دوفصلنامهٔ علمی ـ پژوهشی زبان‌پژوهی دانشگاه الزهرا
سال پنجم، شمارهٔ ۹، پاییز و زمستان ۱۳۹۲

بررسی آوایی تکیهٔ واژگانی در زبان فارسی

وحید صادقی[۱]

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۲۰
تاریخ تصویب: ۹۰/۱۰/۱۸

چکیده

در بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده دربارهٔ تکیهٔ واژگانی در زبان فارسی، تغییرهای آوایی ناشی از جابه‌جایی محل تکیه در محیط دارای تکیهٔ زیروبمی بررسی شده و به همین سبب، F0 مهم‌ترین هم‌بستهٔ آوایی تکیهٔ واژگانی درنظر گرفته شده است؛ درحالی که F0 هم‌بستهٔ آوایی تکیهٔ زیروبمی است؛ نه تکیهٔ واژگانی؛ به‌علاوه، در پژوهش‌های انجام‌شده، میزان اعتبار عوامل دیگر ازجمله تغییر شدت انرژی و دیرش، به‌عنوان هم‌بسته‌های محتمل تکیهٔ واژگانی آزموده نشده است. در این مقاله، هم‌بسته‌های آوایی تکیهٔ واژگانی را در زبان فارسی، در دو بافت نوایی متفاوت بررسی کرده‌ایم: یکی بافت دارای تکیهٔ زیروبمی و دیگری بافت بدون تکیهٔ زیروبمی؛ بدین منظور، یک آزمایش تولیدی انجام دادیم و در آن، دیرش هجا، شدت انرژی کل، شدت انرژی بسامدهای بیش‌از 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 شمارهٔ 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 همهٔ نواحی بسامدی وچه در نواحی بسامدی میانی و بالا، تابعی از تغییر زیروبمی است و به همین دلیل، این عوامل، هم‌بسته‌های تولیدی- صوت‌شناختی برای تکیهٔ زیروبمی به‌شمار می‌روند؛ نه تکیهٔ 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 نشانهٔ تولیدی- صوت‌شناختی برای تکیهٔ واژگانی فارسی به‌شمار می‌رود.

واژه‌های کلیدی: *تکیهٔ واژگانی، تکیهٔ 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 درسطح کلمه مشخص می‌کند. یکی از موضوع‌های مهم در پژوهش‌های آوایی، تعیین هم‌بسته‌های صوت‌شناختی و ادراکی تکیه در دو محور هم‌نشینی (نمودِ آوایی هجای تکیه‌بر در مقایسه با هجاهای بدون تکیهٔ مجاور آن) و جانشینی (نمودِ 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، ازنظر ملاحظات کلامی و کاربردشناختی برجسته‌تر می‌کند. این برجستگی که ازطریق تغییرهای زیروبمی حاصل می‌شود، تکیهٔ زیروبمی (خیزان، افتان یا ترکیب هردو) نام دارد؛ بر این اساس، تکیهٔ واژگانی، درسطح واژگان اعمال می‌شود و انتزاعی، قابل پیش‌بینی، ثابت و مربوط به توانش زبانی است؛ ولی تکیهٔ زیروبمی درسطح پاره‌گفتار اعمال

می‌شود و عینی، پیش‌بینی‌ناپذیر، متغیر و مربوط به کنش زبانی است (اسلویجتر و ون‌هاون[1]، ۱۹۹۶)؛ چون هستهٔ کلمه به‌عنوان یک واحد نوایی[2]، ازنوع هجای تکیه‌بر است و تغییرهای زیروبمی بر هجای تکیه‌بر کلمه صورت می‌گیرد؛ بنابراین، تغییرهای زیروبمی همواره به‌عنوان مهم‌ترین هم‌بستهٔ آوایی تکیهٔ واژگانی درنظر گرفته می‌شود؛ مثلاً آزمایش‌های تولیدی و ادراکی فرای[3] (۱۹۵۵ و ۱۹۵۸) روی جفت‌واژه‌های اسمی/ فعلی در زبان انگلیسی (مانند **Per**mit به‌معنای اجازه‌دادن و **Per**mit به‌معنای اجازه و پروانه) نشان می‌دهد که اگرچه شدت انرژی و دیرش واکه‌ها در هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیهٔ 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 F0 است. شنونده، هجایی را که قلهٔ F0 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 تکیهٔ واژگانی، به محل وقوع برجستگی نوایی روی منحنی زیروبمی گفتار، حساس است و هرجا برجستگی وجود داشته باشد، وی آن را ازنوع تکیه‌بر می‌شنود؛ بنابراین، ازنظر فرای (۱۹۵۸)، F0 قوی‌ترین نشانهٔ ادراکی برای تکیهٔ واژگانی است و عوامل دیگر مانند دیرش، شدت انرژی و کیفیت واکه، در درک تکیه، کمتر مؤثرند؛ بر این اساس، وی نتیجه گرفته است نقش تکیهٔ واژگانی، آن است که جایگاه‌های بالقوهٔ برجستگی نوایی را روی منحنی زیروبمی گفتار مشخص کند.

هاس[4] (۱۹۷۷) آزمایشی مشابه را روی جفت‌واژه‌های اسمی/ فعلی زبان انگلیسی انجام داد: وی برای آنکه اثر هم‌بسته‌های ادراکی تکیهٔ واژگانی را مستقل از تکیهٔ زیروبمی اندازه‌گیری کند، کلمه‌ها را در جایگاه پس‌از تأکید تقابلی، یعنی در بافت بدون تکیهٔ زیروبمی 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

دربرابر محرک‌ها به‌دست آورد. نتایج پژوهش او نشان داد که درغیاب تکیهٔ زیروبمی (عامل F0) و کیفیت واکه، پاسخ آزمودنی‌ها سطح اطمینانی ضعیف دارد.

آزمایش‌های بکمن و ادواردز[1] (۱۹۹۴) نتایج هاس را تأیید می‌کند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که آنچه اساساً باعث تقابل تکیهٔ واژگانی درسطح کلمه می‌شود، تکیهٔ زیروبمی 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، نشانهٔ تولیدی/ ادراکی تکیهٔ واژگانی است؛ البته این نشانه درسطح گام[2] عمل می‌کند؛ نه درسطح کلمه؛ بر این اساس، آنان چهار سطح کیفی مختلف را برای تکیهٔ واژگانی در زبان انگلیسی درنظر گرفته‌اند که به‌ترتیب، از قوی‌ترین تا ضعیف‌ترین تکیه عبارت‌اند از: هجا با واکهٔ کامل[3] و تکیهٔ زیروبمی اصلی؛ هجا با واکهٔ کامل و تکیهٔ زیروبمی غیراصلی؛ هجا با واکهٔ کامل بدون تکیهٔ زیروبمی؛ هجا با واکهٔ ضعیف بدون تکیهٔ زیروبمی. تمام این یافته‌ها نشان می‌دهد که تکیهٔ واژگانی درسطح کلمه، هیچ هم‌بستهٔ تولیدی- ادراکی مشخصی ندارد و تنها یک ویژگی ساختاری برای نشان‌دارکردن الگوهای توزیعی درسطوح 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 کمینهٔ 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 تکیهٔ زیروبمی و دیگری بدون زیروبمی؛ همچنین اختلاف سطوح شدت انرژی در دو ناحیهٔ بسامدی جداگانه اندازه گرفتند: یکی بسامدهای بیش‌از پانصد هرتز و دیگری همهٔ نواحی بسامدی ازجمله بسامدهای کمتر از پانصد هرتز. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که دیرش هجاها در هردو بافت نوایی، به‌صورتی 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. واکهٔ کامل، واکه‌ای است که به‌صورت کامل و بدون کاهش یا تضعیف تولید می‌شود.

