

بررسی آکوستیکی خطای جانشینی واج در گفتار کودکان

*اسما کریمی مقدم آرانی

**جلیل اله فاروقی هندوالان

***جواد صدری

چکیده

پژوهش حاضر به بررسی آکوستیکی خطای جانشینی واج‌ها در کودکان می‌پردازد. این خطا زمانی روی می‌دهد که شنونده احساس می‌کند کودک، واجی را جایگزین واج دیگر کرده است. هدف پژوهش حاضر، بررسی ماهیت واج جایگزین شده و تمایز آن از خطای تولید می‌باشد. برای انجام این تحقیق داده‌های مشکوک به جانشینی از ۳۷ کودک بین ۲ و ۷ سال شامل ۱۹ دختر و ۱۸ پسر در فضای آکوستیکی ضبط و سپس با استفاده از نرم‌افزار پرات تفکیک، حذف سکوت و حذف خشه گردید. نتایج تحلیل‌های آزمایشگاهی روی این آواها بر اساس مطالعه طیف نگاشت و موج صوتی، مقایسه کلیدهای آکوستیکی مستخرج از طیف آوایی و کمی‌سازی این کلیدها به عنوان ضرایب MFC و محاسبه درصد تشابه ضرایب بهنجار ثابت کرد که آوای تولیدشده بیش از ۸۰ درصد ویژگی‌های آکوستیکی واج مورد نظر کودک را دارد. به عبارت دیگر خطای تولید واج در گفتار کودکان روی نداده است، بلکه دریافت آوای جانشین یا نامفهوم در گوش شنونده، یک خطای شنیداری، نتیجه خنثی‌شدگی برخی مشخصه‌های آوایی آوای تولیدشده است. این نتایج می‌تواند در ارائه نظریه‌های زبان‌آموزی کودک و رفع مشکلات گفتاری آن‌ها مفید باشد.

کلیدواژه‌ها: خطای تولید، خطای جانشینی واج، ویژگی‌های آکوستیکی، خنثی‌شدگی، گفتار کودکان

۱. مقدمه

توانایی برقراری ارتباط یکی از مهمترین خصوصیات انسانهاست. ارتباط انسانی برای یادگیری، کارکردن و تعامل اجتماعی ضروری است. نوع گفتار با کیفیت زندگی رابطه مستقیم دارد، از اینرو ارتباط آسب‌دیده می‌تواند تمام جنبه‌های زندگی فرد را تحت تأثیر قرار دهد و موقعیت اجتماعی، عاطفی، تحصیلی و حتی شغلی وی را به خطر اندازد. به هر حال، از آنجا که مراحل زبان‌آموزی و واج‌آگاهی (phoneme awareness) در انسان به تدریج تکمیل می‌شود، اشتباه در فراگویی برخی آواها توسط کودکان پدیده‌ای طبیعی و آشناست. اکثر این خطاها بدون آموزش یا طی مراحل اصلاحی خاص رفع می‌شوند و جزئی از مراحل طبیعی کلام‌آموزی کودک است. به‌طور کلی، تولید صداهای گفتاری به هماهنگی ماهیچه‌هایی از جمله ماهیچه‌های مربوط به عمل تنفس، زبان، نرم‌کام و ماهیچه‌های نگهدارنده‌ی تارهای صوتی نیاز دارد، ساختار اندام گفتاری از قبیل اندازه‌ی دهان، شکل دندان‌ها و سخت‌کام و نرم‌کام نیز در تولید صداها نقش دارند. مشکل در هر کدام از این موارد منجر به ایجاد خلل در تولید صداها می‌شود، که با رشد کودکان رفع شده و مشکلات گفتاری به‌جز در موارد محدود و خاص از بین می‌روند.

خطاهای کلامی در گفتار کودکان از آن جهت حائز اهمیت‌اند که معیار مهمی برای رشد آوایی آنها، و ابزار تجربی مناسبی برای بررسی نظریه‌های زبان‌شناسی و رشد زبان به‌شمار می‌روند. این خطاها از اواسط قرن بیستم در تحقیقات آموزش زبانی مورد بررسی قرار گرفت (یاکوبسن، ۱۹۶۸ و ولتن، ۱۹۴۲) و از آن زمان نظر بسیاری را در حوزه‌های روانشناسی، زبان‌شناسی و گفتار درمانی به خود جلب کرده است. آنتونی و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقات آزمایشگاهی به این نتیجه رسیده‌اند که بچه‌ها توانایی تشخیص واج‌ها را دارند، طبق یافته‌های این تحقیق بچه‌ها زمانی که شروع به گفتار می‌کنند، واج‌های زبان مادری را به خوبی از هم بازمی‌شناسند. ریچسمیر (۲۰۱۰) دلیل وقوع خطاهای جانشینی را با وجود توانایی تشخیص واج، به عدم توانایی کودک در کنترل زبان و شکل دادن به لب‌ها مرتبط می‌داند، وی در تحقیقات عملی و آزمایشگاهی روی کودکان فرانسوی زبانی که در حال فراگیری زبان دوم، عموماً انگلیسی بودند، وجود خطای جانشینی را به شدت تکذیب کرده و می‌گوید کودک زبان و اندام گفتاری را به قصد تولید آوای مورد نظر حرکت می‌دهد ولی به دلیل عدم توانایی در کنترل نفس و اندام گفتاری، خللی در تولید کامل آوا روی می‌دهد و همین باعث می‌شود آوایی که به گوش می‌رسد همان آوای مورد نظر نبوده و به اصطلاح درست نباشد. هدف او بررسی نظریه‌های آموزش زبان دوم در کودکان بوده است و بنابراین آزمودنی‌های پژوهش او کودکان زبان‌آموز بودند و تأکید او روی مطالعه ویژگی‌های آکوستیکی واج‌هایی بود که کودک مجبور بود در زبان دوم آن‌ها را تلفظ کند. این واج‌ها عمدتاً در زبان مادری وجود نداشت یا با ساخت هجایی متفاوتی ظاهر می‌شد. از آنجایی که هدف این پژوهش تعیین هویت آوای تولیدشده نبود، ویژگی‌های آکوستیکی آوای تولیدشده مورد ارزیابی کمی قرار نگرفت.

اختلالات تولیدی بیش از هر نوع عارضه گفتاری وقت و توجه آسب‌شناسان گفتار را نیز به خود مشغول می‌کند. طبق آمار منتشره در وبگاه دانشگاه علوم پزشکی تهران (۱۳۸۸)، خطاهای تولید تقریباً ۸۰ درصد موارد اختلالات گفتاری را در گفتار کودکان تشکیل می‌دهد. خطای تولید از اختلال در تولید همخوان و واکه ناشی می‌شود و معمولاً اختلال در تولید همخوان شایع‌تر از واکه است. خطاهای تولید در گفتار کودکان بر اساس نوع‌شناسی به چند دسته تقسیم می‌شوند: خطای حذف که در آن کودک آوایی را حذف می‌کند بدون آن که آوای دیگری را به جای آن تولید کند، مثل تولید

«آشف» به جای «آشرف»؛ خطای کیفی که در آن کودک آوایی نامفهوم و غیرقابل تشخیص را به جای واج اصلی تولید می‌کند، مثل تولید آواهای سرزبانی در فارسی؛ خطای اضافه که یک صدا را بین آواهای یک واژه تولید می‌کند، مثل «آشپخزخونه» به جای «آشپزخونه» و خطای جانشینی که در آن کودک یک یا چند صدا از یک کلمه را با صدا یا صدا-های متفاوتی تولید می‌کند، مثل «جیر» به جای «شیر».

الگوی خطا در فراگویی همخوان‌ها عمدتاً جانشینی است. باور بر این است که کودکان در خطای جانشینی، یک واج استاندارد را به غلط جانشین واج هدف می‌کنند. پژوهش حاضر با بررسی ویژگی‌های آکوستیکی موارد مشکوک به جانشینی در واحدهای زنجیری، به دنبال بررسی این فرضیه است که کودکان واج‌ها را جانشین نمی‌کنند بلکه دریافت آوای جانشین یا نامفهوم در گوش شنونده، یک خطای شنیداری نتیجه خنثی‌شدگی (neutralization) برخی مشخصه‌های آوایی صدای تولید شده است. برای اثبات فرضیه‌ی تحقیق تنها به شنیده‌های افراد بالغ در واکاوی و تجزیه و تحلیل خطای جانشینی اعتماد نشده است؛ زیرا گوش افراد قادر به تشخیص برخی تفاوت‌های آوایی نیست، به عنوان مثال، طبق تحلیل‌های آواشناسی (کار، ۱۹۹۳) ویژگی‌های آوایی واج‌های مجاور گاهی بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و یا برخی از ویژگی‌های آوایی واج به هر دلیلی تغییر می‌کند و در مواردی این تأثیرات، تفاوت‌های آوایی فاحشی به همراه دارد، اما کیفیت این تفاوت‌ها در گوش افراد بالغ زیاد نیست و آنها قادر به تشخیص تغییرات ناشی از هم‌پوشانی واج‌های مجاور نیستند. از اینرو تحقیق حاضر تلاش کرده است موارد جانشینی را با استناد به آزمایش‌ها و تحلیل‌های آکوستیکی بررسی کند.

بررسی و تشخیص مناسب این خطاها علاوه بر اهمیتی که در مطالعات مربوط به رشد فیزیولوژیکی کودک و ارائه‌ی نظریه‌های زبان‌آموزی دارد، در مراحل درمان کودکان مبتلا به مشکلات گفتاری نیز می‌تواند مفید باشد و از آنجایی که عمده مطالعات مربوط به خطاهای گفتاری کودکان در ایران به معرفی و دسته‌بندی این خطاها و چگونگی تشخیص و درمان آن‌ها محدود می‌شود، ضروری است که مطالعات آکوستیکی با هدف معرفی کامل ویژگی‌های این دسته از خطاها انجام گیرد. پژوهش حاضر که به ترتیب زیر سازماندهی شده تلاش کرده است به این مهم پردازد: روش تحقیق در بخش بعدی معرفی شده است، پس از واکاوی خطاهای جانشینی در گفتار آزمودنی‌ها، این خطاها در ۵ دسته‌ی پرسامدیر واکدار کردن ابتدای واژه، بی‌واک کردن انتهای واژه، انسدادسازی، پیش‌آوری و جانشینی نیم‌واکه‌ها دسته‌بندی، و هر مورد با ذکر مثال در بخش ۳ بررسی شده است، بخش ۴ تحلیل‌های مربوط به داده‌های مقاله را جمع‌بندی کرده و بالاخره یافته‌ها و نتایج پژوهش و همین‌طور پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی در بخش ۵ گنجانده شده است.

۲. روش تحقیق

ابتدا بر اساس اطلاعات فراهم آمده از مراکز گفتاردرمانی و مربیان مهد کودک، پرسامدترین صداهایی که در معرض جانشینی بودند شناسایی شدند و فهرستی از کلمات شامل این صداها تهیه شد. این کلمات به گونه‌ای انتخاب شدند که آواهای مشکوک به جانشینی در ابتدا، وسط و پایان هجا واقع شوند. اعضای نمونه آماری مورد بررسی، از میان دختران و پسران بین ۲ تا ۷ سال از چندین مهد کودک به روش تصادفی ساده برگزیده شدند. به منظور اطمینان از اینکه سهم انتخاب هر عضو نمونه از سایرین بیشتر یا کمتر نباشد، تعدادی عدد تصادفی انتخاب و از شماره‌ی فهرست نام و نام

خانوادگی کودکان در کلاس‌های مهد، اعضای نمونه مشخص شدند. اندازه نمونه ۳۷ نفر (۱۹ دختر و ۱۸ پسر) در نظر گرفته شد. برای افزایش سرعت ضبط صدا و ایجاد محیطی خالی از اضطراب و از آن‌جا که تمام کودکان قادر به خواندن نبودند، عکس‌هایی از حیوانات و اشیاء تهیه شد که بچه‌ها با نگاه کردن به آنها کلمات را تلفظ می‌کردند. صداها در فضای آکوستیکی و در جوی آرام و بدون استرس به صورت استریو و با نرخ نمونه‌برداری ۴۴۱۰۰ هرتز و وضوح ۱۶ بیت در محیط نرم‌افزار پرات ضبط شد. با استفاده از همین نرم‌افزار آواها تفکیک، و سکوت و خشه آنها حذف شد، سپس سیگنال‌های صوتی آواها به نمودهای قابل رؤیت، موج‌های صوتی و طیف‌نگاشت‌ها تبدیل شد.

برای تحلیل داده‌ها و محاسبه میزان تشابه آکوستیکی آواهای تولیدشده، از دیرباز استخراج ویژگی‌های واگذاری و بی‌واکی، طیف نوفه و توان انرژی به عنوان کلیدهای بازشناسی در روش‌های مختلف شناسایی گفتار و سخنگو با حجم محدود داده‌ها با درصد موفقیت بالا به کار رفته است. این کلیدها از طیف‌نگاشت آواها به دست می‌آید. برای استخراج این کلیدها، بعد از تفکیک آواها با استفاده از نرم‌افزار پرات، از پنجره همینگ (hamming) که یکی از متداولترین صافی‌ها در بازشناسی گفتار و شناسایی گوینده است استفاده شد. مدل لگاریتمی که برای این کار در نظر گرفته شد، فوریه (Fourier) و صافی‌ها با پهنای باریک بوده است. در مرحله بعدی این کلیدها به عنوان ضرایب کپسترال در مقیاس مل^۱ (MFCC) برای ۲۵ میلی‌ثانیه از بازه زمانی سیگنال صدا، کمی شد. "اساس کار MFCC بر مبنای نمودارهای طیف‌نگاشتی قله‌های انرژی است و در آن از شیوه آماری و الگوریتمی ریاضیاتی برای کمی کردن شباهت‌ها و تفاوت‌های موجود در طیف‌نگاشت صوتی استفاده می‌شود" (نامور فرگی و همکاران، ۱۳۹۲) ضرایب کپسترال از پرکاربردترین شیوه‌های مورد استفاده در بازشناسی خودکار گفتار و گوینده است و در پژوهش‌های گفتاری و صوتی بسیاری در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته است (فکری، ۱۳۷۱؛ عبادی‌ثانی، ۱۳۷۲؛ حدایقی، ۱۳۷۲؛ فزون‌بال، ۱۳۷۷؛ کاویانی، ۱۳۸۶؛ امجدی، ۱۳۸۸؛ وانگ، ۱۹۸۹؛ کرچف، ۱۹۹۸؛ هیک، ۲۰۰۰ و کامبل ۲۰۰۶). در نهایت، به منظور محاسبه درصد تشابه دو آوا، مجموع فاصله اقلیدسی بین تک‌تک ضرایب بهنجار (normakized) آن‌ها محاسبه و در مقیاس درصد تعریف شد.

دلیل خاص برای استفاده از MFCC در بین دیگر روش‌ها در این پژوهش، سهولت استفاده و تنظیم این روش کمی - سازی مشخصه‌های آوایی است، این روش برای تحلیل داده‌های متنوع، بدون تغییر در اعتبار نتایج، با پیچیدگی کمتر قابل استفاده است. از MFCC علاوه بر پژوهش‌های مهندسی در مطالعات زبانی و آواشناسی نیز استفاده شده است، به عنوان مثال در پژوهشی که در گروه زبان‌شناسی دانشگاه فردوسی انجام شد (نامور فرگی و همکاران، ۱۳۹۲)، از همین روش برای تحلیل داده‌ها در بازشناسی حقوقی استفاده شد.

¹ - Mel Frequency Cepstral Coefficient

۳. تحلیل داده‌ها

موارد جانشینی ضبط‌شده از گفتار کودکان پس از چندین بار شنیدن و تأیید نگارندگان، مادر کودک و مربی مهد، به عنوان داده‌های موثق در تحقیق استفاده شد. هیچ کدام از شنوندگان بالغ با توانایی کامل شنیداری، آوای مورد نظر را به صورت رسا و درست در گفتار کودک درک نکردند. دریافت آنها آوایی شبیه به آوای مورد نظر در آن بافت یا آوایی نامفهوم بود. از آنجا که قضاوت شنونده درباره تولید گوینده، به دلیل عدم توانایی تشخیص برخی تفاوت‌های آوایی، معتبر نیست (کار، ۱۹۹۳)، از بررسی آکوستیکی و استخراج مشخصه‌های آوایی برای بازشناسی هویت آواها استفاده شد. قابل ذکر است که آواهای مشکوک به جانشینی با آواهای درست و رسایی که همان آزمودنی یا آزمودنی هم‌سن و هم-جنس او در زمان و مکان واحد در بافت‌هایی با عناصر زنجیری و زبرزنجیری مشابه تولید کرده مقایسه شده است تا تأثیر بافت در تشابه یا عدم تشابه آکوستیکی به حداقل برسد.

برای سهولت بررسی، موارد جانشینی به ۵ دسته تقسیم شد: انسدادسازی، بی‌واک کردن انتهای واژه، واک‌دار کردن ابتدای واژه، پیش‌شدگی واج، و جانشینی نیم‌واکه‌ها. این دسته‌بندی در مطالعات مربوط به خطای جانشینی در گفتار کودکان معتبر است (ریچسمیر، ۲۰۱۰)^۱. در بخش‌های زیر هر کدام از این موارد جانشینی را با ذکر مثال شرح می‌دهیم.

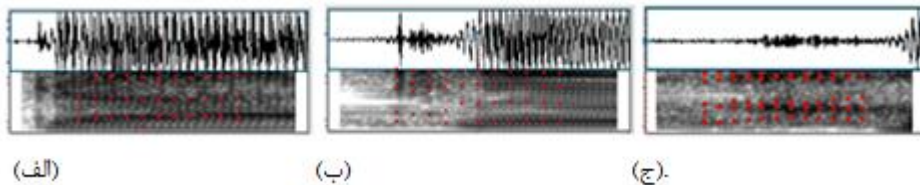
۳-۱ واک‌دار کردن ابتدای واژه

یکی از موارد جانشینی که کودکان زیر ۷ سال و به ویژه کمتر از ۵ سال در گفتار دارند تبدیل آوای بی‌واک آغازین به آوای واک‌دار است. این موارد را می‌توان در تلفظ کلماتی مثل «خرگوش» و «شیر» به صورت «دردوش» و «جیر» یافت. استامپ (۱۹۷۹) واک‌دار کردن ابتدای واژه در گفتار کودکان را روندی طبیعی ارزیابی کرده که در جریان رشد کودک و تقویت عضلات و اندام گفتاری رفع می‌شود. در این بخش با استفاده از تحلیل‌های آکوستیکی هویت آوای تولیدشده یکی از آزمودنی‌ها را بررسی می‌کنیم.

دختر بچه‌ای ۳ ساله در ابتدای واژه «خرگوش» به جای واج بی‌واک /x/ آوایی تولید می‌کند که در گوش شنونده، واج واک‌دار /d/ دریافت می‌شود^۲. هدف ما از بررسی نمونه مذکور این است که مشخص شود آیا کودک واقعاً واج دیگری را جانشین کرده است و یا آوای تولیدشده تنها واج گونه‌ای از واج اصلی است که برخی از ویژگی‌های آن دستخوش تغییر شده و در گوش شنونده بالغ /d/ دریافت می‌شود. ابتدا آوای تولید شده در ابتدای واژه «خرگوش» با استفاده از نرم‌افزار پرات تفکیک و تصویر موج صوتی آن با دو واج /d/ و /x/ که در بافت‌های دیگر با تشابه عناصر زنجیری و زبرزنجیری، توسط همین کودک درست تولید شده بود مقایسه شد.

^۱ ریچسمیر و همکارانش (۲۰۱۰) موارد جانشینی در گفتار کودکان را به ۵ دسته‌ی انسداد سازی، بی‌واک کردن آخر کلمه، واک‌دار کردن اول کلمه، پیش‌شدگی واج و لغزشی‌سازی تقسیم کردند. در داده‌های این تحقیق با موارد لغزشی‌سازی - تولید آوای لغزشی /w/ به جای آوای روان /r/ و /l/ مواجه نشدیم. داده‌های پژوهش حاضر نشان داد کودکان فارسی زبان به‌طور کلی با تلفظ نیم‌واکه‌ها مشکل دارند.

^۲ همان‌طور که در مقدمه اشاره شد، گفته کودکان پس از چندین بار شنیدن توسط چندین شنونده بالغ با توانایی کامل شنیداری، به عنوان آوای دریافت‌شده در این پژوهش استفاده شد.



شکل ۱) تصاویر الف، ب و ج به ترتیب موج صوتی و طیف‌نگاشت آوایی که آزمودنی به جای /d/ تولید کرده است، آوای /d/، و آوای /X/ را نشان می‌دهند.

تصویر (الف) در شکل بالا، موج صوتی و طیف‌نگاشت واج /d/ را نشان می‌دهد که توسط این کودک در کلمه «خرگوش» به جای /X/ تولید شده است. تصاویر (ب) و (ج) به ترتیب مربوط به آوای /d/ و /X/ است که همین کودک در بافت‌های دیگر تولید کرده است. تولید درست این آواها توسط کودک در بافت‌هایی با عناصر زنجیری و زبرزنجیری مشابه، و بازنشاسی این آواها در گفتار دیگران نشان‌دهنده‌ی توانایی کامل کودک در تشخیص و تولید این واج‌ها است که با واج آگاهی کودک هماهنگ است.

محاسبه درصد تشابه نشان داد که تشابه بین آوای تولیدشده و تظاهر آوایی واج‌های /d/ و /X/ به ترتیب برابر با ۸۲/۰۲۱۱ و ۸۵/۳۶۳۱ درصد است و این برای هر دو واج تشابه بالایی است. گرچه محاسبات نشان می‌دهند آوای تولید شده به /X/ نزدیک‌تر است اما این اختلاف به اندازه‌ی بزرگ نیست (۳/۳۴۲ درصد) که بتوان آوای تولیدشده را /X/ دانست. تشابه بالای آوای تولیدشده به تظاهر آکوستیکی دو آوای انفجاری، دندانی/لثوی و واکدار /d/ و آوای سایشی ملازی بی‌واک /X/ را می‌توان به این صورت توضیح داد: کودک چیزی را تولید می‌کند که درک می‌کند و از آنجا که کودک در سن تولید گفتار واج‌های زبان مادری را به خوبی می‌شناسد، سعی خواهد کرد آوای درست را تولید نماید به عبارت دیگر کودک زبان و دهان خود را به قصد تولید آوای درست حرکت می‌دهد اما به دلیل عدم توانایی کودک در کنترل اندام گفتاری و عدم کنترل نفس و در نتیجه عدم توانایی در حفظ وضعیت ملاز نمی‌تواند سایش کافی را تولید نماید. از این رو برخی مشخصه‌های آوایی خنثی شده و در نهایت منجر به تولید آوایی می‌شود که مشخصه‌های هر دو آوا را دارد. این آوای تولید شده آوایی متفاوت از آوای پیش‌بینی شده (/X/) در آن بافت نیست، بلکه واج‌گونه آن آوا است که برخی مشخصه‌های آوایی آن خنثی شده است. بنابراین آوای تولید شده با اختلاف حدود ۳ درصد به هر دو آوا شبیه است و به همین دلیل گوینده تصور می‌کند آوای درست را تولید کرده و شنونده تصور دریافت آوای دیگری را دارد.

تمایل کودک به تولید واج پیش‌کامی /d/ به جای واج پس‌کامی /X/ با نظریه‌ی ترتیب یادگیری تولید صداها در کودک نیز قابل توضیح است. "طبق این نظریه کودکان صامت‌هایی را زودتر تولید می‌کنند که محل تولید آن‌ها قابل دیدن و تشخیص است، بنابراین پیش‌کامی‌ها را که با حرکت لب‌ها تولید می‌شوند، سریع‌تر از واج‌های پس‌کامی که محل تولید آن‌ها برای کودکان قابل دیدن نیست، یاد گرفته و تولید می‌کنند" (استرین‌برگ و شارینی، ۴: ۱۹۹۳)

در این مثال، میزان تشابه آوای تولیدشده با دیگر واج‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت تا مشخص شود آیا شباهت مورد نظر مجدداً تأیید می‌شود یا خیر. به این منظور دو واج /t/ و /h/ برای مقایسه میزان شباهت به واج تولیدشده انتخاب شدند. از آنجا که این دو واج به ترتیب به طبقات آوایی /d/ و /X/ تعلق دارند و از نظر ویژگی‌های آوایی به آنها شبیه‌ترند، تشابه آنها به واج تولیدی کودک محتمل‌تر به نظر می‌رسید. اما بعد از تفکیک این واج‌ها از گفتار کودک، کمی‌سازی و محاسبه فاصله اقلیدسی بین ضرایب کپسترال آنها، احتمال تشابه آوایی آنها به آوای تولید شده به طور کامل رد شد. میزان تشابه آکوستیکی واج‌های /t/ و /h/ به آوای تولیدی کودک به ترتیب ۴۹/۰۲۴۱ و ۲۵/۹۸۰۱ درصد اندازه‌گیری شد که تشابه بالایی برای تأیید هویت واج نیست.

در مثال دیگری دختری ۳ سال و ۱ ماهه، در واژه «پرنده»، /b/ را جانشین /p/ کرد. درصد تشابه آکوستیکی آوای تولیدی به ترتیب به /b/ و /p/ ۸۷/۰۵۴۱ و ۸۹/۴۲۱۶ محاسبه شد. از آنجا که تقابل آوایی این دو آوا، فقط در زمان شروع واگذاری است، و همان‌طور که در پژوهش نوربخش، بیجن‌خان و رحمانی (۱۳۸۹) نیز آمده است، دریافت نادرست آواهای واگذار و بی‌واک انفجاری و پیشکامی به جای یکدیگر در اکثر شنوندگان طبیعی است، از این رو موارد متفاوت دیگری نیز برای اطمینان بررسی شد؛ دختر ۲ سال و ۱۱ ماهه‌ای، /h/ را در واژه «فیل» به جای /f/ تولید می‌کند، آوای تولید شده در این حالت به ترتیب ۸۷/۳۳۴۰ و ۸۹/۰۵۲۱ درصد ویژگی‌های آکوستیکی /f/ و /h/ را دارد، بالاخره در مثال دیگری پسر ۳ سال و ۷ ماهه‌ای، /j/ را در ابتدای کلمه «شیر» جانشین /r/ می‌کند، شباهت آوای تولیدشده به /j/ ۸۸/۰۳۰۲ و به /r/ ۹۰/۱۹۲۲ درصد بوده است. در توضیح آواشناسی پدیده‌ی اخیر، این حقیقت را باید در نظر داشت که «کودکان در واقع آنچه را که می‌شنوند و درک می‌کنند، تولید می‌کنند» (کی‌پارسکی و مین، ۱۹۷۷: ۴۷)، کودک در ابتدای کلمه «شیر»، /r/ شنیده و به قصد تولید همین آوا زبان و اندام گفتاری را حرکت داده است، اما از آنجا که فشار درون دهانی در آغاز تولید گفتار بالا است (ریچسمیر، ۲۰۱۰: ۶)، این عدم کنترل غیر عمدی فشار هوا منجر به حرکت تارهای صوتی و تولید آوای واگذاری شده که در گوش شنونده بالغ /j/ دریافت می‌شود؛ این آوا در واقع واجگونه واگذار /r/ است. بنابراین خطای جانشینی روی نداده و دریافت آوای /j/ توسط شنونده بالغ، تنها یک خطای شنیداری است.

تجزیه و تحلیل این داده‌ها احتمال خطای جانشینی در گفتار کودکان را در موارد واگذار کردن اول کلمه رد می‌کند. آنچه در این موارد روی می‌دهد، خنثی شدگی برخی مشخصه‌های آوایی است.

۳-۲ بی‌واک کردن انتهای واژه

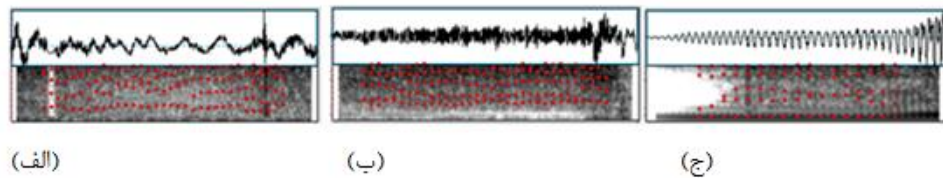
بی‌واک کردن صامت‌های پایانی کلمه یکی دیگر از پربسامدترین موارد جانشینی در گفتار کودکان بود که تازه شروع به حرف زدن کرده بودند. می‌توان این پدیده را با توجه به فشار زیرچاکنایی که برای تولید واگذاری لازم است توضیح داد. طبق تحقیقات ریچسمیر (۲۰۱۰) جریان هوا در آغاز ادای کلام حداکثر فشار را دارد و هر چه به پایان کلام نزدیک‌تر می‌شویم از فشار هوا کاسته می‌شود، بنابراین فشار هوای کمتری برای تولید واج‌های رسای واگذار پایانی در دسترس

است اما این واج‌ها به فشار زیرچاکنایی (subglottal) بالایی نیاز دارند. از طرف دیگر برای تولید واج‌های انسدادی یا سایشی، فشار درون دهانی افزایش می‌یابد. این فشار درون دهانی در برابر فشار هوایی که از شش‌ها می‌آید مقاومت می‌کند. در نتیجه فشار زیر چاکنایی باید بالا باشد تا حرکت پیوسته و به سمت بیرون هوا در بین تارهای صوتی، واک‌داری را حفظ کند (ریچسمیر، ۲۰۱۰: ۳-۴). رعایت این الزام حتی برای افراد بالغ نیز کار سختی است. در تحقیقاتی که نوربخش و همکارانش (۱۳۸۹) در زمینه درک زمان شروع واک‌داری^۱ در صامت‌های فارسی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که "افراد بالغ در بیشتر از ۹۰ درصد موارد، کلماتی را که به سایشی ختم می‌شود به‌طور کامل یا تا حدودی، بی‌واک می‌کنند" (نوربخش و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۸۲). با در نظر گرفتن این نتایج تعجب‌آور نیست که بچه‌ها نیز انسدادی-های پایان کلمه را بی‌واک نمایند. در حقیقت بی‌واک‌سازیِ آخر کلمه از جمله ویژگی‌های طبیعیِ گفتار کودکان است. کودکان از فشار زیرچاکنایی بالایی در ابتدای کلمه استفاده می‌کنند و به همین دلیل نمی‌توانند فشار هوا را روی تارهای صوتی تا تولید صامت‌های واک‌دار پایان کلمه حفظ کنند. از این‌رو می‌توان بی‌واک کردن انتهای واژه را به فقدان کنترل تنفس در کودکان مربوط دانست که باعث خنثی‌شدگی واک‌داری می‌شود.

بر اساس داده‌های تحقیق حاضر بیشتر موارد بی‌واک کردن انتهای کلمه در پایان کلمه‌های تک‌هجایی که واج آخر آنها واک‌دار است اتفاق می‌افتد. این در حالی است که فشار بیشتری برای کلمات چندهجایی لازم است و این‌که چرا کودکان در تنظیم فشار مناسب زیرچاکنایی در تولید کلمات تک‌هجایی مشکل دارند به بررسی بیشتری نیاز دارد که موضوع پژوهش حاضر نیست. علاوه بر تعداد هجا، شیوه تولید واج واک‌دار پایانی نیز در بی‌واک کردن آن‌ها موثر شناخته شد. بی‌واک کردن آخر کلمه بیشتر روی واج‌های انسدادی، انسایشی، و سایشی تأثیر گذاشت و دلیل آن ممکن است میزان انرژی بالای مورد نیاز برای حفظ سایش یا تولید انفجار در این واج‌ها باشد که کمبود انرژی لازم برای ارتعاش تارها را در پایان کلمه تشدید می‌کند. واج‌های رسا از قبیل خیشومی‌ها و لغزشی‌ها به ندرت در پایان کلمه بی‌واک شدند. محل تولید آوا نیز تأثیرگذار بود؛ بچه‌ها واج نرم کامی را بیشتر از لثوی و لبی بی‌واک می‌کردند، به این دلیل "انسدادی‌های نرم کامی در پس‌کام ساخته می‌شوند، بنابراین فضای کوچک‌تری بین آنها و تارهای صوتی به وجود می‌آید. حجم نسبتاً کم پشت نرم کام پایین می‌آید و باعث ساخت سریع فشاری می‌شود که فشار روی تارهای صوتی ناشی از هوای بازدم را خنثی می‌کند و منجر به تولید بی‌واکی می‌گردد" (ریچسمیر، ۲۰۱۰: ۴). به این دلیل کودکان واج‌های نرم-کامی را غالباً بی‌واک می‌کنند. داده‌ها نشان داد لبی‌ها کمتر بی‌واک می‌شوند. عامل دیگر سن کودکان بود. بی‌واک کردن آخر کلمه در گفتار کودکانی که تازه شروع به گفتار کرده بودند (در آستانه ۲ سالگی) بیشتر بود به طوری که تعداد این نمونه‌ها با افزایش سن کودکان کاهش می‌یافت.

با توجه به توضیحاتی که در بالا برای بی‌واک کردن صامت‌های پایان کلمه آمد، اکنون ویژگی‌های آکوستیکی واج /f/ را که یکی از آزمودنی‌های پژوهش حاضر، دختری ۳ سال و ۲ ماهه، به جای واج واک‌دار /v/ در آخر کلمه «گاو» تولید کرده بود بررسی می‌کنیم تا احتمال خطای جانشینی آن مشخص شود. شکل موجی آوای تولیدشده با شکل موج دو واج /f/ و /v/ که همین کودک در بافت‌هایی با عناصر زنجیری و زبرزنجیری مشابه تولید کرده، در شکل ۲ مقایسه شده است.

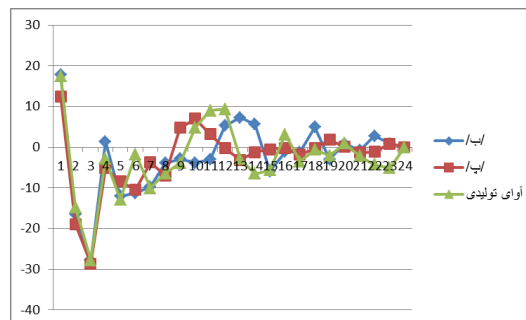
¹ - voice onset time (VOT)



شکل ۲) تصویر الف. موج صوتی آوای تولیدشده در پایان کلمه «گاو» و تصاویر ب. و ج. به ترتیب موج صوتی آوای /f/ و /v/ را نشان می‌دهند.

تشابه موج صوتی آوای تولیدشده به شکل موج هر دو واج /f/ و /v/ در بافت مشابه قابل ملاحظه است. محاسبه درصد تشابه نیز تشابه آوای تولیدشده را به تظاهر آکوستیکی دو واج /f/ و /v/ تأیید می‌کند. میزان تشابه آوای تولیدشده به دو واج /f/ و /v/، به ترتیب ۹۰/۱۲۰۶ و ۸۶/۲۵۶۸ درصد است. مجدداً شبیه آن‌چه در بخش (۱-۳) گفته شد، این تشابه بالا به تظاهر آکوستیکی هر دو واج /v/ و /f/ توضیح می‌دهد که چرا با آن‌که کودک چیزی را تولید می‌کند که می‌شنود (/v/)، اما آوای تولیدشده در گوش شنونده /f/ درک می‌شود. در واقع کودک واج /v/ را تولید کرده است اما به دلیل ناکافی بودن فشار هوای زیرچاکنایی، مؤلفه واکداری خنثی شده و واج حاصل در گوش شنونده /f/ درک می‌شود. به هر حال آوای تولیدشده برخلاف تشخیص شنونده /f/ نیست بلکه ویژگی‌های آکوستیکی آن به همان اندازه به /f/ شبیه است که به /v/ به عبارت دیگر کودک آوای /f/ را جانشین /v/ نکرده، بلکه تفاوت این دو خنثی شده و تقابل معنایی آن‌ها در بافت از بین رفته است.

در مثالی دیگر پسر ۳ ساله‌ای در واژه «اسب»، واج بی‌واک /p/ را به جای /b/ تولید می‌کند. شکل (۳)، نمودارهای کمی آوای تولیدی و آوای /b/ و /p/ را که توسط همین کودک در بافت‌های دیگر تلفظ شده مقایسه کرده است.



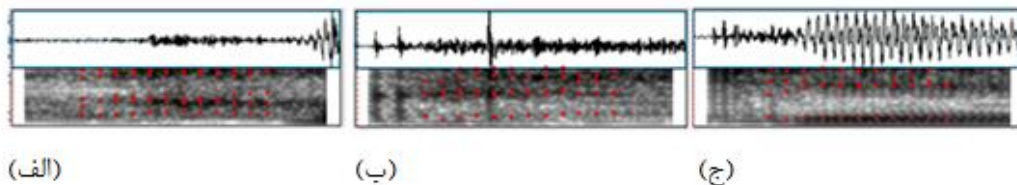
شکل ۳) مقایسه نمودارهای کمی تظاهر آکوستیکی واج‌های /b/ و /p/ و آوای تولیدی کودک

درصد تشابه آوای تولیدشده به /p/ و /b/ به ترتیب برابر با ۸۷/۳۰۸۲ و ۹۲/۹۳۳۱ است. این درصد بالای تشابه به هر دو واج اصلی مجدداً ثابت می‌کند جانشینی واج در گفتار کودک روی نداده است.

۳-۳. انسدادسازی

منظور از انسدادسازی تولید یک واج انسدادی به جای یک واج سایشی است. جایگزین کردن انسدادی به جای واج‌های دیگر خصوصاً سایشی‌ها از موارد جانشینی بود که در گفتار کودکانی که تازه شروع به گفتار می‌کنند مشاهده شد. این

جانیشینی در کودکان ۳ و نیم سال و کوچک‌تر رایج‌تر بود و در ابتدا و انتهای کلمه با بسامد یکسانی ظاهر می‌شد. بر اساس داده‌های این تحقیق اولویتی برای انسدادسازی در موقعیت‌های مختلف کلمه وجود ندارد. برای بررسی این موضوع که آیا کودکان واج انسدادی را جانشین سایشی می‌کنند و یا این یک خطای شنیداری در گوش شنونده است، ابتدا شکل موجی آوای تولیدشده با تظاهر آکوستیکی واج‌های دریافت‌شده و پیش‌بینی‌شده مقایسه شد. در این نمونه، پسری ۳ ساله، واج انسدادی /g/ را به جای واج سایشی /x/ در کلمه «خرس» تولید کرده است. شکل (۴) موج صوتی آوای حاصل را با تظاهر آکوستیکی دو واج /x/ و /g/ مقایسه کرده است^۱



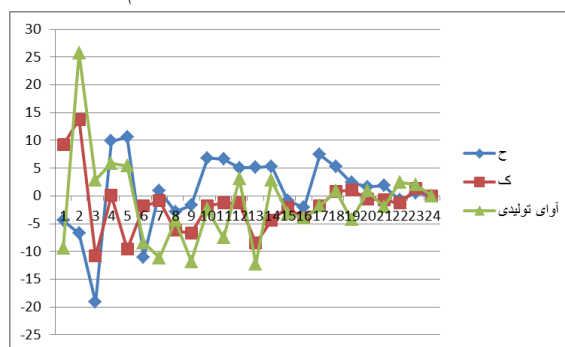
شکل (۴) تصویر الف. موج صوتی آوای تولیدی در انتهای «خرس» و تصاویر ب. و ج. به ترتیب موج صوتی واج‌های /g/ و /x/.

میزان تشابه آوای تولیدشده به دو تظاهر آکوستیکی دو واج درست (/x/) و دریافت‌شده (/g/)، مقادیری بالا و نزدیک به هم است: ۸۹/۷۵۰۷ و ۸۵/۵۶۰۱ به ترتیب معرف تشابه آوای تولیدشده به واج‌های /g/ و /x/ است. برای توضیح این پدیده باید در نظر داشت که در "گفتار کودکان اساس کار سهولت حرکت اندام گفتاری است. در واقع انسدادی‌ها به دلیل سهولت تولید اولین آواهای تولیدی کودکان هستند" (استرین‌برگ و شارینی، ۱۹۹۳). این صداها با انسداد کامل اندام گفتاری تلفظ می‌شوند و تولید آن‌ها به تمرکز و دقت بالایی نیاز ندارد. تولید سایشی‌ها از تولید انسدادی‌ها سخت‌تر است. "برای تولید یک سایشی، گوینده باید اندام گفتاری را به گونه‌ای تنظیم نماید که جریان هوا از میان فضای باریکی عبور کند تا حالت لوله‌ای شکلی به وجود آید." (اگدن، ۱۹۹۳: ۱۲۸-۱۲۳). مطمئناً کودکان در مقایسه با بزرگسالان مهارت کمتری در استفاده از اندام گفتاری خود دارند و ایجاد یک شکاف میانی در زبان که مسیری را برای عبور هوا به وجود آورد و یا حرکت زبان به گونه‌ای که بتواند به پشت دندان ضربه بزند کار سختی است و با مشکلاتی در حرکت زبان و اندام گفتاری همراه است. نتیجه این حرکات ضعیف تولید یک آوای انسدادی به جای سایشی یا انسایشی است. در واقع اندام گفتاری کودکان در حین تولید واج سایشی ممکن است به طور کامل مسیر جریان هوا را مسدود نمایند و بنابراین حالت انسداد به وجود آید؛ به عنوان مثال در تولید واج /x/ انتهای زبان به طور کامل به ناحیه نرم کامی می‌چسبد و منجر به تولید واج انسدادی /g/ در همین واجگاه می‌شود. اما این انسداد چیزی نیست که کودک عمداً در مسیر عبور هوا ایجاد کرده باشد بلکه به صورت کاملاً غیرارادی در مراحل تولید /x/ شکل گرفته و مشخصه انسداد خنثی شده است، از این رو آوای حاصل به یک اندازه به هر دو واج (/g/ و /x/) شبیه است. چنین شباهتی

^۱ - نکته جالب توجه در گفتار کودکان طولانی بودن آوای انسدادی واکدار در مقایسه با زوج بی‌واک آن بود و این درحالی است که طبق بررسی‌های نگارندگان این پژوهش در گفتار بزرگسالان انسدادی‌های بی‌واک طولانی‌ترند. بررسی دلیل این پدیده که در تمام نمونه‌های تحت آزمایش عمومیت داشت در حوزه مطالعه این تحقیق نیست.

بین آوای تولیدشده و دیگر آواها حتی آوای حلقی از جمله /k/ و /h/ وجود ندارد (به ترتیب ۳۲/۸۲۱۰ و ۱۸/۶۲۰۱ درصد).

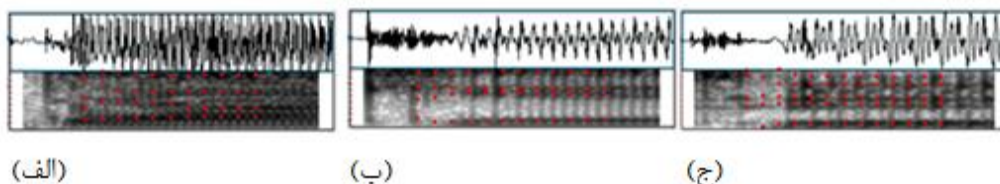
به عنوان مثال دیگر، همین آوای مشکوک به جانشینی را از گفتار یک دختر ۲ سال و ۹ ماهه در واژه «خرس» تفکیک و سپس تجزیه و تحلیل کردیم؛ درصد تشابه آکوستیکی آن به تظاهر آکوستیکی واج های /g/ و /X/ که آزمودنی در بافت های دیگر با عناصر زنجیری و زبرزنجیری مشابه درست تلفظ کرده بود، به ترتیب ۸۷/۴۶۳۱ و ۹۱/۰۷۱۱ اندازه گیری شد. مجدداً محاسبه میزان تشابه آوای تولیدشده به دیگر آوای حلقی (درصد تشابه به /k/ ۳۱/۴۹۳۱ و به /h/ ۱۷/۹۰۲۱) احتمال وجود شباهت مورد نظر را با آوای دیگر رد کرد. شکل (۵) این عدم تشابه را نشان می دهد.



شکل ۵) نمودار آوای کمی شده ی /h/ و /k/ و آوای تولیدی دختر ۲ سال و ۹ ماهه در ابتدای کلمه «خرس»

۳-۴. پیش شدگی

وقتی آوایی با اندام گفتاری جلوتر یا بخش جلوتر اندام گفتاری مورد نظر در دهان تولید شود، پیش شدگی اتفاق می افتد. پیش شدگی ممکن است در نتیجه نزدیک شدن محل های تولید واج های مجاور اتفاق افتد. این نزدیک سازی عموماً الگوی آوایی را تا حدی به محل تولید یکی از بخش های کلمه مثلاً به صامت های آغاز هجا یا صامت های پایانه هجا نزدیک می کند. بر اساس داده های این تحقیق، واج های آغازین بیشتر از آوای پایانی واژه پیش شدگی دارند. در تحقیق حاضر این موارد جانشینی را در کودکان بزرگ تر از ۵ سال (بین ۵ و ۷ سال) به ندرت پیدا کردیم. در مثال زیر ویژگی های آکوستیکی آوای /d/ که یک دختر بچه ۳ سال و ۹ ماهه به جای /g/ در واژه «گاو» تولید کرده، بررسی شده است. ابتدا تصویر موج صوتی آن ها:



شکل ۶) تصویر الف. موج صوتی آوای تولیدشده در ابتدای «گاو» و تصاویر ب. و ج. موج صوتی واج های /g/ و /d/

درصد تشابه بین آوای تولیدشده و تظاهر آکوستیکی واج های /g/ و /d/ که از بافت هایی با ویژگی های زنجیری و زبرزنجیری مشابه جدا شده بود، به ترتیب برابر با ۸۴/۰۹۸۰ و ۸۹/۴۵۸۱ است. این نشان می دهد آوای تولیدشده از نظر آکوستیکی به یک اندازه به تظاهر آکوستیکی واج های /g/ و /d/ شبیه است و برخلاف تصور شنونده بالغ واج /d/ به-طور کامل جانشین نشده است.

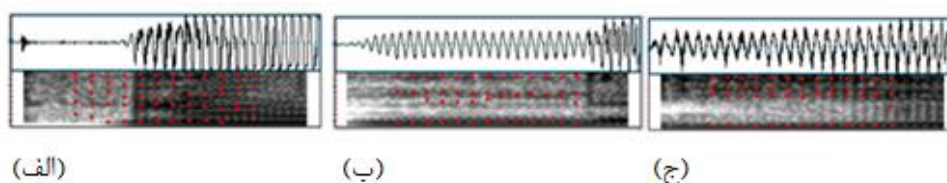
می‌توان دلیل این اتفاق را همان‌طور که در بالا گفته شد- در نزدیکی محل تولید آوا با صامت‌های مجاور جستجو کرد. به نظر می‌رسد کنترل حرکت زبان در دهان برای کودک کار سختی باشد، به همین دلیل کودک صدا را از نزدیک‌ترین محل به صامت مجاور تولید می‌کند. در این مثال محل تولید /g/ نسبت به /d/ از محل تولید مصوت /a/ و /v/ پایانی دورتر است، بنابراین کودک این آوا را از محل نزدیک‌تر به صامت پایانی، یعنی از لب‌ها تولید می‌کند. در این جا مشخصه‌ای که دچار خنثی‌شدگی شده است محل تولید است (برخی آزمودنی‌ها /g/ پایانی در این کلمه را با /f/ جانشین می‌کردند، از آنجایی که محل تولید /f/ و /v/ مشترک است، این توضیح همچنان معتبر است).

یکی دیگر از مواردی که می‌توان آن را با توجه به محل تولید شرح داد و در جریان جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش زیاد با آن روبرو شدیم کوتاه شدن خوشه‌های صامت است. محل تولید، بهتر از تحلیل واج‌شناسی، کوتاه شدن خوشه‌های اول و پایان کلمه را شرح می‌دهد. بچه‌ها در ادای خوشه‌های صامت، واج‌ها را به گونه‌ای تغییر می‌دهند که محل تولید آنها به هم نزدیک باشد، "این الگوها را هماهنگی صامت‌ها می‌نامند و در گفتار بچه‌ها در اکثر زبان‌های دنیا متداول است" (ریچسمیر، ۲۰۱۰: ۲۰۱). به عنوان مثال در بین نمونه‌های این تحقیق، دختر ۳ ساله‌ای در ادای اسم «نفسه»، صامت‌های /f/ و /s/ را جابجا می‌کرد، این جابجایی به سهولت و روانی تلفظ برمی‌گردد که با محل تولید صامت‌ها در ارتباط است. افراد بالغ که در کنترل زبان مهارت کافی دارند اول واج لثوی /n/ را تولید می‌کنند، سپس صامت /f/ را بین لب و دندان‌های پیشین و در نهایت آوای لثوی /s/ را کمی جلوتر از محل تولید /n/ ادا می‌کنند؛ یعنی محل تولید سه آوا، از لثوی، لب‌ها و مجدداً به لثوی تغییر می‌کند، این حرکت رفت و برگشت و کنترل زبان برای بچه‌ها مشکل است و از آن اجتناب می‌کنند. از این رو این صامت‌ها را از قسمت لثوی تال و دندان به ترتیب محل تولید آنها ادا می‌کنند و از آنجایی که محل تولید /s/ در کام در مقایسه با /f/ به محل تولید /n/ نزدیک‌تر است، نتیجه صورت غریب «نسیفه» است. می‌توان فرض کرد محل تولید واج به سمت محل تولید صامت مجاور حرکت کرده و صامت‌های جدید، جایی بین محل تولید اصلی و محل تولید صامت مجاور تلفظ می‌شوند، و در واقع محل تولید، خنثی شده می‌شود. به هر حال بررسی‌های بیشتر به تجهیزات آزمایشگاهی برای ردیابی حرکت زبان و مقایسه طیف توان آواها نیاز دارد و از حوزه مطالعه این پژوهش فراتر است. از این رو چنین مواردی در دسته‌های جانشینی این پژوهش بررسی نشد.

۳-۵. جانشینی نیم‌واکه‌ها

در این جانشینی که از دیگر موارد جانشینی رایج‌تر است، یک نیم‌واکه با آوای دیگری جانشین می‌شود. این جانشینی یکی از پربسامدترین و پایدارترین خطاهای جانشینی است که گاهی تا بعد از ۷ سالگی در گفتار کودکان ظاهر می‌شود. نکته جالب توجه در مورد این جانشینی این است که نیم‌واکه، خصوصاً /z/، در هر موقعیتی که واقع شود، برای کودک قابل تلفظ نیست. در آزمودنی‌های مورد بررسی در این تحقیق به سختی کودکانی را یافتیم که نیم‌واکه‌ها را در برخی بافت‌ها درست تلفظ کنند، در حالی که در دیگر موارد جانشینی، کودکان در بافت‌های متفاوت به راحتی قادر به تولید درست آوا بودند. در زیر ویژگی‌های

آکوستیکی آوای /l/ را که از یک پسر ۶/۵ ساله به جای /j/ در کلمه «یوزپلنگ» شنیده می‌شود بررسی می‌کنیم. شکل (۷) موج صوتی آوای تولیدشده را با واج‌های /l/ و /j/ مقایسه کرده است.



شکل ۷) تصویر الف. موج صوتی آوای تولیدشده در ابتدای «یوزپلنگ» و تصاویر ب. و ج. به ترتیب موج صوتی واج‌های /l/ و /j/

بعد از کمی سازی کلیدهای آوایی مستخرج از طیف‌نگاشت‌ها، درصد تشابه آکوستیکی آوای تولیدشده با تظاهر آکوستیکی واج‌های /l/ و /j/ به ترتیب برابر با ۸۹/۵۷۵۸ و ۸۵/۷۳۴۷ گزارش شد.

جدول (۱) برخی دیگر از موارد ضبط‌شده از گفتار آزمودنی‌های این تحقیق و نتایج تحلیل صوتی آنها را نشان می‌دهد:

جدول ۱: مواردی از جانشینی نیم‌واکه در گفتار کودکان و نتایج تحلیل صوتی آنها

کلمه	تولید کودک	مشخصات آزمودنی	درصد تشابه به آوای شنیده‌شده	درصد تشابه به آوای اصلی
یکی	لکی	پسر ۶ سال و ۹ ماه	۸۹/۶۵۱۴	۸۷/۰۳۶۱
رنگ	لنگ	دختر ۴ سال	۸۶/۰۶۵۵۳	۸۸/۹۱۰۰
چرا	چلا	پسر ۶ سال و ۲ ماه	۹۰/۹۲۲۶	۸۹/۰۰۵۸
دارم	دالم	دختر ۵ سال و ۲ ماه	۸۷/۰۴۴۱	۸۹/۹۸۱۰

تشابه آکوستیکی بالا بین آوای تولیدشده و تظاهر آکوستیکی واج تحت پیش‌بینی، جانشینی کامل آوا را در این موارد نیز رد می‌کند. اگر کودک آوایی را به جای آوای دیگر تولید کند، قطعاً آوای تولیدی او باید ویژگی‌های آکوستیکی آوای جانشین شده را داشته باشد، این در حالی است که آوای تولیدی کودک به یک اندازه به تظاهر آکوستیکی هر دو واج (تولیدشده و دریافت‌شده) شبیه است.

دلیل آواشناسی بروز چنین تولیداتی در گفتار کودکان با روند یادگیری زبان قابل توضیح است: نیم‌واکه‌ها جزو آخرین آواهایی هستند که کودک تلفظ آن‌ها را یاد می‌گیرد (استرین برگ و شارینی، ۱۹۹۳). شاید تأخیر در تولید و تلفظ درست این آواها تا حدی مربوط به حرکت نامحسوس زبان در دهان باشد؛ کودکان واجی را که چگونگی تولید آن‌ها می‌بینند - مثل واج‌های لبی - سریع‌تر یاد می‌گیرند. نیم‌واکه‌ها با حرکت زبان در دهان بدون تغییر خاصی در شکل لب‌ها و دهان تولید می‌شوند که برای کودک قابل تمایز نیست. به علاوه واج‌های /j/ و /I/ ویژگی‌ای برای شیوه تلفظ ندارند. هوای تولید شده در شش‌ها بدون هیچ مانعی از دهان خارج می‌شود. این عدم تخصیص اندام گفتاری و عدم وجود انسدادی در شیوه تولید /j/ و /I/ باعث می‌شود کودک شیوه و محل تولید این واج‌ها را یاد نگیرد. ولی به هر حال

^۱ - قابل ذکر است که آزمودنی تحت مطالعه در این مثال قادر به تولید درست /j/ در هیچ بافتی نبود، از این رو آوای /j/ از تولیدات آزمودنی دیگری با همین جنس و سن که کلمه «یوزپلنگ» را در شرایط زمانی و مکانی مشابه تولید کرده بود، برای بررسی تفکیک شد.

کودک چیزی را تولید می‌کند که می‌شنود. در حقیقت وقتی شنونده بالغ /l/ را به جای /j/ در «یوزپلنگ» می‌شنود، کودک صورت نشان‌داری از /j/ را تولید کرده است که به دلیل متفاوت بودن محل و شیوه تولید واج اصلی (/j/)، در گوش شنونده به عنوان آوای جدید دریافت می‌شود. در اینجا باز هم عدم توانایی کودک در کنترل کامل اندام گفتاری منجر به خنثی شدن برخی مشخصه‌های آوایی مورد نظر شده است.

۴. بحث و بررسی

جدول (۲) شرح کوتاهی از ۵ خطای جانشینی فوق را که از ۳۷ آزمودنی این پژوهش به دست آمده، خلاصه‌بندی کرده است.

جدول ۲: خلاصه خطاهای جانشینی و ویژگی‌های کلی آنها

نوع خطای جانشینی	شرح کلی	سن تحت تأثیر	محدودیت‌های موقعیتی	دیگر ویژگی‌ها
انسدادسازی	انسدادی و انسایشی، انسدادی می‌شوند.	عمدتاً ۲ تا ۴ ساله‌ها	معمولاً در آغاز کلمه اتفاق می‌افتد	بیشتر انسدادی‌ها و انسایشی‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
بی‌واک کردن آخر کلمه	مصوت‌های واک‌دار آخر کلمه، بی‌واک می‌شوند.	عمدتاً ۲ و ۳ ساله‌ها	-	بیشتر از همه همخوان‌های گرفته را تحت تأثیر قرار می‌دهد
واک‌دار کردن اول کلمه	مصوت‌های اول کلمه واک‌دار می‌شوند.	عمدتاً ۲ و ۳ ساله‌ها	-	-
پیش‌شدگی	نرم کامی و پس لثوی‌ها، لثوی می‌شوند.	بیشتر از ۲ تا ۴ ساله‌ها	معمولاً در آغاز کلمه اتفاق می‌افتد.	-
جانشینی نیم‌واکه‌ها	آوای روان جانشین نیم‌واکه‌ها می‌شود.	خطای پایدار حتی تا ۹ سالگی	در هر موقعیتی در گفتار ظاهر می‌شود.	-

در این تحقیق، همان‌طور که قبلاً بیان شد، در شرح موارد جانشینی در گفتار کودکان تنها به شنیده‌های افراد بالغ اکتفا نشده و از تحلیل‌های آزمایشگاهی برای تعیین هویت آوای تولیدشده استفاده شده است. در تمام موارد تحت بررسی، خطای شنیداری در گوش شنونده بالغ اتفاق افتاده بود. کودکان واقعاً آواها را جانشین نمی‌کنند. آنها قادر به تولید و تشخیص درست واج‌ها هستند چون همین واج‌ها را در بافت دیگری می‌توانند بدون جانشینی تولید کنند. عدم توانایی کودک در کنترل زبان و اندام گفتاری منجر به تولید چنین آوایی می‌شود. به همین دلیل به این تولیدات به عنوان یک نقیصه‌ی گفتاری نگاه نمی‌شود و مراحل طبیعی رشد و زبان‌آموزی کودک در نظر گرفته می‌شود. در مواردی که تولید صداهای زبانی به سختی انجام می‌گیرد و یا تولیدات درست با تاخیر همراه است، در مراکز گفتار درمانی ورزش‌ها و تمرین‌های خاصی را در نظر می‌گیرند که به تقویت توانایی کنترل نفس و زبان در کودکان منجر می‌شود؛ مثل هدایت توپک به مقصدهای خاصی با فشار هوای بازدم.

بنابر یافته‌های این پژوهش آنچه شنوندگان بالغ در گفتار کودکان جانشینی تلقی می‌کنند تنها خنثی‌شدگی برخی مؤلفه‌های آوایی است و جزو موارد جانشینی نیست، و از آنجا که جانشینی از نظر نوع‌شناسی نوعی خطای تولید به شمار می‌رود، در نتیجه این دست تولیدات کودکان را نمی‌توان جزو خطاهای تولید نیز به شمار آورد. به هر حال هنوز موارد

دیگری نیز وجود دارد که نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد، مثلاً چرا کودک در یک کلمه، واجی را خنثی شده تولید می‌کند اما همان واج را به صورت منفرد یا در کلمه‌ای دیگر درست ادا می‌کند؟ نکته جالبی که در این تحقیق به دست آمد توانایی کودکان در تولید درست واج‌های منفرد بود که در تمام آنها عمومیت داشت؛ به عنوان مثال در آموزش واژه انگلیسی «horse» به پسر بچه ۲/۵ ساله (صرف نظر از درستی یا نادرستی روش آموزش) متوجه مشکل او در ادای واج /p/ به جای /h/ در ابتدای این کلمه شدیم، اما او واج /h/ را به خوبی به صورت منفرد تولید می‌کرد و فقط در ترکیب با واج‌های مجاور در این بافت خاص، /p/ تولید می‌کرد. بنابراین بافت نقش اساسی در چگونگی تولیدات کودکان دارد. تعداد هجاهای کلمه، محل تولید آواهای پیاپی و تأثیر آوایی آواهای مجاور بر یکدیگر از عوامل تأثیرگذار بر توانایی کودک برای تولید درست یا نادرست آواها است. به عنوان مثال دختر بچه ۷ ساله‌ای /dʒ/ و /ʒ/ را به صورت منفرد به درستی و رسایی تولید می‌کرد، اما قادر به تولید آنها در کنار دیگر آواها در کلمات «گنجشک» و «آژانس» نبود. در مثالی دیگر، پسر بچه‌ای چهار ساله در واژه «یکی» قادر به تولید /j/ نبود و /l/ را جایگزین آن می‌کرد، اما /j/ را در «گرگ» جانشین /r/ کرده و آن را به اشتباه «گیگ» ادا می‌کرد، همین‌طور /h/ را در «اسما» جایگزین /a/ کرده، در حالی که /a/ را در «حمیده» به جای /h/ تولید می‌کرد.

بررسی‌های بیشتر نشان داد، کودکان بین آوای به اصطلاح جانشین شده^۱ که خود تولید می‌کنند (مثل /d/ به جای /x/) در تلفظ نادرست «خرگوش» و تظاهر آکوستیکی واج اصلی (مثل /d/ در تلفظ درست «اردک») تمایز قائل می‌شوند و آنها را از هم تشخیص می‌دهند و اگر این واج‌ها در گفتار افراد بالغ عمداً جایگزین شود، به عنوان آوای نادرست تشخیص داده و با نگاه کردن به گوینده، خندیدن، سؤال پرسیدن یا حتی اصلاح کردن واژه و غیره به آن عکس‌العمل نشان می‌دهند. با آزمایش روی بچه‌های دختر و پسر ۳ تا ۷ ساله دریافتیم که آنها واژه «یکی» را «لکی» تلفظ می‌کنند، اما وقتی فرد بالغی به جای «یکی»، «لکی» می‌گوید، آنها متوجه اشتباه او می‌شوند و به آن واکنش نشان می‌دهند و این ثابت می‌کند کودکان واج‌ها را در نتیجه تکامل واج آگاهی در سن گفتار، به خوبی می‌شناسند و می‌توانند در بافت آنها را تشخیص دهند و چون برای تولید همان واجی که می‌شنوند، اقدام می‌کنند و آوای تولیدشده خود را واج درست مفروض می‌کنند، تلفظ نادرست افراد بالغ را عجیب ارزیابی می‌کنند.

یافته‌های این پژوهش را با در نظر گرفتن نظریات چامسکی نیز می‌توان توضیح داد. چامسکی میان توانش و کنش تمایز قائل می‌شود، تولید آوایی با مشخصه‌های خنثی شده، نتیجه توانش ناقص زبانی است. کودک خطاهای ناشی از توانش را نمی‌تواند اصلاح کند چون توانایی فیزیکی اندام گفتاری او محدود است اما کنش زبانی کودک قطعاً از توانش او گسترده‌تر است. واج آگاهی یکی از جنبه‌های کنش است که در سن گفتار (۲ سالگی) کامل است (استرین‌برگ و شارینی، ۱۹۹۳)، در حالی که برخی خطاهای به اصطلاح جانشینی در پاره‌ای از موارد تا ۷ یا ۹ سالگی پایدارند. با در نظر گرفتن تمایز بین کنش و توانش، و با توجه به توانایی کامل کودک در شناسایی واج‌ها و از طرف دیگر فراگویی نا-درست برخی آواها تا مدت‌ها بعد از تکامل واج آگاهی، می‌توان چنین استنباط کرد که کودک واجی را جانشین نمی‌کند

^۱ - تحلیل‌های این پژوهش نشان داد، کودکان آواها را جانشین نمی‌کنند، از این رو در ادامه، به جای آوای جانشین شده از "به اصطلاح جانشین شده" استفاده شده است.

بلکه تمام تلاش خود را برای تولید درست و کامل آوای مورد نظر به عمل می‌آورد، تلاشی که در پایان به دلیل ضعف کنترل دقیق اندام گفتاری منجر به تولید آواهایی با مشخصه‌های خنثی شده می‌شود. بنابراین عدم توانایی کودک در فرا-گویی برخی آواهای مشکوک به جانشینی با خطای تولید تفاوت اساسی دارد. کودک خطاهای تولید از جمله جانشینی کامل واج و همین‌طور اشتباهات مربوط به خستگی، اضطراب، لغزش، فراموشی لحظه‌ای یا برخی دلایل روان‌شناختی را در گفتار (سهوی یا عمدی خود یا بزرگسالان) شناسایی و اصلاح می‌کند، اما نسبت به موارد به اصطلاح جانشینی بی-تفاوت است. این نشان می‌دهد کودک چنین مواردی را خطا در نظر نمی‌گیرد و بین آنچه تولید می‌کند و آنچه می‌شنود تمایزی قائل نمی‌شود.

۵. نتیجه‌گیری و کارهای آینده

نتایج تحلیل و مطالعه داده‌های حاصل از ۳۷ کودک (۱۹ دختر و ۱۸ پسر) بین ۲ تا ۷ ساله، بر اساس مطالعه طیف نگاشت و موج صوتی، مقایسه نمودار آواهای دیجیتال‌شده و محاسبه درصد تشابه ضرایب بهنجار کپسترال آواها، نشان داد آنچه در گفتار کودکان جانشینی واج در نظر گرفته می‌شود در واقع نوعی خطای تولید، یا همان جانشینی، نیست. هدف کودکان تولید واج مورد نظر است اما آوای تولید شده به دلیل عدم رشد اندام گفتاری دچار جابجایی محل تولید، تغییر شیوه تولید، ایجاد انسداد یا تغییر مؤلفه واکداری شده و آوای حاصل برخی ویژگی‌های آکوستیکی خود را از دست داده و در گوش شنونده به عنوان آوای جدید یا نامفهوم درک شده است. اما در حقیقت در گفتار کودک جانشینی اتفاق نیفتاده است و آوای تولیدشده بیشتر ویژگی‌های آکوستیکی واج اصلی را دارد، بنابراین درک آوای جانشین‌شده در گوش شنونده یک خطای شنیداری است. این موارد جانشینی را با خنثی‌شدگی می‌توان توضیح داد. در خنثی‌شدگی یک یا دو مشخصه آوایی صدای تولید شده (واکداری، محل یا شیوه تولید) در بافت خنثی می‌شوند. آوای تولیدشده ویژگی‌های هر دو واج (تولیدشده و دریافت‌شده) را که در یک یا دو مؤلفه باقیمانده مشترک هستند دارا است. به همین دلیل آوای تولیدشده ویژگی‌های هر دو واج را داشته و گوینده و شنونده هر کدام تصور تولید و دریافت یکی از واج‌ها را دارند.

بنابراین در گفتار کودکان آن چه اتفاق می‌افتد نه جانشینی بلکه خنثی‌شدگی واجی است و در محل خنثی‌شده، آوایی قرار می‌گیرد که ویژگی‌های مشترک واج مورد نظر کودک و آنچه مخاطب می‌شنود را دارد. بنابراین ضمن این که خصوصیات مشترک هر دو واج را دارد در عین حال به تنهایی هیچ کدام از آنها نیست.

نکته دیگر این که خطاهای به اصطلاح جانشینی غالباً با کلمات خاص در گفتار کودکان همراه است که نشان می‌دهد تداخل‌های روان‌شناختی یا تداخل در تولید آواها نقش مهمی را در تعیین زمان و مکان خطاها ایفا می‌کنند. بررسی بافتی که خنثی‌شدگی در آن روی می‌دهد موضوع این مقاله نبوده است. اما ممکن است نظریه‌های بنیادی یادگیری زبان و یا مطالعات گفتار درمانی بتوانند به این سؤال پاسخ دهند که چرا الگوهای خطا در برخی کلمات مقاوم‌اند و در برخی دیگر به سرعت از بین می‌روند؟ در حقیقت کودک قصد تولید واج مورد نظر را دارد اما عدم توانایی او در کنترل زبان و اندام گفتاری یا نفس منجر به تولید آوایی می‌شود که در گوش شنونده بالغ آوای جدیدی دریافت می‌گردد و از آن‌جا که ویژگی‌های آکوستیکی این آوای تولید شده به یک اندازه به آوای دریافت شده در گوش شنونده و واج اصلی شباهت

دارد هم شنونده و هم کودک از صدای دریافتی و تولیدی مطمئن هستند. واکنش کودک به واج‌هایی که گوینده بالغ عمداً جانشین شده، تولید می‌کند، نشان می‌دهد کودک آوای تولیدی خود را درست مفروض کرده است. از طرف دیگر آواهای به اصطلاح جانشین شده را در برخی بافت‌ها بدون هیچ مشکلی تولید می‌کند. بنابراین کودکان توانایی تشخیص و تولید تمام واج‌ها را دارند و تنها به دلیل ناتوانایی در کنترل نفس و اندام گفتاری قادر به تولید درست آواها در ترکیب با برخی واج‌ها در بافت، نیستند. شاید به همین دلیل کودکان با بزرگ‌تر شدن و یا تمرین و آموزش می‌توانند این نقیصه‌ها را رفع نمایند.

کتابنامه

- امجدی، صابر. (۱۳۸۸). طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم جهت تشخیص گوینده وابسته به متن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق-مخابرات. دانشگاه بیرجند، دانشکده فنی و مهندسی.
- حدایقی، احمد. (۱۳۷۲). تأیید هویت وابسته به متن گوینده، پایان‌نامه کارشناسی مهندسی کامپیوتر. دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فنی و مهندسی.
- عبادی‌ثانی، مصطفی. (۱۳۷۳). طراحی سیستم شناسایی گوینده با استفاده از گفتار پیوسته، پایان‌نامه کارشناسی مهندسی برق. دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فنی و مهندسی.
- فزون‌بال، حمید. (۱۳۷۷). طراحی و پیاده‌سازی کد زبانی در سیستم‌های شناسایی گفتار پیوسته بر اساس واج‌های فارسی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق-مخابرات. دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فنی و مهندسی.
- فکری، فرامرز. (۱۳۷۱). شناسایی گفتار توسط کامپیوتر. پایان‌نامه کارشناسی مهندسی کامپیوتر. دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده فنی و مهندسی.
- کاویانی، علی؛ پورموسوی کانی، سیدعباس و جهانبانی‌اردکانی، علی. (۱۳۸۶). آموزش شبکه‌های عصبی چندلایه با به کارگیری PSO. مجموعه مقالات هشتمین کنفرانس سیستم‌های هوشمند، مشهد، دانشگاه فردوسی.
- نامور فرگی، مجتبی؛ شریفی، شهلا؛ پهلوان‌نژاد، محمدرضا؛ استاجی، اعظم و مشکوه‌الدینی، مهدی. (۱۳۹۲). استفاده از الگوی طیف‌نگاشتی واکه‌ها به عنوان کلیدی برای بازشناسی حقوقی سخنگو، "جستارهای زبانی، ۴، ش ۴، (پیاپی ۱۶)، صص ۱۹۵-۲۱۹.
- نوربخش، ماندانا؛ بی‌جن‌خان، محمود و رحمانی، حامد. (۱۳۸۹). درک زمان شروع و اکتداری (وی اُتی) در انسدادهای آغازین زبان فارسی معیار. فصلنامه علمی-پژوهشی زبان پژوهی دانشگاه الزهراء (س)، ۲، صص ۱۷۳-۲۰۵.

وبگاه دانشگاه علوم پزشکی دانشگاه تهران، www.tums.ac.ir

Anthony, J., Lonigan, J. & Phillips, B. (2005). Phonological sensitivity: A quasi- parallel progression of word structure units and cognitive operations. *Journal of Experimental Child Psychology* 83(1), 65-92.

Campbell, W., Campbell, J., Reynolds, D., Singer, E., and Torres-Carrasquillo, P. (2006). Support vector machines for speaker and language recognition. *Journal of Computer Speech and Language* 21, 210-229.

- Carr, P. (1993). *Phonology*. London: Ebbw Vale.
- Heck, L., Konig, Y., Sonmez, M., and Weintraub, M. (2000). Robustness to telephone handset distortion in speaker recognition by discriminative feature design. *Journal of Speech Communication* 41, 181-192.
- Jakobson, R. (1968). *Child Language, Aphasia and Phonological Universals*. The Hague, Paris: Mouton.
- Kirchhoff, K. (1998). Combining articulatory and acoustic information for speech recognition in noisy and reverberant environments. MA thesis, Harvard University.
- Kiparsky, P. and Menn, L. (1977). On the acquisition of phonology. In *Language and Thought*, ed. by J. MacNamara, 47–48. New York: Academic Press.
- Richtsmier, Peter. (2010). Child phoneme errors are not substitutions, *Toronto working papers in Linguistics (TWPL)* 33, 71-86.
- Stampe, David L. (1979). *A Dissertation on Natural Phonology*. New York: Garland.
- Sterinberg, D & Sciarini, N. (1993). *An Introduction to Psychology*. London, Pearson Longman.
- Velten, H.V. (1943). The growth of phonemic and lexical patterns in infant language. *Language* 19, 281-292.
- Wang, K. (1989). Neural network that recognize phonemes by their acoustic features. Master Thesis, Harvard University, Department of Electrical Engineering