مطالعات میان‌رشته‌ای: روش‌های نوپدید در مطالعات حوزهٔ روانشناسی زبان

حوریه احدی

چکیده:

یکی از دلایل اهمیت مطالعهٔ زبان ،کاربرد همیشگی آن است و اینکه فرهنگ و فناوری بدون آن غیرممکن است. در زیست شناسی تحولی زبان جالب‌ترین اختراع بشر در ۶۰۰ میلیون سال گذشته بوده است. زبان پیچیده‌تر از آن چیزی است که به نظر می‌رسد و سهولت زیاد کاربرد زبان با وجود پیچیدگی آن، بررسی آن را جالب‌تر نموده است. مطالعات میان‌رشته‌ای متفاوتی برای بررسی زبان ایجاد شده است که از مهمترین آنها می‌توان به روانشناسی زبان اشاره کرد. در این مقاله قصد داریم روش‌های پژوهش، به ویژه روش‌های پژوهش نوپدید، در این میان‌رشته‌ای و کاربرد آنها را ارائه دهیم. روش‌های مورد استفاده در روان شناسی زبان را به شکل‌های مختلفی می‌توان دسته بندی کرد. گاهی این روش‌ها را به دو دستهٔ کلی روش‌های برخط و برون خط تقسیم می‌کنند و گاه به روش بررسی رخدادهای طبیعی و آزمایش‌های تجربی تقسیم می‌کنند. از روش‌های برون خط می‌توان پرسش‌نامه، تکلیف قضاوت دستوری، مقابلهٔ تصویر و جمله را نام برد و از روش‌های برخط می‌توان به آماده‌سازی[۱] خواندن با سرعت خود[۲] ردگیری حرکات چشم[۳] پتانسیل مغزی رویداد محور (ای آر پی)[۴]، تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (اِف اِم آر آی)[۵] و انسفالوگرافی (ای ای جی)[۶] اشاره کرد. بیشتر روش‌های برخط از روش‌های نوپدید در روانشناسی زبان هستند که با پیشرفت فناوری و کاربرد آن در علوم اعصاب به وجود آمده‌اند.

کلیدواژه‌ها: روش‌های نو پدید، عصب‌شناسی، روانشناسی، روانشناسی زبان،

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. priming
۲. sef –paced reading
۳. eye tracking
۴. event related potentials (ERP)
۵. Functional magnet resonance imaging (fMRI)
۶. electroencephalography (EEG)

مقدمه

یکی از دلایل اهمیت مطالعهٔ زبان ،کاربرد همیشـــگی آن اســـت و اینکه فرهنگ و فناوری بدون آن غیرممکن اســـت. زیـ ست شناس تحولی مارتین نواک (۲۰۰۶) معتقد ا ست که زبان جالب‌ترین اختراع در ۶۰۰ میلیون سال گذ شته بوده اسـت (ترور و هارلی، ۲۰۱۴). زبان پیچیده‌تر از آن چیزی اسـت که به نظر می‌رسـد و سـهولت زیاد کاربرد زبان با وجود پیچیدگی آن، بررسـی آن را جالب‌تر نموده اسـت. در جهان امروز میان‌رشـته‌ای‌ها به سـرعت در حال رشـد و گسـترش هستند و پرداختن به آنها از ضرورت‌هایی است که باعث رفع بسیاری از مشکلات و نیازهای کشور می‌شود. روانشناسی و عصب‌شناسی زبان از میان رشته‌ای‌هایی هستند که می‌توان آنها را در قرن بیست و یک زیرمجموعه عصب‌شناسی شناختی قرار داد. روان‌شنا سی زبان به برر سی نحوهٔ درک، تولید و فراگیری زبان می‌پردازد و عـصب شنا سی به مطالعهٔ مکانیزم‌های کنترل‌کننده درک، تولید و فراگیری زبان در مغز انسان (پور محمد، ۱۳۹۹).

قبل از پرداختن به روش‌های مورد اســـتفاده در پژوهش‌های روانشـــناســـی زبان، ابتدا به طور مختصـــر به تاریخچه روانشناسی زبان و نحوهٔ ورود عصب‌شناسی به این حوزه پرداخته می‌شود. این یک عقیده مشترک است که رشته جدید روان‌زبان شنا سی در طول دهه ۱۹۵۰ ظهور کرد. دور از حقیقت نیست. اما می‌توان به این نکته ا شاره کرد که اولین بار اصطلاح روانشناسی زبان توسط جاکوب کانتور[1] در سال ۱۹۳۸ استفاده شد و بعدها شاگردش پرنکو در سال ۱۹۴۶ این اصطلاح را در تألیف کتابش با عنوان «زبان و روانشناسی زبان: مرور» به کار برد. اما آغاز رسمی رشته روانشناسی زبان را سال ۱۹۵۱ می‌دانند که در همزمان آغاز مطالعات آزمایشگاهی وونت در آزمایشگاهش، سه رویداد مهم و شاخص در این حوزه رخ داد (لولت. ۲۰۱۳).

اولین رویداد سمینار تابستانی میان‌رشته‌ای در روان‌شنا سی و زبان شنا سی بود که از ۱۸ ژوئن تا ۱۰ آگو ست در دانشگاه کرنل برگزار شد. این سمینار با هدف کاوش در روابطی که ممکن است بین حوزه‌های روانشناسی و زبان شناسی وجود داشته باشد و همچنین ارائه توصیه‌هایی برای توسعه زمینه‌های مشترک «روان‌شناسی و زبان‌شناسی» برگزار شد. این رویداد به طور گ سترده‌ای به عنوان زمان تولد روان شنا سی‌زبان مدرن در نظر گرفته می شود. رویداد دوم انت شار کتاب «زبان و ارتباطات» جورج میلر بود. این کتاب در سی به برر سی و ضعیت هنر در روان‌شنا سی زبان و ارتباطات می‌پردازد. ســـومین نقطه عطف، مقاله کارل لشـــلی در مخالفت با «نظریهٔ زنجیرهٔ تداعی» بود. این اولین انتقاد به نظریه‌های زنجیره‌ای رفتارگرایانه در مواردی مانند گفتار و زبان بود. در آن مقاله، لشـــلی یک رویکرد نحوی جدید برای برخورد با همه رفتارهای سلسله مراتبی ماهرانه پیشنهاد کرد.

نقاط عطف دیگری هم در سال ۱۹۵۱ وجود داشت. برای مثال، «اثر فرکانس واژه» کشف شد و نشان داده شد کلمات پربسامد زبان در یک تاکیستوسکوپ راحت‌تر از واژه‌های کم‌بسامد تشخیص داده می‌شوند، یافته‌ای که در تمام مدل‌های مدرن تشخیص واژه بازتاب دارد (هاوس و سولومون، ۱۹۵۱).

---

[1]. Jacob Kantor
[2]. Associative-chain theories

آزمایشگاه هاسکینز اختراع خود را از دستگاه پخش الگو منتشر کرد. تا زمان پیدایش رایانه آزمایشگاهی، این دستگاه به وسیله‌ای انتخابی برای مطالعه ادراک واج‌ها و هجاهای کوتاه تبدیل شد و آخرین رویداد می‌تواند معرفی روش‌های زلیگ هریس در زبان‌شناسی ساختاری باشد.

زلیگ هریس و شاگردش نوام چامسکی در طول دهه ۱۹۵۰ روی توسعه دستور زبان زایشی و دگرگونی آن کار کردند. از طریق همکاری جورج میلر و نوام چامسکی بود که در پایان دهه ۱۹۵۰ نقطه عطف مهم دیگری در تاریخ روان‌شناسی زبان ایجاد شد. برخلاف زلیگ هریس، آنها اعلام کردند که دستور زبان زایشی از نظر روانشناختی واقعی است (لولت، ۲۰۱۳).

