

بررسی آوایی تکیه واژگانی در زبان فارسی

وحید صادقی^۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۰

تاریخ تصویب: ۹۰/۱۰/۱۸

چکیده

در بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده درباره تکیه واژگانی در زبان فارسی، تغییرهای آوایی ناشی از جابه‌جایی محل تکیه در محیط دارای تکیه زیروبمی بررسی شده و به همین سبب، $F0$ مهم‌ترین هم‌بسته آوایی تکیه واژگانی در نظر گرفته شده است؛ در حالی که $F0$ هم‌بسته آوایی تکیه زیروبمی است؛ نه تکیه واژگانی؛ به علاوه، در پژوهش‌های انجام‌شده، میزان اعتبار عوامل دیگر از جمله تغییر شدت انرژی و دیرش، به‌عنوان هم‌بسته‌های محتمل تکیه واژگانی آزموده نشده است. در این مقاله، هم‌بسته‌های آوایی تکیه واژگانی را در زبان فارسی، در دو بافت نوایی متفاوت بررسی کرده‌ایم. یکی بافت دارای تکیه زیروبمی و دیگری بافت بدون تکیه زیروبمی؛ بدین منظور، یک آزمایش تولیدی انجام دادیم و در آن، دیرش هجا، شدت انرژی کل، شدت انرژی بسامدهای بیش از پانصد هرتز و بسامد سازه‌ها (به‌عنوان هم‌بسته‌های کیفیت واکه)، واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه

۱. استادیار دانشگاه بین‌المللی امام خمینی Vsadeghi5603@gmail.com

این پژوهش با استفاده از اعتبار پژوهشی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی با شماره حمایت ۹۲-۳۸۶۰۰۲ حمایت شده است.

در جفت‌واژه‌های تکیه‌ای زبان فارسی و معادل بی‌معنی آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کرده‌ایم. نتایج پژوهش، بیانگر آن است که تغییر بسامد سازه‌ها و همچنین تغییر شدت انرژی طیف بسامدی، چه در همه نواحی بسامدی و چه در نواحی بسامدی میانی و بالا، تابعی از تغییر زیروبمی است و به همین دلیل، این عوامل، هم‌بسته‌های تولیدی-صوت‌شناختی برای تکیه زیروبمی به‌شمار می‌روند؛ نه تکیه واژگانی؛ درمقابل، دیرش هجا در هردو بافت نوایی، هجاهای تکیه‌بر را از هجاهای بدون تکیه متمایز می‌کند و بدین ترتیب، این عامل، مستقل از تغییر در زیروبمی، معتبرترین نشانه تولیدی-صوت‌شناختی برای تکیه واژگانی فارسی به‌شمار می‌رود.

واژه‌های کلیدی: تکیه واژگانی، تکیه زیروبمی، شدت انرژی کل، هم‌بسته‌های تولیدی-صوت‌شناختی، محرک هدف.

۱. مقدمه

بسیاری از زبان‌ها از متغیری ساختاری به‌نام تکیه استفاده می‌کنند. تکیه، ویژگی‌ای زبان‌شناختی است که برجستگی یک هجا را در مقایسه با دیگر هجاها در سطح کلمه مشخص می‌کند. یکی از موضوع‌های مهم در پژوهش‌های آوایی، تعیین هم‌بسته‌های صوت‌شناختی و ادراکی تکیه در دو محور هم‌نشینی (نمود آوایی هجای تکیه‌بر در مقایسه با هجاهای بدون تکیه مجاور آن) و جانشینی (نمود آوایی یک هجا به دو صورت تکیه‌بر و بدون تکیه) است. از سوی دیگر، در بسیاری از زبان‌ها، گوینده با تغییر سطح بسامد پایه و ایجاد تغییرهای زیروبمی در هجای تکیه‌بر کلمه، آن کلمه را در مقایسه با دیگر کلمه‌ها، از نظر ملاحظات کلامی و کاربردشناختی برجسته‌تر می‌کند. این برجستگی که از طریق تغییرهای زیروبمی حاصل می‌شود، تکیه زیروبمی (خیزان، افتان یا ترکیب هردو) نام دارد؛ بر این اساس، تکیه واژگانی، در سطح واژگان اعمال می‌شود و انتزاعی، قابل پیش‌بینی، ثابت و مربوط به توانش زبانی است؛ ولی تکیه زیروبمی در سطح پاره‌گفتار اعمال

می‌شود و عینی، پیش‌بینی‌ناپذیر، متغیر و مربوط به کنش زبانی است (اسلویجتر و ون‌هاون^۱، ۱۹۹۶)؛ چون هسته کلمه به‌عنوان یک واحد نوایی^۲، از نوع هجای تکیه‌بر است و تغییرهای زیروبمی بر هجای تکیه‌بر کلمه صورت می‌گیرد؛ بنابراین، تغییرهای زیروبمی همواره به‌عنوان مهم‌ترین هم‌بسته آوایی تکیه‌واژگانی در نظر گرفته می‌شود؛ مثلاً آزمایش‌های تولیدی و ادراکی فرای^۳ (۱۹۵۵ و ۱۹۵۸) روی جفت‌واژه‌های اسمی / فعلی در زبان انگلیسی (مانند Permit به‌معنای اجازه‌دادن و Permit به‌معنای اجازه و پروانه) نشان می‌دهد که اگرچه شدت انرژی و دیرش واکه‌ها در هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه جفت‌واژه‌ها با یکدیگر اختلاف بسیار دارد، مهم‌ترین عامل تمایز تولیدی بین جفت‌واژه‌ها، اختلاف سطح بسامد پایه بین هجای تکیه‌بر و بدون تکیه است. وی همچنین نشان داد که درک تکیه تا حد زیادی، تابع تغییرهای FO است. شنونده، هجایی را که قله FO روی آن در مقایسه با هجا(های) مجاورش، بالاتر باشد یا میزان تغییرهای بسامد پایه روی آن در مقایسه با هجای مجاور، بیشتر باشد، به‌صورت تکیه‌بر درک می‌کند؛ به بیان دیگر، شنونده برای درک تکیه‌واژگانی، به محل وقوع برجستگی نوایی روی منحنی زیروبمی گفتار، حساس است و هر جا برجستگی وجود داشته باشد، وی آن را از نوع تکیه‌بر می‌شنود؛ بنابراین، از نظر فرای (۱۹۵۸)، FO قوی‌ترین نشانه ادراکی برای تکیه‌واژگانی است و عوامل دیگر مانند دیرش، شدت انرژی و کیفیت واکه، در درک تکیه، کمتر مؤثرند؛ بر این اساس، وی نتیجه گرفته است نقش تکیه‌واژگانی، آن است که جایگاه‌های بالقوه برجستگی نوایی را روی منحنی زیروبمی گفتار مشخص کند.

هاس^۴ (۱۹۷۷) آزمایشی مشابه را روی جفت‌واژه‌های اسمی / فعلی زبان انگلیسی انجام داد: وی برای آنکه اثر هم‌بسته‌های ادراکی تکیه‌واژگانی را مستقل از تکیه‌زیروبمی اندازه‌گیری کند، کلمه‌ها را در جایگاه پس‌از تأکید تقابلی، یعنی در بافت بدون تکیه‌زیروبمی قرار داد؛ سپس با ساخت مصنوعی کلمه‌ها و تغییر دیرش هجاها در گام‌های مختلف، پاسخ ادراکی آزمودنی‌ها را

1. A. Sluijter and V. Van Heuven

2. Prosodic Unit

3. D. B. Fry

4. V. Huss

در برابر محرک‌ها به دست آورد. نتایج پژوهش او نشان داد که درغیاب تکیه زیرویمی (عامل F0) و کیفیت واکه، پاسخ آزمودنی‌ها سطح اطمینانی ضعیف دارد.

آزمایش‌های بکمن و ادواردز^۱ (۱۹۹۴) نتایج هاس را تأیید می‌کند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که آنچه اساساً باعث تقابل تکیه واژگانی در سطح کلمه می‌شود، تکیه زیرویمی است و اثر عوامل دیگر مانند دیرش هجا و شدت انرژی، تا حد زیادی، به واکه و گویشور بستگی دارد. آن‌ها همچنین به این نتیجه رسیده‌اند که کیفیت واکه (الگوی بسامد سازه‌ها) برخلاف دو عامل شدت انرژی و دیرش هجا، نشانه تولیدی/ ادراکی تکیه واژگانی است؛ البته این نشانه در سطح گام^۲ عمل می‌کند؛ نه در سطح کلمه؛ بر این اساس، آنان چهار سطح کیفی مختلف را برای تکیه واژگانی در زبان انگلیسی در نظر گرفته‌اند که به ترتیب، از قوی‌ترین تا ضعیف‌ترین تکیه عبارت‌اند از: هجا با واکه کامل^۳ و تکیه زیرویمی اصلی؛ هجا با واکه کامل و تکیه زیرویمی غیراصلی؛ هجا با واکه کامل بدون تکیه زیرویمی؛ هجا با واکه ضعیف بدون تکیه زیرویمی. تمام این یافته‌ها نشان می‌دهد که تکیه واژگانی در سطح کلمه، هیچ هم‌بسته تولیدی- ادراکی مشخصی ندارد و تنها یک ویژگی ساختاری برای نشان‌دار کردن الگوهای توزیعی در سطوح بالاتر ساخت نوایی گفتار است که محتوای آوایی خود را نیز از این سطوح وام می‌گیرد.