یکدیگر متفاوت است. سطح شدت انرژی در بسامدهای بیش‌از پانصد هرتز برای هجاهای تکیه‌بر، در هردو بافت نوایی، به‌صورتی معنادار، از هجاهای بدون تکیه بیشتر است؛ ولی همین اختلاف برای همهٔ نواحی بسامدی، معنادار نیست. آن‌ها (۱۹۹۷) درپی این آزمایش، یک آزمایش ادراکی نیز انجام دادند و در آن، مقادیر سه متغیر دیرش هجا، سطوح شدت انرژی بسامدهای بیش‌از پانصد هرتز و سطوح شدت انرژی را در همهٔ بسامدها، به‌طور جداگانه، طی چندین گام، مطابق نتایج آزمایش تولیدی در جفت‌واژه‌های بی‌معنای مصنوعی (nana/nana) در بافت بدون تکیهٔ زیروبمی تغییر دادند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که پاسخ ادراکی آزمودنی‌ها به‌صورتی معنادار، تابع تغییرهای دیرش هجا و شدت انرژی در بسامدهای بیش‌از پانصد هرتز است. اثر تغییر در سطوح شدت انرژی همهٔ بسامدها بر درک تکیه، قابل اغماض است. آن‌ها نتیجه گرفتند بین بلندای صدا[1] به‌عنوان هم‌بستهٔ ادراکی شدت انرژی و تکیهٔ واژگانی، رابطه‌ای معنادار وجود دارد و علت نادیده‌گرفته‌شدن این مسئله در پژوهش‌های پیشین، آن است که هم‌بستهٔ صوت‌شناختی مناسبی برای بلندا درنظر گرفته نشده است. هم‌بستهٔ این ویژگی ادراکی، سطح شدت انرژی در بسامدهای بیش‌از پانصد هرتز است؛ نه همهٔ بسامدها؛ بنابراین اگر معیار اندازه‌گیری مناسبی برای بلندا انتخاب شود، این ویژگی ادراکی را می‌توان مستقل از تغییرهای زیروبمی، یکی از نشانه‌های اصلی تکیهٔ واژگانی دانست. آن‌ها به پیروی از روی‌کرد سنتی به تکیه (گلیو و ریتویلد[2]، ۱۹۷۵)، چنین بحث کرده‌اند که تکیه، عبارت از افزایش تلاش فیزیولوژیکی دستگاه گفتار است که ماهیتی دینامیک دارد و از تکیهٔ زیروبمی که روی‌دادی آهنگی است، متفاوت است. فعالیت تولیدی بیشتر در ناحیهٔ شش‌ها، تارآواها و محل گرفتگی، علاوه‌بر افزایش دامنهٔ شکل موج حنجره و درنتیجه، افزایش شدت انرژی کل[3]، باعث نامتقارن‌شدن پالس چاک‌نایی به‌صورت کوتاه‌ترشدن مرحلهٔ بستهٔ ارتعاش و درنتیجه، نامتعادل‌شدن توزیع انرژی برروی بسامدها می‌شود؛ به این صورت که انرژی در بسامدهای میانی و بالا، بیش‌از بسامدهای پایین، متمرکز می‌شود. آن‌ها از تفاوت بنیادین دیگری نیز بدین شرح سخن گفتند که تکیهٔ 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 درسطح کلمه مشخص می‌کند؛ بنابراین، وابسته به نظام زبانی است؛ ولی تکیهٔ زیروبمی مربوط به رفتار و کنش زبانی است که برای ایجاد برجستگی یا تأکید اطلاعی بر کلمه‌ها با توجه به ملاحظات کلامی و کاربردشناختی به‌کار می‌رود. در این دیدگاه، هجای تکیه‌بر، محل بالقوهٔ دریافت تکیهٔ زیروبمی درسطح پاره‌گفتار است؛ ولی هم‌بسته‌های صوت‌شناختی و ادراکی مستقل خود را دارد؛ چون این هم‌بسته‌ها در محیط بدون تکیهٔ زیروبمی نیز به‌روشنی نمود می‌یابند.

کمپل و بکمن[1] (۱۹۹۷) آزمایش‌های اسلویجتر و ون‌هاون را با انتخاب متغیرهای پیش‌نهادی‌شان روی جفت‌واژه‌های زبان انگلیسی در بافت بدون تکیهٔ زیروبمی تکرار کردند؛ ولی یافته‌های آن‌ها اختلافی معنادار را ازنظر سطوح شدت انرژی در بسامدهای میانی و بالا نشان نداد. این نتایج درواقع، یافته‌های فرای (۱۹۵۵ و ۱۹۵۸)، هاس (۱۹۷۷) و بکمن و ادواردز (۱۹۹۴) را بار دیگر تأیید کرد. آن‌ها درتوجیه این تفاوت، یادآور شدند که در زبان انگلیسی، کیفیت واکهٔ هجاهای تکیه‌بر در بیشتر مواقع، با هجاهای 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 شنوندهٔ انگلیسی، تکیهٔ واژگانی، ازروی کیفیت واکه، یعنی الگوی بسامد سازه‌ها قابل درک است؛ حتی اگر متغیرهای دیرش و سطوح شدت انرژی در بسامدهای بالا، برای هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه، نمود آوایی نداشته باشند؛ ولی برای شنوندهٔ هلندی، درک تکیهٔ واژگانی، مستلزم حضور این متغیرهاست و در غیر این صورت، برجستگی شنیداری هجاها در بافت بدون تکیهٔ زیروبمی، به یک اندازه خواهد بود؛ به همین دلیل، تغییرهای شدت انرژی و دیرش هجا به‌صورت تابعی از تکیهٔ واژگانی در زبان هلندی، به‌شکلی منظم و مستقل از متغیرهای گویشور و نوع واکه، ولی در زبان انگلیسی، به‌صورت نامنظم و وابسته به گویشور و نوع واکه دیده می‌شوند؛ بنابراین، ازنظر کمپل و بکمن (۱۹۹۷)، تکیهٔ واژگانی تنها در زبان‌هایی که کاهش واکه در آن‌ها اتفاق نمی‌افتد، ازنظر متغیرهای دیرش و شدت انرژی، نمود

1. N. Campbell and M. Beckman

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

لیبراریا، پیرتو و ون‌رل[1] (۲۰۰۷) برای بررسی میزان اعتبار این فرض، الگوی تولیدی تکیهٔ 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 تکیهٔ زیروبمی در هردو زبان، معنادار است. آزمایش ادراکی آن‌ها نیز نشان داد که نتایج به‌دست‌آمده درحوزهٔ درک گفتار نیز معتبر است. این نتایج، فرضیهٔ کمپل و بکمن (۱۹۹۷) را تأیید نمی‌کنند.

تکیهٔ 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 تکیهٔ زیروبمی بررسی شده است؛ به همین سبب، به‌طور ضمنی یا صریح، F0 مهم‌ترین هم‌بستهٔ آوایی در تکیهٔ واژگانی به‌شمار آمده است (شریفی، ۱۳۸۵؛ ابوالحسنی‌زاده، گوسن‌هون و بی‌جن‌خان[2]، ۲۰۱۰). در این پژوهش‌ها، میزان اعتبار عوامل دیگر ازجمله تغییرهای شدت انرژی و دیرش به‌عنوان هم‌بسته‌های آوایی تکیهٔ واژگانی آزموده نشده است.

