

یادگیری واژه‌های زبان بر اساس یک مدل شناختی

* دکتر محمود بی‌جن‌خان

استادیار گروه زبان‌شناسی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران

خلاصه

در این مقاله یک الگوی شناختی در یادگیری واژه‌های vowels زبان ارائه می‌گردد. در این مدل که به عنوان "اثر مغناطیسی درکی" شهرت دارد، برای هر آوای زبان یک حوزه مغناطیسی با مرکزیت یک نمونه نخستین فرض می‌شود که بر نمونه‌های نزدیک به نمونه نخستین اثر گذاشته و آنها را جذب می‌کند. شواهدی وجود دارد که کودک در ۶ ماهگی حوزه‌های مغناطیسی آواهای زبان مادری را یاد می‌گیرد. نگارنده، این مدل را برای واژه‌های زبان فارسی در بزرگسالان محک زده و به کمک این الگوی شناختی، هماهنگی واژه‌ای در زبان فارسی را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد.

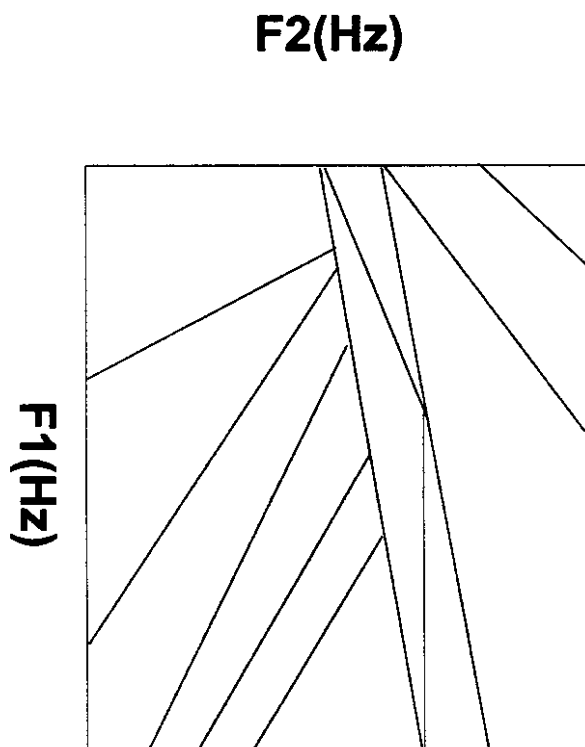
مقدمه

درک زبان language perception یک توانایی شناختی است که انسان را قادر می‌سازد تا بر اساس مجموعه‌ای از قواعد دستوری و واژگان، پیام زبانی دیگران را درک کند یا بفهمد. قواعد دستوری شامل قواعد تجزیه پیام به واحدهای معنایی و جمله‌ها، قواعد تجزیه جمله به گروه‌های نحوی، و گروه نحوی به تکواژها، و تکواژ به واج‌ها phoneme (آواهای زبان) و قواعد تجزیه واج به مشخصه‌های واجی است. اما درک گفتار speech perception عبارت است از توانایی شناختی است که انسان را قادر می‌سازد تا علامت صوتی حاصل از فعالیت دستگاه گفتار دیگران را در حوزه زمان و بسامه تجزیه و تحلیل نموده و به صورت رشته گسسته آواهای زبان درک کند. بنابراین منظور از درک گفتار، درک آواهای فیزیکی گفتار است، اما درک زبان و درک گفتار جزء مباحث روانشناسی زبان هستند (باطنی ۱۳۶۸). روانشناسی زبان نیز

شاخه‌ای از روانشناسی شناختی است (Cutler 1994). پینکر (Pinker) معتقد است که می‌توان هر توانایی شناختی انسان را بر حسب عملکرد قواعد یا محاسبات ذهنی بر روی بازنمایی‌ها representation توضیح داد (Pinker 1990). به عبارت دیگر، در هر فعالیت شناختی نوعی "پردازش اطلاعات" وجود دارد. "اطلاعات" همان "بازنمایی" و "پردازش" همان "عملکرد قواعد یا محاسبات ذهنی" هستند. برای درک پیام زبانی، پردازش بر روی بازنمایی‌ها یا عناصر زبانی از قبیل مشخصه‌های واجی، واج‌ها، تکواژها، واژه‌ها و عناصر نحوی و معنایی انجام می‌شود. اما برای درک گفتار، پردازش بر روی بازنمایی‌هایی گفتاری از قبیل مشخصه‌های آوایی انجام می‌شود. درک زبان از رهگذر نوعی پردازش نمادی بر روی بازنمایی‌های زبانی، که ماهیت مجرد دارند، انجام می‌شود. درحالی‌که درک گفتار از طریق نوعی پردازش علامتی بر روی بازنمایی‌های گفتاری، که ماهیت فیزیکی دارند، انجام می‌شود. اینک پرسشی که در روانشناسی شناختی مطرح است آن است که چه رابطه‌ای بین درک زبان و گفتار با سایر فعالیت‌های شناختی وجود دارد. در این باره دو نظریه رایج است (Meltzoff & Gopnik 1990). عده‌ای معتقدند چون دانش زبانی یک موهبت زیست‌شناختی به نوع انسان است، یعنی کودک با زبان متولد می‌شود، بنابراین درک زبان مستقل از کلیه توانایی‌های شناختی است. این گروه با تأثیر از آراء نوآم چامسکی Chomsky زبان‌شناس امریکایی، به حوزه‌بندی ذهن معتقدند. از نظر این گروه ذهن به حوزه‌های متعددی تقسیم می‌شود که هر یک از دیگری مستقل است. به عبارت دیگر، ماهیت یکپارچه ذهن بر حسب توانایی‌های شناختی افزای می‌شود. عده‌ای نیز معتقدند که درک زبان به سایر توانایی‌های شناختی وابسته است زیرا دانش زبانی همراه یا بعد از بعضی موفقیت‌های شناختی و گذر از مراحل معینی در ذهن کودک ظاهر می‌شود. اینان متأثر از آراء ژان پیاژه، روانشناس سوئیسی، به یکپارچگی ذهن و وابستگی توانایی‌های شناختی به یکدیگر اعتقاد دارند. به عنوان مثال، تحقیقات اخیر نشان

بسامدهای سازه اول و دوم $F1$ و $F2$ در نظر می‌گیرد (به یادداشت اول مقاله مراجعه شود).

مغز کودک از نظر ژنتیکی به گونه‌ای برنامه ریزی شده است که می‌تواند مستقل از یک زبان خاص، فضای دو بعدی $F1 \times F2$ علامت گفتار را به نواحی مجزا از هم افراز کند به گونه‌ای که هر ناحیه ویژگی درکی یک واژه ممکن را نشان دهد (شکل ۱). بنابراین، مرحله اول دلالت بر یک توانایی شناختی که در آن نوعی پردازش زیستی یا تکوینی بر روی بازنمایی‌های $F1$ و $F2$ انجام می‌شود، دارد.