آغاز مطالعات عصب‌شناختی در زبان را می‌توان به کار پزشک فرانسوی پیر پل بروکا (۱۸۶۱) دانست که مغز دو بیمار را که دچار از دست دادن زبان و اختلالات گفتاری حرکتی بودند، مورد مطالعه قرار داد. این مطالعه امکان اختصاص زبان انسان در یک ناحیه محدود و مشخص از نیمکره چپ را فراهم کرد و از این طریق پایه و اساس علم مغز را در مورد گفتار و زبان ایجاد کرد. کشف بروکا بسیار فراتر از توصیف کلاسیک یک اختلال مغزی جالب به نام آفازی بود. احتمالاً مهمترین نتیجه گیری او این ادعا بود که دو نیمکره مغز از نظر عملکرد نامتقارن هستند و نیمکره چپ مغز شامل مرکز زبان در اکثر انسان‌هاست. عدم تقارن عملکرد فراگیرتر از آن چیزی است که در ابتدا تصور می‌شد. این عدم تقارن فراتر از زبان و در سایر نواحی مغز و عملکردهای آنها نیز مشاهده می شود. در سال ۱۸۷۴ کارل ورنیکه (۱۸۴۸–۱۹۰۵) یک مرکز گفتار شنوایی را در لوب گیجگاهی مرتبط با درک گفتار شناسایی کرد. در سال ۱۸۹۲ جوزف دژرین مکانیسم‌هایی را شناسایی کرد که زمینه ساز اختلالات خواندن بود. اختلالات تشخیص حسی قشر مغز یا آگنوزیاها توسط زیگموند فروید در سال ۱۸۹۱ نامگذاری شد و در سال ۱۹۰۰ هوگو لیپمن به طور جامع آپراکسی‌ها، اختلالات اعمال حرکتی ناشی از ضایعات مغزی را تجزیه و تحلیل کرد (لاو و وب، ۲۰۱۳).

در طول جنگ جهانی دوم،که هزاران سرباز مجروح و سایر پرسنل نظامی مبتلا به زبان‌پرشی تروماتیک را به دنبال خود آورد، برای اولین بار از متخصصان مغز و اعصاب، روانشناسان و آسیب‌شناسان گفتارو زبان در برنامه‌های درمانی استفاده شد. مطالعه مکانیسم‌های عصبی گفتار پس از جنگ جهانی دوم با کار پنفیلد و همکارانش در کانادا بسیار پیشرفت کرد. پنفیلد، جراح مغز و اعصاب، از تکنیک تحریک الکتریکی قشر مغز برای ترسیم مستقیم نواحی قشر مغز، به ویژه مراکز گفتار و زبان استفاده کرد. این پیشرفت‌ها در حوزهٔ عصب شناسی و پژوهش‌های عصب شناختی مرتبط با زبان و گفتار همچنان ادامه داشته است. امروزه با توجه به پیشرفت فناوری، روش‌های فناورانهٔ بسیاری در عصب‌شناسی زبان به وجود آمده است که کاربرد بسیاری در پژوهش‌های عصب‌شناسی شناختی و روانشناسی زبان دارند، اذا در ادامه ابتدا اشاره‌ای به روش‌های پژوهشی آغازین در روانشناسی زبان خواهیم داشت و سپس به روش‌های عصب‌شناختی نوپدید و یافته‌های به دست آمده آز آنها در حوزهٔ روانشناسی زبان خواهیم پرداخت.

روش‌های پژوهش در روانشناسی زبان

روش‌های مورد استفاده در روان شناسی زبان را به شکل‌های مختلفی می‌توان دسته‌بندی کرد. گاهی این روش‌ها را به دو دستهٔ کلی روش‌های برخط و برون‌خط تقسیم می‌کنند و گاه به روش بررسی رخدادهای طبیعی و آزمایش‌های تجربی تقسیم می‌کنند. اصطلاح برون‌خط و برخط مربوط به توانایی روش در انعکاس فرایندهای ذهنی و عصبی گوینده است. روش‌های برون خط متمرکز بر توانش گوینده هستند درحالی که روش‌های برخط متمرکز بر کنش گوینده هستند (باربارا مارتینز، ۲۰۱۲).

روش‌های برون‌خط دسترسی مستقیم به فرآیندهای ذهنی ندارند و انعکاسی از تصمیم‌گیری هشیار هستند. تکالیف و مسائل در این روش‌ها با تأخیر زمانی حل می‌شوند. یک مثال خوب برای تکلیف برون‌خط تکمیل پرسش‌نامه کاغذی با خودکار (البته در شکل مدرن ممکن است پرسش‌نامه به صورت اینترنتی تکمیل شود) و یا نامیدن اشیاء که به صورت معمول برای بیماران دارای خاص نظیر افراد زبان‌پریش استفاده می‌شود. یکی از مشکلات محققان هنگام استفاده از روش برون‌خط، ندا شتن کنترل یا اندک بودن میزان کنترل در فرآیند جمع آوری داده‌ها ست به ویژه زمانی که داده‌ها از طریق پرسش‌نامهٔ اینترنتی جمع‌آوری می‌شود. به هرحال در این روش امکان محاسبهٔ زمان مورد نیاز برای تکمیل تکلیف وجود دارد و زمانی که انجام تکلیف توسط شرکت‌کننده‌ها از زمان تعیین شده فراتر رود می‌توان آنها را حذف کرد. یکی از بزرگترین مزایای استفاده از این روش این است که می‌توان داده‌های (خیلی) زیادی را به صورت یکجا جمع‌آوری کرد. از این روش می‌توان برای تکلیف قضاوت دستوری نیز استفاده کرد. استفاده از این روش به معنای تدارکات آسان تقریباً بدون هیچ هزینه است. از داده‌های به دست آمده از روش‌های برون‌خط می‌توان برای فرضیه‌سازی آزمایش‌های تجربی استفاده کرد (احدی، ۱۳۹۷).

از روش‌های برون‌خط می‌توان پرسش‌نامه، تکلیف قضاوت دستوری، مقابلهٔ تصویر و جمله را نام برد. شناخته‌شده‌ترین اندازه‌گیری ناپیوسته، پرسشنامه‌هایی هستند که به صورت لفظی از مردم در مورد قضاوتشان در مورد چیزی که صرفاً به آن برخورده‌اند سؤال می‌پرسد. استفاده از پرسشنامه تکنیکی کارآمد و ارزان است که می‌تواند در طراحی محرک برای آزمون دیگری یاری‌رسان باشد یا برای مقایسهٔ نتیجهٔ نهایی پردازش با دورهٔ زمانی فرایندهای آن نیز به کار رود (احدی، ۱۳۹۷).