اسلویجتر و ون‌هاون (۱۹۹۶ و ۱۹۹۷) آزمایش‌های تولیدی و ادراکی مشابهی را روی جفت‌واژه‌های کمینه زبان هلندی انجام دادند و به نتایجی متفاوت دست یافتند. آن‌ها (۱۹۹۶) طی آزمایشی تولیدی، دیرش و اختلاف سطوح شدت انرژی در هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه در جفت‌واژه‌ها را در دو بافت نوایی، با هم مقایسه کردند: یکی دارای تکیه زیرویمی و دیگری بدون زیرویمی؛ همچنین اختلاف سطوح شدت انرژی در دو ناحیه بسامدی جداگانه اندازه گرفتند: یکی بسامدهای بیش از پانصد هرتز و دیگری همه نواحی بسامدی از جمله بسامدهای کمتر از پانصد هرتز. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که دیرش هجاها در هر دو بافت نوایی، به صورتی معنادار با

1. M. Beckman and J. Edwards

۲. گام، واحد وزن گفتار است که یک هجای تکیه‌بر و یک تا چند هجای بدون تکیه را دربر می‌گیرد.

۳. واکه کامل، واکه‌ای است که به صورت کامل و بدون کاهش یا تضعیف تولید می‌شود.

یکدیگر متفاوت است. سطح شدت انرژی در بسامدهای بیش از پانصد هرتز برای هجاهای تکیه‌بر، در هردو بافت نوایی، به صورتی معنادار، از هجاهای بدون تکیه بیشتر است؛ ولی همین اختلاف برای همه نواحی بسامدی، معنادار نیست. آن‌ها (۱۹۹۷) در پی این آزمایش، یک آزمایش ادراکی نیز انجام دادند و در آن، مقادیر سه متغیر دیرش هجا، سطوح شدت انرژی بسامدهای بیش از پانصد هرتز و سطوح شدت انرژی را در همه بسامدها، به طور جداگانه، طی چندین گام، مطابق نتایج آزمایش تولیدی در جفت‌واژه‌های بی‌معنای مصنوعی (nana/nana) در بافت بدون تکیه زیرومی تغییر دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که پاسخ ادراکی آزمودنی‌ها به صورتی معنادار، تابع تغییرهای دیرش هجا و شدت انرژی در بسامدهای بیش از پانصد هرتز است. اثر تغییر در سطوح شدت انرژی همه بسامدها بر درک تکیه، قابل اغماض است. آن‌ها نتیجه گرفتند بین بلندای صدا^۱ به‌عنوان هم‌بسته ادراکی شدت انرژی و تکیه واژگانی، رابطه‌ای معنادار وجود دارد و علت نادیده گرفته شدن این مسئله در پژوهش‌های پیشین، آن است که هم‌بسته صوت‌شناختی مناسبی برای بلندای در نظر گرفته نشده است. هم‌بسته این ویژگی ادراکی، سطح شدت انرژی در بسامدهای بیش از پانصد هرتز است؛ نه همه بسامدها؛ بنابراین اگر معیار اندازه‌گیری مناسبی برای بلندای انتخاب شود، این ویژگی ادراکی را می‌توان مستقل از تغییرهای زیرومی، یکی از نشانه‌های اصلی تکیه واژگانی دانست. آن‌ها به پیروی از روی کرد سنتی به تکیه (گلیو و ریتولد^۲، ۱۹۷۵)، چنین بحث کرده‌اند که تکیه، عبارت از افزایش تلاش فیزیولوژیکی دستگاه گفتار است که ماهیتی دینامیک دارد و از تکیه زیرومی که روی دادی آهنگی است، متفاوت است. فعالیت تولیدی بیشتر در ناحیه شش‌ها، تارآواها و محل گرفتگی، علاوه بر افزایش دامنه شکل موج حنجره و در نتیجه، افزایش شدت انرژی کل^۳، باعث نامتقارن شدن پالس چاک‌نایی به صورت کوتاه‌تر شدن مرحله بسته ارتعاش و در نتیجه، نامتعادل شدن توزیع انرژی بر روی بسامدها می‌شود؛ به این صورت که انرژی در بسامدهای میانی و بالا، بیش از بسامدهای پایین، متمرکز می‌شود. آن‌ها از تفاوت بنیادین دیگری نیز بدین شرح سخن گفتند که تکیه واژگانی، ویژگی‌ای ساختاری- زبان‌شناختی

1. Loudness

2. R. D. Glave and A. C. M. Rietveld

3. Overall Intensity

است که برجستگی یک هجا را در مقایسه با دیگر هجاها در سطح کلمه مشخص می‌کند؛ بنابراین، وابسته به نظام زبانی است؛ ولی تکیه زیروبمی مربوط به رفتار و کنش زبانی است که برای ایجاد برجستگی یا تأکید اطلاعی بر کلمه‌ها با توجه به ملاحظات کلامی و کاربردشناختی به کار می‌رود. در این دیدگاه، هجای تکیه‌بر، محل بالقوه دریافت تکیه زیروبمی در سطح پاره گفتار است؛ ولی هم‌بسته‌های صوت‌شناختی و ادراکی مستقل خود را دارد؛ چون این هم‌بسته‌ها در محیط بدون تکیه زیروبمی نیز به روشنی نمود می‌یابند.

کمپل و بکمن^۱ (۱۹۹۷) آزمایش‌های اسلویجتر و ون‌هاون را با انتخاب متغیرهای پیش‌نهادی‌شان روی جفت‌واژه‌های زبان انگلیسی در بافت بدون تکیه زیروبمی تکرار کردند؛ ولی یافته‌های آنها اختلافی معنادار را از نظر سطوح شدت انرژی در بسامدهای میانی و بالا نشان نداد. این نتایج در واقع، یافته‌های فرای (۱۹۵۵ و ۱۹۵۸)، هاس (۱۹۷۷) و بکمن و ادواردز (۱۹۹۴) را بار دیگر تأیید کرد. آنها در توجیه این تفاوت، یادآور شدند که در زبان انگلیسی، کیفیت واکه هجاها تکیه‌بر در بیشتر مواقع، با هجاها بدون تکیه، تفاوت دارد و علت این مسئله، تضعیف یا کاهش واکه‌های بدون تکیه به شوا است؛ ولی در زبان هلندی، کیفیت واکه در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، چندان تفاوتی ندارد؛ بر این اساس، برای شنونده انگلیسی، تکیه واژگانی، از روی کیفیت واکه، یعنی الگوی بسامد سازه‌ها قابل درک است؛ حتی اگر متغیرهای دیرش و سطوح شدت انرژی در بسامدهای بالا، برای هجاها بدون تکیه و بدون تکیه، نمود آوایی نداشته باشند؛ ولی برای شنونده هلندی، درک تکیه واژگانی، مستلزم حضور این متغیرهاست و در غیر این صورت، برجستگی شنیداری هجاها در بافت بدون تکیه زیروبمی، به یک اندازه خواهد بود؛ به همین دلیل، تغییرهای شدت انرژی و دیرش هجا به صورت تابعی از تکیه واژگانی در زبان هلندی، به شکلی منظم و مستقل از متغیرهای گویشور و نوع واکه، ولی در زبان انگلیسی، به صورت نامنظم و وابسته به گویشور و نوع واکه دیده می‌شوند؛ بنابراین، از نظر کمپل و بکمن (۱۹۹۷)، تکیه واژگانی تنها در زبان‌هایی که کاهش واکه در آنها اتفاق نمی‌افتد، از نظر متغیرهای دیرش و شدت انرژی، نمود

1. N. Campbell and M. Beckman

آوایی دارد. در زبان‌هایی که در آنها، کاهش واکه صورت می‌گیرد، تکیه واژگانی، دارای هم‌بسته‌های ادراکی شدت انرژی و دیرش نیست.

لیبراریا، پیرتو و ونرل^۱ (۲۰۰۷) برای بررسی میزان اعتبار این فرض، الگوی تولیدی تکیه واژگانی را در دو زبان اسپانیایی کاتالان و کاستیلیان با هم مقایسه کردند. تفاوت این دو زبان، آن است که در زبان اول، فرایند کاهش واکه وجود دارد؛ ولی در زبان دوم، این فرایند دیده نمی‌شود. نتایج پژوهش این دو زبان‌شناس نشان می‌دهد که دیرش و اختلاف سطوح شدت انرژی در هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه، درغیاب تکیه زیرویمی در هر دو زبان، معنادار است. آزمایش ادراکی آنها نیز نشان داد که نتایج به‌دست آمده درحوزه درک گفتار نیز معتبر است. این نتایج، فرضیه کمپل و بکمن (۱۹۹۷) را تأیید نمی‌کنند.

تکیه واژگانی در زبان فارسی، تاکنون، مستقل از عامل بافت نوایی بررسی نشده و در بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه، تغییرهای آوایی ناشی از جابه‌جایی محل تکیه در محیط دارای تکیه زیرویمی بررسی شده است؛ به همین سبب، به‌طور ضمنی یا صریح، FO مهم‌ترین هم‌بسته آوایی در تکیه واژگانی به‌شمار آمده است (شریفی، ۱۳۸۵؛ ابوالحسنی‌زاده، گوسن‌هون و بی‌جن‌خان^۲، ۲۰۱۰). در این پژوهش‌ها، میزان اعتبار عوامل دیگر از جمله تغییرهای شدت انرژی و دیرش به‌عنوان هم‌بسته‌های آوایی تکیه واژگانی آزموده نشده است.