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

الف) آیا تکیهٔ واژگانی در زبان فارسی، مستقل از تکیهٔ زیروبمی، نمود آوایی دارد؟

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

ج) نمود آوایی تکیهٔ واژگانی در دو بافت دارای تکیهٔ زیروبمی و بدون تکیهٔ زیروبمی چه تفاوتی دارد؟

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

برای پاسخ‌دادن به این پرسش‌ها، یک آزمایش تولیدی انجام دادیم و در آن، دیرش هجا، شدت انرژی کل، شدت انرژی بسامدهای بیش‌از پانصد هرتز و بسامد سازه‌ها (به‌عنوان هم‌بستهٔ کیفیت واکه)، واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه در جفت‌واژه‌های تکیه‌ای زبان فارسی و معادل بی‌معنای آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کردیم. با درنظرگرفتن F0 به‌عنوان هم‌بستهٔ آوایی تکیهٔ زیروبمی (اسلویجتر و ون‌هاون، ۱۹۹۶)، این عامل از سطح آزمایش کنار گذاشته شد. اگر فرض اسلویجتر و ون‌هاون (۱۹۹۶ و ۱۹۹۷) را بپذیریم، تکیهٔ واژگانی فارسی باید به‌صورت مستقل از تغییرهای زیروبمی، نمود آوایی داشته باشد؛ یعنی شدت انرژی کل به‌صورت تابعی از افزایش دامنهٔ ارتعاش، شدت انرژی بسامدهای میانی و بالا به‌صورت تابعی از نامتقارن‌شدن تناوب چاک‌نایی و دیرش هجا به‌صورت تابعی از فعالیت تولیدی بیشتر در محل گرفتگی برای هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیهٔ مستقل از تغییرهای زیروبمی، با یکدیگر تفاوتی معنادار داشته باشند. در چنین حالتی می‌توان ادعا کرد تکیهٔ فارسی، مستقل از تکیهٔ زیروبمی است؛ اما اگر این فرض، نادرست باشد، تکیهٔ واژگانی نباید ازنظر هم‌بسته‌های صوت‌شناختی یادشده در محیط بدون تکیهٔ 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، جفت‌واژهٔ تکیه‌ای فارسی «سازش» /**sa**ze**ʃ**/ (صلح) و «سازش» /**sa**ze**ʃ**/ (ساز او) را به‌عنوان دادهٔ آزمایش برگزیده‌ایم. «اش» در عضو اول از جفت‌واژه، وند اشتقاقی اسم‌ساز و در عضو دوم، واژه‌بست شخصی است که به‌جای «او» به‌کار رفته است؛ همچنین با جای‌گزینی هر هجا با هجای /na/، گونهٔ بی‌معنی این جفت‌واژه نیز ساخته شده است: /**na**na/ و /na**na**/. گفتار

بی‌معنی به ما امکان می‌دهد که پدیده‌های نوایی را دور از اثر زنجیرهٔ آوایی مطالعه کنیم (لیبرمن و استریتر[1]، ۱۹۷۸: ۲۳۲). علت انتخاب واکهٔ /a/ بسامد بالای F1 و فاصلهٔ زیاد F0 و F0 در این واکه است.

کلمه‌های انتخاب‌شده به‌عنوان محرک‌های هدف در یک جملهٔ حامل، در موضعی غیرپایانی قرار داده شد: آن‌ها به‌دنبال [محرک هدف] هستند؛ سپس جمله‌ها به دو صورت تولید شد: یکی با تغییرهای زیروبمی ([+ تکیهٔ زیروبمی]) و دیگری بدون تغییرهای زیروبمی ([- تکیهٔ زیروبمی]) روی هجای تکیه‌بر محرک‌های هدف. جمله‌های با محرک‌های هدف [+ تکیهٔ زیروبمی] با تکیهٔ زیروبمی اصلی روی هجای تکیه‌بر محرک‌ها و جمله‌های با محرک‌های هدف [- تکیهٔ زیروبمی] با تکیهٔ تقابلی روی فاعل جمله (آن‌ها) به‌عنوان عنصر کانونی‌شده تولید شدند[2].

۲-۲. آزمودنی‌ها و روش آزمایش

در این آزمایش، چهار نوع محرک تولیدی (دو سطح تکیه × دو سطح بافت نوایی) همراه گونه‌های بی‌معنی‌شان، هرکدام دو بار ازسوی 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 برروی کارت صوتی کریتیو مدل ساند بلاستر X-Fi 5.1 یک رایانهٔ شخصی ضبط شدند. جمله‌ها برروی صفحهٔ نمایشگر رایانه، به‌خط فارسی، برای آزمودنی‌ها نمایش داده شد. هجای تکیه‌بر محرک‌های هدف، به‌صورت برجسته[3] تایپ شد؛ همچنین واژهٔ «آن‌ها» به‌عنوان عنصر کانونی‌شدهٔ جمله‌ها با محرک‌های هدف [- تکیهٔ زیروبمی]، به‌صورت برجسته و با قلم بزرگ‌تر تایپ شدند. برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد که «سازش» با تکیهٔ پایانی، به‌معنای «صلح» و «سازش» با تکیهٔ آغازی،

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

۲. عنصر کانونی‌شده در هر جایگاهی از جمله، تکیهٔ زیروبمی اصلی است و باعث می‌شود تکیهٔ زیروبمی از سطح زنجیرهٔ آوایی پس‌از آن برداشته شود؛ یعنی بسامد پایه در زنجیرهٔ آوایی پس‌از عنصر کانونی، کم (دارای نواخت پایین) و میزان آن، صرف‌نظر از تکیه‌بر یا بدون‌تکیه‌بودن هجاها، ثابت است.

3. Bold

به‌معنای «ساز موسیقی او» است و «آن‌ها» به‌عنوان عنصر کانونی، در تقابل با کلمهٔ دیگر از همان حوزهٔ معنایی، مانند «ما»، «شما» و... قرار دارد؛ بر این اساس، جمله‌های آزمایش، آن‌گونه که برای آزمودنی‌ها نمایش داده شد، بدین شرح است:

۱) بافت [+ تکیهٔ زیروبمی] بافت [- تکیهٔ زیروبمی]

الف) آن‌ها به‌دنبال سا**زش** هستند. ج) آن‌ها به‌دنبال سا**زش** هستند.

ب) آن‌ها به‌دنبال **سا**زش هستند. د) آن‌ها به‌دنبال **سا**زش هستند.

بلافاصله پس‌از هر محرک واژگانی، گونهٔ بی‌معنی آن با همان الگوی تکیهٔ واژگانی و زیروبمی ذکر شد و به این ترتیب، آزمودنی‌ها گونهٔ واژگانی و بی‌معنای یک محرک را قبل‌از دیدن محرک بعدی، روی صفحهٔ نمایشگر تولید کردند. جمله‌های با محرک‌های هدف بی‌معنی بدین شرح‌اند:

۲) بافت [+ تکیهٔ زیروبمی] بافت [- تکیهٔ زیروبمی]

الف) آن‌ها به‌دنبال نا**نا** هستند. ج) آن‌ها به‌دنبال نا**نا** هستند.

ب) آن‌ها به‌دنبال **نا**نا هستند. د) آن‌ها به‌دنبال **نا**نا هستند.

این جمله‌ها در دو نوبت جداگانه (هر نوبت یک بار)، به‌طور تصادفی به آزمودنی‌ها داده شد و هر جمله چه با محرک هدف واژگانی وچه به‌صورت بی‌معنی، به‌فاصلهٔ ده ثانیه پس‌از جملهٔ قبل، روی صفحهٔ نمایشگر ظاهر شد. فاصلهٔ زمانی بین نوبت اول و نوبت دوم، ده دقیقه درنظر گرفته شد.

