زبان و زبان‌شناسی
دوره ۱۸، شماره ۳۵، بهار و تابستان، سال ۱۴۰۱، ۲۶۱- ۲۷۵
DOI: 10.30465/LSI.2023.8508

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۶؛ تاریخ انتشار: بهار ۱۴۰۲
ISSN: 23223847

کتاب زبان و مغز: راهنمای مختصر عصب‌شناسی زبان، جاناتان آر. برنن، انتشارات دانشگاه آکسفورد، ۲۰۲۲، ۲۲۵ صفحه.[1]

جودی، نیره[2] دانشجوی دکترای زبان‌شناسی دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

علاقه به بررسی بنیان‌های عصبی زبان در مغز به پیدایش علومِ اعصاب نوین در قرن نوزدهم برمی‌گردد. امروزه ابزارهایی مانند تصویربرداری تشدید مغناطیسی کاربردی (اف. ام. آر. آی.)[3] و ثبت سیگنال‌های مغزی با تکنیک انسفالوگرافی (ای. ای. جی.)[4] 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 عصبیِ زبان آشنا کند. نویسندهٔ کتاب، جاناتان آر. برنن[5]، چگونگی ارتباط سیگنال‌های مغزی با ساختار شناختیِ زیربناییِ زبان انسان را با مرور پژوهش‌های انجام شده در زمینهٔ عصب‌شناسی زبان بررسی می‌کند.

1. Jonathan R. Brennan. 2022. Language and the Brain: a slim guide to neurolinguistics. Oxford: Oxford University Press, 225.
2. nayerehjoodi@gmail.com
3. functional magnetic resonance imaging (fMRI)
4. electroencephalography (EEG)
5. 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[1] طی می‌کند تا به‌صورت جملهٔ معنادار درک شود. عنوان فصل‌های کتاب به ترتیب زیر است: ۱) مقدمه، ۲) جعبه ابزار، ۳) آواها در مغز، ٤) کدی عصبی برای گفتار، ۵) فعال‌سازی واژه‌ها، ٦) 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 دربارهٔ آنها برای فهم ادامهٔ مطالب کتاب مهم است. فصل ۳و ٤ بر آوا تمرکز دارد: مغز چطور معنی را بر اساس موج‌صوتی منتشرشده در هوا خلق می‌کند؟ دستیابی و بازنمایی آن معانی توسط مغز موضوع بحث فصل ۵ و ٦ است. انسان (معمولاً) با واژه‌های منفرد ارتباط برقرار نمی‌کند. زبان فوق‌العاده است و به‌صورت 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 وسیلهٔ هایپرلینک 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.

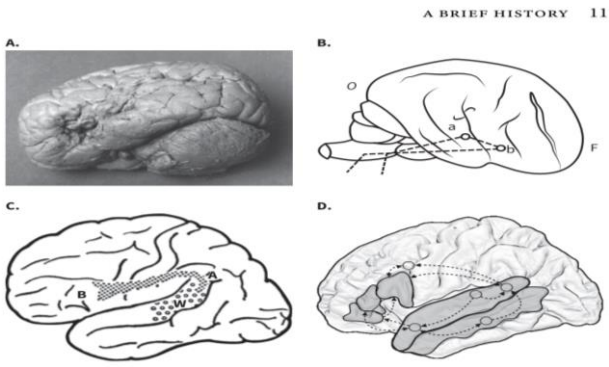
این کتاب که به زبانی ساده و با اهداف آموزشی برای پژوهشگران و دانشجویان تازه‌وارد به حوزهٔ عصب‌شناسی زبان نوشته شده است توجه خواننده را به موضوع‌های گسترده‌تر و مهم‌تری جلب می‌کند. در واقع چگونگی ارتباط بین مفاهیم انتزاعی مانند «دانستن یک زبان» با سیگنال‌های مغزیِ مشخصی که در آزمایشگاه مشاهده و اندازه‌گیری 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 ادامهٔ مطالب کتاب فراهم می‌کند. در این فصل روش خاصی از تفکر دربارهٔ سیستم‌های مغزی، به صورت سه سطح توصیفی به ما معرفی و دربارهٔ پیوند بین این سطوح و اهمیت آن بحث می‌شود. در ادامه خواننده با تاریخچهٔ چگونگی مطالعهٔ «زبان در مغز» آشنا می‌گردد. نویسنده باور دارد برای پرسیدن پرسش‌های مناسب دربارهٔ 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 فرضیهٔ پیوندی* معرفی می‌شود و سپس به این مسئله پرداخته می‌شود که پرسش‌های احتمالی در هریک از این سطوح چطور به یکدیگر مرتبط می‌شوند. تلاش برای مشخص‌کردن این پیوندها به ۱۵۰ سال پیش و پژوهش دربارهٔ زبان‌پریشی‌ها[1] 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)*[2] که دشواری در تولید گفتار به‌صورت روان و به دلیل آسیب در لوب پیشانی چپ مغز است.۲) *زبان‌پریشی روان (ورنیکه)*[3] دشواری در فهم با وجود تولید زبان به‌صورت روان و معنادار است و به دلیل آسیب در لوب گیجگاهی چپ مغز بروز می‌یابد. (تصویر ۳ در صفحهٔ۱۱ کتاب به فهم بهتر این مطالب کمک می‌کند).