شکل ۱- توانایی ژنتیکی کودک در افراز فضای صوتی به واژه‌های ممکن

در مرحله دوم، پس از آنکه کودک حدود شش ماه در معرض داده‌های گفتاری زبان مادری قرار گرفت، با یک پردازش میانگین‌گیری بر روی سازه‌های اول و دوم واژه‌های زبان مادری، نمونه نخستین واژه‌ها را انتزاع کرده و در حافظه خود ذخیره می‌کند (Kuhl 1992). بنابر این، به تعداد n واژه زبان، n نمونه نخستین یا مفهوم زبانی در ذهن کودک شکل می‌گیرد. شکل ۲ نمونه نخستین واژه‌های انگلیسی و ژاپنی را در فضای $F1$ و $F2$ نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود زبان‌ها در تعداد نمونه نخستین واژه‌ها و محل آنها در فضای صوتی می‌توانند متفاوت باشند.

می‌دهند کودک در ۹ ماهگی توانایی تکرار کلمه را به عنوان یک فعالیت شناختی غیر زبانی کسب می‌کند، به گونه‌ای که این فعالیت بر اکتساب الگوهای زبانی مؤثر است (Meltzoff & Gopnik 1990). در حالیکه بر طبق رویکرد پیازه در اکتساب زبان، کودک در سن ۱۸ ماهگی از مرحله احساسی- حرکتی وارد مرحله توانایی‌های شناختی عالی‌تر مانند زبان می‌شود. بنابر این، کسب توانایی‌های شناختی غیر زبانی مقدمه‌ای بر اکتساب زبان کودک و تأثیر گذار است. اما گروه اول معتقدند چون دانش زبانی یک موهبت زیستی یا غریزی است، رشد زبان در کودک بصورت فی‌البداهه و مستقل از آموزش بعضی توانایی‌های شناختی، مانند آموزش تکرار کلمه به کودک از سوی والدین است (Akmajian et al. 1985). در این مقاله درک زبان را به درک آواهای زبان محدود می‌کنیم. درباره رابطه بین درک زبان و درک گفتار دو سؤال مطرح است:

- ۱- درک زبان و گفتار چگونه در کودک رشد می‌کند؟
- ۲- رابطه بین درک زبان و گفتار در گویشوران بالغ یک زبان چگونه است؟

هدف نگارنده در این مقاله این است که درباره چگونگی درک واژه‌های زبان بحث کند و از این رهگذر به قسمتی از سؤال اول پاسخ دهد.

در قسمتی از مقاله نظریه اثر مغناطیسی درکی برای واژه‌های زبان مطرح می‌شود. در بخشهای بعدی مقاله واژه‌های زبان فارسی بر اساس این نظریه تحلیل شده و درباره فاصله درکی واژه‌های زبان فارسی از یکدیگر بحث می‌شود. در نهایت یک تحلیل غیر خطی از هماهنگی واژه‌های زبان ارائه شده و نتیجه‌گیری خواهد شد.

نظریه اثر مغناطیسی درکی: در این بخش به توصیف

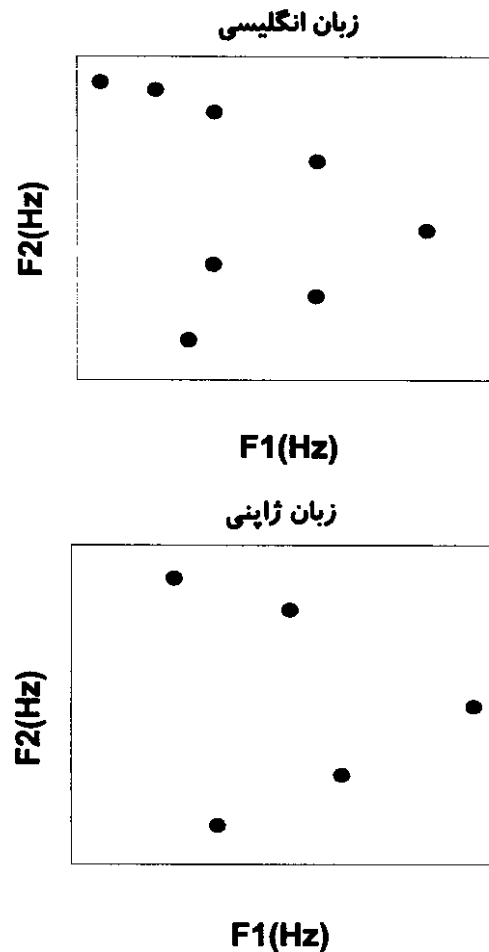
نظریه پاتریشیا کول Kuhl، زبان‌شناس و روان‌شناس آمریکایی، درباره ساخت و کار یادگیری آواهای زبان کودک می‌پردازیم. نظریه وی که تحت عنوان "اثر مغناطیسی درکی" "perceptual magnetic effect" شناخته شده، یک نظریه نمونه‌های نخستین prototype است (Hardcatle & Laver 1992, Kuhl 1992). نظریه نمونه نخستین مدعی است که هر مفهوم مانند Y دارای یک ساخت درونی است بطوریکه تعلق نمونه‌هایی چون $(i=1,2, \dots, n)$ را به آن مفهوم مشخص می‌کند (Ralson 1980). وی شواهدی به دست می‌دهد که کودک نمونه‌های نخستین آواهای زبان مادری خود را طی سه مرحله تا سن ۶ ماهگی یاد می‌گیرد.

در مرحله اول، کودک از بدو تولد به گونه‌ای غریزی قادر است با حساسیتی که به بازنمایی‌های صوتی دارد، آواهای ممکن در زبان‌ها را از یکدیگر تمیز دهد. کول بازنمایی‌های صوتی را در یادگیری واژه‌ها

/i/ با تمهیدات مختلف برای افراد بالغ و کودکان پخش شدند. نتایج آزمایش نشان داد که آزمودنی‌های بالغ و کودک درصد بسیار بیشتری از ۳۲ نمونه اول را به صورت نمونه نخستین /i/ درک کردند، در حالیکه این درصد برای نمونه ضعیف /i/ به مراتب به طور معنی‌داری کمتر بود. کول نتیجه گرفت که اولاً درک نمونه نخستین واکه‌ها در کودکان و افراد بالغ یکسان است، ثانیاً نمونه نخستین در مقایسه با نمونه ضعیف واکه‌ها قدرت بیشتری در جذب واکه‌های نزدیک به خود دارد. به عبارت دیگر، نمونه نخستین واکه‌ها در فضای صوتی، حوزهای مغناطیسی ایجاد می‌کنند که باعث می‌شوند آزمودنی‌های کودک و بالغ نمونه‌هایی را که در این حوزه قرار می‌گیرند به صورت نمونه نخستین درک کنند (Kuhl 1992).