در این مقاله، هم‌بسته‌های آوایی تکیه واژگانی را در زبان فارسی، در دو بافت دارای تکیه زیرویمی و بدون تکیه زیرویمی بررسی و مقایسه می‌کنیم. پرسش‌های این تحقیق به شرح ذیل‌اند:

الف) آیا تکیه واژگانی در زبان فارسی، مستقل از تکیه زیرویمی، نمود آوایی دارد؟

ب) اگر تکیه واژگانی، هم‌بسته‌هایی صوت‌شناختی مستقل از تکیه زیرویمی دارد، این هم‌بسته‌ها کدام‌اند؟

ج) نمود آوایی تکیه واژگانی در دو بافت دارای تکیه زیرویمی و بدون تکیه زیرویمی چه تفاوتی دارد؟

1. M. Ortega-Liberaria, P. Pierto and M. Vanrell
2. V. Abolhasanzadeh, C. Gussenhoven and M. Bijankhan

برای پاسخ دادن به این پرسش‌ها، یک آزمایش تولیدی انجام دادیم و در آن، دیرش هجا، شدت انرژی کل، شدت انرژی بسامدهای بیش از پانصد هرتز و بسامد سازه‌ها (به‌عنوان هم‌بسته کیفیت واکه)، واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه در جفت‌واژه‌های تکیه‌ای زبان فارسی و معادل بی‌معنای آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کردیم. با در نظر گرفتن FO به‌عنوان هم‌بسته آوایی تکیه زیروبمی (اسلویجتر و ون‌هاون، ۱۹۹۶)، این عامل از سطح آزمایش کنار گذاشته شد. اگر فرض اسلویجتر و ون‌هاون (۱۹۹۶ و ۱۹۹۷) را بپذیریم، تکیه واژگانی فارسی باید به‌صورت مستقل از تغییرهای زیروبمی، نمود آوایی داشته باشد؛ یعنی شدت انرژی کل به‌صورت تابعی از افزایش دامنه ارتعاش، شدت انرژی بسامدهای میانی و بالا به‌صورت تابعی از نامتقارن شدن تناوب چاک‌نایی و دیرش هجا به‌صورت تابعی از فعالیت تولیدی بیشتر در محل گرفتگی برای هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه مستقل از تغییرهای زیروبمی، با یکدیگر تفاوتی معنادار داشته باشند. در چنین حالتی می‌توان ادعا کرد تکیه فارسی، مستقل از تکیه زیروبمی است؛ اما اگر این فرض، نادرست باشد، تکیه واژگانی نباید از نظر هم‌بسته‌های صوت‌شناختی یادشده در محیط بدون تکیه زیروبمی، نمود آوایی داشته باشد؛ یعنی اختلاف مقادیر این متغیرها در این محیط، برای هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه، معنادار نباشد.

۲. روش تحقیق

پژوهش حاضر با استفاده از روش آزمایشگاهی انجام شده است. در این بخش، به مباحث ذیل می‌پردازیم:

۲-۱. داده‌ها

در این پژوهش، جفت‌واژه تکیه‌ای فارسی «سازش» /saze/ (صلح) و «سازش» /saze/ (ساز او) را به‌عنوان داده آزمایش برگزیده‌ایم. «اش» در عضو اول از جفت‌واژه، وند اشتقاقی اسم‌ساز و در عضو دوم، واژه‌بست شخصی است که به‌جای «او» به کار رفته است؛ همچنین با جای‌گزینی هر هجا با هجای /na/ گونه بی‌معنی این جفت‌واژه نیز ساخته شده است: /nana/ و /nana/. گفتار

بی‌معنی به ما امکان می‌دهد که پدیده‌های نوایی را دور از اثر زنجیره آوایی مطالعه کنیم (لیبرمن و استریتر^۱، ۱۹۷۸: ۲۳۲). علت انتخاب واژه /a/ بسامد بالای F1 و فاصله زیاد F0 و F0 در این واژه است.

کلمه‌های انتخاب‌شده به‌عنوان محرک‌های هدف در یک جمله حامل، در موضعی غیرپایانی قرار داده شد: آن‌ها به‌دنبال [محرک هدف] هستند؛ سپس جمله‌ها به دو صورت تولید شد: یکی با تغییرهای زیرویمی (+تکیه زیرویمی) و دیگری بدون تغییرهای زیرویمی (-تکیه زیرویمی) روی هجای تکیه‌بر محرک‌های هدف. جمله‌های با محرک‌های هدف [+تکیه زیرویمی] با تکیه زیرویمی اصلی روی هجای تکیه‌بر محرک‌ها و جمله‌های با محرک‌های هدف [-تکیه زیرویمی] با تکیه تقابلی روی فاعل جمله (آن‌ها) به‌عنوان عنصر کانونی شده تولید شدند.^۲

۲-۲. آزمودنی‌ها و روش آزمایش

در این آزمایش، چهار نوع محرک تولیدی (دو سطح تکیه x دو سطح بافت نوایی) همراه گونه‌های بی‌معنی‌شان، هرکدام دو بار از سوی پنج گویشور مرد و پنج گویشور زن تولید شدند. ضبط داده‌ها در یک اتاق آرام در دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، در سکوت کامل انجام شد. داده‌ها با استفاده از میکروفون شور مدل SM58 با پاسخ بسامدی پنجاه تا پانزده‌هزار هرتز بر روی کارت صوتی کریتو مدل ساند بلاستر X-Fi 5.1 یک رایانه شخصی ضبط شدند. جمله‌ها بر روی صفحه نمایشگر رایانه، به‌خط فارسی، برای آزمودنی‌ها نمایش داده شد. هجای تکیه‌بر محرک‌های هدف، به‌صورت برجسته^۳ تایپ شد؛ همچنین واژه «آن‌ها» به‌عنوان عنصر کانونی شده جمله‌ها با محرک‌های هدف [-تکیه زیرویمی]، به‌صورت برجسته و با قلم بزرگ‌تر تایپ شدند. برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد که «سازش» با تکیه پایانی، به‌معنای «صلح» و «سازش» با تکیه آغازی،

1. M. Y. Liberman and L. A. Steeter

۲. عنصر کانونی‌شده در هر جایگاهی از جمله، تکیه زیرویمی اصلی است و باعث می‌شود تکیه زیرویمی از سطح زنجیره آوایی پس از آن برداشته شود؛ یعنی بسامد پایه در زنجیره آوایی پس از عنصر کانونی، کم (دارای نواخت پایین) و میزان آن، صرف‌نظر از تکیه‌بر یا بدون تکیه‌بودن هجاها، ثابت است.

3. Bold

به معنای «ساز موسیقی او» است و «آنها» به عنوان عنصر کانونی، در تقابل با کلمه دیگر از همان حوزه معنایی، مانند «ما»، «شما» و... قرار دارد؛ بر این اساس، جمله‌های آزمایش، آن گونه که برای آزمودنی‌ها نمایش داده شد، بدین شرح است:

(۱) بافت [+ تکیه زیروبمی] بافت [- تکیه زیروبمی]

الف) آنها به دنبال سازش هستند. ج) آنها به دنبال سازش هستند.

ب) آنها به دنبال سازش هستند. د) آنها به دنبال سازش هستند.

بلافاصله پس از هر محرک واژگانی، گونه بی معنی آن با همان الگوی تکیه واژگانی و زیروبمی ذکر شد و به این ترتیب، آزمودنی‌ها گونه واژگانی و بی معنای یک محرک را قبل از دیدن محرک بعدی، روی صفحه نمایشگر تولید کردند. جمله‌های با محرک‌های هدف بی معنی بدین شرح‌اند:

(۲) بافت [+ تکیه زیروبمی] بافت [- تکیه زیروبمی]

الف) آنها به دنبال نانا هستند. ج) آنها به دنبال نانا هستند.

ب) آنها به دنبال نانا هستند. د) آنها به دنبال نانا هستند.

این جمله‌ها در دو نوبت جداگانه (هر نوبت یک بار)، به طور تصادفی به آزمودنی‌ها داده شد و هر جمله چه با محرک هدف واژگانی و چه به صورت بی معنی، به فاصله ده ثانیه پس از جمله قبل، روی صفحه نمایشگر ظاهر شد. فاصله زمانی بین نوبت اول و نوبت دوم، ده دقیقه در نظر گرفته شد.

۲-۳. تحلیل داده‌ها

در این آزمایش، ۱۶۰ جمله (دو جایگاه تکیه × دو بافت نوایی × دو محرک هدف [واژگانی و بی معنی] × ده آزمودنی × دو تکرار) با نرخ نمونه برداری^۱ ۱۱۰۵۰ هرتز و فیلتر پایین گذر^۲ ۴/۸

1. Sampling Rate
2. Low-Pass Filter

کیلوهرتز به صورت دیجیتالی ضبط شد. برای تجزیه و تحلیل علامت آوایی، از نرم افزار پرت^۱ مدل ۵,۲,۱۲ استفاده کرده ایم.

