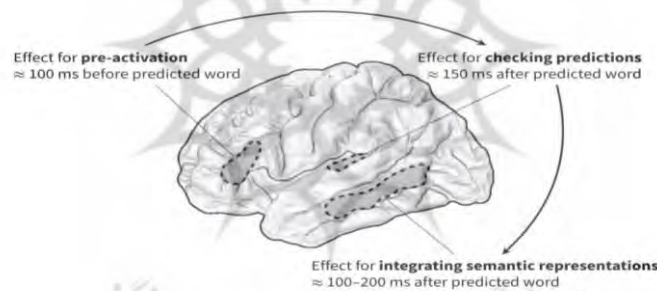
1. superior temporal gyrus
3. G. Lewis
5. semantic processing

2. posterior middle temporal gyrus
4. D. Poeppel
6. semantic hub

برای وجود چنین کانونی از زوال عقل معنایی (معناشناختی) اِبه دست می‌آید که گونه‌ای از زبان‌پریشی پیش‌رونده ابتدایی (پی. پی. ای) است.^۲

فصل ۷) ساختار و پیش‌بینی

در این فصل بنیان‌های چگونگی فهم جمله‌ها در مغز معرفی می‌شود. نویسندگان پژوهش‌های انجام شده درباره سازوکار درک جمله و مشخصاً نقش پیش‌بینی در این فرایند را مرور می‌کند و نتیجه می‌گیرد برای فهم جمله باید سازوکاری/ساخت‌سازه‌ای^۳ یا روابط ساختی و وابستگی‌های آیین واژه‌ها رمزگشایی شوند. مغز برای انجام سریع و مؤثر فهم جمله پیوسته در حال پیش‌بینی کردن - و بررسی آن پیش‌بینی - درباره عنصر بعدی جمله است. در هنگام رویارویی با واژه غیرمنتظره/پیش‌بینی نشده^۵ یا ساخت نحوی غیرمنتظره/پیش‌بینی نشده^۶ مغز به فعالیت بیشتری نیاز دارد که دو مولفه آن ۴۰۰^۷ (تصویر ۲۲ در صفحه ۱۲۱) و پی ۸۶۰۰ (تصویر ۲۵ در صفحه ۱۳۲) بازنمایی کننده این فعالیت در نظر گرفته می‌شوند.



تصویر ۲۷. صفحه ۱۳۷ مراحل پویای پیش‌بینی در مناطق مختلف مغزی را نشان می‌دهد.

منبع: برگرفته از کلیموویچ-گری^۹ و همکاران (۲۰۱۹)

همچنین باید توجه شود که پیش‌بینی‌های زبان‌شناختی بر اساس سرنخ‌های گوناگونی است که شامل بافت گفتمانی و اجتماعی گسترده‌تر پاره گفتار می‌شود. نکته مهم‌تر که باید

1. semantic dementia
3. constituency
5. unexpected word
7. N400
9. A. Klimovich-Gray

1. primary progressive aphasia (PPA)
3. dependency
5. unexpected syntactic structure
7. P600

ضمن مطالعه این فصل به آن توجه کرد این است که پژوهشگران در هنگام بررسی چگونگی فهم جمله در مغز، تقریباً همیشه چگونگی پردازش یک یا چند واژه در برخی بافت‌های خاص را کاویده‌اند. در فصل بعد به چگونگی پردازش ساختار جمله پرداخته می‌شود.