تصویر۳. بیش از ۱۵۰ سال از مطالعهٔ زبان در مغز.

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

(A) موردِ پژوهشی منتشر شدهٔ پال بروکا[1] در سال ۱۸۶۱ باشواهدی کـه نشـان می‌دهـد نواحی خاصیِ از مغز مانند لوب پیشانی چپ به توانایی‌های شـناختی خاصـی ماننـد گفتـار مرتبط است.

(B) کارل ورنیکه[2] و دانشجویانش در سـال ۱۸۷۰ فـرض کردنـد کـه زبـان پیونـدهایی حیاتی و مهم با لوب‌های پیشانی و گیجگاهی دارد.

(C) نورمن گشویند[3] این «مدل کلاسیک[4]» از چگونگی همکاری مناطق مغـزی پیشـانی و گیجگاهی برای پشتیبانی از درک و تولید زبان را محبوبیت بخشید.

(D) این نمودار که از مقالهٔ مروری۲۰۱۲ a گرفته‌شـده اسـت نشـان می‌دهـد شـرح‌های مدرن با شواهد نوین و مهم تا چه‌اندازه بر بنیان‌های مدل کلاسیک استوار است .

منابع: A: درانکرس[5] و همکاران (تصویر۳، ۲۰۰۷)

B: ورنیکه (تصویر۳، ۱۸۷٤)

C: گشویند (ص.۹٤۱، ۱۹۷۰)

D: برگرفته از فریدریچی[6] (تصویر۱، ۲۰۱۲)

فصل ۲) جعبه ابزار

بـرای پـرداختن بـه چالش‌هـای مطـرح در فصـل ۱ بـه آشـنایی بـا ابزارهـا و تکنیک‌هـای عصب‌زبان‌شناسی نیاز است که فصل ۲ کتاب بـه آنهـا می‌پـردازد. در فصـل ۲ ابزارهـای در دسترس برای کاویدن بنیان‌های عصبی زبان به صـورت ابتـدایی معرفـی می‌شـود. همچنـین اصطلاحات مورد نیاز برای نام‌گذاری نقاط مختلـف مغـزی بـه روشـی بسـیار کارامـد و بـا استفاده از تصاویر و گام به گام آموزش داده می‌شود.

پس از معرفی انواع تکنیک‌هایی آزمایشگاهی بررسی زبـان در مغـز مزایـا و معایـب هـر تکنیک با توجه به پرسش و موضوع پژوهش‌های مرتبط به زبان دسته بندی می‌شوند کـه در جدول ۳ کتاب ارائه شده است. تکنیک‌های معرفی شده در این فصل و جدول ۳ را می‌تـوان با توجه به ماهیت سازوکار آنها به صورت زیر دسته‌بندی کرد کرد:

۱) روش کلاسیک نقص/ ضایعه[7]

1. P. Broca
2. C. Wernicke
3. N. Geschwind
4. classical model
5. N. F. Dronkers
6. A. D. Friederici
7. deficit/lesion

۲) تکنیک‌های همودینامیکی (مانند تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی (اف. ام. آر. آی.)[1]؛ طیف‌نگاری کارکردی فروسرخ نزدیک (اف. ان. آی. آر. اس.)[2]؛ برش‌نگاری با گسیل پوزیترون (پی. ای. تی.)[3]