نخستین تکنیک فنآورانهٔ ما فشردن دکمه است. غیر از اینکه زمان لازم برای فشردن یک دکمه در پاسخ به محرک ثبت می‌شود، این روش در کل فقط نسخه‌ای خوش رنگ و لعاب از پرسشنامه است. به هرحال می‌توان ثبت کرد که با چه سرعتی با فشردن دکمه می‌توان به محرک پاسخ داد. یعنی در این حالت نوع جدیدی از اطلاعات به دست آمده؛ چقدر طول می‌کشد تا سامانهٔ پردازش داده در انسان تصمیم بگیرد تا واکنش نشان دهد. این روش همچنان، همچون تمام روش‌هایی که از واکنش‌های آگاهانه از داده‌ها جمع می‌کنند، نزدیک به آخر مقیاس‌های «ناپیوسته» است. اما برخی کاربردهای این روش تا حدودی پیوسته‌تر از بقیهٔ کاربردها هستند. روش فشردن دکمه احتمالاً

فراگیرنده‌ترین روشی است که با آن می‌توانیم داده‌های مربوط به زمان واکنش را جمع‌آوری کنیم. احتمالات نزدیک به بی‌نهایت هستند. اول آنکه می‌توانیم از شرکت‌کنندگان بخواهیم که در واکنش به هر نوع پرسش یا قضاوتی دکمه‌ای را فشار دهند. می‌توانیم از آنها بخواهیم که قضاوت کنند آیا رشته حروف ارائه‌شده (مثلاً سرف) واژه‌ای واقعی است یا خیر. آخرین واکنش آگاهانه‌ای که در اینجا در مورد آن صحبت می‌کنیم، واکنش صوتی است. همانطورکه از نامش پیداست، به مواردی اطلاق می‌شود که در آن شرکت‌کننده‌ها پاسخ خود را به صورت شفاهی ارائه می‌کنند. این روش پاسخ نه تنها در آزمون‌هایی برای تولید زبانی(چیزهای آشکار)، بلکه در آزمون‌هایی برای سنجش درک نیز به کار می‌رود. مانند فشردن دکمه، این هم واکنشی است که می‌تواند برای پاسخ به همه نوع پرسش به کار رود. مانند فشردن دکمه تنها دو نوع داده می‌توان از آن به دست آورد: ماهیت پاسخ (برای مثال اینکه شرکت‌کننده واقعاً چه می‌گوید) و اینکه واکنش چقدر طول می‌کشد.

روش‌های برخط دسترسی واسط به فرآیندهای ذهنی زمینه‌ای را فراهم می‌سازند. این فرآیندها خودکار و ناهشیار هستند. شرکت‌کننده‌ها باید تکلیف را با تأخیر اندکی انجام دهند. نمونه‌هایی از این روش‌ها آزمایش‌های مربوط به بررسی زمان عکس العمل یا بررسی حرکات چشم اشخاص است. در روش‌های برخط در هر جلسه ثبت اطلاعات یک نفر می‌توان انجام داد که باعث کاهش تعداد آزمودنی‌ها می‌شود. برخلاف روش‌های برون‌خط در این روش محقق کنترل بیشتری روی روند آزمایشات و اجرای فرآیند دارد. روش‌های برخط برای آزمودن فرایندهای اتوماتیک و آزمایشی مناسب هستند. درضمن ابزار خوبی برای آزمودن فرضیه‌های زبانشناختی مشخص نیز هستند. از روش‌های برخط واقعی می‌توان به پتانسیل مغزی رویداد محور (ای.آر.پی)[1]، تصویربرداری تشدید مغناطیسی عملکردی (اِف.اِم.آر.آی)[2] و انسفالوگرافی (ای.ای.جی)[3] اشاره کرد (احدی، ۱۳۹۷).

روش‌های نوپدید عصب‌شناختی در مطالعات روانشناسی زبان

پتانسیل‌های مغزی رویداد-محور

پتانسیل‌های مغزی رویداد-محور تکنیکی است که این امکان را به ما می‌دهد تا فعالیت‌های الکتریکی قشر مغز را با بازنمود محرک در یک شرکت‌کننده مربوط کنیم. برای ارائه یک تصویر خیلی ساده از این می‌توان گفت هنگامی که توده‌ای از نورون‌ها در قشر از نظر فیزیکی به صورت موازی ردیف می‌شوند و به طور همزمان از نظر الکتریکی فعال می‌شوند، یک میدان الکترومغناطیسی کوچک ایجاد می‌شود که توسط الکتروانسفالوگراف ثبت می‌شود و تصویری از امواج مغز به دست دهد. برای مثال پژوهشگران حوزهٔ «خواب» برای کمک به فهم فعالیت مغز در هنگام خواب، از الکتروانسفالوگرام استفاده می‌کنند. پژوهشگران پتانسیل‌های مغزی رویداد-محور، اطلاعات ای.ای.جی را ضبط و به

---

۱. event related potentials (ERP)
۲. Functional magnet resonance imaging (fMRI)
۳. electroencephalography (EEG)

صورت ارقامی درمی‌آورند و با رویدادهای خارجی زمان‌بندی می‌کنند؛ برای مثال آنها ممکن است زمانی را که فرد واژهٔ «سگ» را می‌بیند در الکتروانسفالوگرام مشخص کنند.

نکتهٔ خیلی جالب در مورد مغز وجود دارد، اینکه به‌رغم تمام تجربیات مختلف ما در زندگی و با زبان، ، زمانی که با اطلاعات زبانی مشابه مواجه می شوند ،مغزهای ما به صورت مشابهی واکنش نشان می‌دهند. برای مثال در برخی کارهای پیشروانه در اواخر دههٔ ۱۹۷۰ و اوایل دههٔ ۱۹۸۰ در استفاده از پتانسیل‌های مغزی رویداد-محور برای مطالعهٔ فرایند زبانی، مارتا کوتاس و استیو هلیارد به این موضوع علاقه‌مند بودند که آیا زبان عجیب موجب واکنش مشابهِ سایر محرک‌های دیداری عجیب می شود. کارهای قبلی روی تحقیقات غیر زبانی نشان داده بودند که محرک غیر منتظره موجب افزایش اختلاف مثبت در حدود ۳۰۰ میلی‌ثانیه بعد از زمان شروع محرک می شود .آنها می‌خواستند بدانند که آیا محرک زبانی غیر منتظره باعث واکنش مشابهی می‌شود یا آنکه متفاوت است. آنها مجموعه‌ای از جملات را به مردم نشان می‌دادند که گاهی شامل واژه‌های قابل فهم، اما به طور غیر منتظره‌ای با حروف بزرگ بود؛ یا آنکه واژه‌هایی که از نظر معنایی قابل فهم نبودند اما حروف عادی داشتند؛ یا هر دوی این موارد با هم. برای مثال مردم ممکن بود جمله‌ای مثل «نان تست گرم با جوراب پوشانده شده بود» را می‌دیدند. آنها متوجه شدند زمانی که مشابه محرک‌های دیگر ای‌آرپی کلمه‌ها به شکل غیر منتظره‌ای با حروف بزرگ نوشته شده‌اند، واکنش ایجادشده مانند سایر محرکات شگفت انگیز بود. اما واژه‌های به لحاظ معنایی عجیب، واکنش متفاوت جدیدی ایجاد می‌کردند :یک قلهٔ منفی در فعالیت الکتریکیی حدود ۳۵۰ میلی‌ثانیه بعد از واژهٔ غیرعادی (مثلاً جوراب) دیده می‌شود. این واکنش در حدود ۴۰۰ میلی‌ثانیه به اوج خود می‌رسد و سپس به سرعت فرومی‌نشیند. که N400 نامیده می‌شود (یعنی یک قله در ۴۰۰ میلی‌ثانیه با بار منفی). در بسیاری مطالعات این پاسخ برانگیخته شد، اما اندازهٔ این واکنش به عواملی مانند اینکه یک واژهٔ به خصوص چقدر مورد انتظار است و یا اینکه واژهٔ موجود چقدر از واژهٔ مورد انتظار منحرف شده بود ارتباط دارد. به نظر می‌رسد این پاسخ شاخصی از پردازش معنایی و کاربرد شناختی است. این پاسخ به دلایل مختلفی جالب است اما برای اهداف کنونی ما، این مثال نشان می‌دهد پتانسیل مغزی رویدادمحور می‌تواند در پردازش‌های زبانی به کار رود. این مثال به ما نشان می‌دهد که از این نتایج می‌توان فهمید که حداقل پس از ۳۵۰ میلی‌ثانیه بعد از برخورد با واژه‌ها، شروع به تحلیل معنی واژه‌ها می‌کنیم. ما همچنین، از بسیاری مطالعات دیگر، می‌دانیم که فرایندی که از این پردازش واژگانی پشتیبانی می‌کند، از فرایندی که پردازش ساختار جمله پشتیبانی می‌کند، متمایز به نظر می‌رسد. زیرا هنگامی که جمله‌ای غیردستوری یا از نظر نحوی مشکوک به آنها نشان می‌دهید، به طور کلی افزایش N400 نمی‌بینید (برخی مطالعات محدود آن را دیده‌اند)و در عوض یک واکنش متفاوت می‌بینید. پتانسیل مغزی رویدادمحور به پژوهشگران این امکان را می‌دهد که هم زمان انجام پردازش زبانی اندازه بگیرند و هم فرایندهای زیربنایی آن را نیز متمایز نمایند (میچل، ۲۰۰۴).