۳-۲. تحلیل داده‌ها

در این آزمایش، ۱۶۰ جمله (دو جایگاه تکیه × دو بافت نوایی × دو محرک هدف [واژگانی و بی‌معنی] × ده آزمودنی × دو تکرار) با نرخ نمونه‌برداری[1] ۱۱۰۵۰ هرتز و فیلتر پایین‌گذر[2] ۴/۸

1. Sampling Rate
2. Low-Pass Filter

کیلوهرتز به‌صورت دیجیتالی ضبط شد. برای تجزیه و تحلیل علامت آوایی، از نرم‌افزار پرت[1] مدل ۵,۲,۱۲ استفاده کرده‌ایم.

برای تعیین بسامد سازه‌ها، علامت آوایی به ده ضریب LPC (LPC با ده فیلتر) با طول پنجرهٔ ۲۵ میلی‌ثانیه و گام زمانی پنج میلی‌ثانیه بین پنجره‌ها تجزیه شد و با ترکیب این ضریب‌ها، به‌صورت جفت‌های بازخوانی مرکب پنج قله طیفی به‌دست آمد. معیار اندازه‌گیری بسامد سازه‌ها و شدت انرژی، لحظهٔ به‌حداکثررسیدن بسامد F1 درنظر گرفته شد. پس‌از اندازه‌گیری بسامد سازه‌ها روی منحنی LPC، قوی‌ترین همساز هر سازه روی طیف بسامدی FFT تعیین و اندازه‌گیری شد. اگر بین دو محاسبه، به‌اندازهٔ ۱± همساز، فاصله وجود داشت، مقادیر LPC و اگر فاصله زیادتر بود، مقادیر FFT، معیار محاسبهٔ آماری قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری سطح دامنهٔ طیف و توزیع شدت انرژی روی بسامدها، چهار فیلتر میان‌گذر[2] هنینگ به‌ترتیب با بسامد پایین و بالای صفر و پانصد هرتز برای فیلتر اول، پانصد و هزار هرتز برای فبلتر دوم، هزار و دوهزار هرتز برای فیلتر سوم و دوهزار و چهارهزار هرتز برای فیلتر چهارم با میزان نرم‌شدگی[3] صد هرتز روی پهنای باند مشخص از طیف بسامدی واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه اعمال شد و متوسط شدت انرژی در باندهای بسامدی به‌دست‌آمده محاسبه شد. باند بسامدی اول، یعنی B1 به‌گونه‌ای انتخاب شد که بسامد پایه را شامل شود؛ همچنین باندهای دوم، سوم و چهارم، یعنی B2، B3 و B4 هم طوری انتخاب شدند که به‌ترتیب، بسامدهای F1، F2 و F3 را دربر گیرند. برای محاسبهٔ شدت انرژی کل، متوسط شدت انرژی برای همهٔ محدودهٔ بسامدی صفر تا پنج کیلوهرتز به‌دست آمد. دیرش هجاهای محرک‌های هدف نیز براساس معیارهای دیداری زنتن[4] (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

٤-۲. تحلیل آماری

برای محاسبهٔ معناداربودن اثر عوامل تکیهٔ واژگانی و تکیهٔ زیروبمی بر دیرش هجا، شدت انرژی کل و سطح دامنهٔ طیف، چند آزمون تحلیل واریانس سه‌طرفه به‌طور جداگانه برای محرک‌های واژگانی و بی‌معنی انجام شد و در هر آزمون، محل تکیه، تکیهٔ زیروبمی و جایگاه هجا به‌عنوان متغیرهای مستقل و تکرار و گوینده به‌عنوان متغیرهای مکرر درنظر گرفته شدند؛ همچنین برای بررسی آماری تغییر بسامد سازه‌ها به‌صورت تابعی از عوامل محل تکیه و تکیهٔ زیروبمی به‌عنوان متغیرهای ثابت و تکرار، گوینده و جایگاه هجا به‌عنوان متغیرهای مکرر چند آزمون تحلیل واریانس سه‌طرفه به‌طور جداگانه برای محرک‌های واژگانی و بی‌معنی، به‌تفکیک جایگاه هجا انجام شد.

جدول ۱. میانگین و انحراف‌معیار دیرش هجاها به‌تفکیک محرک هدف، بافت نوایی و محل تکیه. Δs و Δρ اختلاف دیرش هجاها را به‌ترتیب درسطح هم‌نشینی و جانشینی نشان می‌دهد.

		محرک واژگانی			محرک بی‌معنی		
بافت نوایی	تکیه	σ1	σ2	Δs	σ1	σ2	Δs
[+ تکیهٔ زیروبمی]	آغازی	۲۸۴ (۴۱)	۲۱۲ (۳۷)	۷۲	۲۶۳ (۴۴)	۲۰۸ (۳۳)	۵۵
	پایانی	۲۵۱ (۳۹)	۲۳۵ (۴۴)	۱۶	۲۳۸ (۴۰)	۲۲۴ (۴۱)	۱۴
	Δρ	۳۳	۲۳		۲۵	۱۶	
[- تکیهٔ زیروبمی]	آغازی	۲۵۳ (۴۱)	۱۸۸ (۲۸)	۶۵	۲۲۹ (۴۳)	۱۷۱ (۲۶)	۵۸
	پایانی	۲۲۵ (۴۴)	۲۱۶ (۳۹)	۹	۲۰۷ (۳۱)	۱۹۲ (۲۸)	۱۵
	Δρ	۲۸	۲۸		۲۲	۲۱	

۵-۲. نتایج

نتایج مربوط به آزمون‌های آماری تحقیق به‌طور جداگانه برای هریک از متغیرهای آوایی، بدین شرح است:

۱-۵-۲. دیرش

جدول ۱ میانگین و انحراف‌معیار دیرش هجاها را به‌تفکیک 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. چنان‌که می‌بینیم، دیرش هجاهای تکیه‌بر، از هجاهای بدون تکیه بیشتر است:

[واژگانی: $F_{(1،312)}$ = ۱۸۱/۳۰ p< ۰/۰۰۱؛ بی‌معنی: $F_{(1،312)}$ = ۷۵/۴۲۶ p< ۰/۰۰۱]

اثر مستقل عامل بافت نوایی بر دیرش هجا درسطح هردو محرک هدف، معنادار است:

[واژگانی: $F_{(1،312)}$ = ۱۰۹/۲۲ p< ۰/۰۰۱؛ بی‌معنی: $F_{(1،312)}$ = ۱۹۱/۹۴ p< ۰/۰۰۱]

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

[واژگانی: $F_{(1،312)}$ = ۱/۲۱ p< ۰/۲۷۲؛ بی‌معنی: $F_{(1،312)}$ = ۰/۰۴۳ p< ۰/۸۳۶]

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

[واژگانی: $F_{(1،312)}$ = ۵/۰۵ p< ۰/۰۲۵؛ بی‌معنی: $F_{(1،312)}$ = ۱/۰۶ p< ۰/۳۰۲]

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 کوتاه‌ترشدن دیرش هجای بدون تکیهٔ پایانی کلمه است. این نتایج با یافته‌های اسلویجتر و ون‌هاون (۱۹۹۶) دربارهٔ زبان هلندی، متعارض است. در این زبان، برخلاف زبان فارسی، دیرش هجاها در موضع پایانی کلمه‌ها، چه در موضع تکیه‌بر وچه بدون تکیه، بیشتر می‌شود؛ به همین دلیل، اختلاف دیرش هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه در کلمه‌های با تکیهٔ پایانی در مقایسه با کلمه‌های با تکیهٔ آغازی، به‌صورتی معنادار، بیشتر است. این پدیده، کشش پیش‌مرزی نام دارد و براساس آن، هجاهای پایانی در مرز واحدهای نوایی، کشیده‌تر می‌شوند. کشش پیش‌مرزی علاوه‌بر زبان

هلندی، در زبان‌های دیگر ازجمله انگلیسی نیز دیده می‌شود (کلات[1]، ۱۹۷۶: ۱۲۲۲). نتایج آزمایش نشان می‌دهد که اثر تعامل دو عامل بافت نوایی و جایگاه هجا، معنادار نیست.