برای تعیین بسامد سازه‌ها، علامت آوایی به ده ضریب LPC (LPC با ده فیلتر) با طول پنجره ۲۵ میلی ثانیه و گام زمانی پنج میلی ثانیه بین پنجره‌ها تجزیه شد و با ترکیب این ضریب‌ها، به صورت جفت‌های بازخوانی مرکب پنج قله طیفی به دست آمد. معیار اندازه‌گیری بسامد سازه‌ها و شدت انرژی، لحظه به حداکثر رسیدن بسامد F1 در نظر گرفته شد. پس از اندازه‌گیری بسامد سازه‌ها روی منحنی LPC، قوی‌ترین همساز هر سازه روی طیف بسامدی FFT تعیین و اندازه‌گیری شد. اگر بین دو محاسبه، به اندازه ± 1 همساز، فاصله وجود داشت، مقادیر LPC و اگر فاصله زیادتر بود، مقادیر FFT، معیار محاسبه آماری قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری سطح دامنه طیف و توزیع شدت انرژی روی بسامدها، چهار فیلتر میان‌گذر^۲ هنینگ به ترتیب با بسامد پایین و بالای صفر و پانصد هرتز برای فیلتر اول، پانصد و هزار هرتز برای فیلتر دوم، هزار و دوهزار هرتز برای فیلتر سوم و دوهزار و چهارهزار هرتز برای فیلتر چهارم با میزان نرم‌شدگی^۳ صد هرتز روی پهنای باند مشخص از طیف بسامدی واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه اعمال شد و متوسط شدت انرژی در باندهای بسامدی به دست آمده محاسبه شد. باند بسامدی اول، یعنی B1 به گونه‌ای انتخاب شد که بسامد پایه را شامل شود؛ همچنین باندهای دوم، سوم و چهارم، یعنی B2، B3 و B4 هم طوری انتخاب شدند که به ترتیب، بسامدهای F1، F2 و F3 را دربر گیرند. برای محاسبه شدت انرژی کل، متوسط شدت انرژی برای همه محدوده بسامدی صفر تا پنج کیلوهرتز به دست آمد. دیرش هجاهای محرک‌های هدف نیز براساس معیارهای دیداری زنتن^۴ (۱۹۹۱) برای تقطیع مرزهای هجایی اندازه‌گیری شد. این معیارها ابزاری برای شناسایی مرزهای هجایی در توالی‌های آوایی مختلف مانند توالی یک واکه با همخوان گرفته و... است.

1. Praat
2. Mid-Pass
3. Smoothing
4. E. Zanten

۲-۴. تحلیل آماری

برای محاسبه معنادار بودن اثر عوامل تکیه واژگانی و تکیه زیرویمی بر دیرش هجا، شدت انرژی کل و سطح دامنه طیف، چند آزمون تحلیل واریانس سه طرفه به طور جداگانه برای محرک‌های واژگانی و بی‌معنی انجام شد و در هر آزمون، محل تکیه، تکیه زیرویمی و جایگاه هجا به عنوان متغیرهای مستقل و تکرار و گوینده به عنوان متغیرهای مکرر در نظر گرفته شدند؛ همچنین برای بررسی آماری تغییر بسامد سازه‌ها به صورت تابعی از عوامل محل تکیه و تکیه زیرویمی به عنوان متغیرهای ثابت و تکرار، گوینده و جایگاه هجا به عنوان متغیرهای مکرر چند آزمون تحلیل واریانس سه طرفه به طور جداگانه برای محرک‌های واژگانی و بی‌معنی، به تفکیک جایگاه هجا انجام شد.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار دیرش هجاها به تفکیک محرک هدف، بافت نوایی و محل تکیه. Δs و Δp اختلاف دیرش هجاها را به ترتیب در سطح هم‌نشینی و جانشینی نشان می‌دهد.

محرک بی‌معنی			محرک واژگانی			تکیه	بافت نوایی
Δs	σ_2	σ_1	Δs	σ_2	σ_1		
۵۵	۲۰۸ (۳۳)	۲۶۳ (۴۴)	۷۲	۲۱۲ (۳۷)	۲۸۴ (۴۱)	آغازی	+ تکیه زیرویمی]
۱۴	۲۲۴ (۴۱)	۲۳۸ (۴۰)	۱۶	۲۳۵ (۴۴)	۲۵۱ (۳۹)	پایانی	
	۱۶	۲۵		۲۳	۳۳	Δp	
۵۸	۱۷۱ (۲۶)	۲۲۹ (۴۳)	۶۵	۱۸۸ (۲۸)	۲۵۳ (۴۱)	آغازی	- تکیه زیرویمی]
۱۵	۱۹۲ (۲۸)	۲۰۷ (۳۱)	۹	۲۱۶ (۳۹)	۲۲۵ (۴۴)	پایانی	
	۲۱	۲۲		۲۸	۲۸	Δp	

۲-۵. نتایج

نتایج مربوط به آزمون‌های آماری تحقیق به طور جداگانه برای هر یک از متغیرهای آوایی، بدین شرح است:

۱-۵-۲. دیرش

جدول ۱ میانگین و انحراف معیار دیرش هجاها را به تفکیک محرک هدف، بافت نوایی و محل تکیه نشان می‌دهد. اختلاف دیرش هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه در دو سطح هم‌نشینی و جانشینی ذکر شده است. چنان که می‌بینیم، دیرش هجاهای تکیه‌بر، از هجاهای بدون تکیه بیشتر است:

$$[F(1,312)=75/426, p<0/001 \text{ بی‌معنی}; F(1,312)=181/30, p<0/001 \text{ واژگانی}]$$

اثر مستقل عامل بافت نوایی بر دیرش هجا در سطح هر دو محرک هدف، معنادار است:

$$[F(1,312)=191/94, p<0/001 \text{ بی‌معنی}; F(1,312)=109/22, p<0/001 \text{ واژگانی}]$$

بدین صورت که دیرش هجاها در کلمه‌های دارای تکیه زیروبمی، از کلمه‌های بدون تکیه زیروبمی بیشتر است و اثر تعاملی دو عامل بافت نوایی و محل تکیه بر دیرش هجا معنادار نیست:

$$[F(1,312)=0/43, p<0/836 \text{ بی‌معنی}; F(1,312)=1/21, p<0/272 \text{ واژگانی}]$$

به عبارت دیگر، اثر عامل بافت نوایی بر دیرش هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه، به یک اندازه است؛ همچنین در سطح هم‌نشینی، تفاوت دیرش هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه در کلمه‌های با تکیه آغازی، در مقایسه با کلمه‌های با تکیه پایانی در سطح هر دو محرک هدف، بیشتر است:

$$[F(1,312)=1/06, p<0/302 \text{ بی‌معنی}; F(1,312)=5/05, p<0/025 \text{ واژگانی}]$$

علت این مسئله، آن است که دیرش هجاهای پایانی بدون تکیه در مرز واحدهای نوایی، به‌صورتی قابل توجه، کوتاه‌تر می‌شود؛ یعنی در زبان فارسی، حضور یک هجا در موضع بدون تکیه در پایان کلمه، باعث افزایش اختلاف دیرش هجاها روی محور هم‌نشینی می‌شود؛ به عبارت دیگر، اختلاف دیرش هجاها در چنین حالتی، تابع افزایش دیرش هجای تکیه‌بر آغازین کلمه و کوتاه‌تر شدن دیرش هجای بدون تکیه پایانی کلمه است. این نتایج با یافته‌های اسلویجتر و ون‌هاون (۱۹۹۶) درباره زبان هلندی، متعارض است. در این زبان، برخلاف زبان فارسی، دیرش هجاها در موضع پایانی کلمه‌ها، چه در موضع تکیه‌بر و چه بدون تکیه، بیشتر می‌شود؛ به همین دلیل، اختلاف دیرش هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه در کلمه‌های با تکیه پایانی در مقایسه با کلمه‌های با تکیه آغازی، به‌صورتی معنادار، بیشتر است. این پدیده، کشش پیش‌مرزی نام دارد و براساس آن، هجاهای پایانی در مرز واحدهای نوایی، کشیده‌تر می‌شوند. کشش پیش‌مرزی علاوه بر زبان

هلندی، در زبان‌های دیگر از جمله انگلیسی نیز دیده می‌شود (کلات^۱، ۱۹۷۶: ۱۲۲۲). نتایج آزمایش نشان می‌دهد که اثر تعامل دو عامل بافت نوایی و جایگاه هجا، معنادار نیست.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار شدت انرژی کل به تفکیک محرک هدف، بافت نوایی و محل تکیه. Δs و

Δp اختلاف شدت انرژی کل واژه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه در دو سطح هم‌نشینی و جانشینی

محرک بی‌معنی			محرک واژگانی			تکیه	بافت نوایی
Δs	σ_2	σ_1	Δs	σ_2	σ_1		
۴/۶۳	(۶/۷) ۶۷/۲۱	(۶/۹) ۷۱/۸۴	۶	(۶/۴) ۶۵/۸۰	(۶/۸) ۷۱/۸۰	آغازی	[+ تکیه زیروبمی]
۴/۰۴	(۷/۳) ۷۰/۳۹	(۶/۵) ۶۶/۳۵	۵/۳۵	(۷/۲) ۷۱/۷۷	(۶/۲) ۶۶/۴۲	پایانی	
	۳/۱۸	۵/۴۹		۵/۹۷	۵/۳۸	Δp	
۰/۳۹	(۶/۸) ۶۵/۷۹	(۷/۱) ۶۶/۱۷	۲/۲	(۶/۶) ۶۴/۵۲	(۷/۳) ۶۶/۷۲	آغازی	[- تکیه زیروبمی]
۱/۸۲	(۶/۲) ۶۷/۳۱	(۶/۳) ۶۵/۴۹	۰/۷۱	(۷/۱) ۶۵/۱۴	(۶/۸) ۶۵/۸۵	پایانی	
	۱/۵۲	۰/۶۸		۰/۶۲	۰/۸۷	Δp	

۲-۵-۲. شدت انرژی کل

جدول ۲ میانگین و انحراف معیار شدت انرژی کل را به تفکیک محرک هدف، بافت نوایی و محل تکیه نشان می‌دهد. چنان‌که می‌بینیم، بین هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه محرک واژگانی در هردو سطح جانشینی و هم‌نشینی در بافت دارای تکیه زیروبمی، حدود ۵/۵ dB اختلاف دامنه وجود دارد. در محرک بی‌معنی، این اختلاف، حدود ۴/۵ dB است. در بافت بدون تکیه زیروبمی، اختلاف بسیار کمتر، یعنی حدود ۱/۵ dB برای هردو محرک و بی‌معنی است. نتایج آزمون تحلیل واریانس سه‌طرفه نشان می‌دهد اثر مستقل عامل تکیه بر شدت انرژی کل برای هردو محرک، معنادار است:

[۰/۰۲۵ p = ۵/۱۰۳ $F(1, 156)$: (هجای دوم) بی معنی، p = ۰/۰۱۲ $F(1, 156)$ = ۶/۴۵۹ (هجای اول)

بی معنی؛ p = ۰/۰۱۰ $F(1, 156)$ = ۶/۷۷۲: (هجای دوم)، p = ۰/۰۰۲ $F(1, 156)$ = ۹/۹۰۷ (هجای اول)

واژگانی]

اثر بافت نوایی هم برای هر دو محرک، معنادار است:

[۰/۰۳۲ p = ۴/۶۷۸ $F(1, 156)$: (هجای دوم) بی معنی، p = ۰/۰۰۸ $F(1, 156)$ = ۷/۲۵۹ (هجای اول)

بی معنی؛ p = ۰/۰۰۲ $F(1, 156)$ = ۹/۷۱۹: (هجای دوم)، p = ۰/۰۰۵ $F(1, 156)$ = ۸/۱۰۴ (هجای اول)

واژگانی]

همچنین اثر تعاملی تکیه و بافت نوایی در همه موارد جز هجای دوم محرک بی معنی، معنادار است:

[۰/۰۴۲ p = ۰/۶۴۱ $F(1, 156)$: (هجای دوم) بی معنی، p = ۰/۰۴۷ $F(1, 156)$ = ۳/۹۴۷ (هجای اول)

بی معنی؛ p = ۰/۰۳۶ $F(1, 156)$ = ۴/۴۵۸: (هجای دوم)، p = ۰/۰۲۴ $F(1, 156)$ = ۵/۱۶۱ (هجای اول)

واژگانی]

نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می دهد که اثر عامل تکیه بر شدت انرژی کل فقط در بافت دارای تکیه زیرویمی، معنادار است و در بافت بدون تکیه زیرویمی، اثری معنادار برای این عامل دیده نمی شود.

۳-۵-۲. کیفیت واکه

برای بررسی کیفیت واکه، چند آزمون تحلیل واریانس سه طرفه را به طور جداگانه، برای محرک های واژگانی و بی معنی به تفکیک جایگاه هجا انجام دادیم و در هر آزمون، بسامد هریک از سازه های F1 تا F4 به صورت جداگانه به عنوان متغیر وابسته، بافت نوایی، محل تکیه و جنیست به عنوان متغیرهای مستقل و تکرار و گوینده به عنوان متغیرهای مکرر انتخاب شدند.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار بسامد سازه‌های F1 تا F4 به تفکیک جنسیت، بافت نوایی و محل تکیه برای واژه‌های /a/ و /e/ در محرک واژگانی

زن				مرد				بسامد	بافت نوایی
$\sigma 2 (/e/)$		$\sigma 1 (/a/)$		$\sigma 2 (/e/)$		$\sigma 1 (/a/)$			
تکیه +	تکیه -	تکیه +	تکیه -	تکیه +	تکیه -	تکیه +	تکیه -		
۵۳۰(۴۲)	۵۲۰(۴۷)	۷۴۷(۶۴)	۶۷۰(۵۹)	۴۱۱(۴۶)	۴۰۳(۳۷)	۶۰۹(۵۳)	(۴۳) ۴۹۹	F1	
(۱۲۶)	(۱۱۸)	(۹۷)	(۱۱۱)	(۱۰۳)	(۸۷)	(۹۵)	(۸۹)	F2	
۱۹۵۷	۱۹۳۸	۱۴۱۹	۱۳۹۶	۱۷۲۳	۱۷۱۱	۱۰۹۷	۱۰۹۳	[+ تکیه]	
(۲۱۱)	(۱۷۱)	(۱۸۴)	(۲۰۵)	(۱۲۹)	(۱۷۸)	(۱۴۱)	(۱۶۴)	F3	
۳۱۳۲	۳۱۰۷	۳۱۶۱	۳۰۹۵	۲۶۶۴	۲۶۴۹	۲۷۵۶	۲۵۹۷	[زیرومی]	
(۲۸۵)	(۲۹۲)	(۲۳۱)	(۲۸۱)	(۲۰۵)	(۲۶۴)	(۲۱۶)	(۲۴۶)	F4	
۴۳۱۶	۴۳۱۰	۳۸۱۷	۴۰۴۶	۳۷۸۵	۳۷۶۷	۳۶۰۲	۳۶۲۸		
۵۱۶(۴۶)	۵۰۷(۵۴)	۶۸۷(۷۱)	۶۶۸(۶۳)	۴۰۷(۴۸)	۳۹۴(۴۲)	۴۹۳(۴۶)	(۵۲) ۴۸۱	F1	
(۱۱۷)	(۱۰۹)	(۸۷)	(۷۹)	(۱۱۲)	(۹۸)	(۱۰۴)	(۹۳)	F2	
۱۹۱۵	۱۸۸۹	۱۲۹۸	۱۲۸۶	۱۷۱۷	۱۷۰۶	۱۰۳۱	۱۰۲۳	[- تکیه]	
(۲۱۸)	(۲۴۲)	(۱۹۳)	(۲۲۷)	(۲۰۷)	(۲۳۵)	(۲۱۹)	(۱۸۴)	F3	
۳۰۸۴	۳۶۰۵	۳۰۷۶	۳۰۴۷	۲۶۵۲	۲۶۴۵	۲۶۰۸	۲۵۹۵	[زیرومی]	
(۲۹۴)	(۳۱۴)	(۲۸۰)	(۲۵۳)	(۳۰۶)	(۲۸۶)	(۲۹۸)	(۲۷۴)	F4	
۴۲۷۹	۴۲۵۹	۳۸۰۵	۳۸۱۲	۳۷۸۰	۳۷۵۸	۳۵۹۸	۳۶۰۴		

جدول ۳ میانگین و انحراف معیار بسامد سازه‌های F1 تا F4 را به تفکیک محل تکیه، جایگاه

هجا، بافت نوایی، جنسیت و محرک هدف نشان می‌دهد. چنان که می‌بینیم، بسامد سازه‌های F1 تا F4 برای آزمودنی‌های زن در همه موارد، بیشتر از آزمودنی‌های مرد است؛ همچنین پراکندگی مقادیر بسامدهای F3 و F4 به‌ویژه در بافت بدون تکیه زیرومی، از بسامدهای F1 و F2 بیشتر است. برای واژه [a] در محرک واژگانی، اثر مستقل عامل جنسیت بر بسامد همه سازه‌ها معنادار است:

$$[F1: F(152,1) = 347/05 p < 0/001; F2: F(152,1) = 352/27 p < 0/001; F3(152,1) = 215/32 p < 0/001; F4(152,1) = 37/11 p < 0/001]$$

$$[F1: F(152,1) = 347/05 p < 0/001; F2: F(152,1) = 352/27 p < 0/001; F3(152,1) = 215/32 p < 0/001; F4(152,1) = 37/11 p < 0/001]$$

اثر مستقل عامل تکیه بر بسامد سازه‌های F1 و F3 معنادار است؛ ولی بر بسامد سازه‌های F2 و F4 معنادار نیست:

$$[F1: F(152,1) = 2/44 p < 0/33; F2: F(152,1) = 0/58 p < 0/44; F3(152,1) = 4/61 p < 0/33; F4(152,1) = 2/44 p < 0/12]$$

$$[F1: F(152,1) = 34/36 p < 0/001; F2: F(152,1) = 0/58 p < 0/44; F3(152,1) = 4/61 p < 0/33; F4(152,1) = 2/44 p < 0/12]$$

آزمودنی‌ها بسامد سازه‌های F1 و F3 این واکه را در موضع بدون تکیه کاهش داده‌اند؛ همچنین اثر مستقل عامل بافت نوایی بر بسامد همه سازه‌ها جز F4 معنادار است:

$$[F1: F(152,1) = 35/56 p < 0/001; F2: F(152,1) = 2/52 p < 0/11; F3(152,1) = 5/18 p < 0/24; F4(152,1) = 2/52 p < 0/11]$$

$$[F1: F(152,1) = 28 p < 0/001; F2: F(152,1) = 2/52 p < 0/11; F3(152,1) = 5/18 p < 0/24; F4(152,1) = 2/52 p < 0/11]$$

اثر تعاملی تکیه و جنسیت بر بسامد هیچ کدام از سازه‌ها معنادار نیست: [در تمامی موارد $F < F$]. تمام آزمودنی‌ها اعم از مرد و زن، بسامد سازه اول [a] را در موضع بدون تکیه کاهش داده‌اند. درباره سازه‌های F3 و F4، بین دو عامل تکیه و جنسیت، تعامل وجود دارد (آزمودنی‌های مرد بسامد F3 این واکه را در موضع بدون تکیه، بیشتر از آزمودنی‌های زن کاهش داده‌اند و آزمودنی‌های زن بسامد F4 این واکه را در مقایسه با آزمودنی‌های مرد، بیشتر افزایش داده‌اند)؛ ولی این تعامل، معنادار نیست. اثر تعاملی تکیه و بافت نوایی بر بسامد سازه F1 معنادار است؛ ولی بر بسامد دیگر سازه‌ها معنادار نیست: آزمودنی‌ها بسامد سازه F1 واکه [a] را در موضع بدون تکیه، در بافت دارای تکیه زیروبمی، به صورتی معنادار، بیشتر از بافت بدون تکیه زیروبمی کاهش داده‌اند. نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می‌دهد اختلاف بسامد سازه F1 در موضع تکیه بر و بدون تکیه، فقط در بافت دارای تکیه زیروبمی، معنادار است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس برای واکه [e] نشان می‌دهد که اثر مستقل عامل جنسیت بر بسامد همه سازه‌های این واکه، معنادار است:

$$[F1: F(152,1) = 228/41 p < 0/001; F2: F(152,1) = 173/58 p < 0/001; F3(152,1) = 309/19 p < 0/001; F4(152,1) = 228/41 p < 0/001]$$

$$[F1: F(152,1) = 228/41 p < 0/001; F2: F(152,1) = 173/58 p < 0/001; F3(152,1) = 309/19 p < 0/001; F4(152,1) = 228/41 p < 0/001]$$

اثر مستقل دو عامل تکیه و بافت نوایی بر بسامد هیچ کدام از سازه‌های این واکه، معنادار نیست؛ به‌علاوه، اثر تعاملی تکیه و جنسیت برای این واکه، معنادار نیست: $[F < 1]$ ؛ همچنین اثر بافت نوایی و اثر تعاملی آن با دیگر عوامل بر بسامدهای هیچ‌یک از سازه‌های $[e]$ معنادار نیست $[F < 1]$.