۳) تکنیک‌های الکتروفیزیولوژیکی (مانند الکتروانسفالوگرافی (ای. ای. جی.) [4] / پتانسیل وابسته به رویداد (ای. آر. پی.[5])؛ مگنتوانسفالوگرافی (ام. ای. جی.)[6]؛ الکتروکورتیکوگرافی/ نگاشت قشر مغزی (ایکاگ)[7]

۴) روش‌های تحریک مغزی (تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای (تی. ام. اس.)[8]؛ تحریک جریان مستقیم فراجمجمه‌ای (دی. سی. اس.[9]).

جدول ۳. خلاصهٔ تکنیک‌ها در صفحهٔ 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 علّی 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

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

فصل ۳) آواها در مغز

در این فصل نویسنده مسیر طولانیِ 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.

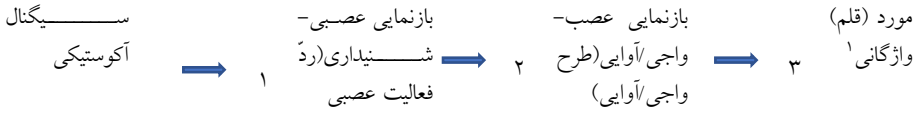
اطلاعات صوت‌شناختی در بخش حلزونی شکل گوش و هم در *قشر شنیداری ابتدایی*[1] با کد مکانی‌فضایی[2] بازنمایی می‌شوند. به این معنا که سلول‌های عصبی متفاوت مشخصه‌های صوت‌شناختی متفاوتی از گفتار را کدگذاری[3] می‌کنند. *نواخت‌نگاری*[4] کدی مکانی برای اطلاعات بسامدی[5] است و بر مبنای این سازوکار است که سلول‌های عصبی مجاور به صداهایی با فرکانس‌ها یا بسامدهای[6] مشابه پاسخ می‌دهند. مغز همچنین ممکن است اطلاعات صوت‌شناختی زمانی را به‌صورت مشابهی بازنمایی کند که *دوره‌نگاری*[7] نامیده می‌شود. مغز این بازنمایی‌های عصبی پیوسته از صدا که *نوروگرام/عصب‌نگاشت*[8] نامیده می‌شوند را به واحدهای زبان‌شناختی مقوله‌ای مانند واج‌ها نگاشت می‌کند تا طرح واجی[9] را در ۱۰۰–۱۵۰ هزارم ثانیه در *شکنج گیجگاهی فوقانی*[10] در پیرامون قشر شنیداری خلق کند. این نگاشت توسط تلفیق اطلاعات صوت‌شناختی در دست کم دو بازهٔ 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[11] بین درون‌داد صوت‌شناختی[12] و دانش زبان‌شناختی پالایش می‌شود که تحلیل با سنتز[13] نامیده می‌شود. نتیجهٔ 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 خودِ واج‌ها در مغز می‌پردازند.

فصل ۴) کدی عصبی برای گفتار

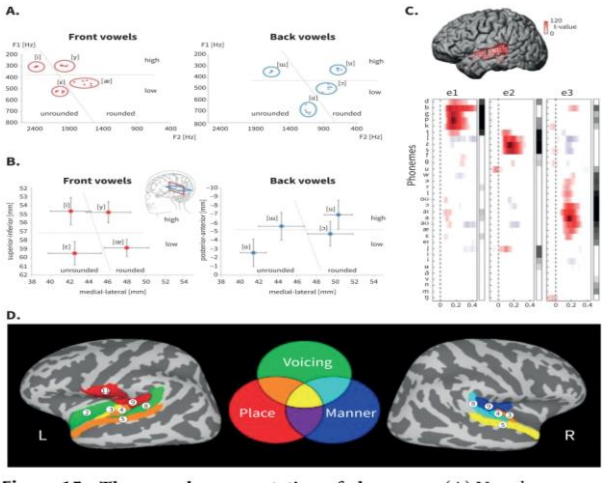
نویسنده در فصل ٤ با مرور بیان شده در فصل پیشین به چگونگی بازنمایی واحدهای زبانی

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 صفحهٔ ۸۰ کتاب) برگرفته از مطالب فصل ۳ و ٤ است و سه مرحله‌ای را خلاصه می‌کند که مغز برای تبدیل درون‌داد صوت‌شناختی به بازنمایی‌های زبان‌شناختی از آنها استفاده می‌کند.