جدول۲. میانگین و انحراف‌معیار شدت انرژی کل به‌تفکیک محرک هدف، بافت نوایی و محل تکیه. Δs و Δρ اختلاف شدت انرژی کل واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه در دو سطح هم‌نشینی و جانشینی

		محرک واژگانی			محرک بی‌معنی		
بافت نوایی	تکیه	σ1	σ2	Δs	σ1	σ2	Δs
[+ تکیهٔ زیروبمی]	آغازی	(۶/۸) ۷۱/۸۰	(۶/۴) ۶۵/۸۰	۶	(۶/۹) ۷۱/۸۴	(۶/۷) ۶۷/۲۱	۴/۶۳
	پایانی	(۶/۲) ۶۶/۴۲	(۷/۲) ۷۱/۷۷	۵/۳۵	(۶/۵) ۶۶/۳۵	(۷/۳) ۷۰/۳۹	۴/۰۴
	Δρ	۵/۳۸	۵/۹۷		۵/۴۹	۳/۱۸	
[- تکیهٔ زیروبمی]	آغازی	(۷/۳) ۶۶/۷۲	(۶/۶) ۶۴/۵۲	۲/۲	(۷/۱) ۶۶/۱۷	(۶/۸) ۶۵/۷۹	۰/۳۹
	پایانی	(۶/۸) ۶۵/۸۵	(۷/۱) ۶۵/۱۴	۰/۷۱	(۶/۳) ۶۵/۴۹	(۶/۲) ۶۷/۳۱	۱/۸۲
	Δρ	۰/۸۷	۰/۶۲		۰/۶۸	۱/۵۲	

۲-۵-۲. شدت انرژی کل

جدول ۲ میانگین و انحراف‌معیار شدت انرژی کل را به‌تفکیک محرک هدف، بافت نوایی و محل تکیه نشان می‌دهد. چنان‌که می‌بینیم، بین هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیهٔ محرک واژگانی در هردو سطح جانشینی و هم‌نشینی در بافت دارای تکیهٔ زیروبمی، حدود ۵/۵ dB اختلاف دامنه وجود دارد. در محرک بی‌معنی، این اختلاف، حدود ۴/۵ dB است. در بافت بدون تکیهٔ 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:

1. D. H. Klatt

[F (۱،۱۵۶)= ۵/۱۰۳ $p<$ ۰/۰۲۵ : (هجای دوم) بی‌معنی، F (۱،۱۵۶)= ۶/۴۵۹ $p<$ ۰/۰۱۲ : (هجای اول) بی‌معنی؛ F (۱،۱۵۶)= ۶/۷۷۲ $p<$ ۰/۰۱۰ : (هجای دوم)، F (۱،۱۵۶)= ۹/۹۰۷ $p<$ ۰/۰۰۲ : (هجای اول) واژگانی]

اثر بافت نوایی هم برای هردو محرک، معنادار است:

[F (۱،۱۵۶)= ۴/۶۷۸ $p<$ ۰/۰۳۲: (هجای دوم) بی‌معنی، F (۱،۱۵۶)= ۷/۲۵۹ $p<$ ۰/۰۰۸ : (هجای اول) بی‌معنی؛ F (۱،۱۵۶)= ۹/۷۱۹ $p<$ ۰/۰۰۲ : (هجای دوم)، F (۱،۱۵۶)= ۸/۱۰۴ $p<$ ۰/۰۰۵ :(هجای اول) واژگانی]

همچنین اثر تعاملی تکیه و بافت نوایی در همهٔ موارد جز هجای دوم محرک بی‌معنی، معنادار است:

[F (۱،۱۵۶)= ۰/۶۴۱ $p<$ ۰/۴۲: (هجای دوم) بی‌معنی، F (۱،۱۵۶)= ۳/۹۴۷ $p<$ ۰/۰۴۷ :(هجای اول) بی‌معنی؛ F (۱،۱۵۶)= ۴/۴۵۸ $p<$ ۰/۰۳۶):(هجای دوم) ،F (۱،۱۵۶)= ۵/۱۶۱ $p<$ ۰/۰۲۴: (هجای اول) واژگانی]

نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می‌دهد که اثر عامل تکیه بر شدت انرژی کل فقط در بافت دارای تکیهٔ زیروبمی، معنادار است و در بافت بدون تکیهٔ زیروبمی، اثری معنادار برای این عامل دیده نمی‌شود.

۳-۵-۲. کیفیت واکه

برای بررسی کیفیت واکه، چند آزمون تحلیل واریانس سه‌طرفه را به‌طور جداگانه، برای محرک‌های واژگانی و بی‌معنی به‌تفکیک جایگاه هجا انجام دادیم و در هر آزمون، بسامد هریک از سازه‌های F1 تا F4 به‌صورت جداگانه به‌عنوان متغیر وابسته، بافت نوایی، محل تکیه و جنیست به‌عنوان متغیرهای مستقل و تکرار و گوینده به‌عنوان متغیرهای مکرر انتخاب شدند.

جدول۳. میانگین و انحراف‌معیار بسامد سازه‌های F1 تا F4 به‌تفکیک جنسیت، بافت نوایی و محل تکیه برای واکه‌های /a/ و /e/ در محرک واژگانی

		مرد				زن			
بافت نوایی	بسامد	σ1(/a/)		σ2 (/e/)		σ1(/a/)		σ2 (/e/)	
		- تکیه	+ تکیه	- تکیه	+ تکیه	- تکیه	+ تکیه	- تکیه	+ تکیه
[+ تکیه زیروبمی]	F1	(۴۳) ۴۹۹	۶۰۹(۵۳)	۴۰۳(۳۷)	۴۱۱(۴۶)	۶۷۰(۵۹)	۷۴۷(۶۴)	۵۲۰(۴۷)	۵۳۰(۴۲)
	F2	(۸۹) ۱۰۹۳	(۹۵) ۱۰۹۷	(۸۷) ۱۷۱۱	(۱۰۳) ۱۷۲۳	(۱۱۱) ۱۳۹۶	(۹۷) ۱۴۱۹	(۱۱۸) ۱۹۳۸	(۱۲۶) ۱۹۵۷
	F3	(۱۶۴) ۲۵۹۷	(۱۴۱) ۲۷۵۶	(۱۷۸) ۲۶۴۹	(۱۲۹) ۲۶۶۴	(۲۰۵) ۳۰۹۵	(۱۸۴) ۳۱۶۱	(۱۷۱) ۳۱۰۷	(۲۱۱) ۳۱۳۲
	F4	(۲۴۶)	(۲۱۶)	(۲۶۴)	(۲۰۵)	(۲۸۱)	(۲۳۱)	(۲۹۲)	(۲۸۵)
		۳۶۲۸	۳۶۰۲	۳۷۶۷	۳۷۸۵	۴۰۴۶	۳۸۱۷	۴۳۱۰	۴۳۱۶
[- تکیهٔ زیروبمی]	F1	(۵۲) ۴۸۱	۴۹۳(۴۶)	۳۹۴(۴۲)	۴۰۷(۴۸)	۶۶۸(۶۳)	۶۸۷(۷۱)	۵۰۷(۵۴)	۵۱۶(۴۶)
	F2	(۹۳) ۱۰۲۳	(۱۰۴) ۱۰۳۱	(۹۸) ۱۷۰۶	(۱۱۲) ۱۷۱۷	(۷۹) ۱۲۸۶	(۸۷) ۱۲۹۸	(۱۰۹) ۱۸۸۹	(۱۱۷) ۱۹۱۵
	F3	(۱۸۴) ۲۵۹۵	(۲۱۹) ۲۶۰۸	(۲۳۵) ۲۶۴۵	(۲۰۷) ۲۶۵۲	(۲۲۷) ۳۰۴۷	(۱۹۳) ۳۰۷۶	(۲۴۲) ۳۶۰۵	(۲۱۸) ۳۰۸۴
	F4	(۲۷۴) ۳۶۰۴	(۲۹۸) ۳۵۹۸	(۲۸۶) ۳۷۵۸	(۳۰۶) ۳۷۸۰	(۲۵۳) ۳۸۱۲	(۲۸۰) ۳۸۰۵	(۳۱۴) ۴۲۵۹	(۲۹۴) ۴۲۷۹