در مرحله سوم، کودک با اکتساب حوزه‌های مغناطیسی درک واکه‌ها، افراز فضای صوتی در مرحله اول را با توجه به تجربه زبانی در مرحله دوم اصلاح می‌کند. این اصلاح ناشی از جذب نمونه‌های متعدد واکه‌ای به نزدیکترین نمونه نخستین به خود است که در نهایت منجر به افراز فضای صوتی به نواحی جدید می‌شود، به گونه‌ای که هر ناحیه شامل نمونه نخستین یک واکه زبان و واکه‌های شبیه به آن می‌شود. شکل ۳ افراز فضای صوتی را به نواحی جدید درکی برای واکه‌های زبان انگلیسی و زبان ژاپنی نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود نمونه‌های نخستین واکه‌های زبان انگلیسی و ژاپنی با جذب نمونه‌های واکه‌ای نزدیک به خود، به دوگونه متفاوت فضای صوتی را برش می‌دهند و کودک از این رهگذر با تجربه زبانی خود، واج شناسی افراد بالغ را کسب می‌کند و یا از درک واکه‌های گفتاری به طور اعم به درک واکه‌های زبان مادری خود به طور اخص ناظر می‌شود. بنابراین، کول به این نتیجه رسید که درک آواهای زبان در کودک قبل از درک معنی کلمات یا تقابل‌های واجی در سن ۶ ماهگی ظاهر می‌شود. در حالیکه پژوهش‌های پیشین نشان داده بودند که درک آواهای زبان همزمان با درک معنی کلمات یا تقابل‌های واجی از سن ۱۰ تا ۱۲ ماهگی در کودک ظاهر می‌شود (Kuhl 1992).

واکهای زبان فارسی: آنچه که در مورد درک واکه‌های زبان فارسی باید به آن پرداخت، مرحله دوم و سوم نظریه اثر مغناطیسی درکی است. نگارنده، آزمایش اول کول را با یک شیوه متفاوت انجام داد (بی‌جن خان ۱۳۷۵) اما آزمایش دوم کول را تاکنون برای واکه‌های زبان فارسی انجام نداده است. با توجه به این موضوع که هدف نهایی رشد زبان در کودک، اکتساب الگوهای زبانی افراد بالغ است، (Pinker 1990)، نگارنده به روش زیر اقدام به تهیه الگوهای زبانی افراد بالغ فارسی زبان نمود.



شکل ۲. نمونه‌های نخستین واکه‌های زبان انگلیسی و ژاپنی در فضای صوتی برای کودکان ۶ ماهه

کول با انجام دو آزمایش به این نتیجه رسید که هر کدام از نمونه‌های نخستین واکه‌ها در فضای صوتی یک حوزه مغناطیسی دارند، بطوریکه سایر نمونه‌های شبیه به خود را جذب می‌کنند. وی در آزمایش اول با سنتز رایانه‌ای مقادیر مختلف F1 و F2 تعداد زیادی واکه /i/ ساخت. سپس با پخش آنها برای افراد بالغ، از آنان خواست به واکه‌های ساخته شده بر حسب شباهت به واکه /i/ نمره‌ای بین ۱ تا ۷ بدهند. آزمودنی‌ها به یک نمونه از واکه‌ها بیشترین نمره (بطور متوسط ۶/۷) و به یک نمونه از واکه‌ها کمترین نمره (بطور متوسط ۲) را دادند. کول، واکه اول را نمونه نخستین (P) و واکه دوم را نمونه ضعیف (NP) برای /i/ نامید. در آزمایش دوم با سنتز مقادیر مختلف در همسایگی F1 و F2 از P، تعداد ۳۲ نمونه جدید /i/ در نزدیکی نمونه نخستین و با سنتز مقادیر مختلف در همسایگی F1 و F2 از NP، تعداد ۳۲ نمونه جدید /i/ در نزدیکی نمونه ضعیف ساخته شدند. در مجموع، ۶۴ نمونه

انتقال داده شد و سپس طیف بسامدی هر واژه با استفاده از نرم افزار تجزیه و بازسازی ال. پی. سی با مشخصات زیر تهیه گردید:

- بسامد نمونه برداری: ۱۰ کیلو هرتز

- درجه ال. پی. سی: ۱۲

- طول قالب: ۲۰ میلی ثانیه

- نوع تجزیه: همزمان با ارتفاع ($F\phi$)

- پنجره: همینگ

- طول گام: ۸ میلی ثانیه

۳- بسامد سازهای با استفاده از رابطه لگاریتمی زیر (Z) از مقایس هرتز به مقیاس بارک تبدیل گردید.

$$Z = 6 \ln \left[\frac{f}{f_0} + \sqrt{\left(\frac{f}{f_0} \right)^2 + 1} \right]$$

مقایس بارک (Z) یک مقیاس غیر خطی از مقیاس هرتز (f) است که تقریب بهتری از ارتعاش پرده بازیر در گوش داخلی را نشان می‌دهد (Junqua 1993).

۴- به ازای هر واژه میانگین بسامد سازه‌های اول و دوم برای تمامی قالب‌های ال. پی. سی و برای تمامی گویشواران محاسبه شد.

۵- در مرحله بعد فاصله ادراکی هر واژه ساده زبان فارسی (D_{ij}) تهیه گردید.

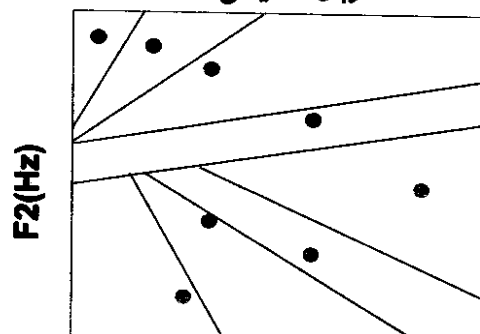
نتایج

میانگین بسامد سازه‌های اول $B1$ و دوم $B2$ برای تمامی قالب‌های ال. پی. سی و برای هرگویشور به دست آمد (جدول ۱). با توجه به میانگین $B1$ و $B2$ در جدول ۱ برای ۳۶ نمونه واژه فارسی در افراد بالغ شکل ۴ نمونه نخستین واژه‌های زبان فارسی در فضای صوتی حاصل شد.

بحث

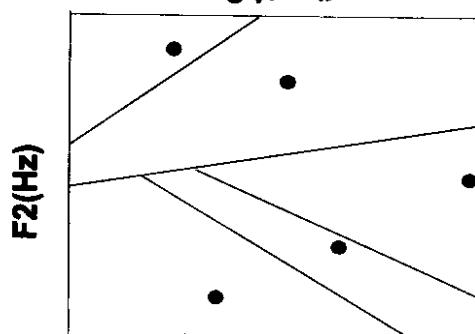
همانطور که اشاره شد، شکل ۴ نشانگر وضعیت نمونه‌های نخستین واژه‌های زبان فارسی در فضای صوتی است. فرضیه نگارنده این است که کودکان فارسی زبان در ۶ ماهگی نمونه نخستین واژه‌ها را بر اساس شکل ۴ یاد می‌گیرند. برای آزمودن این فرض باید آزمایش دوم کول را در مورد کودکان فارسی زبان تکرار کرد.