برای محرک بی‌معنی /nana/ اثر مستقل عامل تکیه، تنها برای بسامدهای $F1$ و $F2$ برای واکه هجای اول و بسامد $F1$ برای واکه هجای دوم، معنادار است: $[p < 0.001]$ ؛ ولی برای دیگر بسامدها معنادار نیست: [در تمام موارد $F < 1$]. آزمودنی‌ها بسامدهای اول و دوم واکه هجای اول و بسامد دوم واکه هجای دوم را در موضع بدون تکیه کاهش داده‌اند و اثر تعاملی تکیه و جنسیت بر بسامد هیچ‌یک از سازه‌ها معنادار نیست: [در تمام موارد $F < 1$]. همچنین اثر تعاملی تکیه و بافت نوایی بر بسامد سازه‌های $F1$ و $F2$ برای واکه هجای اول و $F2$ برای واکه هجای دوم، معنادار است: $[p < 0.001]$. نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می‌دهد که اختلاف بسامد این سازه‌ها در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، تنها در بافت دارای تکیه زیروبمی، معنادار است.

این نتایج دو واقعیت مهم را نشان می‌دهند: نخست آنکه تغییر کیفیت واکه در زبان فارسی تا حد زیادی، تابع بافت نوایی و تغییرهای زیروبمی است؛ نه تکیه واژگانی. تغییر بسامد سازه‌ها در بافت دارای تکیه زیروبمی، به‌میزانی قابل ملاحظه، از بافت بدون تکیه زیروبمی بیشتر است. دیگر اینکه این تغییرها وابسته به واکه است. بسامد سازه‌های $[a]$ در موضع دارای تکیه زیروبمی، به‌راحتی از متوسط سازه‌های بسامدی این واکه دور می‌شود و این واکه به‌سوی واکه‌های دیگر گرایش می‌یابد؛ درحالی که $[e]$ در برابر این تغییرها پای‌دارتر است و تغییری قابل ملاحظه در بسامد سازه‌های این واکه ایجاد نمی‌شود.

۴-۵-۲. اختلاف در توزیع شدت انرژی بر روی بسامدها

چنان‌که پیشتر گفتیم، برای مقایسه الگوی توزیع شدت انرژی بر روی سازه‌های بسامدی واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه متوسط شدت انرژی در چهار باند بسامدی $B1$ تا $B4$ از طیف بسامدی واکه‌ها محاسبه شد. فرض بر آن است که الگوی توزیع شدت انرژی بر روی بسامدهای واکه‌های

تکیه بر و بدون تکیه، صرف نظر از متغیر بافت نوایی، متفاوت است؛ به این صورت که انرژی بر روی بسامدهای میانی و بالا برای واژه‌های تکیه‌بر، بیشتر از بسامدهای پایین متمرکز می‌شود. از نظر اسلوئجتر و ون‌هاون (۱۹۹۶)، علت این مسئله، نامتقارن شدن پالس چاک‌نایی در اثر فعالیت تولیدی بیشتر در ناحیه تارآواهاست. جابه‌جایی بسامد سازه‌ها نیز یکی دیگر از عوامل تغییر در الگوی توزیع شدت انرژی بر روی بسامدهاست. در بخش قبل دیدیم که بسامد سازه‌های واژه [a] در موضع بدون تکیه بر روی طیف بسامدی جابه‌جا می‌شود. حال، این پرسش مطرح می‌شود که آیا این جابه‌جایی بر الگوی توزیع شدت انرژی در محدوده باندهای بسامدی مورد نظر اثر می‌گذارد یا نه. پاسخ، منفی است؛ چون اگر مطابق آنچه پیشتر گفتیم، فرض کنیم B1 دربرگیرنده بسامد پایه و B2، B3 و B4 به ترتیب دربرگیرنده بسامدهای F2، F3 و F4 باشند، باوجود جابه‌جایی بسامد سازه‌های واژه [a]، این بسامدها از محدوده باندهای بسامدی مورد نظر خارج نشده‌اند. در چنین حالتی، الگوی توزیع انرژی در محدوده باندهای بسامدی مربوط تغییر نمی‌کند و یا در صورت تغییر، اختلاف دامنه حاصل از جابه‌جایی بسامدها قابل اغماض است (گافین و ساندربرگ^۱، ۱۹۸۹)؛ بر این اساس، در صورت وجود هرگونه اختلاف توزیع شدت انرژی بین هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه، این اختلاف را می‌توان به الگوی تناوب چاک‌نایی و منبع انرژی صوتی نسبت داد. پس از اندازه‌گیری سطح شدت انرژی در هر یک از باندهای بسامدی مورد نظر، چند آزمون تحلیل واریانس سه‌طرفه برای محاسبه اختلاف سطح شدت انرژی در هر باند، بین هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه انجام شد و در هر آزمون، محل تکیه، بافت نوایی و جایگاه هجا به‌عنوان عوامل مستقل و تکرار و گوینده به‌عنوان عوامل مکرر انتخاب شدند. نتایج نشان می‌دهد که اثر مستقل عامل تکیه بر شدت انرژی کمترین باند بسامدی، B1 در سطح هر دو هجا معنادار نیست: [هر دو هجا $F < 1$]؛ ولی اثر آن بر شدت انرژی دیگر باندها معنادار است:

$$p < 0.001 \text{ (هجای اول و دوم) } B4; p < 0.001 \text{ (هجای اول و دوم) } F(1, 156) = 36/314$$

$$p < 0.003 \text{ (هجای دوم) } B3; p < 0.007 \text{ (هجای اول) } F(1, 156) = 7/362$$

$$p < 0.001 \text{ (هجای اول) } B2; p < 0.001 \text{ (هجای اول) } F(1, 156) = 8/925$$

به این صورت که شدت انرژی در باندهای بسامدی B2، B3 و B4 یعنی بسامدهای میانی و بالا برای واکه‌های تکیه‌بر، در مقایسه با واکه‌های بدون تکیه، بیشتر است؛ همچنین اثر مستقل عامل بافت نوایی بر شدت انرژی باندهای بسامدی B3 و B4 در سطح هردو هجا و B2 برای هجای اول، معنادار است؛ ولی اثر آن بر شدت انرژی باند B1 در سطح هردو هجا و B2 برای هجای دوم، معنادار نیست:

$$p < 0.001 \text{ (هجای اول و دوم)}; B4: F(1, 156) = 4.953, p < 0.002 \text{ (هجای اول و دوم)}; B3: F(1, 156) = 0.467 \text{ (هجای اول)}; B2: F(1, 156) = 1.45 \text{ (هجای اول)}; B1: \text{واژگانی}$$

برای واکه هجای اول، [a] اثر تعاملی تکیه و بافت نوایی بر شدت انرژی باندهای بسامدی B2، B3 و B4 معنادار است؛ ولی اثر تعاملی این دو عامل بر باند B1 معنادار نیست:

$$B4: p < 0.001; B3: F(1, 156) = 6.722, p < 0.01; B2: F(1, 156) = 3.962, p < 0.04; B1: F(1, 156) < 1$$

نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می‌دهد که اختلاف دامنه باندهای بسامدی B2، B3 و B4 برای واکه [a] در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، تنها در بافت دارای تکیه زیروبمی، معنادار است. در بافت بدون تکیه زیروبمی، اختلاف دامنه این باندهای بسامدی در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، معنادار نیست. برای واکه هجای دوم، [e] اثر تعاملی دو عامل تکیه و بافت نوایی بر شدت انرژی باندهای بسامدی B2 و B4 معنادار است؛ ولی بر شدت انرژی باندهای B1 و B3 معنادار نیست:

$$B4: p < 0.001; B3: F(1, 156) < 1; B2: F(1, 156) = 4.863, p < 0.02; B1: F(1, 156) < 1$$

نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می‌دهد که اختلاف دامنه باندهای B2 و B4 برای این واکه در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، تنها در بافت دارای تکیه زیروبمی، معنادار است. اختلاف دامنه B1 برای این واکه نیز همچون واکه [a] در هیچ کدام از بافت‌های نوایی، معنادار نیست؛ همچنین اختلاف دامنه B3 برای این واکه در هردو بافت نوایی، معنادار است. برای محرک بی‌معنا نیز نتایج مشابه به دست آمد؛ بدین شرح که اثر مستقل عامل تکیه برای این محرک در سطح دو هجا