جدول ۳ میانگین و انحراف‌معیار بسامد سازه‌های F1 تا F4 را به‌تفکیک محل تکیه، جایگاه هجا، بافت نوایی، جنسیت و محرک هدف نشان می‌دهد. چنان‌که می‌بینیم، بسامد سازه‌های F1 تا F4 برای آزمودنی‌های زن در همهٔ موارد، بیشتر از آزمودنی‌های مرد است؛ همچنین پراکندگی مقادیر بسامدهای F3 و F4 به‌ویژه در بافت بدون تکیهٔ زیروبمی، از بسامدهای F1 و F2 بیشتر است. برای واکهٔ [a] در محرک واژگانی، اثر مستقل عامل جنسیت بر بسامد همهٔ سازه‌ها معنادار است:

[F4 (۱۵۲،۱)= ۳۷/۱۱ $p<$ ۰/۰۰۱؛ F3 (۱۵۲،۱)= ۲۱۵/۳۲ $p<$ ۰/۰۰۱؛ F2 (۱۵۲،۱)= ۳۵۲/۲۷ $p<$ ۰/۰۰۱؛ F1 (۱۵۲،۱)= ۳۴۷/۰۵ $p<$ ۰/۰۰۱]

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

[F (۱۵۲،۱)= ۲/۴۴ $p<$ ۰/۱۲؛ F3 (۱۵۲،۱)= ۴/۶۱ $p<$ ۰/۰۳۳؛ F2 (۱۵۲،۱)= ۰/۵۸ $p<$ ۰/۴۴؛ F1 (۱۵۲،۱)= ۳۴/۳۶ $p<$ ۰/۰۰۱؛]

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

[F (۱۵۲،۱)= ۲/۵۲ $p<$ ۰/۱۱؛ F3: (۱۵۲،۱)= ۵/۱۸ $p<$ ۰/۰۲۴؛ F (۱۵۲،۱)= ۳۵/۵۶ $p<$ ۰/۰۰۱؛ F2: (۱۵۲،۱)= ۲۸ $p<$ ۰/۰۰۱؛ F1 (۱۵۲،۱)= ۲۸۳/۷۶ $p<$ ۰/۰۰۱]

اثر تعاملی تکیه و جنسیت بر بسامد هیچ‌کدام از سازه‌ها معنادار نیست: [در تمامی موارد ۱ <F]. تمام آزمودنی‌ها اعمّ‌از مرد و زن، بسامد سازهٔ اول [a] را در موضع بدون تکیه کاهش داده‌اند. دربارهٔ 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 سازهٔ F1 معنادار است؛ ولی بر بسامد دیگر سازه‌ها معنادار نیست: آزمودنی‌ها بسامد سازهٔ F1 واکهٔ [a] را در موضع بدون تکیه، در بافت دارای تکیهٔ زیروبمی، به‌صورتی معنادار، بیشتر از بافت بدون تکیهٔ زیروبمی کاهش داده‌اند. نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می دهد اختلاف بسامد سازهٔ F1 در موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، فقط در بافت دارای تکیهٔ زیروبمی، معنادار است.

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

[F: (۱۵۲،۱)= ۲۲۸/۴۱ $p<$ ۰/۰۰۱؛ F3: (۱۵۲،۱)= ۱۷۳/۵۸ $p<$ ۰/۰۰۱؛ F2: (۱۵۲،۱)= ۳۰۹/۱۹ $p<$ ۰/۰۰۱؛ F1: (۱۵۲،۱)= ۲۸۳/۷۶ $p<$ ۰/۰۰۱]

اثر مستقل دو عامل تکیه و بافت نوایی بر بسامد هیچ‌کدام از سازه‌های این واکه، معنادار نیست؛ به‌علاوه، اثر تعاملی تکیه و جنسیت برای این واکه، معنادار نیست: [F<۱] ؛ همچنین اثر بافت نوایی و اثر تعاملی آن با دیگر عوامل بر بسامدهای هیچ‌یک از سازه‌های [e] معنادار نیست [۱ >F].

برای محرک بی‌معنی /nana/ اثر مستقل عامل تکیه، تنها برای بسامدهای F1 و F2 برای واکهٔ هجای اول و بسامدF1 برای واکهٔ هجای دوم، معنادار است: [$p<$ ۰/۰۰۱]؛ ولی برای دیگر بسامدها معنادار نیست: [در تمام موارد ۱ >F] . آزمودنی‌ها بسامدهای اول و دوم واکهٔ هجای اول و بسامد دوم واکهٔ هجای دوم را در موضع بدون تکیه کاهش داده‌اند و اثر تعاملی تکیه و جنسیت بر بسامد هیچ‌کدام از سازه‌ها معنادار نیست: [در تمام موارد F<۱] ؛ همچنین اثر تعاملی تکیه و بافت نوایی بر بسامد سازه‌های F1 و F2 برای واکهٔ هجای اول و F2 برای واکهٔ هجای دوم، معنادار است: [$p<$ ۰/۰۰۱] . نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می‌دهد که اختلاف بسامد این سازه‌ها در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، تنها در بافت دارای تکیهٔ 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 تکیهٔ واژگانی. تغییر بسامد سازه‌ها در بافت دارای تکیهٔ زیروبمی، به‌میزانی قابل ملاحظه، از بافت بدون تکیهٔ زیروبمی بیشتر است. دیگر اینکه این تغییرها وابسته به واکه است. بسامد سازه‌های [a] در موضع دارای تکیهٔ زیروبمی، به‌راحتی از متوسط سازه‌های بسامدی این واکه دور می‌شود و این واکه به‌سوی واکه‌های دیگر گرایش می‌یابد؛ درحالی که [e] دربرابر این تغییرها پای‌دارتر است و تغییری قابل ملاحظه در بسامد سازه‌های این واکه ایجاد نمی‌شود.