تصویر برداری تشدید مغناطیسی کارکردی

این تکنیک داده‌هایی در خصوص این که کدام قسمت مغز طی فعالیت خاصی فعال می‌شود، برای پژوهشگران فراهم می‌کند (مانند خواندن یک فعل) و این فعالیت با فعالیت دیگری مقایسه می‌شود (معمولاً تکلیف کنترل که یک میزان پایه از فعالیت ایجاد می‌کند، مانند نگاه کردن به رشته‌ای تصادفی از حروف یا نمادهایی شبیه حروف). در این روش میزان فعالیت با توجه به تغییرات جریان خون سنجیده می‌شود.

در بسیاری موارد تصویر برداری تشدید مغناطیسی کارکردی می‌تواند مکمل پتانسیل مغزی رویدادمحور باشد. درحالی که ای‌آرپی می‌تواند اطلاعات زمانی بسیار خوبی در حد میلی‌ثانیه (و حتی بهتر) بدهد (یعنی اطلاعات زمانی بسیار خوبی به دست می‌دهد)، دقت اف ام آر ای در حد میلی‌متر است، بنابراین می‌تواند منبع خوبی برای جانمایی محل‌هایی از مغز که مبنای پردازش زبانی هستند.

اف‌ام‌آرای براساس ویژگی‌های مغناطیسی هستهٔ اتم‌های هیدروژن کار می‌کند که در ملکول‌های آب بدن وجود دارند و در مغز هم هستند. هسته‌های هیدروژن به خاطر بار مثبت خیلی کوچکشان به میدان مغناطیسی حساس هستند و در حضور یک میدان مغناطیسی قوی به صف می‌شوند. یک پالس رادیویی زودگذر دقیق این صف را در هم می شکند، این امر باعث چرخش ۱۸۰ درجه‌ای هسته‌ها به خارج از صف شان تو سط میدان مغناطیسی می شود (که انگیزش نامیده می شود) پژوهشگران می‌توانند پالس رادیویی را به دقت تنظیم کنند تا باعث کوچک یا بزرگ شدن صف شوند و سپس زمان لازم برای دوباره به صف شدن هسته‌ها به حالت «آزاد» در میدان مغناطیسی پایدار را اندازه بگیرند. مهم این است که بافت‌های مختلف بدن، حساسیت مغناطیسی مختلفی دارند و این بدان معناست که ملکول‌های هیدروژن در بافت‌های متفاوت به نسبت متفاوتی آزاد می‌شوند. پزشکان و پژوهشگران از مشخصات این تفاوت‌ها استفاده می‌کنند تا تصویری سه بعدی بسازند که قسمت‌های مختلف بدن را مشخص کند. ام آر ای یک تصویر سه بعدی عالی از داخل بدن می‌دهد که شامل بافت‌های نرم هم می‌شود. بنابراین در خصوص مغز ما می‌توانیم بین مخ، مایع مغزی، مادهٔ خاکستری و مادهٔ سفید تمایز قائل شویم.

در ام‌آرآی کارکردی می‌توانیم تغییرات گردش خون در مغز را در پاسخ به فعالیت نورونی اندازه بگیریم. پژوهشگران این را به ام آر آی آناتومیک منطبق می‌کنند، تا بتوانند بخشی از مغز که در پاسخ به محرک فعال شده است، بیابند. اما از آنجا که تغییرات گردش خون به نسبت کند است، نمی‌توا رویدادها را از نظر زمانی به خوبی تفکیک کرد، به این سبب است که می‌گویند که اف ام آر آی مکمل ای آر پی است زیرا ای آر پی اطلاعاتی در مورد زمان فعالیت الکتریکی در مغز می‌دهد در حالی که اف ام آر آی می‌تواند نشان دهد که این تغییر در کجا اتفاق افتاده است (میچل، ۲۰۰۴).

کاربرد روش‌های عصب‌شناختی نوپدید در مطالعات دوزبانگی

اخیراً، شواهد تصویربرداری عصبی قابل توجهی نشان داده است که همه زبان‌های آموخته شده توسط یک مکانیسم عصبی مشترک پشتیبانی می‌شوند (موسون[۴] و همکاران، ۲۰۱۳). این همگرایی توسط عوامل مرتبط با تجربه ذاتی جمعیت‌های مورد مطالعه، مانند زمان شروع زبان دوم و سطح مهارت درزبان دوم تعدیل می شود (لیو و کائو، ۲۰۱۶). بر اساس «فرضیه دوره بحرانی» که بر اساس آن ظرفیت اکتساب یک زبان با از دست دادن انعطاف‌پذیری قشر مغز وابسته به سن با بلوغ مرتبط است، یک تفاوت اساسی بین اکتساب زبان اول و دوم در زبان‌آموزی دیرهنگام زبان دوم وجود دارد (جانسون و نیوپورت، ۱۹۸۹).

اگرچه انعطاف‌پذیری بسیار بیشتری از حدس‌های قبلی برای چندزبانه‌های متأخر گزارش شده است، اثرات فردی و تجمعی سن اکتساب زبان، مهارت، و قرار گرفتن در معرض یادگیری زبان دوم هنوز موضوع مورد بحث شدید هستند (برکن و همکاران، ۲۰۱۷). به نظر می‌رسد که اجزای پردازش زبان به طور متفاوتی نسبت به سن اکتساب زبان و اثرات مهارت حساس هستند، سن اکتساب زبان تأثیر بیشتری بر فرآیندهای واج‌شناختی و دستوری دارد، مهارت تأثیر بیشتری بر فرآیندهای واژگانی – معنایی و کنترلی دارد (سوگیورا و همکاران ۲۰۱۵؛ برکن و همکاران ۲۰۱۷). در ادامه ابتدا زیربنای عصبی پردازش واجی، دستوری، و واژگانی– معنایی را در افراد چندزبانه را بیان می‌کنیم و سپس یافته‌های عصب‌شناختی در خصوص نحوهٔ کنترل زبان‌ها در مغز ارائه می‌دهیم.

توانش واج‌شناختی توانایی تشخیص و تولید الگوهای صوتی متمایز یک زبان است. در سخنرانان تک‌زبانه، پردازش واج شناختی توسط شبکه‌های تخصصی در نیمکره چپ انجام می شود. در مدل‌های «جریان دوگانه» پردازش زبان یک مسیر پشتی که از شکنج فوقانی خلفی به قشر پیش حرکتی پخش می شود، سیگنال‌های گفتاری ورودی را با گفتار مرتبط می‌کند. برنامه های حرکتی برای بیان، در نتیجه از جنبه‌های ضروری ادغام حسی حرکتی برای تولید گفتار براساس ورودی شنیداری قبلی پشتیبانی می‌کند. درحالی‌که مراحل اولیه تجزیه و تحلیل آکوستیک–آواشناسی در قشر مغز به صورت دوطرفه در مجاورت شکنج هشل در بخش‌های قدامی و خلفی رخ می‌دهد پردازش‌های بعدی گفتار به تدریج بیشتر به لوب گیجگاهی، آهیانه‌ای و پیشانی نیمکرهٔ چپ جریان می‌یابد (فریدریسی، ۲۰۱۵).