فصل ۸) ترکیب جمله‌ها

در این فصل رویکردهای مختلف به چگونگی شناسایی سازه‌ها در طول درک زبان و چگونگی ساخته شدن ساخت جمله بررسی می‌شود. نویسنده با بررسی پژوهش‌های مرتبط نشان می‌دهد پردازش جمله شامل شبکه‌ای از مناطق در حال تعامل می‌شود که در لوب گیجگاهی قدامی و خلفی نیمکره چپ ((ال. ای. تی. ال. ال. پی. تی. ال. ال.))^۱ و همچنین شکنج پیشانی تحتانی چپ (ال. آی. اف. جی.)^۲ گسترده شده است. پژوهش‌ها با به‌کارگیری ام. ای. جی. در این فصل نشان دادند که حتی برای عبارت‌های بسیار ساده نیز و نه فقط برای جمله‌های پیچیده، تنها ۲۰۰-۳۰۰ هزارم ثانیه پس از رویارویی با واژه فعال‌سازی ال. ای. تی. ال. مشاهده می‌شود. فصل بعد در این کتاب به این پرسش دیرینه می‌پردازد که نقش ال. آی. اف. جی.، واقع در لوب پیشانی، در فهم جمله چیست.

فصل ۹) ساختن وابستگی‌ها

با توجه به پژوهش‌های بررسی شده در فصل ۹ می‌توان نتیجه گرفت: ال. ای. تی. ال. واقع در ناحیه گیجگاهی چپ مرتبط با ساخت و ترکیب مفاهیم پیچیده در حدود ۲۰۰-۳۰۰ هزارم ثانیه پس از رویارویی با یک واژه است (تصویر ۲۹ در صفحه ۱۴۵) و ناحیه گیجگاهی خلفی ال. پی. تی. ال. در پردازش پیش‌گویانه ساخت موضوعی درگیر است (تصویر ۳۰ در صفحه ۱۵۱). همچنین بخش موسوم به شکنج پیشانی تحتانی چپ ال. آی. اف. جی. با پردازش جمله‌های پیچیده مرتبط است و شاید به دلیل افزایش نیاز به حافظه فعال فعالیت در این منطقه مشاهده می‌شود.

به علاوه شواهد مربوط به زبان‌پریشی نشان می‌دهد که شکنج پیشانی تحتانی چپ (ال.

1. anterior and posterior temporal lobe (LATL, LPTL)
2. left inferior frontal gyrus (LIFG)

آی. اف. جی.^۱ به‌ویژه در پردازش جمله‌های پیچیده‌ای درگیر است که شامل وابستگی‌هایی با فاصله طولانی^۲ می‌شوند (تصویر ۳۱ در صفحه ۱۵۹ را ببینید). نظریه‌های فراوانی درباره نوعی خاص از پردازش‌هایی مطرح می‌شود که ال. آی. اف. جی. می‌تواند آنها انجام دهد؛ برخی از این نظریه‌ها ال. آی. اف. جی. را برای بازنمایی‌های زبان‌شناختی قلمرو-ویژه^۳ مهم در نظر می‌گیرد دیگر نظریه‌ها بیان می‌کنند که این بخش مغز نقشی قلمرو-عمومی^۴ در حفظ چیزها در حافظه فعال^۵ دارد. درحالی که پرسش به درستی پاسخ داده نشده است شواهد تازه از اف. ام. آر. آی. و مطالعه بر روی زبان‌پریشی پیش‌رونده ابتدایی به نظر می‌رسد از این فرضیه پشتیبانی می‌کند که دست کم برخی بخش‌های ال. آی. اف. جی. نقش قلمرو-عمومی تری داشته باشد. این پژوهش‌ها و نتایج آن به بررسی‌های بیشتر در آینده نیاز دارد.

فصل ۱۰ جمع‌بندی

نویسنده در فصل ۱۰ هدف خود را ارائه مروری از چگونگی مطالعه عصب‌شناسی زبان و آموخته‌های این زمینه پژوهشی اعلام می‌کند. وی برای ارزیابی میزان دستیابی به هدف ابتدایی خود مطالب کتاب را جمع‌بندی می‌کند تا خواننده دریابد این کتاب و زمینه پژوهشی عصب‌شناسی زبان چه مراحل را طی کرده است و در آینده باید به کدام سو حرکت کند. پنج هدف اصلی این کتاب به شرح زیر است:

(۱) معرفی ابزارهای عصب‌شناسی زبان

(۲) شرح فرضیه‌های پیوندی

(۳) مرور آخرین یافته‌های پژوهش‌های عصب‌شناسی زبان

(۴) زمینه‌سازی برای مطالعه این پیشینه پژوهشی توسط خودتان

(۵) یافتن منابع مربوط به دغدغه پژوهشی

در انتهای فصل ۱۰ نویسنده وضعیت کنونی زمینه پژوهشی عصب‌شناسی زبان را اینگونه شرح می‌دهد: عصب‌شناسی زبان زمینه پژوهشی نسبتاً جوانی است. در حالی که سابقه آن به بیش از ۱۵۰ سال برمی‌گردد شواهد حاصل از مهم‌ترین ابزارهای تازه مانند اف. ام. آر. آی. تنها چند دهه عمر دارند. آغاز این زمینه با آغاز نوع جدیدی از عصب‌شناسی

1. left inferior frontal gyrus (LIFG)

2. long-distance dependencies

3. domain-specific

4. domain-general role

5. working memory

هم‌عصر بوده است: رویکرد «تخصص مناطق مغزی به کارکردهای خاص»^۱ که در آن فرض می‌شود کارکردهای ذهنی خاصی در ساختارها و مناطق مغزی خاص جای‌گیری شده‌اند. او باور دارد فهم مدرن ما از بنیادهای مغزی زبان بسیار مدیون این دیدگاه است. شواهد موجود در نقشه‌های مربوط به نگاشت پردازش‌ها و بازنمایی‌های زبان‌شناختی خاص به مکان‌هایی در مغز و همچنین مشخص‌شدن بازه-زمانی این پردازش‌ها که در سراسر این کتاب به بررسی آنها پرداخته شد، بر اهمیت نقش این دیدگاه تأکید دارد. همچنین مرور یافته‌های پژوهش‌های تازه نشان می‌دهند باید به این مسئله توجه کرد که پردازش‌های زبانی را با توجه ماهیت پیچیده آنها نمی‌توان صرفاً متمرکز در یک منطقه مغزی خاص تصور کرد؛ این پژوهش‌ها فعالیت‌های همزمان و پراکنده در نقاط مختلف مغزی و به‌صورت شبکه‌هایی از فعالیت مغزی برای انجام کارکرد زبانی خاصی را نشان داده‌اند.

همچنین تمایل و رویه دیگری توسط نویسنده معرفی می‌شود که بر علوم اعصاب به‌صورت گسترده‌تری تأثیر داشته انفجار داده‌ها است. این انفجار اطلاعات به دلیل پیشرفت تکنیک‌های کنونی و دسترسی آسان به آنها است. نویسنده معتقد است این افزایش در اطلاعات باید به نوعی در گسترش و اصلاح نظریه‌ها و مدل‌هایی به‌کار آید که این داده‌ها به آنها مرتبط و متناسب با آنها هستند. همچنین در طراحی و اجرای پژوهش‌های آینده باید به تفاوت‌های نظام‌های زبانی بیشتر توجه شود. آشکار است که زبان‌هایی بیشتر مطالعه شده، ساختارهای قدرت اجتماعی-سیاسی موجود در جهان را بازتاب دهند. گسترش مجموعه داده‌های زبانی مناسب استفاده در پژوهش‌های عصب‌شناسی زبان با شامل کردن زبان‌ها و گویشوران گوناگون گامی ضروری به سوی تعمیم و تکمیل یافته‌های حاصل از این پژوهش‌ها است (بورنکسل-اشلوسوسکی^۲ و اشلوسوسکی^۳ (۲۰۱۶) را ببینید).