مرحلهٔ ۱): در قشر شنیداری ابتدایی در ۱۰۰ میلی ثانیه/هزارمِ 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 کد گذاری می‌کنند. این جزئیات با کد مکانی‌فضایی بازنمایی شده است: سلول‌های عصبی مختلف به اطلاعات طیفی و زمانی مجزا پاسخ می‌دهند. نویسنده با مرور پژوهش‌های بر پایهٔ تکنیک‌های بررسی مغز این مراحل را بررسی کرده است (تصویر ۱۵ در صفحهٔ ٦٥ را ببینید).



تصویر ۱۵. بازنمایی عصبی واج‌ها در صفحهٔ ٦٥ کتاب.

1. lexical item

A) گسترهٔ واکه‌ها فضایی صوت‌شناختی است که با توجه به اولین و دومین سازهٔ آنها تعریف می‌شود.

B) گسترهٔ واکه‌ها فضایی عصبی در دو صفحهٔ 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 تعریف‌شدهٔ آشکار گسترش دارد؛ به نظر می‌رسد مناطق غیر–مجاور اطلاعات مشابهی را کدگذاری/رمزگذاری می‌کنند.

منبع: A وB: شرینر[1] و همکاران، (۲۰۱۱)؛ C: مسگرانی و همکاران، (۲۰۱٤)؛ ارسنالد[2] و بوکسبام[3] (۲۰۱۵).

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

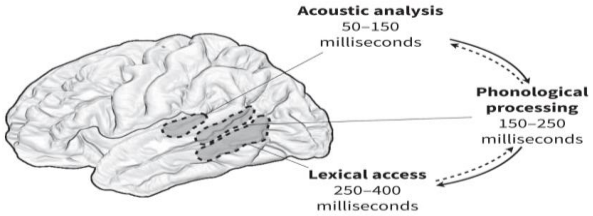
مرحلهٔ ۳: بازنمایی عصبی گفتار به بازنمایی ذهنی از اطلاعات واجی/آوایی در فرهنگ لغت ذهنی[4] سرنخ‌هایی می‌دهد. سیگنال‌های عصبی نشان می‌دهند که درک گفتار بر اساس سیستم‌های پردازش شنیداری عمومی ساخته شده‌اند که به‌شدت با ویژگی‌های خاص گفتاری تنظیم و هماهنگ می‌شوند. پژوهش‌های جاری ثابت می‌کند که جنبه‌های مختلف 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 شدنِ بازنمایی واجی بر بازنمایی ذهنی از معنی نیاز دارد. این نگاشت به

1. M. Scharinger
2. J. S. Arsenault
3. B. R. Buchsbaum
4. lexicon

سرعت در لوب گیجگاهی چپ مغـز روی می‌دهـد همـانطور کـه بازنمایی‌هـای واجـی در *شکنج گیجگاهی فوقانی*[1] و برای فعال‌سـازی اقـلام واژگـانی در شـکنج گیجگـاهی میـانی خلفی[2] به کار گرفته می‌شود.



تصویر ۱۸. مراحل بازشناسی واژهٔ گفتاری در صفحهٔ ۹۳ کتاب.

بازشناسی واژهٔ گفتاری در سه مرحلـه و در کمتـر از نیمـی از یـک ثانیـه روی می‌دهـد. تحلیل صوت‌شناختی در قشر شنیداری ابتـدایی و در ادامـه پـردازش واجـی در بخش‌هـای مجاورشکنج گیجگاهی فوقانی و در نهایت دستیابی واژگـانی در شـکنج گیجگـاهی خلفـی. (منبع: برگرفته از لویس[3] و پوپل[4] (۲۰۱٤))

اگر اقلام واژگانی از صورت به معنی نگاشت می‌یابند پس پرسشی که در فصـل بعـد بـه آن پرداخته می‌شود این است که مغز چطور معنی را بازنمایی می‌کند؟