زبان انگلیسی



F1(Hz)

زبان ژاپنی



F1(Hz)

شکل ۳. یادگیری واژه‌های زبان در کودکان انگلیسی و ژاپنی در اثر خاصیت منطابسی نمونه‌های نخستین و افراز فضای صوتی به نواحی جدید

روش

نگارنده برای رسم فضای هندسی واژه‌های زبان فارسی بر اساس الگوی پراکندگی شیب‌دار مراحل زیر را انجام داد:

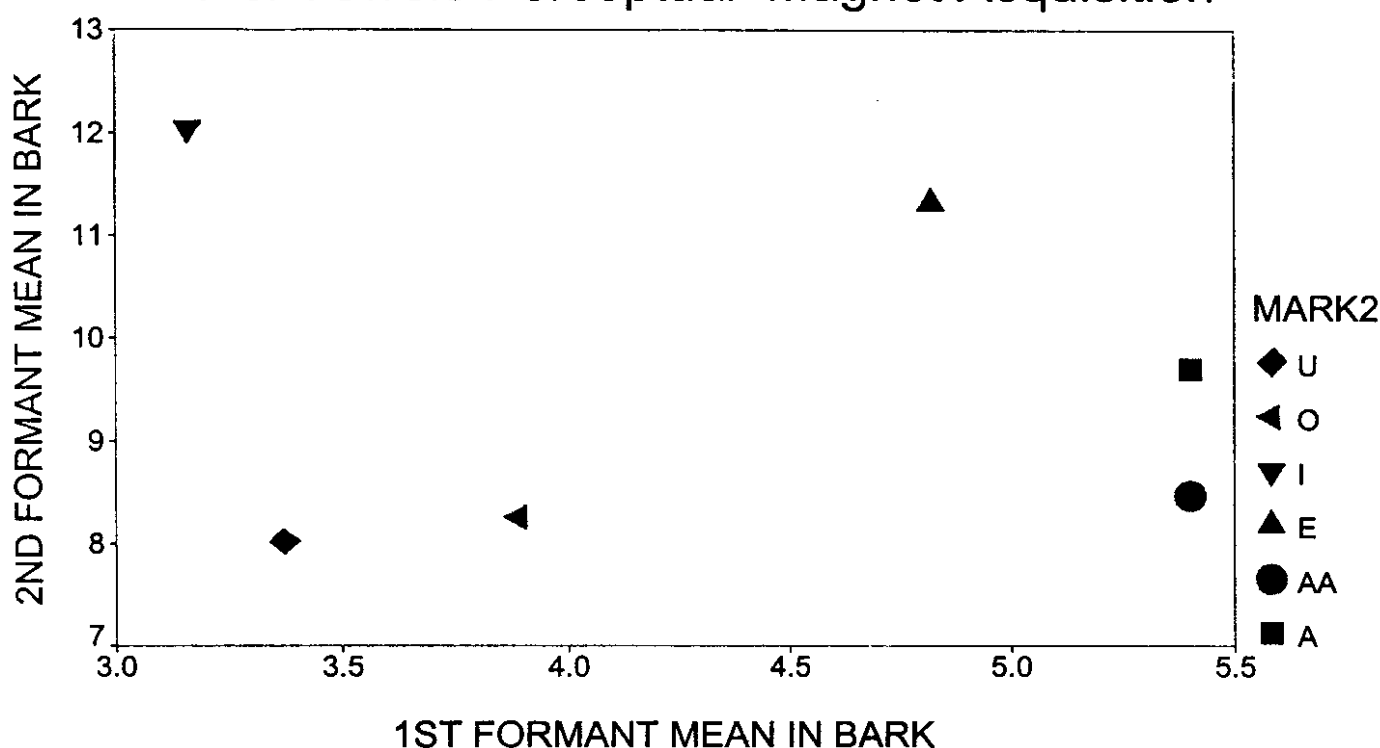
۱- ۳۶ واژه سه مرد و سه زن با گویش فارسی تهرانی بر حسب بافتهای متنوع آوایی و طرحهای تکیه‌ای متفاوت از دادگان فارس دات (Bijankhan, 1994, اسلامی و بی‌جن‌خان ۱۳۷۵) انتخاب شدند.

۲- پرونده کامپیوتری هر واژه از دادگان فارس دات روی سونوگراف

۱	e	۴/۸۲	۱۱/۳۲	۱/۳۲	.۶۴
۲	i	۳/۱۶	۱۲/۰۴	.۸۰	.۴۰
۳	a	۵/۴	۹/۷	.۹۰	.۹۷
۴	u	۳/۳۷	۸/۰۲	.۷۰	.۸۵
۵	o	۳/۸۹	۸/۲۶	.۱۶	.۷۷
۶	ɑ	۵/۴	۸/۴۷	.۶۶	.۸۱

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار سازه اول (B1) و دوم (B2) بر حسب بارک برای واژه‌های فارسی

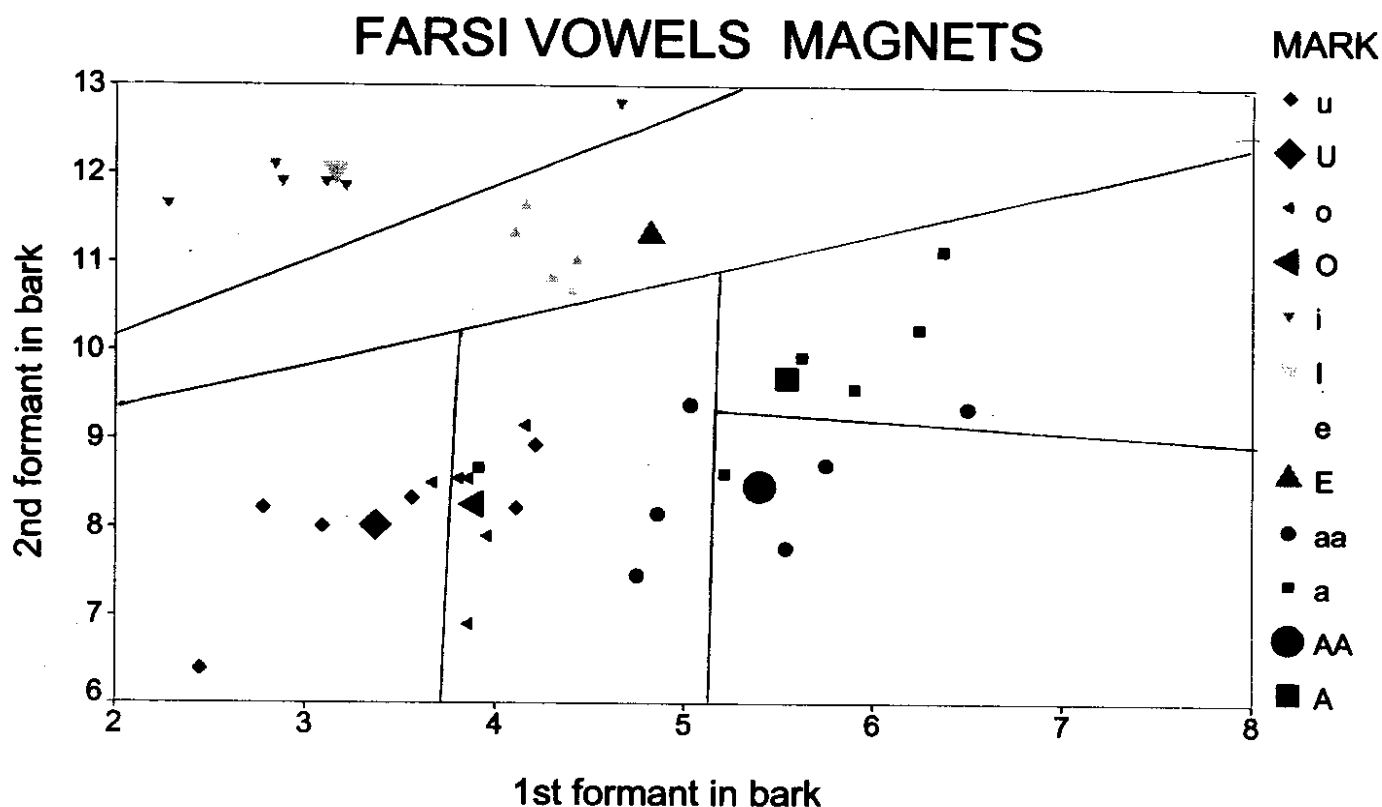
Farsi Vowels Perceptual Magnet Acquisition