استثنای قابل توجه برای این یک سویگی به سمت نیمکره چپ در محاسبات عصبی ویژگی‌های زبرزنجیری و عاطفی نشان داده می‌شود. در مورد پردازش زبان چندزبانه به طور کلی، مطالعات پِت و اِف.ام. آر.آی در تأیید مدار عصبی مشترک برای پردازش واج‌شناختی زبان اول و دوم است (گلستانی، ۱۳۹۴).

تفاوت‌ها در میزان و شدت فعال‌سازی در این مدار به‌ویژه در مراحل اولیه یادگیری زبان دوم و زمانی که زبان دوم با مهارت‌کم یا متوسط پردازش می شود، برجسته است. با این حال، این بحث ادامه دارد که آیا الگوهای فعال سازی زبان اول و دوم برای چندزبانه‌های دیرهنگام در مقایسه با چندزبانه‌های زودهنگام، صرف نظر از سطح دانش زبان دوم، متفاوت‌تر هستند یا خیر (ماریان و همکاران، ۲۰۱۷).

---

[۴] Mouthon

با وجود دانش تسلط بر دستور زبان و واژگان زبان دوم، تسلط بر صداهای غیربومی می‌تواند چالش برانگیز باشد. تأثیر تجربه زبانی قبلی اثرات محدودشدگی ادراکی در طی گسترش، مقدار و کیفیت ورودی و همچنین از دست دادن انعطاف‌پذیری عصبی–عضلانی وابسته به سن برای کنترل حرکت گفتار به عنوان منابع بالقوه لهجه خارجی زبان‌آموزان دیرهنگام زبان دوم شناسایی شده اند مطالعات تجربی بر روی یادگیری آوایی بینش‌های مفیدی را در مورد مکانیسم‌های نوروپلاستیک زیربنای اکتساب الگوهای گفتاری غیربومی ارائه کرد (موزر و همکاران، ۲۰۰۹).

در طی مراحل اولیه آموزش زبان دوم، موارد ناآ شنا با پردازش کمتر کارآمد در نواحی پی شانی– گیجگاهی برای محا سبه گفتار و به‌کارگیری بیشتر شبکه‌های قشر و زیرقشری برای کنترل اجرایی مرتبط بود. از سوی دیگر، الگوهای فعال سازی پس از آموزش موارد ناآ شنا به طور ا سا سی م شابه با موارد م شاهده شده در طی شنا سایی گفتار آ شنا، با تقا ضای کمتری در سیستم کنترل اجرایی همراه بود. این داده‌های طولی به تغییرات پیشرونده قشر مغز به عنوان تابعی از افزایش مهارت اشاره می‌کنند و نشان می‌دهند پردازش خودکارتر و از پایین به بالا منجر به افزایش بار پردازشی اولیه در صداهای ناآشنا می‌شود (وانگ و همکاران، ۲۰۰۷).

به طور کلی، این یافته‌ها نشان می‌دهد که بازنمایی‌های عصبی برای پردازش زبان ممکن است به طور مداوم با یادگیری در طول عمر شکل بگیرد. همچنین پی شنهاد شده ا ست که چندزبانه بودن به خودی خود یا، بهتر ا ست بگوییم، مزیت چند زبانه بودن، به قیمت افزایش تقاضا برای بازیابی کلمات، بیان و نظارت پس از بیان در زمینه های تولید تمام می شود. با توجه به این دیدگاه، اگرچه سطوح بالاتری از تخصص و ا ستفاده ممکن ا ست رقابت واج شناختی بین زبان‌ها را کاهش دهد و تولید را تسهیل کند، چندزبانه‌ها به دلیل مدیریت ثابت مجموعه‌های تولیدی ترکیبی، بار پردازشی بیشتری را نسبت به تک‌زبانه‌ها تجربه خواهند کرد.

برای مثال پارکر جونز و همکاران (۲۰۱۲)، از اف.ام.آر.آی برای مقایسه علائم عصبی سخنرانان تک‌زبانه و چندزبانه که در نامگذاری آشکار تصویر، خواندن با صدای بلند و تصمیمات معنایی تنها در زبان اول خود شرکت داشتند، استفاده کرد. فعال سازی‌های بی شتر برای افراد چندزبانه در شکنج پیش‌مرکزی پ شتی چپ، ناحیه بروکا، شکنج گیجگاهی فوقانی و منطقه گیجگاهی مربوط به نامیدن و خواندن با صدای بلند یافت شد. جالب اینجاست که وقتی بار پردازشی افزایش یافت تک‌زبانه‌ها نیز در همان مناطق فعالیت بی شتری ن شان دادند. نوی سندگان این یافته‌ها را اینگونه تف سیر کردند که تولید زبان چندزبانه از همان سیستمی ا ستفاده می‌کند که در تک‌زبانه‌ها نیز ا ستفاده می شود با نیازهای پردازش ا ضافی ناشی از نیاز به کنترل تداخل بینازبانی در طول بازیابی کلمه، برنامه‌ریزی بیانی، بیان. و بازخورد شنیداری– حرکتی.

به طور کلی، اگرچه تعداد محدودی از مطالعات تصویربرداری عصبی عملکردی اساس مغز واج‌شناسی زبان دوم را بررسی کرده‌اند، ادبیات به طور مداوم شواهدی را برای یک سیستم شبکه‌ای مشترک از مناطق مغز برای گفتار زبان اول و زبان دوم ارائه می‌کند. به نظر می‌رسد که تفاوت‌های فعال‌سازی زبان اول و زبان دوم گزارش‌شده با میزان خوب صحبت کردن به زبان دوم و – احتمالاً – در زمان شروع زبان دوم تعدیل می‌شود. در تولید، درخواست‌های پردازش

اضـافی ممکن اسـت به سـخنرانان چندزبانه تحمیل شـود، زیرا بازنمایی‌های رقابتی در کل مسـیر گفتار، از برنامه‌ریزی تولیدی تا نظارت پس از بیان، گسترش می‌یابد.

توانش دستوری توانایی تشخیص و تولید ساختارهای دستوری متمایز یک زبان است. زبان‌شناسی معاصر به طور کلی توانش دستوری را به دو جزء فرعی تقسیم می کند: توانش صرفی و نحوی. اولی امکان تولید و پردازش کلمات پیچیده صـرفی را فراهم می‌کند (آرونوف، ۱۹۷۶) و دومی امکان تولید و پردازش ردیفی نامحدود از جملات سـلسـله مراتبی و برگشت‌پذیر را می‌دهد (چامسکی ۱۹۵۷). با توجه به مدل‌های دو مسیری پردازش تصریفی، در حالی که شکل‌های نامنظم به صورت کل از حافظه بیانی ذخیره و بازیابی می‌شوند، ساختار ترکیبی کلمات پیچیده باقاعده به صورت برخط از طریق تجزیه مبتنی بر استراتژی‌های پردازشی قانونمند انجام می‌شود (پینکر و اولمان، ۲۰۰۲).

محاسبه شکل‌های کلمات باقاعده در سخنرانان تک‌زبانه توسط مدار عقده‌های پیشانی–گیجگاهی/پایه‌ای چپ انجام می‌شود پردازش کلمات بی‌قاعده با به‌کارگیری نواحی دخیل در بازیابی و پردازش معنای واژگانی مانند شکنج گیجگاهی فوقانی و میانی هر دو نیمکره و با کاهش درگیری شکنج فرونتال تحتانی چپ، محل اصلی تجزیه مورفولوژیکی مبتنی بر قانون همراه است. با این حال، مشخص نیست که آیا تولید انواع دستوری یک واژگان (تصریف) و تشکیل واژگان جدید از واژگان موجود (اشـتقاق) دارای همپوشـانی اسـت یا اینکه فرآیندهای عطفی و اشـتقاقی ممکن اسـت شـامل مکانیسم‌های عصبی تا حدی متفاوت باشد(مارسلن و ویلسون، ۲۰۲۰).