فصل ۶) بازنمایی معنی

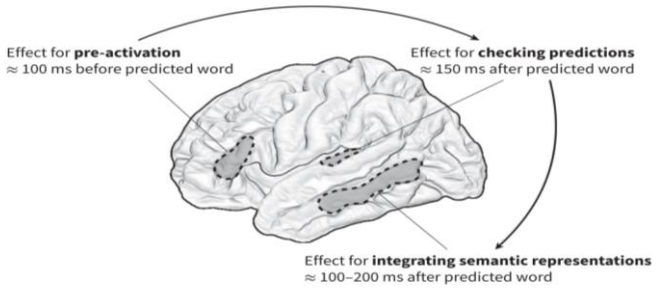
نویسنده مراحل بازنمایی معنی در مغـز را بـا بررسـی پژوهش‌هـای مـرتبط شـرح می‌دهـد: شبکه‌ای با توزیع گسترده از مناطق قشری در لوب‌هـای گیجگـاهی، پیشـانی و آهیانـه‌ای در هنگامی فعال می‌شود که فرد تکلیف پیچیدهٔ پردازش معنـایی[5] را انجـام می‌دهـد. اطلاعـات معنایی توزیع‌یافته به نظر می‌رسند برای ساختن مفـاهیم منسـجمی در منطقـهٔ مغـزی کـانون معنایی[6] (یعنی لوب‌های گیجگاهی قدامی) به یکدیگر مرتبط و مقیـد باشـند. شـاهد کلیـدی

1. superior temporal gyrus
2. posterior middle temporal gyrus
3. G. Lewis
4. D. Poeppel
5. semantic processing
6. semantic hub

برای وجود چنین کانونی از زوال عقل معنایی(معناشناختی)[1]به دست می‌آید که گونه‌ای از زبان‌پریشی پیش‌روندهٔ ابتدایی (پی. پی. ای)[2]است.

فصل ۷) ساختار و پیش‌بینی

در این فصل بنیان‌های چگونگی فهم جمله‌ها در مغز معرفی می‌شود. نویسنده پژوهش‌های انجام شده دربارهٔ سازوکار درک جمله و مشخصاً نقش پیش‌بینی در این فرایند را مرور می‌کند و نتیجه می‌گیرد برای فهم جمله باید *سازوارگی/ساخت‌سازه‌ای*[3]یا روابط ساختی و وابستگی‌های[4]بین واژه‌ها رمزگشایی شوند. مغز برای انجام سریع و مؤثر فهم جمله پیوسته در حال پیش‌بینی کردن –و بررسی آن پیش‌بینی_ دربارهٔ عنصر بعدی جمله است. درهنگام رویارویی با واژهٔ غیرمنتظره/پیش‌بینی‌نشده[5] یا ساخت نحوی غیرمنتظره/پیش‌بینی‌نشده[6]مغز به فعالیت بیشتری نیاز دارد که دو مولفهٔ ان ٤٠٠ [7] (تصویر ۲۲ در صفحهٔ ۱۲۱)و پی ٦٠٠[8] (تصویر ۲۵ در صفحهٔ ۱۳۲) بازنمایی کنندهٔ این فعالیت در نظر گرفته می‌شوند.



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

منبع: برگرفته از کلیموویچ–گری[9] و همکاران (۲۰۱۹)