شکل ۴- نمونه نخستین واژه‌های زبان فارسی در فضای صوتی در چارچوب نظریه اثر مغناطیسی درکی

باعث می‌شود نمونه‌های همان واژه به سوی آن جذب شوند، نمونه‌های بازسازی شده نیز به سوی نمونه نخستین جذب می‌شوند. به عبارت دیگر کودک نمونه‌های بازسازی شده نزدیک به نمونه نخستین واژه‌ای چون /i/ را باید بصورت /i/ درک کند. اما در شکل ۵ تداخل نمونه‌های واژه‌ها در حوزه‌های همسایه به وضوح مشاهده می‌شود. درباره تداخل نمونه‌های واژه /a/ در حوزه مغناطیسی /a/، یا واژه /e/ در حوزه مغناطیسی /i/، یا واژه /o/ در حوزه مغناطیسی /u/ یا واژه /ɑ/ در حوزه مغناطیسی /o/ می‌توان به دو صورت بحث کرد:

شکل ۵ پراکندگی ۳۶ نمونه واژه فارسی را حول نمونه‌های نخستین نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، نمونه نخستین واژه‌های /i/، /e/، /a/، /u/، /o/ و /ɑ/ به ترتیب با علائم بزرگ O، U، A، E، I و AA نشان داده شده‌اند (واژه /a/ با علامت aa مشخص شده است). در این شکل، نمونه‌های هر واژه به نمونه نخستین همان واژه، در مقایسه با سایر نمونه‌های نخستین، نزدیکتر است. بنابر این، می‌توان نتیجه گرفت که بر اساس اثر مغناطیسی درکی که نمونه نخستین هر واژه در اطراف خود یک حوزه مغناطیسی ایجاد می‌کند و



شکل ۵۰ پراکندگی ۳۶ نمونه واژه فارسی در فضای صوتی حول نمونه‌های نخستین و افزاز فضای صوتی به شش ناحیه که دارای همپوشی هستند.

ساختی /e/ در روساخت بصورت [o] یا [i] ظاهر می‌شود:
//be + ro// [boro] و //be + fir// [bifir]

فاصله درکی واژه‌ها: آنچه که کول در مرحله سوم یادگیری واژه‌های زبان از دیدگاه واج‌شناسی بر آن تأکید دارد این است که حوزه مغناطیسی هر واژه مانند V، فاصله نمونه‌های متعلق به خود را از نمونه نخستین واژه V می‌کاهد و فاصله نمونه‌های سایر واژه‌ها را از نمونه نخستین V افزایش می‌دهد و از این رهگذر، تقابل واجی بین واژه‌های زبان بیشینه maximal می‌شود (Kuhl 1992). اما بر اساس آنچه که نگارنده "تداخل نمونه‌های واژه‌ای" نام نهاده، با استفاده از یک فاصله ریاضی مانند فاصله اقلیدسی (نگاه کنید به یادداشت شماره ۲)، می‌توان فاصله بین نمونه‌های نخستین واژه‌ها را اندازه گرفت و آن را فاصله درکی واژه‌ها از یکدیگر نامید. هرچه فاصله درکی بین نمونه نخستین V1 از نمونه نخستین V2 کمتر باشد، امکان اینکه صورت زیر

بحث اول - فرضیه حوزه بندی فضای واژه‌ای به شش حوزه مستقل از هم، به طوریکه هر حوزه متعلق به نمونه نخستین یک واژه و نمونه‌های مربوطه‌اش باشد، قابل دفاع نیست. بنابراین، درک واژه‌های زبان مبتنی بر یک منطق دوازشی نیست، بلکه باید از یک منطق تک ارزشی یا چند ارزشی مانند منطق امکان تبعیت کند (بی‌جن خان ۱۳۷۴).

بحث دوم - تداخل نمونه‌های یک واژه چون V1 در حوزه مغناطیسی واژه‌ای چون V2 به این معنی است که این امکان وجود دارد که نمونه‌های واژه V1 جذب حوزه مغناطیسی واژه V2 شوند یا بصورت واژه V2 درک شوند. بنابر این، می‌توان فرایندهای واجی ای را پیش بینی کرد که در آنها صورت زیر ساختی V1 در روساخت بصورت نمونه‌های V2 ظاهر شوند. به عنوان مثال، حق شناس (حق شناس ۱۳۶۹) مثال‌هایی از زبان فارسی ارائه کرده که در آنها صورت زیر

مدلهای شناسایی چهره

شناخت چهره، یکی از توانایی‌های اعجاب‌انگیز سیستم ادراک انسانها است. چنانکه الیس Ellis معتقد است توانایی انسانها در متمایز ساختن چهره‌ها از یکدیگر اوج کارکرد سیستم ادراک میانی است. چهره‌ها که در مقایسه با سایر اجسام، اشکالی متفاوتی بسیار جزی هستند به راحتی توسط مغز انسان از یکدیگر تمیز داده می‌شوند. همچنین توانایی درک چهره از زمره مهارت‌هایی است که از اولین ساعات تولد شکل می‌گیرد. نوزاد انسان به چهره حساسیت خاصی نشان می‌دهد. دانشمندان نشان داده‌اند که نوزادان حتی ۱۰ دقیقه بعد از تولد به چهره، در مقایسه با یک شکل شبیه به سر انسان ولی بدون چهره یا دارای اجزاء به هم ریخته صورت بیشتر توجه می‌کنند. حدود ۴۸ ساعت بعد از تولد نیز نوزادان انسان به چهره مادر خود عکس‌العمل خاص نشان می‌دهند؛ توانایی که برای سیستم عصبی مرکزی نارس نوزادان بسیار قابل توجه است.

اما تمایز و تفکیک چهره‌ها از یکدیگر میسر است؟ همانگونه که در مقاله یادگیری درک واژه‌ها به کمک یک مدل شناختی اشاره شده بابلوغ سیستم عصبی مرکزی یک رشته نمونه‌های نخستین Prototype در مورد واژه‌ها Vowels شکل می‌گیرد. طبق این مدل واژه‌ها، بنا به نزدیکی یا دوری خود از نمونه‌های نخستین مورد ارزیابی، شناسایی و تمایز از یکدیگر قرار می‌گیرند. هر واژه‌ای که شنیده می‌شود به نزدیکترین نمونه نخستین به خود جذب شده و به عنوان آن واژه شناسایی می‌شود. بواقع در این مدل نمونه‌های نخستین مانند یک آهن ربا عمل کرده و واژه‌های نزدیک به خود را جذب می‌کنند. به همین دلیل این مدل به عنوان واژه مغناطیسی درکی شهرت دارد. مشابه آنچه را پاترشیا کول Kuhl در مورد درک واژه‌ای مطرح ساخته است، نیم والتین T.Valentine در مورد شناسایی چهره‌ها ارائه داده است.

Dy	i	e	a	u	o	α
i	.	۱/۴۲	۳/۹۳	۴/۰۵	۳/۹۳	۴/۳۱
e	۱/۴۲	.	۲/۵۲	۳/۴۱	۳/۰۶	۳/۰۸
a	۳/۹۳	۲/۵۲	.	۳/۲۵	۲/۵۵	۱/۴۳
u	۴/۰۵	۳/۴۱	۳/۲۵	.	۰/۷۲	۲/۰۹
o	۳/۹۳	۳/۰۶	۲/۵۵	۰/۷۲	.	۱/۳۸
α	۴/۳۱	۳/۰۸	۱/۴۳	۲/۰۹	۱/۳۸	.
جمع	۱۷/۶۴	۱۳/۴۹	۱۳/۶۸	۱۳/۵۲	۱۱/۶۴	۱۲/۲۹

جدول شماره ۲- فاصله درکی واژه‌های زبان فارسی از یکدیگر بر حسب بارک

بحث اول - فاصله واژه‌های u و a از سایر واژه‌ها بیشینه است و به ترتیب عبارتند از ۱۷/۶۴، ۱۳/۵۲ و ۱۳/۶۸ بارک. این سه واژه، واژه‌های جهانی می‌باشند که در اکثر زبانها یافت می‌شوند. بنابراین، باید انتظار داشت که کودک به راحتی آنها را از سایر واژه‌ها تمیز دهد، یا حوزه‌های مغناطیسی آنها قبل از سایر واژه‌ها در ذهن کودک شکل بگیرد. اگر چه ممکن است به علت وجود بعضی از واژه‌ها مانند /a/ در کلمات پرکار برد، شکل‌گیری حوزه مغناطیسی آنها در ذهن کودک نسبت به واژه‌های جهانی در اولویت بیشتری قرار گیرد.

ساختی V1 به صورت نمونه از V2 در روساخت ظاهر شود بیشتر است. یعنی V2 به V1 شبیه تر است و هرچه این فاصله بیشتر باشد، امکان اینکه V1 در روساخت به صورت V2 ظاهر شود کمتر است، یا به عبارت دیگر شباهت V2 به V1 کمتر است. جدول ۲ فاصله درکی واژه‌های زبان فارسی را از یکدیگر نشان می‌دهد. چون فاصله هر V1 از V2 مساوی V2 از V1 است، بنابراین جدول ۲ نسبت به قطرش متقارن است. درباره داده‌های این جدول به دو صورت می‌توان بحث و اظهار نظر کرد:

طبق نظر او چهره‌ها در حافظه بالین بر اساس یک فضای فرضی چند بعدی multidimensional شناختی ذخیره می‌شوند. به بیان دیگر برای هر n صفت و مشخصه عمده چهره مانند شکل کلی، رنگ مو، رنگ صورت، شکل لبها،... یک موقعیت هندسی در یک فضای n بعدی وجود دارد. هر قدر یک صفت چهره به نمونه نخستین آن صفت نزدیکتر باشد، موقعیت هندسی آن چهره به مرکز در آن بعد مربوط نزدیکتر است. پس تمامی چهره‌ها بر اساس مختصات خود در یک فضای چند بعدی قابل تمایز هستند. آنچه در جریان شناسایی چهره صورت می‌گیرد که گنجاری صفات چهره در این فضای n بعدی و مقایسه مختصات به دست آمده با مختصات چهره‌های قبلی است. اگر مختصات چهره فعلی با مختصات یکی از چهره‌های قبلی انطباق یابد یا شباهت داشته باشد به عنوان آن چهره شناسایی خواهد شد. همانند اثر مغناطیسی درکی در مورد واکه‌ها در شناسایی چهره نیز نمونه‌های نخستین نمونه‌های نزدیکتر را مانند آهن ربا جذب می‌کنند. نمونه‌های نخستین صفات چهره نیز در اوایل کودکی کسب می‌شوند و در واقع همانگونه که فضای واکه‌ای از partition می‌گردد فضای چهره‌ای Face Space نیز شکل گرفته و تکامل می‌یابد. اینکه بُعدهای با اهمیت در فضای چهره‌ای کدامند و نمونه‌های نخستین به چه شکلی هستند تا حد زیادی وابسته به فرهنگ و نژادی است که در آن سیستم عصبی رشد می‌یابد. بر حسب نبودن بعضی از بعدها و شکل نگرفتن آن در جریان رشد فردی در بعضی از گروه‌های انسانی ممکن است شناسایی چهره‌هایی را که در آنها بعدها رشد نیافته و تمایز کننده هستند، دچار اشکال سازد. این یکی از دلایلی است که چهره‌های غیر خودی اکثر اشیاء به یکدیگر به نظر می‌رسند در حالیکه برای اعضای آن نژاد کاملاً متمایز و قابل تمایزند. م.آ.

این قاعده یکی از انواع هماهنگی‌های واکه‌ای در زبان فارسی است. در این حالت می‌گوییم $/a/$ در هجای اول با $/a/$ در هجای دوم بر حسب محل تولید واکه هماهنگ شده‌است. این هماهنگی در سه حالت زیر مشاهده نمی‌شود:

حالت اول - آغاز هجای دوم غیر چاکنایی باشد. به مثال‌های زیر

باقا	بقا :	baGa	baGa
زامان	زمان :	zamon	zaman
بانا	بنا :	bana	bana

حالت دوم - واکه هجای اول یکی از واکه‌های $/e/$ یا $/i/$ باشد. به مثال‌های زیر دقت کنید:

باحال	بی حال :	bahal	bihal
صادا	صدا :	seda	sada
جاراب	جوراب :	djarab	djurab

حالت سوم - هجای اول از نوع CV، یا هجای باز، نباشد. به مثال‌های زیر دقت کنید:

فاره‌اد	فرهاد :	farhad	farhad
---------	---------	--------	--------

بحث دوم - تحول واکه‌ای در تاریخ زبان فارسی را می‌توان بر اساس فاصله درکی واکه‌ها تحلیل و پیش بینی کرد.*

هماهنگی واکه‌ای: یکی از فرایندهای واجی که می‌تواند ارتباط مستقیم با فاصله درکی بین واکه‌ها داشته باشد، هماهنگی واکه‌ای است. با استفاده از فاصله درکی می‌توان یک توضیح آوایی برای فرآیند هماهنگی واکه‌ای ارائه کرد. به تولید رسمی و محاوره‌ای واژه‌های زیر دقت کنید:

واژه	تولید محاوره‌ای	تولید رسمی (۱)
بها	baha	baha
بهار	bahar	bahar
جهان	džahan	džahan
مهار	mahar	mahar
شهاب	fahab	fahab
شهامت	fahomat	fahomat
معاد	ma ad	ma ad
معاش	ma af	ma af
شعار	fa ar	fa ar
رعایت	ra ayat	ra ayat
سعادت	sa adat	sa adat

قاعده واجی زیر را می‌توان از داده‌های فوق استخراج کرد:

H نشانگر همخوان چاکنایی است. a - Ha

*-نگارنده درباره تبدیل نظام واکه‌ای فارسی دری به نظام واکه‌ای فارسی امروز بحث کوتاهی کرده است رجوع کنید به بی‌جن خان، ۱۳۷۴، ص ۲۸-۳۷

هماهنگ می‌شود، از نظر تولیدی به معنی پسین شدن /a/ و از نظر صوتی به معنی نزدیک شدن F2 به F1 در /a/ است (به شکل ۶ نگاه کنید).

به این نتیجه می‌رسیم که هماهنگی /a/ با /a/ از نظر تولیدی به معنی اضافه شدن ویژگی [+پسین] به واژه خنثی، یعنی A، است. به این ترتیب [+پسین] باید مستقل از A باشد بنابراین آنچه که کودک در فرایند تولید محاورهای کلمات (۱) یاد می‌گیرد عبارتند از:

الف) واژه اول و دوم را A فرض می‌کند، بطوریکه بین این دو A یک همخوان چاکنایی وجود دارد. به این ترتیب، زنجیره AHA در یک لایه واجی شکل می‌گیرد.

ب) ویژگی [+پسین] در یک لایه مستقل از لایه واجی حضور دارد. ج) ویژگی [+پسین] بر هر دو A در لایه واجی گسترده می‌شود یا به آنها اضافه می‌شود. بنابراین، آنچه را که کودک یاد می‌گیرد، می‌توان در قاعده زیر خلاصه کرد:



سمت چپ قاعده یک توصیف ساختاری برای (الف) و (ب) است که گونه رسمی کلمات (۱) را توصیف می‌کند. سمت راست قاعده یک تغییر ساختاری در گونه رسمی کلمات (۱) را توصیف می‌کند که بر اساس (ج) ویژگی [+پسین] بر هر دو A گسترده شده است. این گستردگی با دو خط مورب پیوندی در قاعده نشان داده شده است. برونداد این قاعده همان گونه محاورهای کلمات (۱) خواهد بود. بر اساس نظریه مغناطیسی درکی، گستردگی [+پسین] بر A به معنی جذب گونه‌های [a] در حوزه مغناطیسی /a/ است. به عبارت دیگر، کودک در فرایند تولید محاورهای کلمات (۱) یاد می‌گیرد که /a/ را بصورت /a/ درک و تولید کند.

فعال	:	fa al
باهرام	:	bahram

حال این سؤال مطرح می‌شود که کودک در فرایند تولید محاورهای کلمات (۱) چه چیزهایی یاد می‌گیرد؟ برای پاسخ به این سؤال، چنین بحث می‌کنیم که دو شرط اساسی در یادگیری این نوع هماهنگی واژه‌ای به ترتیب حایز اهمیت هستند:

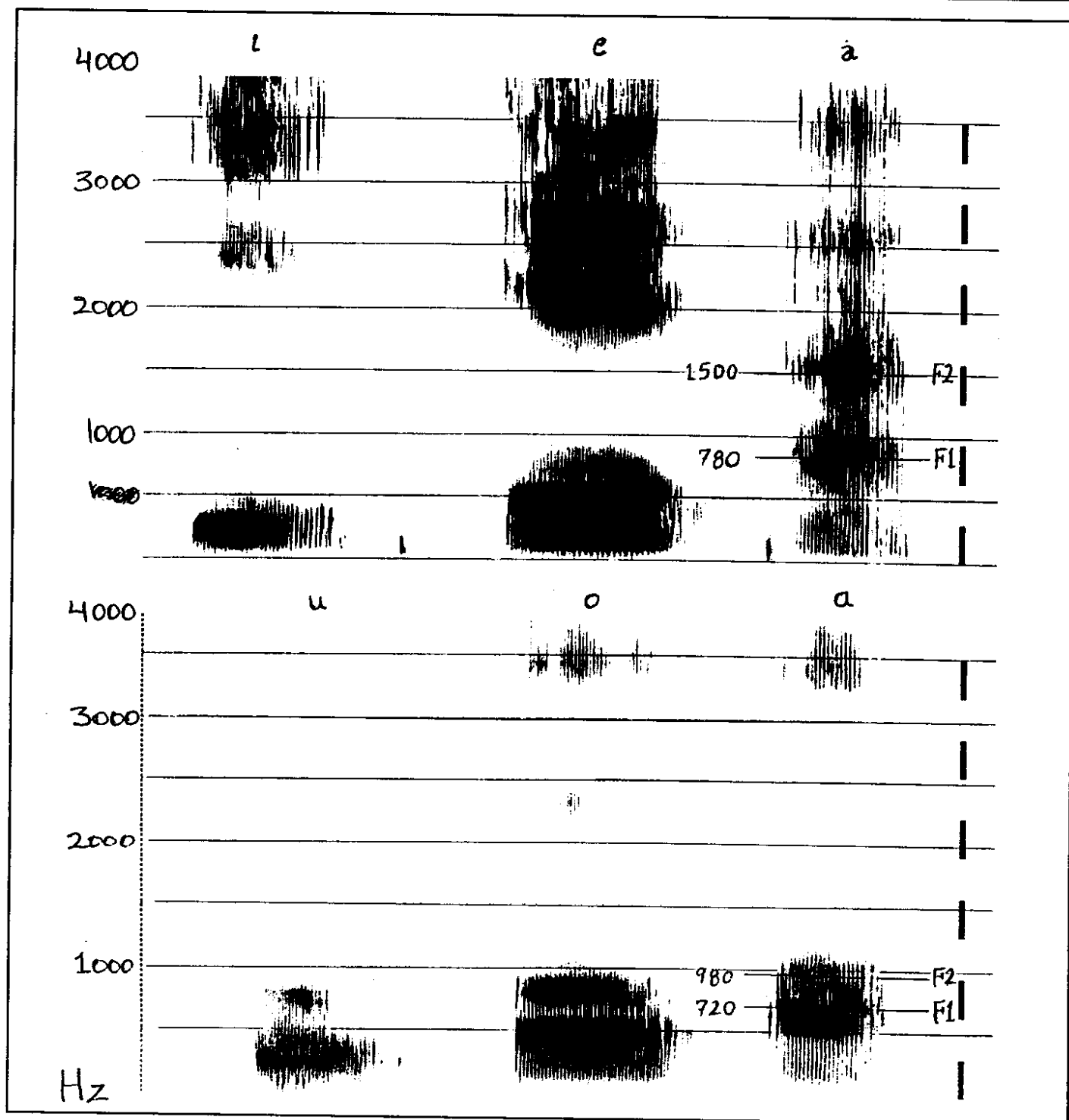
شرط اول - حضور همخوان چاکنایی glottal consonant در آغاز هجای دوم و باز بودن هجای اول.

شرط دوم - کمینه بودن فاصله درکی واژه اول از /a/.

شرط اول یک شرط زبانی است و به حوزه درک زبان مربوط است. شرط دوم یک شرط آوایی است و به حوزه درک گفتار مربوط است. اگر شرط اول برقرار نباشد، بر طبق حالت اول و سوم شرط دوم قابل طرح نیست. اگر شرط دوم برقرار نباشد، بر طبق حالت دوم هماهنگی واژه‌ای اتفاق نمی‌افتد. بنابراین، به ترتیب باید شرط اول و سپس شرط دوم برقرار باشند تا هماهنگی واژه‌ای اتفاق بیفتد. آنچه که از نظر نگارنده اهمیت دارد، نقش شرط دوم در یادگیری هماهنگی واژه‌ای است.

آنچه باعث کم شدن فاصله درکی /a/ و /a/ از یکدیگر می‌شود، داشتن نوعی حفره بازخوانی یکسان است که از نظر تولیدی حداکثر کاهش ارتفاع زبان و از نظر صوتی مقدار زیاد F1 است (به شکل ۶ نگاه کنید). این ویژگی تولیدی و صوتی متناظر با هم را با A نشان می‌دهیم. A یک واژه خنثی است که از اشتراک /a/ و /a/ به دست می‌آید. اما آنچه که باعث تمایز /a/ و /a/ از یکدیگر می‌شود، از نظر تولیدی پسین بودن /a/ ([+پسین]) و پیشین بودن /a/ ([−پسین]) و از نظر صوتی نزدیکی F2 به F1 در /a/ و دوری F2 به F1 در /a/ است. بنابراین، وقتی /a/ با /a/

acoustic	phonetic	اولی
minimal	partition	افراز
prototype	representation	بازنمایی
phonological	maximal	بیشینه
vowel	modularity	حوزه بندی
glottal consonant	formant	سازه



شکل ۱: طیف نگاشت واژه‌های زبان فارسی در محدوده صفر تا چهار کیلوهرتز. F1 و F2 برای واژه‌های /a/ و /u/ مشخص شده‌اند.

نتیجه

در یادگیری آواهای زبان ارائه شد (یادگیری واژه‌های زبان فارسی بر اساس این مدل تجزیه و تحلیل شد). نگارنده از این دیدگاه یک نوع هماهنگی واژه‌ای را در زبان فارسی بررسی کرد و به این نتیجه رسید که

مدل شناختی پاتریشیا کول با عنوان "نظریه مغناطیسی درکی"

نگاشت ۶ واکه زبان فارسی را در محدوده صفر تا ۴ کیلوهرتز نشان می‌دهد. بسامدهای سازهای با علامت‌های F1, F2 و... مشخص می‌شوند.

یادداشت دوم

اگر $B1j$ و $B2j$ به ترتیب سازه اول واکه i و j و $B2j$ و $B2j$ به ترتیب سازه دوم واکه i و j (برحسب بارک) باشند، آنگاه Dij را فاصله درکی بین واکه‌های i و j گوییم بطوریکه:

$$Dij = [(B1j-B1i)^2 + (B2j-B2i)^2]^{0.5}$$

ارائه یک توصیف فراگیر از پدیده هماهنگی واکه‌ای مستلزم طرح مقوله‌ای بنام "فاصله درکی" است که به حوزه درک گفتار تعلق دارد. بنابر این، توصیف بعضی از محدودیتهای واجی زبان وابستگی اساسی به ساخت و کار تولید و درک گفتار دارد.

یادداشت اول

هر بسامد سازهای عبارتست از یک ویژگی بازخوانی در جهاز صوتی که بصورت تمرکز بیشتر انرژی در نوارهای طیف بسامدی (فرکانسی) ظاهر می‌شود. اگر پهنای نوار گفتار را ۸ کیلوهرتز در نظر بگیریم، حد اکثر ۸ بسامد سازهای روی طیف قابل مشاهده است. شکل ۶ طیف

منابع

Cutler A (1994). Psycholinguistic approach to spoken word recognition. *Tutorial of SST*. Perth, Australia.

Hardcastle JH & Laver J (1997). *The Handbook of Phonetic Sciences*. London: Blackwell Publishers, Ltd.

Junqua JC (1993). Evaluation and optimization of perceptually based ASR front-end. *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*. Vol. 1, 1, 39-48.

Kuhl PK (1992). Infants perception and representation of speech: Development of a new theory. *The Proceedings of International Conference on Spoken Language Processing*. Vol. 1, 449-456, Banff, Alberta, Canada.

Meltzoff AN & Gopnik A (1990). Relations between thought and language in infancy. *The Proceedings of International Conference on Spoken Language Processing*. Vol. 2, 737-740, Kobe, Japan.

Pinker S (1990). *Language Learnability and Language Development*; Cognitive Science Series. Harvard University.

Ralson R (1980). *Encyclopedia of Computer Science and Engineering*. Vol. 1.

قدردانی:

از مرکز تحقیقات پردازش هوشمند علائم به خاطر در اختیار گذاشتن تجهیزات رایانه‌ای برای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

اسلامی، محرم و بی‌جن خان، محمود. ۱۳۷۵، تقطیع و برچسب دهی دادگان گفتاری زبان فارسی، مجموعه مقالات سومین کنفرانس زیان‌شناسی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.
باطنی، محمد رضا، ۱۳۶۸، روانشناسی زبان، مجله زیان‌شناسی، سال ششم، شماره دوم.

بی‌جن خان، محمود. ۱۳۷۴، باز نمایی واجی و آوایی زبان فارسی و کاربرد آن در بازشناسی خودکار گفتار، پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.

بی‌جن خان، محمود و سید صالحی، سید علی. ۱۳۷۵، واج به عنوان یک عنصر زبانی، شناختی و پردازشی، مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی سیستم‌های هوشمند و شناختی، مرکز تحقیقات فیزیک نظری و ریاضیات، ۱۲۷-۱۲۳.

حق شناس، علی محمد. ۱۳۶۹، آواشناسی (فونتیک)، تهران: انتشارات آگاه.

Akmajian A (1985). *Linguistics: An Introduction to Language and Communication*. Cambridge, Mass.: MIT press

Bijankhan M (1994). FARSDAT: the speech database of Farsisoken language. *The Proceedings of the 5th National Conference of Speech Sciences and Technology*. Vol.2, Perth, Australia.