از سوی دیگر، پردازش نحوی در تک زبانه ها از یک شبکه قشر زیر قشری که شامل ناحیه بروکا، شکنج گیجگاهی فوقانی خلفی، عقده های قاعده ای و احتمالاً مخچه است نشأت می گیرد. ادعا شده است که مسیری که ناحیه بروکا و شـکنج گیجگاهی فوقانی خلفی را به هم متصـل می‌کند، از پردازش سـاختارهای پیچیده نحوی پشـتیبانی می‌کند (فریدریسی و گیرهان، ۲۰۱۳).

منطقی اسـت که بگوییم در حالی که توسـعه واژگان از فرآیندهای یادگیری تداعی اسـتفاده می‌کند که با زبان آموزان دیرهنگام زبان دوم سـازگار اسـت، یادگیری صـریح دسـتور زبان مربوط به زبان دوم در بزرگسـالی ممکن اسـت از مکانیسـم‌هایی اسـتفاده کند که از نظر کیفی با مکانیسـم های حاکم بر فراگیری دسـتور زبان اول متفاوت اسـت مدل اعلامی/ روندی. اولمان دلیلی برای این استدلال ارائه کرد (اولمان، ۲۰۱۶).

براساس این مدل پردازش زبان اول بر دو سیستم حافظه مبتنی بر ساختارهای عصبی متمایز متکی است: یک سیستم اعلامی برای کسب و استفاده از دانش واژگانی – معنایی (در مدارهای گیجگاهی سمت چپ) و یک سیستم روندی برای کسب و استفاده از قواعد دستوری (در ناحیه بروکا و عقده‌های قاعده‌ای دارد). این مدل پیش‌بینی می‌کند که وقتی زبان دوم در بزرگسالی یاد گرفته می‌شود، منابع رویه‌ای گوینده ضعیف می‌شوند یا دیگر در دسترس نیستند.

در نتیجه، پردازش دستور زبان دوم به مقدار بیشتر به سیستم اعلامی و خیلی کمتر بر مکانیسم‌های رویه‌ای متکی است. اگرچه مسلماً مقدار کمی از کار تصویربرداری عصبی عملکردی بر روی پردازش گرامری در گویشور زبان دوم انجام شده اسـت، یافته‌ها تاکنون با محدودیت‌های بلوغ پیشـنهاد شـده توسـط مدل اولمن در تناقض بوده اسـت: داده‌های

جمع‌آوری‌شـــده از پروفایل‌های ناهمگن کاربران زبان دوم و زبان‌های مختلف نشـــان داد که معماری عصـــبی توانش دســـتوری در افراد تک زبانه و چند زبانه به طور قابل ملاحظه ای قابل مقایســـه اســـت. برخلاف پیش‌بینی‌های اولمان، شبکه‌ای که چندزبانه‌های اولیه و متأخر هنگام پردازش د ستور زبان مربوط به زبان دوم به کار می‌گیرند، شامل شکنج پیشـــانی تحتانی چپ و مخطط پشـــتی اســـت قابل توجه اســـت که در چندزبانه‌های دیرهنگام و کم‌تســـلط، این مناطق گســـترده‌تر هســـتند ، که ظاهراً نشـــان‌دهنده خودکاری کمتری برای پردازش دســـتوری زبان دوم اســـت (ابوطالبی ۲۰۰۸؛ کوتز، ۲۰۰۹).

در یک مطالعه مقطعی اِف.اِم.آر.آی نشان داد که تک‌زبانه‌ها و چندزبانه‌های دیرهنگام به طور مساوی نواحی پیشانی–گیجگاهی، هســـته های دمی و مخچه راســـت را برای پردازش اقلام به طور منظم درگیر می کنند. این یافته‌ها به‌عنوان نشان‌دهنده یک ا ستراتژی محا سباتی م شترک برای هر دو گروه، صرف‌نظر از سن زبان‌آموزان در هنگام یادگیری زبان دوم، تفسیر شد.

نکته قابل توجه، پردازش کارآمدتر در شـکنج فرونتال تحتانی چپ به طور مثبت با پیشـرفت یادگیری شـرکت کنندگان همبستگی دا شت که به نمایش عصبی همگرا گرامر زبان دوم در یک شبکه زبان اول از قبل م شخص شده ا شاره می کند بررسی‌های تصویربرداری عصبی از نحو زبان دوم نشان داد که یک سیستم کورتیکو زیر قشری مشترک زیربنای پردازش نحوی در زبان اول و دوم ا ست، با الگوهای فعال سازی که توسط مهارت زبان دوم و فا صله نحوی یا پیچیدگی تعدیل می‌شوند

فعال سازی‌های قوی‌تر برای زبان‌های دوم کم‌ت سلط یا دیر آموخته شده در ناحیه بروکا، ق شر جلوی پی شانی، عقده‌های قاعده‌ای و مخچه با نیاز به ســـرکوب تداخل ســـاختارهای نحوی زبان‌های غیرهدف همراه بوده اســـت (ابوطالبی و گرین ۲۰۰۷).

در سطح قشر مغز، ادبیات تصویربرداری عصبی تعدادی از مناطق را به عنوان درگیر در وظایف واژگانی– معنایی، از جمله شکنج میانی گیجگاهی خلفی چپ، قشر خلفی گیجگاهی شکمی، لوب‌های گیجگاهی قدامی، و شکنج پیشانی میانی و تحتانی چپ ن شان داده ا ست. درگیری زیر ق شری با ا ستخراج معنای کلمه در زمینه جایگزین های رقیب و همچنین با مکانیسم های پاداش در طول یادگیری موفق کلمه مرتبط ا ست. در هر دو زبان اول و دوم همانطور که ذکر شد، افراد چندزبانه نســـبت به ســـخنرانان تک زبانه در وظایف واژگانی بدتر عمل می کنند، همانطور که با نرخ تســـلط کمتر و نامگذاری کندتر ت صویر نمایه می شود. پی شنهاد شده ا ست که رقابت از زبان غیرهدف می تواند د ستر سی واژگانی در زبان انتخاب شـده را به تاخیر بیاندازد یا ضـعیف کند در حالی که سـطوح بالاتر مهارت و اسـتفاده از زبان ممکن اسـت رقابت را کاهش داده و بازیابی را ت سهیل کند با توجه به واج شنا سی و د ستور زبان، حوزه واژگانی– معنایی به خوبی با استفاده از تصویربرداری عصبی عملکردی مورد مطالعه قرار گرفته است (تاتسونو و ساکای، ۲۰۰۵).

نکته قابل توجه، پردازش کارآمدتر در شـکنج فرونتال تحتانی چپ به طور مثبت با پیشـرفت یادگیری شـرکت کنندگان همبستگی دارد (ساکای و همکاران ۲۰۰۴)، که به بازنمایی عصبی مشابه دستور زبان دوم با شبکه بازنمایی دستور زبان

اول که از قبل مشخص شده اشاره می‌کند (گرین ۲۰۰۳؛ ابوطالبی و سبز ۲۰۰۷). بررسی‌های تصویربرداری عصبی از نحو در زبان دوم نشان داد که یک سیستم قشری و زیر قشری مشترک زیربنای پردازش نحوی در زبان اول و دوم است، با الگوهای فعال سازی که توسط مهارت در زبان دوم و فاصله نحوی یا پیچیدگی تعدیل می شوند (سباستین و همکاران، ۲۰۱۱؛ کانسونی و همکاران ۲۰۱۳).