همچنین باید توجه شود که پیش‌بینی‌های زبان‌شناختی بر اساس سرنخ‌های گوناگونی است که شامل بافت گفتمانی و اجتماعی گسترده‌ترِ پاره گفتار می‌شود. نکتهٔ 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 مطالعهٔ این فصل به آن توجه کرد این است که پژوهشگران در هنگام بررسیِ 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 خلفیِ نیمکرهٔ چپ ((ال. ای. تی. ال.،ال. پی. تی. ال.)[1] و همچنین شکنج پیشانی تحتانی چپ (ال. آی. اف. جی.)[2] 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 هزارمِ 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 ناحیهٔ گیجگاهی چپ مرتبط با ساخت و ترکیب مفاهیم پیچیده در حدود ۲۰۰–۳۰۰ هزارمِ ثانیه پس از رویارویی با یک واژه است (تصویر ۲۹ در صفحهٔ ۱۴۵) و ناحیهٔ گیجگاهی خلفی ال. پی. تی. ال. در پردازش پیش‌گویانهٔ ساخت موضوعی درگیر است (تصویر ۳۰ در صفحهٔ 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 حافظهٔ 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.)[1] به‌ویژه در پردازش جمله‌های پیچیده‌ای درگیر است که شامل *وابستگی‌هایی با فاصلهٔ طولانی*[2] می‌شوند (تصویر ۳۱ در صفحهٔ ۱۵۹ را ببینید). نظریه‌های فراوانی دربارهٔ 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*[3] مهم در نظر می‌گیرد دیگر نظریه‌ها بیان می‌کنند که این بخش مغز نقشی قلمرو-عمومی[4] در حفظ چیزها در *حافظهٔ فعال*[5] 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- عمومی‌تری داشته باشد. این پژوهش‌ها و نتایج آن به بررسی‌های بیشتر در آینده نیاز دارد.

فصل ۱۰) جمع‌بندی

نویسنده در فصل ۱۰ هدف خود را ارائهٔ مروری از چگونگی مطالعهٔ عصب‌شناسی زبان و آموخته‌های این زمینهٔ پژوهشی اعلام می‌کند. وی برای ارزیابی میزان دستیابی به هدف ابتدایی خود مطالب کتاب را جمع‌بندی می‌کند تا خواننده دریابد این کتاب و زمینهٔ پژوهشی عصب‌شناسی زبان چه مراحلی 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 عصب‌شناسیِ زبان
۲) شرح فرضیه‌های پیوندی
۳) مرور آخرین یافته‌های پژوهش‌های عصب‌شناسیِ زبان
٤) زمینه‌سازی برای مطالعهٔ این پیشینهٔ پژوهشی توسط خودتان
۵) یافتن منابع مربوط به دغدغهٔ پژوهشی

در انتهای فصل ۱۰ نویسنده وضعیت کنونی زمینهٔ پژوهشی عصب‌شناسیِ زبان را اینگونه شرح می‌دهد: عصب‌شناسیِ زبان زمینهٔ پژوهشی نسبتاً جوانی است. در حالی که سابقهٔ 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[1]» 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 بازهٔ-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 پیچیدهٔ آنها نمی‌توان صرفاً متمرکز در یک منطقهٔ مغزی خاص تصور کرد؛ این پژوهش‌ها فعالیتی همزمان و پراکنده در نقاط مختلف مغزی و به‌صورت شبکه‌هایی از فعالیت مغزی برای انجام کارکرد زبانی خاصی را نشان داده‌اند.

همچنین تمایل و رویهٔ 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 اجتماعی‌سیاسی 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[2] و اشلوسوسکی[3] (۲۰۱۶) را ببینید).

نتیجه‌گیری

در مجموع این کتاب با توجه به حجم کم و زبان سادهٔ نویسنده منبع بسیار مفیدی برای دانشجویان زبان‌شناسی به‌شمار می‌رود چون نویسنده دانش عصب‌شناسی را برای خواننده بدیهی ندانسته است. دانشجو با مطالعهٔ این کتاب علاوه بر این‌که 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. Schlesewsky

در پژوهش‌های عصب‌شناسی زبان به مطالعه و آشنایی بیشتر با هر یک از تکنیک‌های معرفی‌شده در این کتاب نیاز دارد. توصیه می‌شود پس از مطالعهٔ این کتاب و انتخاب تکنیک مناسب برای پاسخ‌دادن به پرسش مورد نظر منابع پیشرفته‌تر دیگری نیز مطالعه شود. دستنامه‌های آکسفورد که توضیحات مفصل‌تری دربارهٔ ابزارها و تکنیک‌ها و کلاً مباحث مطرح در این حوزهٔ پژوهشی را درخود دارند مانند *دستنامهٔ عصب‌شناسی زبان آکسفورد* (زوبیکارای[1] و شیلر[2]، ۲۰۱۹) یا کتاب‌هایی که تقسیم بندی 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. Schlesewsky (2016). "The importance oflinguistic 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 resolutionMR imaging ofthe 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.

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

1. G. de Zubicaray 2. N. O. Schiller