نتیجه‌گیری

در مجموع این کتاب با توجه به حجم کم و زبان ساده نویسنده منبع بسیار مفیدی برای دانشجویان زبان‌شناسی به‌شمار می‌رود چون نویسنده دانش عصب‌شناسی را برای خواننده بدیهی ندانسته است. دانشجویان با مطالعه این کتاب علاوه بر این که با به‌روزترین ابزارها و تکنیک‌های پژوهش‌های عصب‌شناختی زبان آشنا می‌شود به اهمیت گام‌های نخست در انجام چنین پژوهش‌هایی پی می‌برد که طرح پرسش دقیق و انتخاب روش و ابزار متناسب با آن پرسش است. البته باید به این نکته اشاره شود که انتخاب دقیق تکنیک برای استفاده

1. localizationist perspective

2. I. Bornkessel-Schlesewsky

3. M. Schlewsky

در پژوهش‌های عصب‌شناسی زبان به مطالعه و آشنایی بیشتر با هر یک از تکنیک‌های معرفی شده در این کتاب نیاز دارد. توصیه می‌شود پس از مطالعه این کتاب و انتخاب تکنیک مناسب برای پاسخ‌دادن به پرسش مورد نظر منابع پیشرفته‌تر دیگری نیز مطالعه شود. دستنامه‌های آکسفورد که توضیحات مفصل‌تری درباره ابزارها و تکنیک‌ها و کلاً مباحث مطرح در این حوزه پژوهشی را در خود دارند مانند دستنامه عصب‌شناسی زبان آکسفورد (زوبیکارای^۱ و شیلر^۲، ۲۰۱۹) یا کتاب‌هایی که تقسیم‌بندی فصول آن کلی‌تر است مانند زبان در مغز ما (فردریچی، ۲۰۱۷) را می‌توان مکمل مطالب این کتاب مقدماتی دانست.

منابع

- Arsenault, J. S., & B. R. Buchsbaum (2015). "Distributed neural representations of phonological features during speech perception". *Journal of Neuroscience*. 35(2): 634–42.
- Bornkessel-Schlesewsky, I., & M. Schlewsky (2016). "The importance of linguistic typology for the neurobiology of language". *Linguistic Typology*. 20(3): 615–21
- De Zubicaray, G. I., & N. O. Schiller (eds). (2019). *The Oxford Handbook of Neurolinguistics*. Oxford: Oxford University Press, <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190672027.001.0001>, accessed 4 May 2023.
- Dronkers, N. F., O. Plaisant, M. T. Iba-Zizen, & E. A. Cabanis (2007). "Paul Broca's historic cases: high resolution MR imaging of the brains of Leborgne and Lelong". *Brain*. 130(Pt 5): 1432–41.
- Friederici, A. D. (2012). "The cortical language circuit: from auditory perception to sentence comprehension". *Trends in Cognitive Science*. 16(5): 262–8.
- Friederici, A. D. (2017). *Language in our brain. The origins of a uniquely human capacity*. Cambridge, MA: The MIT Press
- Geschwind, N. (1970). "The organization of language and the brain". *Science*. 170(3961): 940–44.
- Klimovich-Gray, A., et al. (2019). "Balancing prediction and sensory input in speech comprehension: the spatiotemporal dynamics of word recognition in context". *Journal of Neuroscience*. 39(3): 519–27.
- Lewis, G., & D. Poeppel (2014). "The role of visual representations during the lexical access of spoken words". *Brain and Language*. 134(0): 1–10.
- Mesgarani, N., et al. (2014). "Phonetic feature encoding in human superior temporal gyrus". *Science*. 343(6174): 1006–10.
- Scharinger, M., W. J. Idsardi, & S. Poe (2011). "A comprehensive three-dimensional cortical map of vowel space". *Journal of Cognitive Neuroscience*. 23(12): 3972–82.
- Wernicke, C. (1977). "Der aphasische Symptomenkomplex: Eine psychologische Studie auf anatomischer Basis". *Wernicke's Works on Aphasia: A Sourcebook and Review*. G. H. Eggert (ed.), The Hague: Mouton.

استاد به این مقاله: جودی، نیره (۱۴۰۱). کتاب زبان و مغز: راهنمای مختصر عصب‌شناسی زبان، جانانان آر. برنن، انتشارات دانشگاه آکسفورد، ۲۰۲۲، ۲۲۵ صفحه. زبان و زبان‌شناسی ۱۸(۳۵)، ۲۶۱-۲۷۵. doi: 10.30465/isi.2023.8508