فعال‌سازی‌های قوی‌تر برای زبان‌های کم‌تسلط یا دیر آموخته‌شده در ناحیه بروکا، قشر پیش‌پیشانی، عقده‌های قاعده‌ای و مخچه با نیاز به سرکوب تداخل ساختارهای نحوی زبان‌های غیرهدف همراه است (ابوطالبی و گرین ۲۰۰۷).

توانش معنایی توانایی استخراج معنا از ساختار زبانی است. در سخنرانان تک زبانه، بازنمایی و کنترل دانش معنایی منعکس کننده فعال سازی مشترک یک سیستم عصبی گسترده است (کاپا، ۲۰۱۲). در مدل مسیر دوگانه پردازش زبان (فریدریسی، ۲۰۱۵). یک مسیر شکمی که به صورت دوطرفه از صفحه گیجگاهی فوقانی خلفی به قشر پیشانی–گیجگاهی میانی و تحتانی فرستاده می‌شود که از نگاشت صدا به معنی و درک زبان پشتیبانی می‌کند.

مدل مسیر دوگانه معتقد است که یک جریان شکمی، که شامل ساختارهایی در بخش‌های فوقانی و میانی لوب گیجگاهی است، در پردازش سیگنال‌های گفتاری برای درک نقش دارد. یک جریان پشتی، که شامل ساختارهایی در ناحیه گیجگاهی خلفی و لوب پیشانی خلفی است، در تبدیل سیگنال های صوتی به بازنمایی های تولیدی، که برای تولید گفتار ضروری هستند، نقش دارد. برخلاف دیدگاه معمول که پردازش گفتار عمدتاً به نیمکره چپ وابسته است، طیف گسترده ای از شواهد نشان می دهد که جریان شکمی به صورت دوطرفه سازماندهی شده است (اگرچه با تفاوت های محاسباتی مهم بین دو نیمکره). از سوی دیگر، جریان پشتی به شدت در نیمکره چپ غالب است.

در سطح قشر مغز، ادبیات تصویربرداری عصبی تعدادی از مناطق را به عنوان درگیر در وظایف واژگانی– معنایی، از جمله شکنج میانی گیجگاهی خلفی چپ، قشر خلفی گیجگاهی شکمی، لوب‌های گیجگاهی قدامی، و شکنج پیشانی میانی و تحتانی چپ نشان داده است (بایندر و همکاران ۲۰۰۹). درگیری زیر قشری با استخراج معنای کلمه در زمینه جایگزین‌های رقیب (مستریس–میسی، ۲۰۰۸) , همچنین با مکانیسم های پاداش در طول یادگیری موفق کلمه مرتبط است (ریپولس و همکاران، ۲۰۱۴). در هر دو زبان اول و دوم همانطور که ذکر شد، افراد چندزبانه نسبت به سخنرانان تک زبانه در وظایف واژگانی بدتر عمل می کنند، که با میزان تسلط کمتر (راسلی و همکاران ۲۰۰۰) و نامگذاری کندتر تصویر (مثلاً ایوانوا و کاستا ۲۰۰۸) مشخص می شود. پیشنهاد شده است که رقابت از زبان غیرهدف می تواند دسترسی واژگانی در زبان انتخاب شده را به تاخیر بیاندازد یا ضعیف کند (گرین، ۱۹۹۸)، در حالی که سطوح بالاتر مهارت و استفاده از زبان ممکن است رقابت را کاهش داده و بازیابی را تسهیل کند (دی بروین و همکاران، ۲۰۱۶). نسبت به واج شناسی و دستور زبان، حوزه واژگانی– معنایی به خوبی با استفاده از تصویربرداری عصبی عملکردی مورد مطالعه قرار گرفته است.

مطالعات نشان داده است وقتی درجه مهارت در زبان اول و دوم مشابه است، شبکه‌های عصبی مشترک در نواحی فرونتال چپ و گیجگاهی–پاریتال به کار گرفته می شوند. از سوی دیگر، نابرابری در الگوهای فعال سازی در ساختارهای

پیشانی و زیرقشری زمانی وجود دارد که توانش معنایی در زبان اول و دوم نامتوازن باشد. به عنوان مثال کاسونی و همکاران (۲۰۱۳) از اِف.اِم.آر.آی برای ارزیابی تولید کلمه و درک جمله در دو گروه از چندزبانه‌های بسیار ماهر استفاده کرد که فقط در سن اکتساب زبان متفاوت بودند. درحالی‌که یک گروه ایتالیایی و فریولی را از بدو تولد آموختند، گروه دوم ایتالیایی را در مهدکودک یا دبستان آموختند. همه شرکت‌کنندگان در هر دو زبان مهارت بالایی داشتند، اما بیشتر در معرض زبان ایتالیایی بودند تا فریولی.

نتایج نشان‌دهنده همپوشانی کامل فعال سازی‌های عصبی در زبان اول و دوم در هر دو کار تولید و درک مطلب بود. با این حال، فعال سازی اضافی برای زبان کمتر در معرض در ناحیه تالاموس چپ، که در فرآیندهای نظارت بر زبان نقش دارد، شناسایی شد (مستریس-میسی، ۲۰۰۸) این آخرین یافته به عنوان تأیید شواهد روان‌زبانی مبنی بر اینکه کاهش قرار گرفتن در معرض یک زبان خاص، پردازش کنترل‌شده آن زبان را افزایش می‌دهد، تفسیر شد. مطالعات دیگر فعالیت مغزی اضافی را در شکنج فرونتال تحتانی چپ و سایر نواحی جلوی پیشانی برای افراد چندزبانه با مهارت پایین در زبان دوم را ثبت کردند (ماریان و همکاران ۲۰۰۷).

کنترل زبان به مجموعه‌ای از توانایی‌های شناختی اشاره دارد که افراد چندزبانه را قادر می‌سازد تا از زبان مقصد استفاده کنند در حالی که بر تداخل بالقوه زبان (هایی) که در حال استفاده نیستند، اما دائماً در ذهن چندزبانه فعال هستند، نظارت می‌کنند (گرین، ۱۹۹۸). این وظیفه کنترل پیچیده توسط یک شبکه قشری-زیرقشری هماهنگ شده است که عمدتاً با زیرساخت عصبی مربوط به عملکردهای کنترل اجرایی عمومی همپوشانی دارد (ابوطالبی و گرین ۲۰۱۶).

مداخله سیستم کنترل اجرایی در پردازش زبان چندزبانه به نیاز به توجه انتخابی به یک زبان، نظارت بر گفتار از نفوذ زبان‌های دیگر و تغییر از زبانی به زبان دیگر نسبت داده شده است (گرین ۱۹۹۸؛ ابوطالبی و گرین ۲۰۰۷؛ کرول و همکاران ۲۰۰۸). شواهد تصویربرداری عصبی عملکردی نشان داده است که افراد چندزبانه مدارهای عصبی را فعال می‌کنند که خارج از شبکه کلاسیک زبان در اطراف شیار پریسیلوین قرار دارند، مانند قشر پشتی جانبی شکنج پیش‌پیشانی، ناحیه حرکتی مکمل، قشر قدامی شکنج زاویه‌ای، هسته دمی در دو نیمکره و مخچه (پلیاتسیکاس و لوک ۲۰۱۶).

گویشوران چندزبانه و تک‌زبانه در وظایف کنترل اجرایی، فعال شدن کمتر در قشر قدامی شکنج زاویه‌ای افراد چندزبانه به طور قابل توجهی با حجم ماده خاکستری محلی بیشتر مرتبط بود، که نشان دهنده تنظیم ویژه این منطقه برای مدیریت همزمان چند زبان است. (ابوطالبی و همکاران ۱۳۹۱).