بر شدت انرژي باند B1 معنادار نبود: [هر دو هجا $F < 1$]؛ ولي اثر آنها بر شدت انرژي در باندهای ديگر، معنادار بود:

$$p < 0.001 \text{ (هجای اول و دوم)} \text{ B4}; F(1, 156) = 18.832 \text{ (هجای دوم)}, p < 0.001$$

$$F(1, 156) = 12.11 \text{ (هجای اول)} \text{ B3}; p < 0.002 \text{ (هجای اول)}, F(1, 156) = 10.01 \text{ (هجای دوم)}, p < 0.007, 7/609$$

$$F(1, 156) = \text{ (هجای اول)} \text{ B2}; \text{بی معنی}$$

همچنين اثر مستقل عامل بافت نوایی هم برای این محرک جز B1 بر شدت انرژي باندهای ديگر، معنادار بود:

$$p < 0.001 \text{ (هجای اول و دوم)} \text{ B4}; p < 0.001 \text{ (هجای اول و دوم)} \text{ B3}; p < 0.005, 8/13$$

$$F(1, 156) = 7.231 \text{ (هجای اول)} \text{ B2}; p < 0.008 \text{ (هجای دوم)}, F(1, 156) = 1 \text{ (هجای اول)} \text{ B2}; p < 0.008$$

$$F(1, 156) = 1.83 \text{ (هجای اول)} \text{ B1}; p < 0.17, \text{ (هجای اول)} \text{ B1}; \text{بی معنی}$$

جدول ۴. میانگین شدت انرژي باندهای بسامدی B1 تا B4 واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه به تفکیک محرک هدف، بافت نوایی و محل تکیه

محرک بی معنی				محرک واژگانی						
σ2		σ1		σ2 (/e/)		σ1 (/a/)				بافت نوایی
تکیه +	تکیه -	تکیه +	تکیه -	تکیه +	تکیه -	تکیه +	تکیه -			
۶۱/۱۳	۵۹/۷۶	۶۱/۳۷	۶۰/۸۱	۶۳/۷۴	۶۳/۰۵	۶۳/۵۱	۶۲/۳۱	B1	باند بسامدی	[+ تکیه زیرویمی]
۶۰/۳۹	۵۵/۲۹	۵۹/۸۳	۵۶/۱۱	۶۰/۱۸	۵۵/۳۰	۶۱/۱۲	۵۷/۲۹	B2		
۵۷/۱۹	۴۹/۱۴	۵۶/۶۴	۴۹/۷۳	۵۶/۲۲	۴۷/۳۹	۵۸/۴۲	۵۱/۳۹	B3		
۴۹/۷۱	۴۰/۹۱	۵۰/۳۹	۴۱/۰۸	۴۷/۶۳	۴۰/۹۱	۴۹/۷۱	۴۰/۱۸	B4		
۶۰/۱۴	۵۹/۳۳	۶۰/۲۲	۵۹/۳۶	۶۱/۲۱	۶۱/۷۲	۶۱/۹۱	۶۱/۳۸	B1	باند بسامدی	[- تکیه زیرویمی]
۵۵/۵۹	۵۴/۶۱	۵۶/۱۸	۵۵/۴۳	۵۸/۳۲	۵۶/۸۱	۵۷/۰۹	۵۶/۱۱	B2		
۴۸/۰۸	۴۶/۷۹	۴۸/۳۹	۴۷/۸۱	۵۱/۴۸	۴۷/۳۴	۵۲/۷۳	۵۰/۸۹	B3		
۴۰/۱۹	۳۹/۶۷	۴۱/۴۲	۳۹/۱۲	۴۱/۹۰	۴۱/۳۶	۴۱/۷۷	۴۰/۰۳	B4		

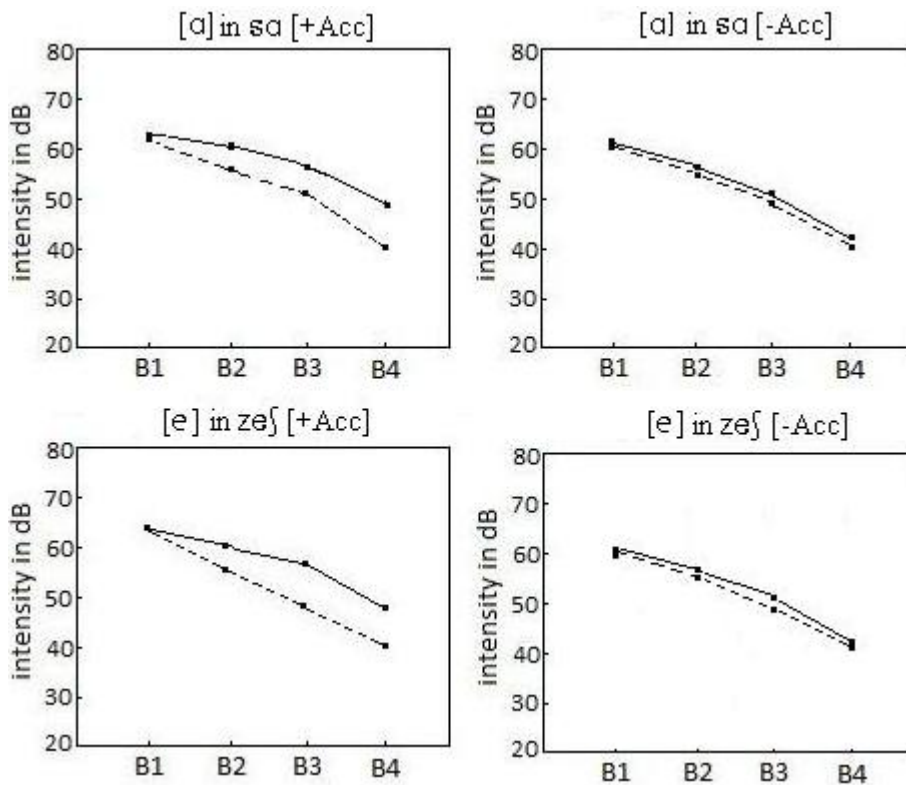
همچنین اثر تعاملی تکیه و بافت نوایی جز B1 بر باندهای بسامدی دیگر، یعنی B2، B3 و B4 در سطح هردو هجا معنادار بود. نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می‌دهد که اختلاف دامنه باندهای بسامدی B2، B3 و B4 در سطح هردو هجا فقط در بافت دارای تکیه زیروبمی، معنادار است. در بافت بدون تکیه زیروبمی، اختلافی معناداری از نظر شدت انرژی باندهای بسامدی B2، B3 و B4 بین هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه وجود ندارد:

$$p < 0.001; F(1, 156) = 9.865; p < 0.002; B4; (هجای اول و دوم) = 9.865; F(1, 156) = 9.865; p < 0.004; (هجای دوم) = 9.865; p < 0.001$$

$$F(1, 156) = 4.597; p < 0.03; B3; (هجای اول) = 4.597; F(1, 156) = 4.597; p < 0.04; (هجای دوم) = 4.597; p < 0.061$$

$$F(1, 156) = 1; B2; (هجای اول) = 1; F(1, 156) < 1; B1; (هجای اول و دوم) = 1$$

بر اساس نتایج به دست آمده، اختلاف بسامد باند بسامدی اول برای واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه در هردو بافت نوایی، بسیار ناچیز است. در باندهای بسامدی بالاتر، یعنی بسامدهای میانی و بالا، اختلاف دامنه واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه، تنها در بافت دارای تکیه زیروبمی معنادار است؛ بدین صورت که تمرکز انرژی بر بسامدهای میانی و بالا برای واکه‌های تکیه‌بر به صورتی قابل ملاحظه، بیشتر از واکه‌های بدون تکیه است؛ بنابراین، شیب نزولی شدت انرژی در طیف بسامدی واکه‌های تکیه‌بر به علت افزایش دامنه بسامدهای میانی و بالا در مقایسه با واکه‌های بدون تکیه، کندتر (نرم‌تر) است. در بافت بدون تکیه زیروبمی، توزیع انرژی بر روی بسامدهای میانی و بالا برای واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه، تفاوتی قابل توجه ندارد. تمرکز انرژی بر بسامدهای پایین در هردو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه در بافت بدون تکیه زیروبمی، زیاد و بر بسامدهای میانی و بالا، کم است؛ بنابراین، شیب نزولی شدت انرژی طیف بسامدی در این بافت، صرف نظر از تکیه‌بر یا بدون تکیه بودن واکه مورد نظر، تند است. شکل ۱ الگوی توزیع شدت انرژی طیف بسامدی واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه را برای هجای اول (بالا) و دوم (پایین) محرک واژگانی در بافت [+ تکیه زیروبمی] (چپ) و [- تکیه زیروبمی] (راست) بر اساس میانگین شدت انرژی باندهای بسامدی B1 تا B4 نشان می‌دهد.



شکل ۱. الگوی توزیع شدت انرژی طیف بسامدی واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه برای هجای اول (بالا) و دوم (پایین) محرک واژگانی در بافت [+ تکیه زیروبمی] (چپ) و [- تکیه زیروبمی] (راست) براساس میانگین شدت انرژی باندهای بسامدی B1 تا B4

چنان‌که می‌بینیم، در بافت [- تکیه زیروبمی]، اختلاف دامنه واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه در سطح همه باندهای بسامدی به‌ویژه B1، بسیار کم است؛ همچنین شیب نزولی دامنه شدت انرژی هم برای واکه‌های تکیه‌بر و هم برای نوع بدون تکیه، تند است؛ اما در بافت [+ تکیه زیروبمی]، اختلاف دامنه برای باند B1، کم و برای باندهای بالاتر، با توجه به تمرکز انرژی در بسامدهای میانی و بالای واکه‌های تکیه‌بر، به‌صورتی قابل ملاحظه، بیشتر است؛ همچنین شیب نزولی در دامنه طیف بسامدی واکه‌های تکیه‌بر در مقایسه با واکه‌های بدون تکیه، به‌صورتی قابل توجه، کندتر است.

۳. نتیجه‌گیری و بحث

در این مقاله، هم‌بسته‌های آوایی تکیه واژگانی فارسی را در دو بافت دارای تکیه زیرویمی و بدون تکیه زیرویمی بررسی کرده‌ایم. به پیروی از اسلویجتر و ون‌هاون (۱۹۹۶)، این فرضیه را مطرح کردیم که تکیه واژگانی، ماهیتی دینامیک دارد، ناظر بر فعالیت تولیدی بیشتر در دستگاه گفتار است و با تکیه زیرویمی که ماهیت آهنگی دارد، متفاوت است. براساس این فرضیه، فعالیت تولیدی بیشتر از ناحیه تارآوا، باعث نامتقارن شدن پالس چاک‌نایی می‌شود؛ به این صورت که طول مرحله بسته ارتعاش، از مرحله باز، کوتاه‌تر می‌شود. در چنین حالتی، دامنه همسازهای میانی و بالای علامت حنجره افزایش می‌یابد و در نتیجه، شیب نزولی دامنه طیف بسامدی، کندتر می‌شود؛ ولی با کاهش تلاش تولیدی، چاک‌نای آهسته‌تر بسته می‌شود و به این ترتیب، سطح دامنه همسازهای میانی و بالای طیف حنجره کاهش می‌یابد و شیب نزولی دامنه طیف، تندتر می‌شود (فانت^۱، ۱۹۶۰؛ چیلدرز و لی^۲، ۱۹۹۱). نتایج به‌دست آمده، فرضیه مطرح شده را تأیید نمی‌کنند. توزیع شدت انرژی در بسامدهای میانی و بالا برای واژه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه، تنها در بافت دارای تکیه زیرویمی، دارای تفاوتی معنادار است. بدون وجود تغییرهای زیرویمی، یعنی در بافت بدون تکیه زیرویمی، این تفاوت، معنادار نیست. نتایج نشان می‌دهند که تغییر در شدت انرژی بسامدهای میانی و بالا در زبان فارسی، تا حد زیادی، تابع تغییر سطح بسامد پایه و حضور یا نبود تکیه زیرویمی روی هجای موردنظر است. نتایج به‌دست آمده همچنین بیانگر آن است که تغییر در شدت انرژی کل نیز وابسته به تغییرهای زیرویمی است. در بافت دارای تکیه زیرویمی، اختلاف هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه از نظر این متغیر، معنادار بود؛ ولی در بافت بدون تکیه زیرویمی، اختلاف به‌دست آمده، معنادار نیست. این نتایج نشان می‌دهد که الگوی شدت انرژی در طیف بسامدی چه در همه نواحی بسامدی و چه نواحی بسامدی میانی و بالا، هم‌بسته تولیدی-صوت‌شناختی تکیه زیرویمی است؛ نه تکیه واژگانی. این نتایج با یافته‌های کمپل و بکمن (۱۹۹۷)

1. G. Fant

2. D. G. Chiders and C. K. Lee

درباره زبان انگلیسی مطابقت می‌کند. آزمایش تولیدی آن‌ها نیز اختلافی معنادار را از نظر سطوح شدت انرژی بسامدهای میانی و بالا بین هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه نشان نمی‌دهد.

نتایج مربوط به کیفیت واکه نشان می‌دهد که این ویژگی، هم‌بسته تولیدی - صوت‌شناختی تکیه‌ واژگانی نیست؛ چون تغییر بسامد سازه‌ها در بافت بدون تکیه زیروبمی، برای هیچ‌یک از واکه‌های [a] و [e] معنادار نیست؛ به‌علاوه نمی‌توان این ویژگی را هم‌بسته آوایی پای‌دار برای تکیه‌ زیروبمی دانست؛ چون اختلاف بسامد سازه‌های واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه در بافت دارای تکیه‌ زیروبمی، تنها برای واکه [a] معنادار است. اختلاف به‌دست‌آمده برای واکه [e] معنادار نیست. درحالی‌که بسامدهای واکه [a] در این محیط تغییر کرده و این واکه به‌سوی واکه‌های دیگر گرایش یافته است، بسامدهای [e] نسبت به این تغییرها پای‌دارتر است؛ بر این اساس می‌توان گفت تغییر کیفیت واکه در زبان فارسی در بافت دارای تکیه‌ زیروبمی، وابسته به واکه است و این عامل به‌طور منظم و پای‌دار، واکه‌های دارای تکیه‌ زیروبمی را از واکه‌های بدون تکیه‌ زیروبمی متمایز نمی‌کند. این نتایج با یافته‌های هاس (۱۹۹۷) درباره زبان انگلیسی، متعارض است. هاس نشان داده است کیفیت واکه در زبان انگلیسی، برخلاف دو عامل شدت انرژی و دیرش هجا، نشانه تولیدی - ادراکی تکیه‌ واژگانی است و این عامل، واکه‌های تکیه‌بر را از واکه‌های بدون تکیه در بافت بدون تکیه‌ زیروبمی، به‌طور منظم و مستقل از عامل نوع واکه و گویشور متمایز می‌کند. نتایج به‌دست‌آمده، به یافته‌های اسلویجتر و ون‌هاون درباره زبان هلندی نزدیک‌تر است. در آزمایش آن‌ها نیز نتایج مربوط به کیفیت واکه، تا حد زیادی وابسته به نوع واکه بود؛ با این تفاوت که در آزمایش آن‌ها، تغییر کیفیت واکه، در بافت بدون تکیه‌ زیروبمی نیز دیده شد.

درباره دیرش هجا، نتایجی متفاوت به‌دست آمد. دیرش هجاهای تکیه‌بر در سطح هردو بافت نوایی، به‌صورتی معنادار، از هجاهای بدون تکیه بیشتر بود. این مسئله نشان می‌دهد که دیرش هجا در زبان فارسی، مستقل از عامل تغییرهای زیروبمی هم‌بسته تولیدی - صوت‌شناختی تکیه‌ واژگانی است. براساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت تکیه‌ واژگانی در زبان فارسی، برخلاف زبان انگلیسی، صرفاً یک ویژگی ساختاری برای نشان‌دار کردن یک هجا در سطح واژگان برای دریافت تکیه‌ زیروبمی در سطوح بالاتر ساخت نوایی گفتار نیست؛ بلکه هم‌بسته تولیدی - صوت‌شناختی

خاص خود را دارد. این هم‌بسته، دیرش هجاست. از نتایج این تحقیق می‌توان در برخی حوزه‌های کاربردی مانند بازسازی و بازشناسی گفتار استفاده کرد.

منابع

- شریفی آتشگاه، مسعود (۱۳۸۵). «بررسی نوایی و آوایی واژه‌بست‌های زبان فارسی». *مجموعه مقالات دومین کارگاه پژوهشی زبان فارسی و رایانه*. تهران: دانشگاه تهران.
- Abolhasanzadeh, V., C. Gussenhoven and M. Bijankhan (2010). *The Position of Clitics in Persian Intonational Structure*. Conference on Speech Prosody. Chicago.
- Beckman, M. and J. Edwards (1994). "Articulatory Evidence for Differentiating Stress Categories". *Papers in Laboratory Phonology*. Vol. 3. Cambridge: Cambridge University Press. PP. 7-33.
- Campbell, N. and M. Beckman (1997). "Stress, Prominence and Spectral Tilt". In A. G. Botinis (eds). *Intonation: Theory, Models and Applications*. ESCA. PP. 67-70.
- Chiders, D. G. and C. K. Lee (1991). "Vocal Quality Factors: Analysis, Synthesis and Acoust". In Soc. Am., 90. PP. 2394-2410.
- Fant, G. (1960). *Acoustic Theory of Speech Production*. Mouton: The Hague.
- Fry, D. B. (1955). "Duration and Intensity as Physical Correlates of Linguistic Stress". In J. Acoust. Soc. Am. 27. PP. 765-768.
- ----- (1958). "Experiments in the Perception of Stress". In *Language and Speech 1*. PP. 126-152.
- Gauffin, J. and J. Sundberg (1989). "Spectral Correlates of Glottal Voice Source Waveform Characteristics". In J. Speech Hearing Research. PP. 556-565.
- Glave, R. D. and A. C. M. Rietveld (1975). "Is the Effort Dependence of Speech Loudness Explicable on the Basis of Acoustical Code?". In J. Acoust. Soc. Am. N. 58. PP. 875-879.
- Huss, V. (1977). "English Word Stress in Post-Nuclear Position". In *Phonetica*. N. 35. PP. 86-105.
- Klatt, D. H. (1976). "Linguistic Uses of Segmental Duration in English: Acoustic and Perceptual Evidence". In J. Acoust. Soc. Am. N. 59. PP. 1208-1221.

- Liberman, M. Y. and L. A. Steeter (1978). "Use Nonsense-Syllable Mimicry in the Study of Prosodic Phenomena". In *J. Acoust. Soc. Am.* N. 63. PP. 231-233.
- Ortega-Liberaria, M., P. Pierto and M. Vanrell (2007). "Perceptual Evidence for Direct Acoustic Correlate of Stress in Spanish". In *The International Congress on Phonetic Sciences*. XVI. Saarbrucken. Germany.
- Sluijter, A. and V. Van Heuven (1996). "Spectral Balance as an Acoustic Correlate of Linguistic Stress". In *J. Acoust. Soc. Am.* N. 100 (4). PP. 2471-2485.
- Sluijter, A., V. Van Heuven and J. Pacilly (1997). "Spectral Balance as a Cue in the Perception of Linguistic Stress". In *J. Acoust. Soc. Am.* N. 101 (1). PP. 503-513.
- Zanten, E. Van, L. Damen and E. Van Houten (1991). *The ASSP Speech Database*. Utrecht.