٤-٥-٢. اختلاف در توزیع شدت انرژی بر روی بسامدها

چنان‌که پیشتر گفتیم، برای مقایسهٔ الگوی توزیع شدت انرژی برروی سازه‌های بسامدی واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیهٔ 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 برروی بسامدهای واکه‌های

تکیه‌بر و بدون تکیه، صرف‌نظر از متغیر بافت نوایی، متفاوت است؛ به این صورت که انرژی برروی بسامدهای میانی و بالا برای واکه‌های تکیه‌بر، بیشتر از بسامدهای پایین متمرکز می‌شود. ازنظر اسلویجتر و ون‌هاون (۱۹۹۶)، علت این مسئله، نامتقارن‌شدن پالس چاک‌نایی دراثر فعالیت تولیدی بیشتر در ناحیهٔ تارآواهاست. جابه‌جایی بسامد سازه‌ها نیز یکی دیگر از عوامل تغییر در الگوی توزیع شدت انرژی برروی بسامدهاست. در بخش قبل دیدیم که بسامد سازه‌های واکهٔ [a] در موضع بدون تکیه برروی طیف بسامدی جابه‌جا می‌شود. حال، این پرسش مطرح می‌شود که آیا این جابه‌جایی بر الگوی توزیع شدت انرژی درمحدودهٔ باندهای بسامدی موردنظر اثر می‌گذارد یا نه. پاسخ، منفی است؛ چون اگر مطابق آنچه پیشتر گفتیم، فرض کنیم B1 دربرگیرندهٔ بسامد پایه و B2، B3 و B4 به‌ترتیب دربرگیرندهٔ بسامدهای F2، F3 و F4 باشند، باوجود جابه‌جایی بسامد سازه‌های واکهٔ [a]، این بسامدها از محدودهٔ باندهای بسامدی موردنظر خارج نشده‌اند. در چنین حالتی، الگوی توزیع انرژی درمحدودهٔ باندهای بسامدی مربوط تغییر نمی‌کند ویا درصورت تغییر، اختلاف دامنهٔ حاصل از جابه‌جایی بسامدها قابل اغماض است (گافین و ساندبرگ[1]، ۱۹۸۹)؛ بر این اساس، درصورت 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. پس‌از اندازه‌گیری سطح شدت انرژی در هریک از باندهای بسامدی موردنظر، چند آزمون تحلیل واریانس سه‌طرفه برای محاسبهٔ 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 درسطح هردو هجا معنادار نیست: [هردو هجا F<۱] ؛ ولی اثر آن بر شدت انرژی دیگر باندها معنادار است:

[$p<$ ۰/۰۰۱ :(هجای اول و دوم) B4؛ $p<$ ۰/۰۰۱ ،۳۶/۳۱۴ =(۱،۱۵۶) F: (هجای دوم) ،$p<$ ۰/۰۰۱
$p<$ ۰/۰۰۳ ،۷/۳۶۲ =(۱،۱۵۶) :(هجای دوم) ؛ B3 $p<$ ۰/۰۰۷ ،۱۵/۵۲۶ =(۱،۱۵۶) F: (هجای اول) :
۸/۹۲۵ =(۱،۱۵۶) F: (هجای اول) :B2 :واژگانی]

1. J. Gauffin and J. Sundberg

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 درسطح هردو هجا و B2 برای هجای اول، معنادار است؛ ولی اثر آن بر شدت انرژی باند B1 درسطح هردو هجا و B2 برای هجای دوم، معنادار نیست:

[$p<$ ۰/۰۰۱ :(هجای اول و دوم) B4؛ $p<$ ۰/۰۰۲ =۴/۹۵۳ (۱،۱۵۶) : (هجای دوم) ،$p<$ ۰/۰۰۸ =۷/۲۶۴ F (۱،۱۵۶)= :(هجای اول) B3؛ ۰/۴۶۷ =(۱،۱۵۶) : (هجای دوم) ،$p<$ ۰/۰۰۶ =۷/۹۱۲ F (۱،۱۵۶)= :(هجای اول) B2؛ $p<$ ۰/۰۹۲ =۲/۸۸ (۱،۱۵۶) :(هجای دوم) ،$p=$ ۰/۰۲۳ =۱/۴۵ F (۱،۱۵۶)= :(هجای اول) B1:واژگانی]

برای واکهٔ 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:

[$p<$ ۰/۰۰۱ :B4؛ $p<$ ۰/۰۱ =۶/۷۲۲ F (۱،۱۵۶) :B3؛ $p<$ ۰/۰۴ =۳/۹۶۲ F (۱،۱۵۶) :B2؛ <۱ F (۱،۱۵۶) :B1]

نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان می‌دهد که اختلاف دامنهٔ باندهای بسامدی B2، B3 و B4 برای واکهٔ [a] در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، تنها در بافت دارای تکیهٔ زیروبمی، معنادار است. در بافت بدون تکیهٔ زیروبمی، اختلاف دامنهٔ این باندهای بسامدی در دو موضع تکیه‌بر و بدون تکیه، معنادار نیست. برای واکهٔ 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:

[$p<$ ۰/۰۰۱ :B4؛ <۱ =F (۱،۱۵۶) :B3؛ $p<$ ۰/۰۲ =۴/۸۶۳ F (۱،۱۵۶) :B2؛ <۱ F (۱،۱۵۶) :B1]

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

بر شدت انرژی باند B1 معنادار نبود: [هردو هجا F<۱] ؛ ولی اثر آن‌ها بر شدت انرژی در باندهای دیگر، معنادار بود:

[$p<$ ۰/۰۰۱:(هجای اول و دوم) B4؛ $p<$ ۰/۰۰۱ =۱۸/۸۳۲ (۱،۱۵۶) F: (هجای دوم) ،$p<$ ۰/۰۰۱
۱۲/۱۱ =(۱،۱۵۶) F: (هجای اول): B3؛ $p<$ ۰/۰۰۲ =۱۰/۰۱ (۱،۱۵۶) :(هجای دوم) ،$p<$ ۰/۰۰۷ ۷/۶۰۹
=(۱،۱۵۶) F: (هجای اول) :B2:بی‌معنی]

همچنین اثر مستقل عامل بافت نوایی هم برای این محرک جز B1 بر شدت انرژی باندهای دیگر، معنادار بود:

[$p<$ ۰/۰۰۱:(هجای اول و دوم) B4؛ $p<$ ۰/۰۰۱:(هجای اول و دوم) :B3 ؛ $p<$ ۰/۰۰۵ ۸/۱۳
=(۱،۱۵۶) : (هجای دوم) ،$p<$ ۰/۰۰۸ =۷/۲۳۱ (۱،۱۵۶) F : (هجای اول) :B2؛ ۱ > (۱،۱۵۶) :(هجای
دوم) ،۰/۱۷ $>p$ =۱/۸۳ (۱،۱۵۶) F : (هجای اول): B1 :بی‌معنی]

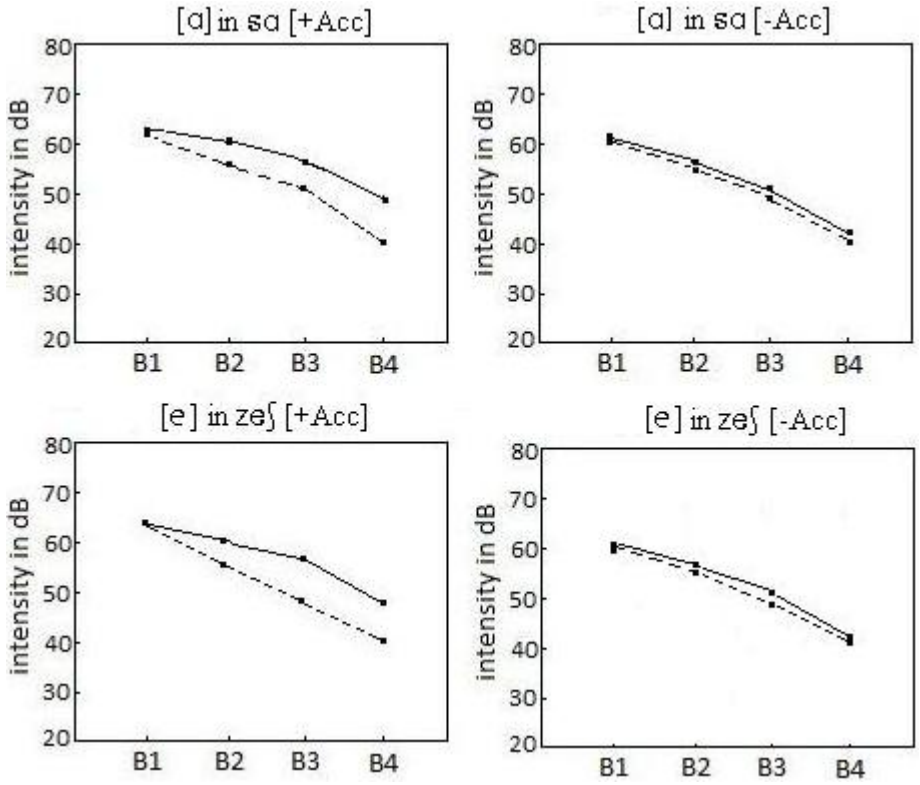
جدول٤. میانگین شدت انرژی باندهای بسامدی B1 تا B4 واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه به‌تفکیک محرک هدف، بافت نوایی و محل تکیه

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

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

[$p<$ ۰/۰۰۱ : (هجای اول و دوم) B4؛ ۰/۰۰۲ $>p$ ۹/۸۶۵ =(۱،۱۵۶) :(هجای دوم) ،۰/۰۰۴ $>p$ ۸/۶۵ =(۱،۱۵۶) F : (هجای اول) : B3 ؛ ۰/۰۳ $>p$ ۴/۵۹۷ =(۱،۱۵۶) :(هجای دوم) ،۰/۰۴ $>p$ ۴/۰۶۱ =(۱،۱۵۶) F : (هجای اول) : B2؛ ۱ > (۱،۱۵۶) F: (هجای اول و دوم): B1]

براساس نتایج به‌دست‌آمده، 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 دامنهٔ واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه، تنها در بافت دارای تکیهٔ زیروبمی معنادار است؛ بدین صورت که تمرکز انرژی بر بسامدهای میانی و بالا برای واکه‌های تکیه‌بر به‌صورتی قابل ملاحظه، بیشتر از واکه‌های بدون تکیه است؛ بنابراین، شیب نزولی شدت انرژی در طیف بسامدی واکه‌های تکیه‌بر به‌علت افزایش دامنهٔ بسامدهای میانی و بالا در مقایسه با واکه‌های بدون تکیه، کندتر (نرم‌تر) است. در بافت بدون تکیهٔ زیروبمی، توزیع انرژی برروی 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 تکیهٔ زیروبمی، زیاد و بر بسامدهای میانی و بالا، کم است؛ بنابراین، شیب نزولی شدت انرژی طیف بسامدی در این بافت، صرف‌نظر از تکیه‌بر یا بـدون تکیه بودن واکهٔ موردنظر، تند است. شکل ۱ الگوی توزیع شدت انرژی طیف بسامدی واکه‌های تکیه بر و بدون تکیه را برای هجای اول (بالا) و دوم (پایین) محرک واژگانی در بافت [+ تکیهٔ زیروبمی] (چپ) و [– تکیهٔ زیروبمی] (راست) براساس 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 [+ تکیهٔ زیروبمی] (چپ) و [- تکیهٔ زیروبمی] (راست) براساس میانگین شدت انرژی باندهای بسامدی B1 تا B4

چنان‌که می‌بینیم، در بافت [- تکیهٔ زیروبمی]، اختلاف دامنهٔ واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه درسطح همهٔ باندهای بسامدی به‌ویژه B1، بسیار کم است؛ همچنین شیب نزولی دامنهٔ شدت انرژی هم برای واکه‌های تکیه‌بر وهم برای نوع بدون تکیه، تند است؛ اما در بافت [+ تکیهٔ 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 دامنهٔ طیف بسامدی واکه‌های تکیه‌بر در مقایسه با واکه‌های بدون تکیه، به‌صورتی قابل توجه، کندتر است.

۳. نتیجه‌گیری و بحث

در این مقاله، هم‌بسته‌های آوایی تکیهٔ واژگانی فارسی را در دو بافت دارای تکیهٔ زیروبمی و بدون تکیهٔ زیروبمی بررسی کرده‌ایم. به پیروی از اسلویجتر و ون‌هاون (۱۹۹۶)، این فرضیه را مطرح کردیم که تکیهٔ واژگانی، ماهیتی دینامیک دارد، ناظر بر فعالیت تولیدی بیشتر در دستگاه گفتار است و با تکیهٔ زیروبمی که ماهیت آهنگی دارد، متفاوت است. براساس این فرضیه، فعالیت تولیدی بیشتر ازناحیهٔ تارآوا، باعث نامتقارن‌شدن پالس چاک‌نایی می‌شود؛ به این صورت که طول مرحلهٔ بستهٔ ارتعاش، از مرحلهٔ باز، کوتاه‌تر می‌شود. در چنین حالتی، دامنهٔ همسازهای میانی و بالای علامت حنجره افزایش می‌یابد و درنتیجه، شیب نزولی دامنهٔ طیف بسامدی، کندتر می‌شود؛ ولی با کاهش تلاش تولیدی، چاک‌نای آهسته‌تر بسته می‌شود و به این ترتیب، سطح دامنهٔ همسازهای میانی و بالای طیف حنجره کاهش می‌یابد و شیب نزولی دامنهٔ طیف، تندتر می‌شود (فانت[1]، ۱۹۶۰؛ چیلدرز و لی[2]، ۱۹۹۱). نتایج به‌دست‌آمده، فرضیهٔ مطرح‌شده را تأیید نمی‌کنند. توزیع شدت انرژی در بسامدهای میانی و بالا برای واکه‌های تکیه‌بر و بدون تکیه، تنها در بافت دارای تکیهٔ زیروبمی، دارای تفاوتی معنادار است. بدون وجود تغییرهای زیروبمی، یعنی در بافت بدون تکیهٔ زیروبمی، 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 نبودِ تکیهٔ زیروبمی روی هجای موردنظر است. نتایج به‌دست‌آمده همچنین بیانگر آن است که تغییر در شدت انرژی کل نیز وابسته به تغییرهای زیروبمی است. در بافت دارای تکیهٔ زیروبمی، اختلاف هجاهای تکیه‌بر و بدون تکیه ازنظر این متغیر، معنادار بود؛ ولی در بافت بدون تکیهٔ زیروبمی، اختلاف به‌دست‌آمده، معنادار نیست. این نتایج نشان می‌دهد که الگوی شدت انرژی در طیف بسامدی چه در همهٔ نواحی بسامدی و چه نواحی بسامدی میانی و بالا، هم‌بستهٔ تولیدی-صوت‌شناختی تکیهٔ زیروبمی است؛ نه تکیهٔ واژگانی. این نتایج با یافته‌های کمپل و بکمن (۱۹۹۷)

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

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

دربارهٔ دیرش هجا، نتایجی متفاوت به‌دست آمد. دیرش هجاهای تکیه‌بر درسطح 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 هم‌بستهٔ تولیدی- صوت‌شناختی تکیهٔ واژگانی است. براساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت تکیهٔ واژگانی در زبان فارسی، برخلاف زبان انگلیسی، صرفاً یک ویژگی ساختاری برای نشان‌دارکردن یک هجا درسطح واژگان برای دریافت تکیهٔ زیروبمی درسطوح بالاتر ساخت نوایی گفتار نیست؛ بلکه هم‌بستهٔ 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». ***مجموعه‌مقالات دومین کارگاه پژوهشی زبان فارسی و رایانه***. تهران: دانشگاه تهران.

- Abolhasanizadeh, 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.