بنابراین مطالعات با استفاده از روش‌های جدید یعنی مطالعات مبتنی بر فناوری‌های جدید عصب‌شناختی (تصویربرداری تشدید مغناطیسی کارکردی و پتانسیل مغزی رویدادمحور) چارچوبی مفید برای درک سازمان‌بندی عصبی زبان و حتی دوزبانگی است و یافته‌های به دست آمده از این مطالعات به علت برخط بودن معتبرتر است و می‌تواند علاوه بر کمک به

حل مسائل ناشناخته، در تأیید و رد یافته‌های پیشین که براساس روش‌های برون خط هستند (پرسشنامه، فشردن دکمه و ...) نیز مفید هستند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- Abutalebi, J. (2008). Neural aspects of second language representation and language control. Acta Psychologica 128 (3): 466–478.
- Abutalebi, J., Della Rosa, P.A., Green, D.W. et al. (2012). Bilingualism tunes the anterior cingulate cortex for conflict monitoring. Cerebral Cortex 22 (9): 2076–2086.
- Abutalebi, J. and Green, D.W. (2007). Bilingual language production: the neurocognition of language representation and control. Journal of Neurolinguistics 20 (3): 242–275.
- Berken, J.A., Gracco, V.L., and Klein, D. (2017). Early bilingualism, language attainment, and brain development. Neuropsychologia 98: 220–227.
- Binder, J.R., Desai, R.H., Graves, W.W., and Conant, L.L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. Cerebral Cortex 19: 2767–2796.
- Cappa, S.F. (2012). Imaging semantics and syntax. NeuroImage 61 (2): 427–431.
- Chomsky, N. (1957). Syntactic Structures. The Hague, The Netherlands: Mouton.
- Consonni, M., Cafiero, R., Marin, D. et al. (2013). Neural convergence for language comprehension and grammatical class production in highly proficient bilinguals is independent of age of acquisition. Cortex 49 (5): 1252–1258
- de Bruin, A., Della Sala, S., and Bak, T.H. (2016). The effects of language use on lexical processing in bilinguals. Language, Cognition and Neuroscience 31 (8): 967–974.
- Friederici, A.D. (2015). White matter pathways for speech and language processing. In: The Human Auditory System: Fundamental Organization and Clinical Disorders, vol. 129 (ed. G.G. Celesia and G. Hickok), 177–186. New York, NY: Elsevier
- Friederici, A.D. and Gierhan, S.M. (2013). The language network. Current Opinion in Neurobiology 23 (2): 250–254.
- Golestani, N. (2015). Neuroimaging of phonetic perception in bilinguals. Bilingualism: Language and Cognition 19 (4): 1–9.
- Green, D.W. (1998). Mental control of the bilingual lexico-semantic system. Bilingualism: Language and Cognition 1 (2): 67–81.
- Green, D.W. (2003). The neural basis of the lexicon and the grammar in L2 acquisition. In: The Interface Between Syntax and the Lexicon in Second Language Acquisition (ed. R. van Hout, A. Hulk, F. Kuiken and R. Towell), 197–218. Amsterdam, The Netherlands: John Benjamins.
- Howes, D.H. & Solomon, R.L. (1951). Visual duration threshold as a function of word probability.
- *Journal of Experimental Psychology, 41,* 401 – 410
- Ivanova, I. and Costa, A. (2008). Does bilingualism hamper lexical access in speech production? Acta Psychologica 127 (2): 277–288.
- Johnson, J.S. and Newport, E.L. (1989). Critical period effects in second language learning: the influence of maturational state on the acquisition of English as a second language. Cognitive Psychology 21 (1): 60–99.

- Kotz, S.A. (2009). A critical review of ERP and fMRI evidence on L2 syntactic processing. Brain and Language 109 (2): 68–74.
- Levelt, W. J. (2013). *A history of psycholinguistics: The pre-Chomskyan era*. Oxford University Press.
- Liu, H. and Cao, F. (2016). L1 and L2 processing in the bilingual brain: a meta- analysis of neuroimaging studies. Brain and Language 159: 60–73.
- Love, R. J., & Webb, W. G. (2013). *Neurology for the speech-language pathologist*. Butterworth-Heinemann.
- Mestres-Missé, A., Camara, E., Rodriguez- Fornells, A. et al. (2008). Functional neuroanatomy of meaning acquisition from context. Journal of Cognitive Neuroscience 20 (12): 2153–2166.
- Marian, V., Shildkrot, Y., Blumenfeld, H.K. et al. (2007). Cortical activation during word processing in late bilinguals: similarities and differences as revealed by functional magnetic resonance imaging. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology 29 (3): 247–265.
- Marian, V., Shildkrot, Y., Blumenfeld, H.K. et al. (2007). Cortical activation during word processing in late bilinguals: similarities and differences as revealed by functional magnetic resonance imaging. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology 29 (3): 247–265.
- Mitchell, D. (2004). On-line methods in language processing: Introduction and historical review. In M. Carreiras & C. Clifton, Jr.(Eds.), *The on-line study of sentence comprehension: Eyetracking, ERP,*
- *and beyond* (pp. 15–32). Brighton, UK: Psychology Press.

- Moser, D., Fridriksson, J., Bonilha, L. et al. (2009). Neural recruitment for the production of native and novel speech sounds. NeuroImage 46 (2): 549–557.
- Mouthon, M., Annoni, J.M., and Khatebc, A. (2013). The bilingual brain. Swiss Archives of Neurology and Psychiatry 64 (8): 266–273.
- Pinker, S. and Ullman, M.T. (2002). The past and future of the past tense. Trends in Cognitive Sciences 6 (11): 456–463.
- Parker-Jones, o., Green, D.W., Grogan, A. et al.¯(2012). Where, when and why brain activation differs for bilinguals and monolinguals during picture naming and reading aloud. Cerebral Cortex 22 (4): 892–902.
- Pliatsikas, C., DeLuca, V., Moschopoulou, E., and Saddy, J.D. (2017). Immersive bilingualism reshapes the core of the brain. Brain Structure and Function 222 (4): 1785–1795
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, *124*(3), 372–422.
- Rosselli, M., Ardila, A., Araujo, K. et al. (2000). Verbal fluency and repetition skills in healthy older Spanish-English bilinguals. Applied Neuropsychology 7 (1): 17–24.

- Sakai, K.L., Miura, K., Narafu, N., and Muraishi, Y. (2004). Correlated functional changes of the prefrontal cortex in twins induced by classroom education of second language. Cerebral Cortex 14 (11): 1233–1239.
- Sebastian, R., Laird, A.R., and Kiran, S. (2011). Meta-analysis of the neural representation of first language and second language. Applied PsychoLinguistics 32 (4): 799–819.
- Sugiura, L., Ojima, S., Matsuba-Kurita, H. et al. (2015). Effects of sex and proficiency in second language processing as revealed by a large- scale fNIRS study of school-aged children. Human Brain Mapping 36 (10): 3890–3911.
- Tatsuno, Y. and Sakai, K.L. (2005). Language- related activations in the left prefrontal regions are differentially modulated by age, proficiency, and task demands. The Journal of Neuroscience 25 (7): 1637–1644.
- Ullman, M.T. (2016). The declarative/ procedural model: a neurobiological model of language learning, knowledge, and use. In: Neurobiology of Language (ed. G. Hickok and S.L. Small), 953–968. San Diego, CA: Elsevier
- Wang, Y., Xue, G., Chen, C. et al. (2007). Neural bases of asymmetric language switching in second-language learners: an ER-fMRI study. NeuroImage 35 (2): 862–870.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی